



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE/PRODEMA



PROTOZOÁRIOS DE VIDA LIVRE EM AMBIENTES AQUÁTICOS DO
RN: OCORRÊNCIA, CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA

MARIA LUISA QUININO DE MEDEIROS

2012

Natal – RN

Brasil

Maria Luisa Quinino de Medeiros

**PROTOZOÁRIOS DE VIDA LIVRE EM AMBIENTES AQUÁTICOS DO
RN: OCORRÊNCIA, CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA.**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: **Prof.Dr. Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo**

2012

Natal – RN

Brasil

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Setorial do Centro de
Biociências

Medeiros, Maria Luisa Quinino de.

Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica / Maria Luisa Quinino de Medeiros. – Natal, RN, 2012.

74 f. : Il.

Orientadora: Profa. Dra. Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA.

1. Protozoários de vida livre – Dissertação 2. Semiárido – Dissertação. 3. Educação ambiental – Dissertação. I. Araújo, Magnólia Fernandes Florêncio de. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB


CDU 561.24

MARIA LUISA QUININO DE MEDEIROS


Dissertação submetida ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em:


BANCA EXAMINADORA:



Prof(a). Dr(a). Prof(a). Dr(a). Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)



Prof(a). Dr(a). Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna
Universidade Federal de Ouro Preto



Prof(a). Dr(a). Eliane Marinho Soriano
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof^a. Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo pela orientação, confiança e ensinamentos que ultrapassaram o âmbito acadêmico e estarão preservados sempre na minha vida.

Agradeço à Capes (REUNI) pelo apoio financeiro.

Aos meus pais, José Marconi e Adriana Quinino, que sempre estiveram ao meu lado me guiando e mostrando que eu era capaz de cumprir com todas as metas traçadas.

Aos meus irmãos, Natália Medeiros e Marconi Filho, por entenderem a dimensão deste trabalho e me ajudarem sempre com suas opiniões.

Agradeço a Fred Nepomuceno, meu namorado, pela paciência, pelos conselhos dados e por toda sua dedicação durante esses dois anos.

Aos meus amigos do LAMAq, em especial a José Paulo, Fabrício Camacho, Mariana Leite, Wellington, Cirleide Marques! Agradeço pelo auxílio no trabalho laboratorial, pelas horas que passamos juntos no laboratório fortalecendo nossos conhecimentos e, mais importante, a nossa amizade.

Agradeço Aline Amorim e Luiz Sodré pelo apoio dado na construção deste trabalho em especial no primeiro capítulo desta dissertação.

Agradeço, de todo coração, à Viviane Félix pela companhia durante esses dois anos.

À minha banca de qualificação: Prof^a Ivaneide Costa, Prof^a Eliane Marinho e Prof^o Guilherme Fulgêncio, pelas colaborações que foram fundamentais para a finalização deste trabalho.

Agradeço às diretoras das escolas dos municípios de Itajá (RN) e São Rafael (RN) que nos consentiram fazer a aplicação dos questionários e usar os dados para a construção dos artigos científicos.

Agradeço imensamente a Edson Santana, pela companhia nas coletas e ensinamentos.

A todos os professores e colegas do PRODEMA, que me ensinaram bastante no nosso convívio diário através de nossas discussões acerca da sustentabilidade e, sobretudo, da interdisciplinaridade.

Agradeço a Deus por me dar força em todos os momentos e me fazer voltar com mais garra na ocasião em que mais precisei. Obrigada, Senhor!

RESUMO

Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica.

A água é considerada um bem imprescindível à vida, além de ser um fator condicionante do desenvolvimento econômico e do bem-estar social, representado tanto pela quantidade disponível, como pela qualidade. No semiárido nordestino, as secas que ocorrem de forma periódica aliada a atividades antrópicas, agravam a situação da conservação dos recursos hídricos nessa localidade. Para amenizar essa condição é comum a construção de reservatórios artificiais, como açudes e barragens. Assim como nos ambientes aquáticos naturais, estes reservatórios são locais propícios para a proliferação, crescimento e desenvolvimento de diversas comunidades biológicas, seja de animais, vegetais e de microrganismos. As pesquisas sobre a composição e ecologia dessas comunidades, sobretudo as microbianas, ainda são restritas. Um dos grupos menos estudados nesses ambientes são os protozoários de vida livre, que ao longo do tempo foram negligenciados e depois de descobertas sobre suas variadas funções no ecossistema aquático começam a receber mais atenção por parte dos estudiosos. Eles são, em termos quantitativos, os mais importantes consumidores de microrganismos (principalmente algas e bactérias) nos ambientes aquáticos, e, por isso controlam a abundância destes. Eles influenciam, portanto, a estrutura da cadeia alimentar aquática em termos de composição de espécies, abundância, biomassa e biodiversidade. Apesar do reconhecimento da importância dos protozoários no balanço final das transferências tróficas em ambientes aquáticos, existem poucos dados e, de um modo geral, são, ainda, precários os conhecimentos sobre eles. Tendo em vista a importância dos protozoários em ambientes aquáticos e a escassez de pesquisas relacionadas a este grupo, sobretudo no Estado do Rio Grande do Norte, o presente estudo teve - como objetivo identificar os gêneros e espécies de protozoários de vida livre que estão presentes na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, bem como relacionar a ocorrência e a dinâmica destes com as condições tróficas do ambiente no qual estão inseridos, com o intuito de corroborar a hipótese de que as espécies que estão nesses ambientes podem servir para indicar a qualidade da água. Registrou-se a presença de 65 táxons de protozoários de vida livre, dos quais 29 foram identificados em nível de espécie. Observou-se uma similaridade espacial na composição taxonômica dos protozoários, sugerindo-se uma possível regulação desse tipo de comunidade por outras variáveis limnológicas diferentes daquelas estudadas nesse trabalho (clorofila-a, pH, temperatura). Ainda objetivou-se analisar as concepções de professores e alunos, das cidades próximas da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, sobre as temáticas relativas à qualidade de água e do papel dos protozoários. Para isso, foi aplicado questionários com professores e alunos de escolas estaduais de São Rafael e Itajá. Concluiu-se que os professores e alunos reconhecem as múltiplas funcionalidades da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, apesar de desconhecem aspectos importantes da dinâmica e ecologia desse ambiente. As concepções de professores e alunos se igualaram em vários momentos, principalmente no tocante às doenças de veiculação hídrica. Na tentativa de identificar possíveis concepções alternativas sobre o conhecimento dos protozoários, partindo da hipótese que esses organismos têm seu papel ecológico negligenciado, e são vistos como, somente, transmissores de doenças, foi feito um estudo com professores e alunos, seguindo determinada metodologia que permitiu analisar de forma clara e precisa os resultados. Ficou claro que o conhecimento sobre os protozoários de vida livre é, ainda, bastante limitado. As concepções alternativas que foram evidenciadas mostram uma relação direta de protozoários e doenças. A partir dos dados obtidos por todos esses estudos, planejou-se uma série de atividades de divulgação científica, educação ambiental e educação em saúde nas escolas próximas aos ambientes de estudo com o intuito de promover uma transposição didática do conhecimento acumulado sobre esses organismos, favorecendo a formação continuada de professores e o incremento de informações à comunidade local por meio do conhecimento da biodiversidade e ecologia desses organismos. Além disso, os resultados encontrados neste estudo e as reflexões feitas sobre ele levaram a que se propusesse a elaboração de um livro paradidático com ênfase sobre o grupo dos protozoários de vida livre para uso junto às populações de escolas públicas da região semiárida onde foi desenvolvido o trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: protozoários de vida livre, protozooplâncton, semiárido, concepções, concepções alternativas, divulgação científica e educação ambiental.

ABSTRACT

Free-living protozoa in aquatic environments of the RN: occurrence, characterization and importance to basic education.

Water is considered an essential right to life, besides being a determinant of economic development and social welfare, represented by both the quantity available, and the quality. In semi-arid Northeast, droughts occurring on a regular basis combined with human activities, aggravate the situation regarding the conservation of water resources in this area. To alleviate this condition is common to construction of artificial reservoirs, such as reservoirs and dams. As in natural aquatic environments, these reservoirs are potential sites for the proliferation, growth and development of diverse biological communities, whether of animals, plants and microorganisms. Research on the composition and ecology of these communities, especially microbial, are still restricted. One of the least studied groups in these environments are free-living protozoa, which over time have been neglected and after discoveries about its various functions in the aquatic ecosystem are beginning to receive more attention from scholars. They are, in quantitative terms, the most important consumers of microorganisms (mainly bacteria and algae) in aquatic environments, and therefore control the abundance of these. They may therefore influence the structure of the aquatic food chain in terms of species composition, abundance, biomass and biodiversity. Despite the recognition of the importance of protozoa in the final of the trophic transfer in aquatic environments, there are few data and, in general, are still precarious knowledge of them. Given the importance of protozoa in aquatic environments and the paucity of research on this group, especially in the state of Rio Grande do Norte, the present study aimed at identifying the genus and species of free-living protozoa that are present in the Armando Ribeiro Gonçalves Dam as well as to relate the occurrence and dynamics of the trophic conditions in the environment in which they are inserted, in order to support the hypothesis that species that are in these environments can serve to indicate the water quality. We observed the presence of 65 taxa of free-living protozoa, of which 29 were identified at the species level. There was a similarity space in taxonomic composition of protozoa, suggesting a possible regulation of this type of community for limnological variables other than those studied in this work (chlorophyll a, pH, temperature). Although it was aimed to analyze the conceptions of teachers and students from nearby towns Dam Armando Ribeiro Gonçalves, on issues relating to water quality and the role of protozoa. For this, we applied questionnaires with teachers and pupils of public schools of San Rafael and Itajá. It was concluded that teachers and students recognize the multi-dam Armando Ribeiro Gonçalves, although unaware of important aspects of the dynamics and ecology of this environment. Conceptions of teachers and students are matched at various times, especially with regard to waterborne diseases. In an attempt to identify possible misconceptions about the knowledge of the protozoa, assuming that these organisms have neglected their ecological role, and are seen as only, disease, a study was done with teachers and students, following a particular methodology that allowed look so clear and precise results. It was clear that knowledge about the free-living protozoa is still quite limited. The alternative conceptions that were found show a direct relation of protozoans and diseases. From the data obtained by these studies, we planned a series of science communication activities, environmental education and health education in schools close to study environments in order to promote a didactic transposition of accumulated knowledge about these organisms, favoring continuing education of teachers and the increase of information to the local community through the knowledge of biodiversity and ecology of these organisms. Moreover, the results found in this study and reflections on it that led to propose the elaboration of a book Readers with an emphasis on the group of free-living protozoa in the populations for use in public schools in the region where it was developed the semiarid work.

EYWORDS: free-living protozoa, protozooplâncton, semiarid, conceptions, misconceptions, environmental education, scientific disclosure.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	14
METODOLOGIA GERAL	17
REFERÊNCIAS	19
FIGURA1	16
FIGURA2	16
FIGURA 3	17
CAPÍTULO 1 – Distribuição e composição espaço-temporal de Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos de região semiárida brasileira	22
RESUMO	22
ABSTRACT	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
FIGURA 1	25
TABELA 1	27
TABELA 2	27
TABELA 3	27
TABELA 4	28
CAPÍTULO 2 – Concepções espontâneas de professores e alunos de uma região semiárida sobre questões ligadas à água	36
RESUMO	36
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
MATERIAL E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
FIGURA 1	39
FIGURA 2	41
FIGURA 3	42
FIGURA 4	43
FIGURA 5	45
FIGURA 6	45
QUADRO 1	42
QUADRO 2	44
CAPÍTULO 3 – Concepções alternativas de professores e alunos da educação básica sobre protozoários, em uma região semiárida do Nordeste Brasileiro, reveladas por desenhos.	50

RESUMO	50
ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO	51
METODOLOGIA	52
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	57
CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
FIGURA 1	55
FIGURA 2	55
FIGURA 3	56
FIGURA 4	56
FIGURA 5	56
FIGURA 6	56
FIGURA 7	56
FIGURA 8	57
FIGURA 9	57
FIGURA 10	57
FIGURA 11	57
FIGURA 12	57
FIGURA 13	57
TABELA 1	55
QUADRO 1	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
ANEXO 1	65
ANEXO 2	68
ANEXO 3	70
ANEXO 4	72

INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado por grandes transformações nos campos da ciência e tecnologia o que levou a humanidade a avançar rápida e significativamente em várias áreas. Apesar de todos os benefícios oriundos desse processo, alguns aspectos, frequentemente, não foram levados em consideração. Os recursos naturais foram ficando escassos em uma intensidade diretamente proporcional à industrialização. Na segunda metade do Séc. XX foram empregados mais recursos naturais na produção de bens que em toda a história anterior da humanidade (DIAS, 2006). Surgem, então, vários casos em todo o mundo que ocasionaram a necessidade do homem parar para repensar sua relação com o meio ambiente e, assim, a necessidade criada de se reavaliarem os usos dos recursos naturais (ROCHA *et al.* 2005). Diante da ineficiência deste processo de industrialização e dos desastres oriundos dela, a humanidade começou a organizar-se de modo a formular uma nova estratégia de desenvolvimento onde o meio ambiente aparece como parte fundamental do processo de evolução da sociedade. A consciência dos problemas ambientais aparece como um ponto importante a respeito do crescimento material e econômico e da qualidade de vida (MATTOS, *et. al* 2005).

As novas formas de pensar e agir sobre o meio ambiente e seus recursos naturais, surgem de uma sequência de eventos históricos que passam a convergir seus debates em uma mesma direção: o desenvolvimento sustentável. Eventos como a Conferência de Estocolmo em 1972, dirigida pela Organização das Nações Unidas (ONU) foi um marco no que diz respeito a tentativas iniciais de uma mudança de paradigmas em relação ao desenvolvimento e uso dos recursos naturais. Esta conferência foi proposta pela Suécia, que estava sofrendo com a poluição no mar Báltico resultante de chuvas ácidas, uso de pesticidas e metais pesados. A Conferência sobre a Água e o Meio Ambiente, em Dublin, na Irlanda em 1992, vinte anos depois da Conferência de Estocolmo, foi outro marco onde os participantes solicitaram novas estratégias fundamentais de avaliação, desenvolvimento e gerenciamento de recursos hídricos, especificamente, da água doce. Ainda em 1992 houve outro marco relacionado ao desenvolvimento sustentável, que foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida comumente como ECO 92, no Rio de Janeiro. Neste evento foi proposto e elaborado um documento, a Agenda 21, que previa ações relacionadas à gestão de recursos naturais, biodiversidade, entre outros. Seguindo a Agenda 21 Global, governo e sociedade deram início a um conjunto de ações de construção de Agendas 21, nos âmbitos nacional, regional e local (MALHEIROS, *et. al* 2008). Questões comuns nas pautas de todos esses eventos são as preocupações relativas à água. Na Agenda

21, por exemplo, existem discussões de grande destaque e relevância, que dizem respeito à qualidade e gestão desse recurso. .

A Agenda consta de vários capítulos e alguns direcionam-se para essa temática, como, por exemplo, o que aborda a “Proteção dos oceanos e dos mares de todo tipo, incluídos os mares fechados e semi-fechados e as zonas costeiras, e o uso racional e o desenvolvimento de seus recursos vivos” e o que trata da “Proteção da qualidade dos recursos de água doce: aplicação de critérios integrados para o aproveitamento, ordenação e uso dos recursos de água doce” (BRASIL, 1992). Todos esses episódios mostram que a água sempre foi um assunto central em vários debates que priorizam a sustentabilidade. Algo lógico quando se parte do pressuposto que esse elemento, tanto em termos quantitativos como qualitativos, é essencial para a manutenção da vida na Terra.

A problemática da água em âmbito mundial decorre devido ao manuseio inadequado deste recurso. Algumas atividades antrópicas que, em alguma parte de seu processo, estão ligadas aos ecossistemas aquáticos, diminuem a qualidade e oferta da água. A agricultura, pecuária, piscicultura, são exemplos de atividades que afetam, na maioria das vezes, os ecossistemas aquáticos. Nas últimas décadas, esses ecossistemas têm sido alterados em diferentes escalas como consequência negativa de atividades antrópicas (Callisto *et al.* 2001). No semiárido nordestino, além desses problemas referentes à não preservação dos recursos hídricos, existem secas periódicas que agravam a situação. Nessa região, é comum a construção de reservatórios artificiais, como açudes e barragens, para amenizar essa condição (ALMEIDA *et al.* 2009; SEMARH, 2011). Esse processo de construção de reservatórios na Região Nordeste ficou conhecido como “açudagem” (VALÊNCIO, 1995). Historicamente esta foi a principal estratégia adotada pelo poder público para lidar com o problema da Seca. Inicialmente, o Poder Central através do DNOCS, e posteriormente os Estados construíram uma rede de armazenamento sem paralelo em nenhuma outra região semiárida do mundo (MMA, 2011). Esses reservatórios de água à vista constituem significativa reserva estimada em 22 bilhões de m³, e adquiriram valor simbólico, à margem de sua efetiva e concreta importância, como uma feição marcante da paisagem do Sertão nordestino (REBOUÇAS, 1997).

A qualidade da água desses reservatórios, quando não está adequada, compromete diretamente a qualidade de vida das pessoas que usam esse recurso em múltiplas atividades. Segundo Leff (2009):

“A não preservação de qualquer recurso natural implicará impactos negativos na qualidade de vida das pessoas, já que a qualidade de vida está entrelaçada com a qualidade do ambiente e com a

satisfação das necessidades básicas e, entre outros aspectos, com a sustentabilidade ecológica dos habitats”.

Os reservatórios artificiais, assim como os sistemas aquáticos naturais, têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra (TUNDISI, 2003). Sendo assim, a degradação das propriedades da água afeta, também, toda a dinâmica das inúmeras populações de organismos que tem esses locais como habitat. É necessário, portanto, que haja pesquisas que forneçam dados a respeito da qualidade da água para que seus resultados sirvam de subsídio para o monitoramento e entendimento da dinâmica desses reservatórios. Tundisi (2008) aponta que uma “base de dados consolidada e transformada em instrumento de gestão pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema de escassez de água, estresse de água e deterioração da qualidade”. Corroborando essa afirmação, Costa *et al.* (2009) afirmam que:

“A conseqüente degradação da qualidade de água requer o aperfeiçoamento de seu gerenciamento e recuperação e para isso é necessário o conhecimento consistente sobre estrutura das comunidades dos organismos aquáticos e dos fatores que controlam sua dinâmica espacial e temporal”.

Os reservatórios do semiárido nordestino tendem a ter altas concentrações de nutrientes, sólidos em suspensão e sais, favorecendo a eutrofização e salinização (W. SOUSA *et al.*, 2008). Isso contribui para que a maioria dos reservatórios dessa região encontre-se em estado eutrófico ou hipereutrófico (LAZARRO *et al.* 2003). Os impactos antrópicos são, em sua maioria, os responsáveis pelo incremento de nutrientes e matéria orgânica. 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 (COSTA *et al.* 2009).

A concentração de clorofila *a* aliada, por vezes, a outros parâmetros clássicos são a base para classificação da água dos reservatórios em relação ao grau de trofia, mas, frequentemente, os estudos das comunidades aquáticas vêm sendo utilizados na complementação dessa perspectiva (HIGUTI *et al.*, 2005). Organismos que habitam esses ecossistemas aquáticos podem ser afetados por perturbações ambientais, podendo responder até mesmo a baixos níveis de alterações físicas, químicas e biológicas do ambiente, devido ao reduzido tamanho e alta taxa de crescimento (PAERL *et al.*, 2003). Dessa forma, alguns organismos indicam alterações no ambiente, sendo, por esse motivo, chamados de bioindicadores. Goulart & Calisto (2003), definem esses seres como espécies escolhidas por

sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes.

Dentre esses organismos classificados como bioindicadores, destacam-se aqueles que fazem parte do plâncton, o qual se constitui, basicamente, de organismos relativamente simples, pequenos, sensíveis e incapazes de manter sua distribuição independentemente da movimentação das massas de água. Entre esses organismos encontram-se microalgas, pequenos animais, protistas e bactérias, que compõem respectivamente o fitoplâncton, zooplâncton, protozooplâncton e bacterioplâncton. Lansac-Tôha (2005) ressalta que a estrutura das comunidades planctônicas em reservatórios é influenciada por diversas características do ambiente, como morfometria, estado trófico, idades e regimes termais, químicos e operacionais.

Um dos grupos menos estudados nesses ambientes são os protozoários de vida livre que, negligenciados ao longo do tempo, depois de descobertas sobre suas variadas funções no ecossistema aquático começam a receber cada vez mais atenção em estudos limnológicos. Em ambientes dulciaquícolas, particularmente, encontram-se representantes dos quatro filos de protistas: flagelados, ciliados, esporozoários e sarcodíneos. Eles são, em termos quantitativos, os mais importantes consumidores de microrganismos (principalmente algas e bactérias) nos ambientes aquáticos, e, por isso controlam a abundância destes (Fenchel, 1986; Berninger et al., 1991; Hobbie, 1994; Sherr e Sherr, 1994). Os flagelados heterotróficos, inclusive, podem, sozinhos, consumir toda a produção de bactérias no ambiente aquático (Fenchel, 1986; Berninger e cols., 1991). Eles influenciam, portanto, a estrutura da cadeia alimentar aquática em termos de composição de espécies, abundância, biomassa e biodiversidade (Xu et al. 2009). Apesar de toda importância dos protozoários no ecossistema aquático, principalmente nas transferências energéticas ao longo dos níveis tróficos, existem poucos dados e, de um modo geral, são, ainda, precários os conhecimentos sobre eles.

Diante desse leque de funções ecológicas, fica claro que esses organismos apresentam papel essencial no equilíbrio do ambiente aquático. Porém, para a cadeia trófica funcionar de uma forma harmoniosa e manter a estabilidade do ambiente, inúmeros padrões referentes a aspectos químicos, físicos e biológicos devem permanecer balanceados dentro desse sistema dinâmico. Dessa forma, as alterações de qualquer um desses parâmetros modificam a cadeia trófica como um todo, na medida em que podem alterar qualitativamente e quantitativamente as comunidades que ali habitam, inclusive o protozooplâncton, desequilibrando toda cadeia alimentar, refletindo alterações em todos os níveis tróficos e levando, muitas vezes, à perda da boa qualidade da água.

É importante ressaltar que essas alterações podem ser oriundas da própria dinâmica do ambiente, mas, geralmente, as ações antrópicas são responsáveis por esse desequilíbrio. Com isso, percebe-se a importância da sociedade, de uma forma geral, e principalmente, das pessoas que estão mais próximas aos reservatórios, de conhecerem a biodiversidade deste local, bem como sua dinâmica e ecologia e, assim, entender os fatores que podem vir a interferir nos sistemas aquáticos fazendo com que eles percebam que essa interferência provocará a limitação do uso da água. Para Pivelli (2006) é necessário que a biodiversidade seja trabalhada como um conceito chave na compreensão de vários assuntos relacionados ao meio ambiente. Segundo Layton et al (apud Kelsey, 1998) existe a necessidade de aferir como certos segmentos da população compreendem especificamente a biologia das espécies, haja visto que a aprendizagem sobre a biodiversidade está fortemente relacionada ao contexto de vida das pessoas.

Existem vários artifícios que podem ser utilizados para que o conhecimento se aproxime daqueles que utilizam os recursos naturais mais diretamente e precisam, portanto, serem sensibilizados para as problemáticas ambientais que os circundam. A divulgação científica e a Educação Ambiental (EA) são ferramentas que funcionam positivamente nesse contexto e podem auxiliar nessa questão. Há uma necessidade de que o conhecimento científico ultrapasse os limites dos laboratórios das universidades e cheguem à população. Albagli (1996) reitera esta necessidade afirmando que a "comunidade técnico científica" deve legitimar-se junto à sociedade. Ainda se constitui de maneira frágil essa relação entre sociedade e conhecimento científico no Brasil, porém, tem sido observada nas duas últimas décadas uma expansão significativa de ações relacionadas à Divulgação científica no Brasil (MOREIRA 2006). Leff (2001) destaca a impossibilidade de resolver os crescentes e complexos problemas ambientais e reverter suas causas sem que ocorra uma mudança radical nos sistemas de conhecimento, dos valores e dos comportamentos gerados pela dinâmica de racionalidade existente, fundamentada no aspecto econômico do desenvolvimento. A EA funciona muito bem nessa perspectiva, já que permite que os próprios cidadãos participem ativamente das discussões e das buscas por problemas relacionados ao ambiente em que vivem (JARDIM, 2009).

É evidente que a escola pode passar a ser peça fundamental desse processo de sensibilização ambiental, mas, devido a alguns entraves, esse processo se dá em proporções menores do que o esperado. A falta de um ensino contextualizado com a realidade do ambiente dos alunos é uma das barreiras existentes. As problemáticas ambientais, por vezes, aparecem distantes e fora do contexto do aluno, e outras que estão bem próximas a ele, não são, muitas vezes, discutidas. O levantamento dos problemas ambientais bem como das

concepções que as pessoas podem ter deles é uma maneira de iniciar e contextualizar o processo de sensibilização ambiental.

A partir do quadro que revela uma deficiência de informações na catalogação das espécies de protozoários de vida livre no Rio Grande do Norte e escassez de pesquisas relacionadas a esse grupo, bem como a falta de conhecimento destes organismos por parte da população, principalmente daquela que necessita conhecer a dinâmica dos ambientes aquáticos, este trabalho teve como objetivos:

- Identificar os gêneros e espécies de protozoários de vida livre que estão presentes na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves;
- Relacionar a ocorrência e a dinâmica destes organismos com as condições tróficas do ambiente no qual estão inseridos com o intuito de corroborar a hipótese de que as espécies que estão nesses ambientes podem servir para indicar a qualidade da água.
- Analisar a concepção de professores e alunos sobre as temáticas da qualidade da água e protozoários de vida livre
- Levantar as concepções alternativas de alunos e professores no que diz respeito, especificamente, aos conhecimentos dos protozoários de vida livre, partindo do pressuposto que esses organismos têm seu papel ecológico desconhecido e negligenciado no ensino de ciências e biologia.

Assim, este trabalho pretende servir de base para executar, em um momento posterior, uma série de atividades de divulgação científica e educação ambiental nas escolas próximas aos ambientes de estudo, com o intuito de promover uma transposição didática do conhecimento acumulado sobre esses organismos. Isto contribuirá no favorecimento da formação continuada de professores e no incremento de informações à comunidade local por meio do conhecimento da biodiversidade e ecologia desses organismos.

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A Região Nordeste do Brasil ocupa a posição norte oriental do país e possui uma área de 1.219.000 km², equivalente a aproximadamente um quinto da superfície total do Brasil (Cirilo et al, 2007). Todos os seus nove estados incorporam, em diferentes proporções, o bioma caatinga. Este é caracterizado por alta incidência solar, altas temperaturas e baixa pluviosidade. Devido a esta última característica é comum a construção de barragens e açudes para amenizar a problemática da seca nesta região.

O Estado do Rio Grande do Norte possui inúmeros reservatórios de água doce. O maior deles é a Barragem Armando Ribeiro, local onde o trabalho em questão foi realizado.

Este reservatório está inserido na Bacia Hidrográfica Piranhas-Assú, que tem sua origem no Estado da Paraíba. A Bacia Hidrográfica Piranhas-Assú, possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², sendo 26.183,00 Km² dessa área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 Km² no Estado do Rio Grande do Norte (AESAs, 2011). Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba.

O principal rio da Bacia é o Piranhas-Assú, de domínio federal, uma vez que nasce no município de Bonito de Santa Fé, na Paraíba, e segue seu curso pelo estado do Rio Grande do Norte (RN), desaguando no oceano Atlântico, na Costa Potiguar (AMORIM, 2009). A Barragem Armando Ribeiro Gonçalves é o principal reservatório, em termos de tamanho e abrangência, da bacia hidrográfica Piranhas-Assu, no Rio Grande do Norte. Esta barragem tem capacidade para comportar 2,4 bilhões de m³ de água (SEMARH-RN) e abarca 33 municípios e uma população de aproximadamente 415.000 habitantes, neste Estado. A construção da barragem Eng^o. Armando Ribeiro Gonçalves exigiu ações complementares necessárias ao remanejamento das populações atingidas, com o enchimento do reservatório, e das infra-estruturas localizadas na área inundável da bacia hidráulica . A construção da Barragem transformou um ambiente lótico em lântico rompendo sua estabilidade e das espécies que habitavam tanto à montante quanto à jusante do reservatório (SODRÉ-NETO, 2008).

A área do presente estudo, apresenta-se bastante descaracterizada pela ação antrópica (Figuras 1 e 2), com destaque para as atividades agrícolas, industriais, pecuária, mineira, petrolíferas e cultivo de camarão (AESAs, 2007), além do desmatamento do entorno para utilização da madeira nas fábricas de cerâmica, o que, frequentemente, pode levar a erosão dos solos e assoreamento. Em um estudo feito pela AESAs (2007), mostrou-se que as captações de água para abastecimento das comunidades em todo o percurso do rio Piranhas Assú, são realizadas bem próximas as fontes poluidoras. Vale ressaltar que estas captações são realizadas por particulares e órgãos municipais.



Figura 1: Resíduos oriundos de fábrica de tinturaria sendo descartados nas margens do Rio Piranhas Assú. FONTE: AESA



Figura 2: Água visivelmente eutrofizada na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de São Rafael/RN. FONTE: arquivo pessoal

Os pontos escolhidos, na Bacia Piranhas Assú, para as coletas das amostras de água, foram três. Sendo dois lênticos, localizados na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves e um lótico, localizado no Rio Assú (Figuras 1 e 2). Os ambientes lênticos estão nas proximidades dos municípios de São Rafael e Itajá, respectivamente, enquanto que o terceiro está no município de Assú.

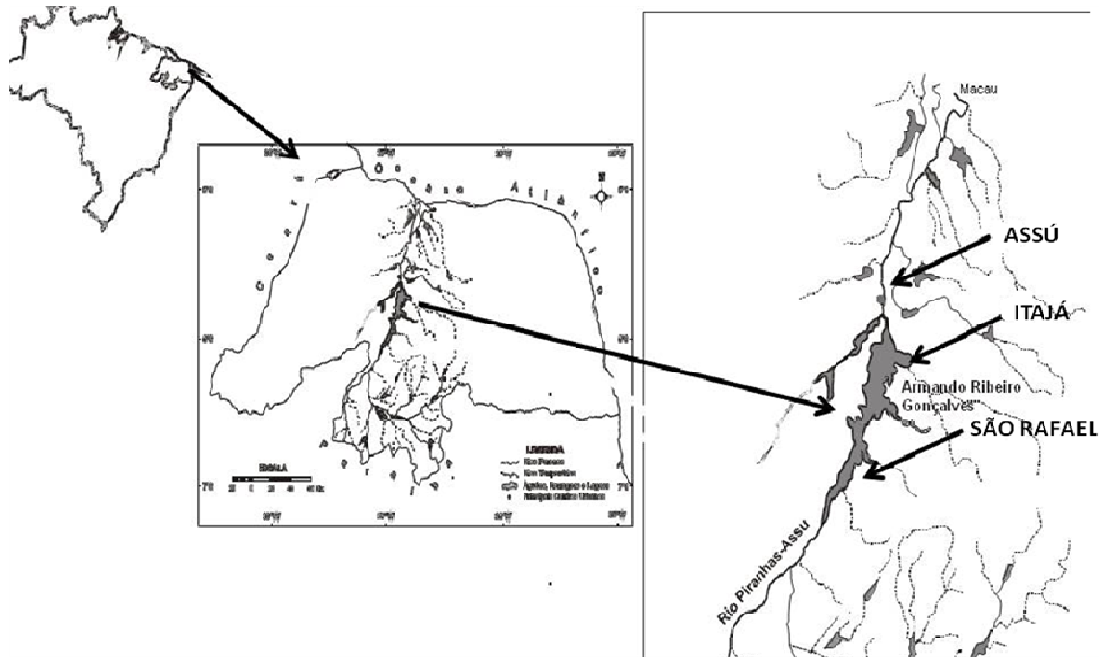


Figura 3: Bacia Hidrográfica Piranhas-Assú e, em destaque, os municípios próximos aos pontos de coleta.

METODOLOGIA GERAL

Para o desenvolvimento do projeto foram coletadas amostras de água obtidas na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves em pontos situados nos municípios de Itajá e São Rafael e, também, no rio Assú. As amostras de água foram coletadas e filtradas em redes com malhas de aberturas de 68 μm e 10 μm , respectivamente. Em seguida, essa água foi adicionada em frascos transparentes sem tampa, para evitar um ambiente anóxico, e transportadas para o laboratório. No laboratório, com auxílio de pipetas, foi colocado, aproximadamente, 10 ml da amostra de água em câmaras específicas para que o material sedimentasse. Após esse processo, as amostras foram observadas em um microscópio óptico invertido, onde os protozoários, ainda vivos, foram identificados por suas características morfológicas. Além disso, foram analisadas as peculiaridades e ecologia desses organismos, relacionando a presença destes com as variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente. Para isso, foram feitas as análises das concentrações de clorofila *a*, nitrogênio e fósforo, bem como as medições de pH, temperatura e turbidez da água. Esse procedimento levou a uma estimativa do grau de trofia do ambiente.

A clorofila *a* foi estimada através da metodologia de Jespersen and Christoffersen, (1988). Aspectos como pH e temperatura foram determinados pelo Multianalisador HORIBA e a transparência da água pelo disco de Secchi.

Outra parte dos protozoários foi obtida por meio de integração da superfície da coluna d'água e fundo, com auxílio de garrafa de van Dorn, para estimar a densidade desses

organismos nos ambientes, enfatizando as diferenças quantitativas da zona fótica e afótica. Foram usados nessas amostras, cloreto de mercúrio (HgCl_2) para fixar os protozoários existentes e azul de bromofenol a 0,004% para corá-los (Pace & Orcutt, 1981). Essas amostras, em laboratório, foram sedimentadas em câmaras específicas de 10 ml, e logo após um período de sedimentação, aferiu-se a densidade dos protistas das amostras com auxílio do microscópio invertido (Olympus IX 70), segundo recomendações de Lund et al. (1958).

Paralelamente à obtenção dos dados biológicos foram aplicados questionários, previamente estruturados, que foram analisados para aferir a compreensão do que professores e alunos de escolas públicas das cidades de Itajá e São Rafael concebem como qualidade de água e concepção sobre o papel dos protozoários nos ambientes aquáticos. Com base nos resultados, foram projetadas atividades a serem desenvolvidas, como palestras e oficinas, que irão por meio da utilização de recursos lúdicos, desenvolver e avaliar alternativas criativas para estimular a inclusão do ensino dos protozoários nessas instituições. Será, também, confeccionado um livro paradidático com imagens desses microorganismos, associadas a informações morfo-funcionais e ecológicas, com o objetivo de favorecer a explicação da importância ambiental dos mesmos e suas relações particulares com a qualidade da água.

REFERÊNCIAS

AESA - AGENCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAIBA. 2007. Levantamento ambiental do rio piranhas-açu. Atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras. **Relatório Técnico**.

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ci. Inf., Brasília**, v. 25, n. 3, p. 396-404, set./dez. 1996.

ALMEIDA, VLS; Dantas, E.W; Melo-Júnior; Bittencourt-Oliveira, MC. Moura. Zooplanktonic community of six reservoirs in northeast Brazil. **Braz. J. Biol.**, 69(1): 57-65, 2009

BERMAN, T. & STONE, L. 1994. Musings on the microbial loop: twenty years after. *Microb. Ecol.* 28:251-253

BERNINGER, U.-G., FINLAY, B.J. and KUUPPO-LEINIKKI, P. (1991) Protozoan control of bacterial abundances in fresh water. *Limnol. Oceanogr.* 36, 139±147

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M.D.C. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6(1): 71-82.

CIRILO, J. A. et al. Integração das águas superficiais e subterrâneas. In.(Org.) **O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas**. Recife: ABRH – Editora Universitária UFPE, 2007. p.508.

COSTA, I.A.S. et al. DINÂMICA DE CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIOS EUTRÓFICOS DO SEMI-ÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE, **Oecol. Bras.**, 13(2): 382-401, 2009

DIAS, R. (2006). *Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade*. 1ª edição, Atlas. São Paulo. pag 7.

DIEGUES, A.C. *Etnoconservação – Novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*.2000. Anablume Editora. São Paulo.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 18, p. 87-94, jul./dez. 2008. Editora UFPR

FREITAS, M. A educação para o desenvolvimento sustentável e a formação de educadores/professores. **PERSPECTIVA**, Florianópolis, v. 22, n. 02, p. 547-575, 2004.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, 2003.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador**, v. 13, n. ESPECIAL, p. 411-437, 2003

HIGUTI, J.; ZVIEJKOVSKI, L. P.; TAKAHASHI, M. A.; DIAS, V.G. Chironomidae indicadora do estado trófico em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (Ed.). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: Rima, 2005. cap. 10, p. 115-127.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189. março/ 2003

JARDIM, D. B. A educação ambiental e suas trajetórias, fundamentos e identidades. N 28, 2009. **Educação Ambiental em Ação**. Disponível em: < <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=711&class=02>>. Acesso em 20 de agosto de 2010.

JESPERSEN, A. M. AND CHRISTOFFERSEN, K. (1988) Measurements of chlorophyll-a from phytoplankton using ethanol as extraction solvent. **Arch. Hydrobiol**, 109, 445–454.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LOPES, J. S. L; Sobre processos de "ambientalização" dos conflitos e sobre dilemas da participação. **Horiz. antropol.**, Porto Alegre, v. 12, n. 25, June 2006.

LUND, J. W. G. KIPLING, C. LE CREN, E.D. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hidrobiol**. P 143-170, 1958

MATTOS, K. M. C. et al. VALORAÇÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE DENTRO DO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Revista Gestão Industrial**. v. 01, n. 02 : pp. 105-117, 2005

MOREIRA, I. C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. **Inclusão Social, Vol. 1, No 2 (2006)**. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/29/50>

NASCIMENTO, T. G; o discurso da divulgação científica no livro didático de ciências: características, adaptações e funções de um texto sobre clonagem. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação**. Volume 5 Número 1 Ano 2005 Página Inicial 15 Página Final 28

OLMSTEAD S. M. The Economics of Water Quality Rev Environ Econ Policy (2010) 4(1): 44-62 first published online November 12, 2009 doi:10.1093/reep/rep016

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saude soc.**, São Paulo, v. 17, n. 1, Mar. 2008.

PACE, M.; ORCUTT, J. D. The relative importance of protozoans, rotifers, and crustacean in a freshwater zooplankton community. *Limnology and Oceanography*, v.26, n. 5, p. 822-830, 1981.

PEREIRA, J. V. I. Sustainability: different perspectives, a common aim. **Economia Global e Gestão**, 2009, vol.14, no.1, p.115-126. ISSN 0873-7444.

PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação e diversidade biológica**. Biologia da Conservação. Cap. 2. Editora Planta, Londrina, 2002.

REBOUCAS, A. C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estud. av.**, São Paulo, v. 11, n. 29, Apr. 1997.

ROCHA, V. G., D'ÁVILA J. S., SOUZA, R. R.. A importância da gestão dos resíduos sólidos na relação homem-natureza. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. v. 1, n. 3, p. 85-95, set-dez/2005

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. (SEMARH). Bacias Hidrográficas Do RN. [http:// www.semarh.rn.gov.br/](http://www.semarh.rn.gov.br/). (acesso em 21/10/2010)

SILVA, L.M. Caminhos de Geografia. Uberlândia v. 11, n. 36 dez/2010 p. 207 - 223 Página 207.

SHERR, E.B. e SHERR, B.F. (1994) Bacterivory and herbivory: key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs. **Microb. Ecol.** 28, 223±235

SOUZA, C. F.; BACICURINSKI, I., SILVA; FRANÇA, F. 2010. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté-SP. **REVISTA BIOCÊNCIAS, UNITAU**. Volume 16, número 1, 2010. Disponível em periodicos.unitau.br

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 4, Dec. 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 July 2010.

VALÊNCIO, N. F. Grandes projetos hídricos no Nordeste: suas implicações para a agricultura do semiárido. Natal: Ed. Universitária **UFRN**, 1995. (Coleção Vale do Assú v. 8)

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2003. Water for People, Water for Life: The United Nations World Water Development Report. Barcelona: Berghahn Books

VEIGA, J.E. Desenvolvimento sustentável: O desafio do século XXI. 2005. Editora Paramond. Rio de Janeiro. pag 110.

Xu, H., G. K. Min, J. K. Choi, J. H. Jung & M. H. Park, 2009a. An approach to analyses of periphytic ciliate colonization for monitoring water quality using a modified artificial substrate in Korean coastal waters. **Marine Pollution Bulletin** 58: 1278–1285.

W. SOUSA et al. The response of zooplankton assemblages to variations in the water quality of four man-made lakes in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of plankton research**. volume 30 j number 6 j pages 699–708 j 2008

Capítulo 1

Distribuição e composição espaço-temporal de Protozoários de vida livre em ambientes aquáticos de região semiárida brasileira

Spatial and temporal distribution of free-living protozoa in aquatic environments of Brazilian semiarid region

Maria Luisa Quinino de Medeiros¹, Magnólia Fernandes Florêncio Araújo²

^{1,2}Centro de Biociências, Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Campus Universitário Lagoa Nova, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, BR 101, Lagoa Nova, CEP 59072-970, Natal, RN, Brasil e-mail: luisa_rn77@hotmail.com, mag@cb.ufrn.br

ESTE ARTIGO FOI SUBMETIDO AO PERIÓDICO *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* E, PORTANTO, ESTÁ FORMATADO DE ACORDO COM AS RECOMENDAÇÕES DESTA REVISTA (anexo1).

RESUMO

Os protozoários de vida livre são organismos amplamente distribuídos em ambientes aquáticos tanto em termos qualitativos como quantitativos. Eles possuem funções ecológicas únicas em seus habitats e ajudam a manter, através delas, o equilíbrio na dinâmica desses ambientes. Apesar do seu variado leque funcional e sua abundância, os estudos sobre esses organismos que abordam sua ecologia e distribuição geográfica, quando comparados a outros grupos, ainda são escassos. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo registrar a ocorrência e identificar os protozoários de vida livre de três pontos da Bacia Hidrográfica Piranhas-Assú, localizada no semiárido potiguar, bem como relacionar a ocorrência dos táxons catalogados com as variações de clorofila a, pH e temperatura dos ambientes em questão. As amostras foram coletadas em dois ambientes lênticos à montante e um ambiente lótico à jusante da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Registrou-se a presença de 65 táxons de protozoários de vida livre, dos quais 29 foram identificados em nível de espécie. O teste-t de Student aplicado no estudo demonstrou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis. Apesar disso, observou-se uma similaridade espacial na composição taxonômica dos protozoários, sugerindo-se uma possível regulação desse tipo de comunidade por outras variáveis limnológicas diferentes daquelas estudadas neste trabalho.

ABSTRACT

The free-living protozoa are organisms widely distributed in aquatic environments in both qualitative and quantitative terms. They have unique ecological functions in their habitats and

help maintain, through them, the balance in the dynamics of these environments. Despite its wide range of features and plenty of studies on these organisms that support their ecology and geographical distribution, when compared to other groups, are still scarce. Given that this study aimed to record the occurrence and identify free-living protozoa three points Watershed Piranhas-Assu, RN located in semi-arid, and relate the occurrence of taxa listed with the variations of chlorophyll a, pH and temperature environments in question. The samples were collected in two lentic upstream and a downstream lotic Dam Armando Ribeiro Gonçalves. We observed the presence of 65 taxa of free-living protozoa, of which 29 were identified at the species level. The Student's t-test applied in the study showed significant differences ($p < 0.05$) between the variables. Nevertheless, there was a similarity space in taxonomic composition of protozoa, suggesting a possible regulation of this type of community Limnological Variables other than those studied in this work.

INTRODUÇÃO

A água está se tornando um elemento cada vez mais escasso, principalmente em termos qualitativos. Essa realidade afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas que usam de formas múltiplas esse recurso. Em algumas partes do mundo, especialmente em regiões semiáridas, as problemáticas relacionadas à água são agravadas pela sua escassez, o que ocorre devido às secas prolongadas e periódicas, nessas localidades. Para tentar amenizar essa problemática, nesses locais, é comum a construção de reservatórios. Em contrapartida, essa prática tem produzido várias mudanças na biodiversidade dos ecossistemas aquáticos (Agostinho et al., 2008). Apesar desses impactos é relevante considerar que os benefícios oriundos a partir da construção de reservatórios refletem-se diretamente no bem estar humano, e, ainda, em aspectos econômicos e sociais. (Tundisi et al., 2008).

Os reservatórios artificiais possuem uma dinâmica similar aos ambientes aquáticos naturais. Eles são locais propícios para a proliferação, crescimento e desenvolvimento de diversas comunidades biológicas, seja de animais, vegetais e de microrganismos. Dentre esses organismos destacam-se os protozoários de vida livre. Eles são formados por 3 filos: Ciliophora (ciliados), Mastigophora (flagelados) e Sarcodia (amebas e heliozoários). Todos eles estão inseridos no plâncton e são, em seu conjunto, denominados de protozooplâncton. Eles são considerados cosmopolitas, estando presentes de um polo a outro do nosso planeta (Laybourn-Parry et al. 2000; Rísquez, 1998).

Os protozoários de vida livre são organismos unicelulares, heterotróficos, podendo apresentar, também, mixotrofia. Alimentam-se comumente de bactérias, algas e até de zooplâncton, dependendo do tamanho deste. Eles exercem um papel ecológico fundamental

nos ambientes aquáticos (Sherr e Sherr, 2002). Devido a variedade alimentar, o protozooplâncton torna-se um elemento fundamental na cadeia alimentar, uma vez que ele controla populações de vários organismos. Segundo Lehrter et al.(1999) e Irigoien et al. (2005) os protozoários podem consumir até 100% da produção diária de fitoplâncton. Assim como os flagelados heterotróficos são capazes de consumir toda a produção de bactérias no ambiente aquático (Fenchel, 1986; Berninger et al., 1991). Além disso, eles se destacam no ciclo do carbono, sendo inclusive parte fundamental do “elo microbiano” (Azam, 1973, Pomeroy, 1974, Williams 1981). Essa denominação deve-se ao fato desses organismos estarem posicionados em um nível trófico estratégico, permitindo que eles transfiram a energia (carbono e outros nutrientes) adquiridos de níveis tróficos mais baixos através da ingestão de organismos como algas e bactérias, repassando para níveis tróficos mais altos na medida em que são ingeridos por outros organismos (XU et al, 2008; XU et al, 2005; Finlay & Esteban, 1998).

Os protozoários de vida livre vêm sendo utilizados como organismos bioindicadores e biomonitores de poluição (Coliss, 2002; Petz, 1997; Shen et al., 1990). Isso se deve ao fato deles serem bastante sensíveis à alterações ambientais, já que são formados por uma única célula constituída por frágeis membranas. Interferem na dinâmica dessa comunidade desde mudanças nos ciclos hidrológicos, incremento de nutrientes nos corpos aquáticos, variações físicas e químicas, até florações do fitoplâncton, o que pode refletir em toda a rede trófica.

Apesar da importância ecológica do protozooplâncton em ambientes dulciaquícolas, é visível a escassez das pesquisas envolvendo dispersão e dinâmica desse grupo quando comparados a outros, como algas e zooplâncton. Embora existam trabalhos pontuais (Araújo & Godinho (2008), que também ressaltam a falta de estudos nessa área, uma vez que ainda não há registros significativos desses microrganismos, em termos qualitativos. Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo registrar a ocorrência e identificar os protozoários de vida livre de ecossistemas aquáticos do semiárido potiguar, numa abordagem que propõe estabelecer uma relação entre a sua distribuição e as variações ambientais observadas.

MATERIAL E MÉTODOS

1.Caracterização da Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica Piranhas-Assú possui uma área total de drenagem de 43.681,50km² nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Neste estado, encontra-se a Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves (05° 40' 09.48" S e 36° 52' 44.34" W) com capacidade de armazenamento de 2,4 bilhões de metros cúbicos de água. Esse

reservatório possui uma grande importância social e econômica e estima-se que 500 mil habitantes fazem uso, de alguma forma, da água dessa Barragem. Apesar disso, muitos pontos ao longo desse sistema encontram-se eutrofizados devido a atividades antrópicas.

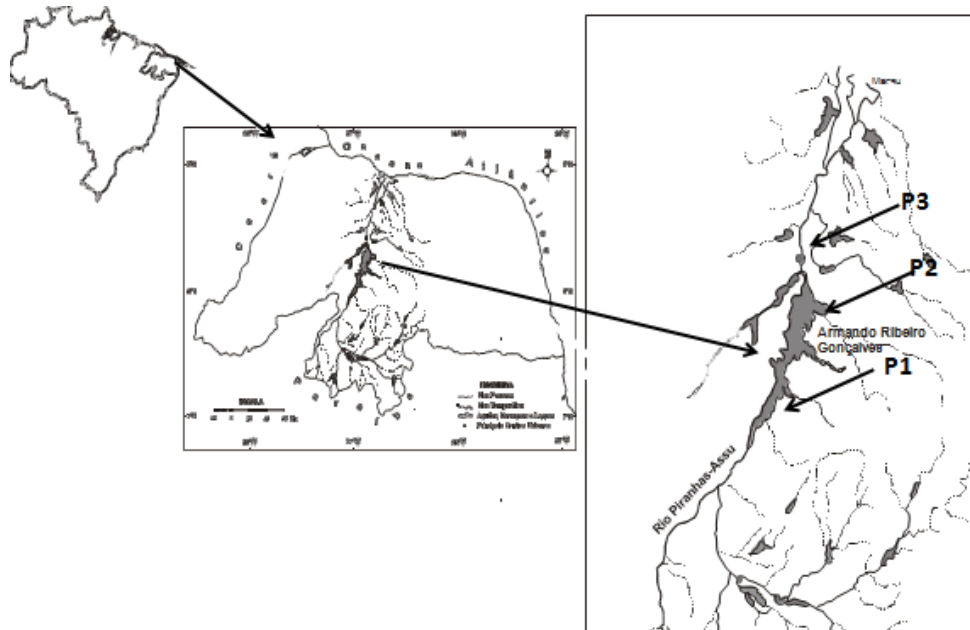


Figura 1. Bacia do Rio Piranhas-Assú e estações de amostragem: P1,P2 e P3

2. Amostragem e determinação das variáveis

Os pontos de amostragem (figura 1) foram determinados de acordo com a proximidade dos municípios de São Rafael (P1), Itajá (P2) e Assú (P3). Sendo P1 e P2 ambientes lênticos, situados à montante da Barragem e P3 um sistema lótico, localizado à jusante do referido reservatório.

Amostras de água para a identificação de protozoários foram coletadas entre Maio de 2010 e Março de 2011. De um total de nove coletas, três foram realizadas no fim de período chuvoso (FPC) e quatro em período seco (PS) no ano de 2010. Outras duas coletas ocorreram no período chuvoso (PC) de 2011. Em cada ponto, vários locais foram amostrados de acordo com a método de coleta de Gomes e Godinho (2004). As redes usadas para as filtrações continham malhas de 68 μ m e 10 μ m.

Os protozoários foram analisados sem a utilização de fixadores, para que as características morfológicas pudessem ser conservadas ao máximo e as identificações fossem mais precisas. Chaves de identificação de Foissner e Berger (1996), Mitchell (2003), Patterson (1996) e do site “Protist Information Server” fundamentaram o processo de classificação.

As variáveis pH e temperatura foram mensuradas utilizando-se uma sonda multiparamétrica. Para a concentração de clorofila *a*, seguiu-se a metodologia recomendada

por Jespersen and Christoffersen (1988). As diferenças significativas entre os dados nos diferentes períodos foram evidenciadas utilizando-se teste-t de Student para variáveis independentes ($p < 0,05$).

RESULTADOS

As médias das variáveis físicas, químicas e biológicas (pH, temperatura e concentração de clorofila *a*) estão descritas nas tabelas 2, 3 e 4. Os dados se referem ao fim do período chuvoso (FPC) e período seco (PS) de 2010 e período chuvoso (PC) de 2011, nas três estações de amostragem. As variáveis de cada ambiente em questão foram testadas entre si e apresentaram oscilações entre os períodos estudados, havendo, de modo geral, uma diferença significativa ($p < 0,05$). Exceção a isso foram as temperaturas de P2 no fim do período chuvoso 2010 e no período chuvoso de 2011. Em P3 não houve diferenças significativas entre o pH do período seco e o do período chuvoso, nem entre a temperatura do fim do período chuvoso de 2010 e período chuvoso de 2011.

A temperatura da água foi aquela que mais se manteve constante apresentando poucas diferenças significativas. As médias mais baixas foram registradas no período seco e as mais altas no período chuvoso. Houve diferenças relevantes dos valores de pH entre os ambientes lênticos e o lótico. Os dois primeiros apresentaram pH com tendência para o básico, com médias sempre acima de 8,0, tendo pico de 9,52. Já no ambiente lótico, os valores se aproximaram da neutralidade, com médias que variaram entre 6,98 e 8,0. Os maiores valores para essa variável, nos três ambientes, se deram no período chuvoso (janeiro e fevereiro/2011).

O P1 apresentou maiores médias de concentração de clorofila *a*, atingindo um pico de 54,95 $\mu\text{g/l}$. As menores médias foram encontradas em P3, que teve, inclusive, concentrações tão baixas no período chuvoso que não foi passível de mensuração. Segundo Nurnberg (1996), as concentrações de clorofila *a* fornecem um indicativo de grau de trofia evidenciando, assim, baseado neste autor, aferiu-se que todos os pontos se mantiveram eutrofizados em todos os períodos de coleta, com exceção do período chuvoso em P3 que teve a concentração de clorofila *a* tão baixa que não foi passível de mensuração. Dessa forma, os ambientes mais eutrofizados, de acordo com os critérios e valores fornecidos por esse autor foram as estações de amostragem lênticas, com destaque para P1.

Tabela 1: Médias das variáveis físicas e químicas de P1.

Período/Ano	Ph	Temperatura (°C)	Clorofila <i>a</i> (µg/l)
FPC (2010)	8,01	29,5	49,14
PS (2010)	8,48	28,2	54,95
PC (2011)	9,38	29,8	30,47

FPC:Fim do Período Chuvoso ; PS:período seco; PC: período chuvoso

Tabela 2: Médias das variáveis físicas e químicas de P2

Período/Ano	Ph	Temperatura (°C)	Clorofila <i>a</i> (µg/l)
FPC (2010)	8,69	30,15	42,71
PS (2010)	8,65	27,9	38,36
PC (2011)	9,52	31,0	24,78

FPC:Fim do Período Chuvoso; PS:período seco; PC: período chuvoso

Tabela 3: Médias das variáveis físico químicas de P3

Período/Ano	pH	Temperatura (°C)	Clorofila <i>a</i> (µg/l)
FPC(2010)	6,98	31,9	12,56
PS (2010)	8,11	30,9	15,13
PC (2011)	8,00	31,9	<i>Não mensurável*</i>

FPC:Fim do Período Chuvoso; PS:período seco; PC: período chuvoso

Foram catalogados 65 táxons de protozoários. Dentre eles, 29 foram identificados em espécies e 36 em gêneros. Desse total, 29 pertencem ao Filo Ciliophora (ciliados), 17 ao Mastigophora (flagelados) e 19 ao Filo Sarcodina (heliozoários e amebas, sendo estas nuas e tecadas) (Tabela 5). Em todos os ambientes foram identificados organismos dos três filos durante todo o período de estudo. A ocorrência de ciliados se deu de forma bastante similar nas três estações de amostragem, em todos os períodos de coleta, tendo sido encontrados 25 táxons em P1 e 24 em P2 e P3. Os mastigóforos e sarcodíneos revelaram diferenças, em suas distribuições qualitativas, entre os ambientes lênticos (P1 e P2) e no lótico (P3). Neste último foram catalogados 17 flagelados, enquanto que em P1 e P2 foram observados 10. Tratando-se

de sarcodíneos, encontraram-se 8 e 9 táxons em P1 e P2, respectivamente enquanto que 16 representantes desse grupo estiveram presentes em P3.

Tabela 4: Dispersão sazonal e temporal dos protozoários

P1, P2 e P3: Pontos de amostragem 1,2 e 3; FPC/2010: Fim do period chuvoso/2010; PS/2010: período seco de 2010; PC/2011: período chuvoso/ 2011													
Espécies	P1	P2	P3	FPC/2010	PS/2010	PC/2011		P1	P2	P3	ERS/2010	DP/2010	RS/2011
Ciliophora							Cont.						
<i>Apsiktrata gracilis</i>	-	-	X	-	X	-	<i>Euglena clavata</i>	-	-	x	x	X	x
<i>Aspidisca sp</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Mastigela Polyvaculata</i>	-	-	x	-	-	x
<i>Aspidisca aculeata</i>	x	-	-	X	-	-	<i>Notosolensus</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Aspidisca cicada</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Pentalomonas</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Aspidisca costata</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Peranema sp</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Cinetochilum sp</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Phacus Orbiculares</i>	-	-	x	-	X	x
<i>Coleps elongatus</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Synura sp.</i>	-	x	x	-	-	x
<i>Coleps hirtus</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Trachelomonas sp</i>	x	-	x	-	X	x
<i>Coleps sp</i>	x	-	-	-	X	-	<i>Trachelomonas armata</i>	-	-	x	x	X	x
<i>Colpidium sp</i>	x	X	-	-	X	X	Sarcodia						
<i>Cinetochilum sp</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Actinosphaerium eichornii</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Coleps elongatus</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Ameba sp</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Cyclidium sp.</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Amoeba radiosa</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Cyclidium glaucoma</i>	x	X	X	X	X	X	<i>Arcella vulgaris</i>	x	x	x	x	-	x
<i>Dileptus sp</i>	-	X	-	X	-	-	<i>Centropyxis Aculeata</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Euplotes sp</i>	x	X	X	X	-	x	<i>Centropyxis ecornis</i>	x	x	x	x	-	x
<i>Halteria sp</i>	x	X	X	-	X	x	<i>Diffugia sp1</i>	x	x	x	x	X	x
<i>Litonotus sp.</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Diffugia sp2</i>	-	x	-	x	X	x
<i>Mesodinium sp.</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Diffugia acuminata</i>	x	-	-	-	X	x
<i>Paramecium sp.</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Diffugia corona</i>	x	-	-	x	-	-
<i>Paramecium caudatum</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Diffugia spiralis</i>	-	-	x	-	X	x
<i>Stentor sp.</i>	-	X	X	X	X	-	<i>Diffugia gramen</i>	-	-	x	x	X	x
<i>Stentor roeselii</i>	x	X	-	-	X	x	<i>Hedriocistys sp</i>	-	-	x	-	X	-
<i>Stylonychia sp</i>	x	-	X	-	X	-	<i>Euglypha sp1</i>	-	-	x	-	X	-
<i>Tachysoma sp</i>	x	X	X	X	X	-	<i>Euglypha sp2</i>	-	-	x	-	-	x
<i>Trachelophylum sp</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Euglypha acantophora</i>	-	-	x	-	X	x
<i>Vorticella campânula</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Euglypha alveolata</i>	x	x	x	-	X	x
<i>Vorticella nartans</i>	-	-	X	X	-	-	<i>Euglypha filifera</i>	-	-	x	x	-	x
<i>Vorticella sp</i>	x	X	X	X	X	x	<i>Trinema sp</i>	x	x	x	x	X	x
Mastigophora													
<i>Ansionema sp</i>	x	X	X	X	X	x							
<i>Bodo sp</i>	x	X	X	X	X	x							
<i>Cryptomonas sp</i>	-	-	X	-	-	x							
<i>Chilomonas sp</i>	x	X	X	X	X	x							
<i>Chroomonas sp</i>	x	X	X	-	X	X							
<i>Entosiphon sulcatum</i>	x	X	X	X	X	X							
<i>Entosiphon sp</i>	x	X	X	X	X	X							
<i>Euglena sp</i>	-	-	X	X	X	X							

DISCUSSÃO

Variáveis ambientais como temperatura, pH e clorofila *a* são fatores que podem interferir fortemente na dinâmica dos ecossistemas aquáticos modificando a estrutura e função das comunidades microbianas (Liu and Leff, 2002). A clorofila *a*, segundo Galvez-Cloutier (2007), indica a biomassa algal e está relacionada positivamente com a concentração de fósforo de um ambiente, sendo um sinalizador do estado trófico de um ecossistema aquático. Biudes e Camargo (2006) enfatizam que as comunidades aquáticas podem mudar quantitativamente e qualitativamente em resposta à eutrofização. Neste trabalho, os ambientes estudados apresentaram elevado grau de trofia (Costa et al., 2009, Eskinazi-Sant'Anna et al., 2007), mas, apesar disso, observou-se que essas características não interferiram de forma significativa na distribuição dos protozoários.

Em todas as análises, independente do ambiente, do período de coleta e da significativa diferença entre alguns dos parâmetros avaliados, os organismos flagelados foram aqueles que mais se destacaram em termos de densidade nas amostras. Esse é um padrão que tem se apresentado constante em pesquisas que visam quantificar esses organismos na região de estudo (Amorim, 2010; Araújo, 2008; Weitere, 2003). Foram observadas, porém, diferenças na composição taxonômica dos flagelados nos ambientes lênticos e no lótico. Este último apresentou o dobro de táxons de mastigóforos em relação aos ambientes lênticos. Essa diferença se deu, principalmente, pela presença dos fitoflagelados *Trachelomonas sp*, *Euglena SP* e *Phacus sp* no ambiente lótico e escassez deles nos lênticos. Provavelmente, esses fitoflagelados, que são, reconhecidamente, componentes do perifíton (Algate *et al*, 2006; Gomes, 2000), compõem uma comunidade perifítica, uma vez que o ponto de coleta no rio é próximo à margem e todo circundado por plantas aquáticas, além da ocorrência de gramíneas submersas no entorno. Esses organismos fitoflagelados e parâmetros físico químicos como o pH, temperatura e a clorofila *a*, possivelmente, não foram responsáveis pelo estabelecimento dessa comunidade, como já descartado em estudos similares de dispersão espacial dessas comunidades (Rodrigues e Bicudo, 2004; Gomes 2000).

A maioria dos outros táxons de flagelados ocorreu em todos os ambientes e em todos os períodos climáticos, evidenciando uma ausência de influência das variáveis físicas e químicas sobre a permanência desses organismos em termos qualitativos, fato que ocorreu com *Ansionema sp*, *Bodo sp*, *Entosiphon sulcatum*, *Entosiphon sp*, *Notosolensus sp* e *Pentalomonas sp*. De maneira similar, Weitere (2003), destaca que a composição de flagelados de um rio, na Alemanha, não sofreu modificação diante das variações físicas e químicas. Patterson e Lee (2000) ressaltam que espécies dos gêneros *Bodo*. e *Pentalomonas* têm caráter cosmopolita, pertencendo ao grupo protozoários do Filo Mastigophora mais

relatados em estudos realizados nos mais diversos lugares do mundo. Muito provavelmente essa ubiquidade dos flagelados está relacionada ao seu grande leque de adaptações, principalmente no que se refere à sua versatilidade alimentar. Estudos mostram que esses organismos podem se alimentar de vírus e até de cianobactérias (Gasol et al, 1995 e Pernthaler et al., 1996), além de conseguirem consumir carbono dissolvido. Essa estabilidade qualitativa dos flagelados dificulta classificar os organismos, catalogados nesse estudo, como indicadores de grau de trofia dos ambientes aquáticos.

A distribuição dos táxons pertencentes ao filo Ciliophora apareceu de forma muito semelhante nos três ambientes. Diferenças foram observadas nos gêneros *Aspidisca*, *Cinetochilum* e *Cyclidium*, com destaque para as espécies *Aspidisca cicada*, *Aspidisca costata* e *Cyclidium glaucoma*, as quais foram destaque em todas as amostras independente do ambiente e do período de coleta. Esses organismos possuem tamanho relativamente pequeno (20-30 um) e foram citados por Beaver e Crisman (1989) como sendo dominantes em sistemas eutrofizados na Flórida. Os autores ainda enfatizaram que, desses ciliados, aqueles pertencentes à ordem Scuticociliatida se destacaram nos ambientes eutrofizados, enquanto que os ciliados maiores, pertencentes ao grupo Oligotrichida teriam sua presença mais associada a ambientes oligotróficos. Neste estudo não foi avaliada a possibilidade de associar oligotricos a ambientes oligotróficos, já que outros membros desse grupo como *Stylonychia sp* e *Halteria sp*, estiveram presentes em momentos de elevadas concentrações de clorofila *a* (período seco).

Assim, a ocorrência dos ciliados e flagelados parece estar mais ligada à disponibilidade alimentar do que ao nível trófico do ambiente, já que esses ambientes são propícios e reconhecidamente diversos em termos de algas, bactérias e flagelados (Sodré-Neto, 2009), os quais servem de alimentos para os protozoários. Espécies como *Aspidisca cicada*, *Coleps hirtus*, *Stentor roselli* e *Paramecium caudatum*, que tiveram uma ampla ocorrência, independente do período, são organismos que podem se alimentar de algas, flagelados, bactérias e até de zooplâncton de menor porte (Foissner e Berger, 1996).

O Filo Sarcodia, composto pelas amebas tecadas e heliozoários, apresentou diferenças expressivas em relação à sua composição taxonômica, e os gêneros *Diffugia*, *Centropyxis* e *Arcella* foram os de maior ocorrência em termos qualitativos, corroborando estudos que relatam que esses gêneros estão entre os mais frequentes nos ambientes aquáticos (Lansac-Tôha et al., 2000; Velho et al., 2000).

O grupo dos heliozoários teve apenas um representante: *Actinosphaerium eichhornii*. Esta espécie possui, reconhecidamente, uma distribuição global, podendo estar em ambientes de características diversas. Foram observados exemplares dessa espécie, em todos os

ambientes e em todas as coletas, revelando, assim, que esse protozoário é resistente e adaptado às alterações físico-químicas dos ambientes. Estudos têm mostrado resultados semelhantes (Takamura et al, 2000), registrando a ocorrência deste organismo em lagos eutróficos e mesotróficos, e indicando que o grau de trofia dos ambientes não alterou sua dispersão. Além disso, Leonov (2010) identificou esses organismos em ambientes com pH ácido de até 4,3, enquanto que nos ambientes aqui estudados, esses organismos ocorreram em pH que chegou a 9,52. Essa observação mostra que, assim como o nível trófico, o pH, também, não é um regulador para a presença dessa espécie.

Foram observadas grandes diferenças em termos de disposição espacial e algumas diferenças pontuais entre as amebas tecadas no que se refere à dispersão temporal. Esses organismos têm sua ocorrência relatada comumente em ambientes lênticos e lóticos (Arndt, 1993), mas neste estudo, no ambiente lótico (P3) ocorreu o dobro de táxons, em relação aos ambientes lênticos (P1 e P2). Alguns estudos (Lansac-toha et al 2000; Lopes, 1993) já demonstraram, inclusive, que esses organismos podem ser mais frequentes em ambientes lóticos, ou mesmo dominantes (Fulone et al 2005; Lansac Toha 2004).

Em estudos realizados em ambientes tropicais (Araújo, 2008; Gomes e Godinho, 2003) foram relatadas as relações de associação entre amebas tecadas e macrófitas aquáticas, o que poderia justificar a presença mais evidente desses organismos no ambiente lótico, o qual tem, evidentemente, abundância desses vegetais em suas margens.

Algumas espécies de amebas tecadas como *Difflugia spiralis*, *Difflugia gramen*, *Hedriocystis* sp, *Euglypha filifera*, *Euglypha acantophora*, *Euglypha sp1* e *Euglypha sp2* ocorreram exclusivamente no sistema lótico, porém, cada uma delas, com exceção de duas espécies de *Euglypha*, ocorreram em estações com características diversas e, por vezes, contrastantes, tanto em período chuvoso quanto no período de estiagem. Tal fato descarta a presença das mesmas como dependentes do nível trófico específico do ambiente.

CONCLUSÕES

Dos 65 táxons de protozoários encontrados nos ambientes estudados, os pertencentes ao Filo Ciliophora foram aqueles que tiveram maior ocorrência em todos os ambientes, seguido pelos filis Sarcodia e Mastigophora. Foram registradas 29 espécies de protozoários. As presentes identificações irão colaborar para o entendimento da distribuição geográfica dessas espécies, já que os registros desses organismos, nos ambientes em questão são extremamente escassos.

Apesar das variações observadas entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos nos períodos climáticos estudados, e para cada ambiente, não foram encontradas diferenças

importantes na distribuição dos táxons, o que revela que essas variáveis não foram determinantes para a sua presença nos locais e períodos deste estudo. Os táxons, no geral, ocorreram em todas as estações de coleta, indicando que tais variáveis não regularam a sua presença, o que corrobora os estudos que demonstram haver uma ubiquidade desses grupos de organismos.

Foram encontradas espécies semelhantes de protozoários sob diferentes graus de trofia, de acordo com as concentrações de clorofila *a*, o que leva a crer que os organismos aqui identificados, isoladamente e qualitativamente, não sejam ideais para indicar o nível trófico dos ambientes. De outra sorte, sugere-se que a disponibilidade alimentar, a influência dos regimes lântico e lótico e a presença de macrófitas aquáticas tenham influenciado a dinâmica dos protozoários, no período estudado, embora estudos posteriores precisem ser ainda realizados para melhor evidenciar as variáveis que são determinantes dessa dinâmica nos ambientes em questão.

REFERÊNCIAS

- Algarte, V. M., Moresco, C., Rodrigues, L. 2006 Algas do perifíton de distintos ambientes na planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v. 28, n. 3, p. 243-251.
- Araújo, M.F.F., Godinho M. 2008. Spatial and Seasonal variations of planktonic protists (Mastigophora, Sarcodina and Ciliophora) in a river-lacustrine system in northeast Brazil, **Acta Limnol. Bras.** vol. 20, no. 3, p. 235-244..
- Azam F., Fenchel T., Field J.G., Gray J.S., Meyer-Reil L.A., Thingstad F. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress. Series** 10, 257–263.
- Beaver J.R., Crisman T.L. 1989. Analysis of the community structure of planktonic ciliated protozoa relative to trophic state in Florida lakes. **Hydrobiologia** 174:177–184
- Berninger, U.G., Finlay, B.J. and Kuuppo L. P. 1991 Protozoan control of bacterial abundances in fresh water. **Limnol. Oceanogr.** 36, 139 - 147.
- Biudes, J.F.V., Camargo, A.F.M. 2006. Changes in biomass, chemical composition and nutritive value of *Spartina alterniflora* due to organic pollution in the Itanhaém river basin (SP, Brazil). **Braz. J. Biol.** vol. 66, no. 3, p. 781-789.
- Corliss, J.O. 2002 Biodiversity and Biocomplexity of the Protists and an Overview of Their Significant Roles in Maintenance of Our Biosphere. **Acta Protozool.** 41: 199 – 219.
- Costa, I.A.S., Cunha S. R. S., Panosso, R., Araújo, M. F. F., Melo, J. L. S., Eskinazi-Sant'Anna, E.M. 2009. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do rio grande do norte, **Oecol. Bras.**, 13(2): 382-401, 2009
- Ekhaton, O. 2010. Composition, Occurrences and Checklist of Periphyton Algae of Some Water Bodies Around Benin City, Edo State, Nigeria. **Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management.** Vol.3 No.2
- Eskinazi-sant'anna, E.M., Menezes, R., Costa, I.A.S.; Panosso, R.; Araújo, M.F.F., Attayde, J.L. 2007. Composição da comunidade zooplancônica em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis.** 11: 410-421
- Fenchel, T. 1986 The ecology of heterotrophic microflagellates. **Adv. Microb. Ecol.** 9, 57-97.
- FINLAY, B.J.ESTEBAN, G.F. 1998. Freshwater protozoa: biodiversity and ecological function. **Biodiversity and Conservation.** Volume 7, Number 9, 1163-1186.
- Foissner, W. Berger, H. 1996. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology **Freshwater biology.** **Oxford.** Vol. 35, no. 2, pp. 375-482.
- Galvez-Cloutier and Sanchez M. 2007. Trophic Status Evaluation for 154 Lakes in Quebec, Canada: Monitoring and Recommendations. **Water Qual. Res. J.** Volume 42, No. 4, 252-268
- Gasol, J.M. Patterns in the top-down versus bottom-up regulation of heterotrophic nanoflagellates in temperate lakes. **J. Plankton. Res., Oxford,** v. 17, p. 1879-1903, 1995.
- Irigoién, X., K. J. Flynn & R. P. Harris. 2005. Phytoplankton blooms: a 'loophole' in microzooplankton grazing impact. **Journal of Plankton Research** 27: 313-321.
- Jespersen, A. M., Christoffersen, K. 1988 Measurements of chlorophyll-a from phytoplankton using ethanol as extraction solvent. **Arch. Hydrobiol,** 109, 445–454.
- Lansac-Tôha, F. A.; Bonecker, C. C.; Velho, L. F. M. Estrutura da comunidade zooplancônica em reservatórios. In: Rodrigues, L.; Thomaz, S. M.; Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Ed.). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais.** São Carlos: Rima, 2004. cap. 10, p. 115-127.

- Lansac-Tôha, 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**, 22(2):355-363.
- Leonov, M. M. 2010. Heliozoans (Heliozoa, Sarcodina, Protista) of Fresh and Marine Waters of the European Part of Russia: Species Composition, Morphology, and Distribution. **Inland Water Biology**. Vol. 3, No. 4, pp. 344–355
- Lehrter, J. C., Pennock, J. R., Mcmanus, G. B. 1999. Microzooplankton grazing and nitrogen excretion across a surface estuarine-coastal interface. **Estuaries** 22(1): 113-125.
- Liu, J., Leff, L.G. 2002. Temporal changes in the bacterioplankton of a northeast Ohio (USA) river. **Hydrobiologia**, , vol. 489, no. 1-3, p. 151-159.
- Laybourn-Parry J., Mell E.M., Roberts, E.C. 2000 Protozoan growth rates in Antarctic lakes. **Polar Biol.** 23: 445–451.
- Mitchell E. 2002. The identification of *Centropyxis*, *Cyclopyxis*, *Trigonopyxis* and similar *Phryganella* species living in *Sphagnum*. **International Society for Testate Amoeba Research**.
- Mitchell E. 2003. Identification key to the *Euglypha* species living in *Sphagnum*. **International Society for Testate Amoeba Research**.
- Patterson, D.J. 1996. **Free-living freshwater protozoa – a colour guide**. John Wiley and Sons, New York, 223p.
- Nürnberg, G. 1996. Trophic state of clear and colored, soft- and hardwater with special consideration of nutrients, anoxia, phytoplankton and fish. - **Journal of Lake and Reservoir Management** 12(4): 432-447.
- Patterson, D.J., Lee, W.J. 2000. Geographic distribution and diversity of free living heterotrophic flagellates. In *The Flagellates. Unity, Diversity and Evolution*. Leadbetter, B.S.C., and Green, J.C. (eds). London: Taylor & Francis, pp. 269–287.
- Pernthaler, J. et al. 1996. Short-term changes of protozoan control on autotrophic picoplankton in an oligomesotrophic lake. **J. Plankton. Res., Oxford**, v. 18, p. 443-462.
- Petz, W. 1997. Ecology of the Active Soil Microfauna (Protozoa, Metazoa) of Wilkes Land East Antarctica. **Polar Biol.** 18:33-44.
- Pomeroy L.R. 1974. The ocean's food web, a changing paradigm. **Bioscience** 24:499-504
- Rísquez, J.L.O. 1998. Diversidad local y global de los protozoos ciliados de hábitats de agua dulce. **Thesis**. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Espanha 95 p.
- Shen Y.F., Zhang Z.S., Gong X., Gu M.R., Shi Z.X., Wei Y.X. 1990. Modern biomonitoring techniques using freshwater microbiota. **China Architecture and Building Press**, pp. 16–210.
- Sherr E. B., Sherr B. F. Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. 2002. **Antonie van Leeuwenhoek**. 81: 293–308.
- Sodré-Neto, L., Araújo, M.F.F. 2009. Spatial and temporal fluctuations in bacterioplankton and correlated abiotic variables in eutrophic environments of the Brazilian semi-arid region. **Acta Limnol. Bras.** vol. 20, no. 4, p. 325-331.
- Takamura, G. M. Nakanishi Y J. Urabe. 2000. Seasonal and vertical difference in negative and positive effects of grazers on heterotrophic bacteria in lake Biwa. **Limnol. Oceanogr** 45(8): 1689–1696.
- Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J.E.M. 2008. Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 68, n. 4.
- Velho, L.F.M. et al. On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. II. Families Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 365-374, 2000.

Velho L.F.M. Estrutura e dinâmica de assembléias de tecamebas no plâncton da planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá, 2000. (**Doctoral Thesis** in Ecology of Continental Aquatic Environments) - Univerisdade Estadual de Maringá, Brasil.

Xu M, Cao H, Xie P, Deng D, Feng W, Xu J. 2005. Use of PFU protozoan community structural and functional characteristics in assessment of water quality in a large, highly polluted freshwater lake in China. **J. Environ.Monit.**, 7: 670-674.

Xu H., Song W., Warren A., Khaled A. S. Al-Rasheid, Saleh A. Al-Farraj, Gong J., Hu X. 2008. Planktonic protist communities in a semi-enclosed mariculture pond: structural variation and correlation with environmental conditions. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, 88 , pp 1353-1362.

Weitere, M. Arndt, H. 2003. Structure of the heterotrophic flagellate community in the water column of the River Rhine (Germany). **Europ. J. Protistol.** 39, 287–300.

Capítulo 2

Concepções espontâneas de professores e alunos de uma região semiárida sobre questões ligadas à água

Maria Luisa Quinino de Medeiros¹ e Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo².

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, luisa_rn77@hotmail.com

² Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, Professora Titular do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59.072-970. (84)3215-3437, mag@cb.ufrn.br

ESTE ARTIGO SERÁ SUBMETIDO AO PERIÓDICO *Educação Ambiental em ação* E, PORTANTO, ESTÁ FORMATADO DE ACORDO COM AS RECOMENDAÇÕES DESTA REVISTA (anexo 2).

RESUMO

O presente estudo foi realizado com professores e alunos de escolas públicas de dois municípios situados no semiárido brasileiro e teve como objetivo analisar as concepções dos sujeitos em questão quanto aos temas relacionados à água de um reservatório de grande importância econômica, social e ambiental para essas duas cidades. Para isso foram aplicados questionários, com alunos e professores da educação básica, que continham quatro eixos principais de investigação: “qualidade da água”, “relação pessoal com a barragem”, “doenças de veiculação hídrica” e “protozoários de vida livre”. O estudo mostrou que os professores e alunos reconhecem a importância do reservatório bem como a existência de problemas relacionados à qualidade da água dos seus municípios. As doenças de veiculação hídrica e o conhecimento sobre os protozoários de vida livre foram bastante limitados, evidenciando a necessidade de implementação de educação ambiental e divulgação científica nessas localidades.

ABSTRACT

This study was conducted with teachers and students from public schools in two municipalities located in semi-arid region and aimed to analyze the conceptions of the subject in question on issues related to water from a reservoir of great economic importance, social and environmental development for these two cities. For this purpose questionnaires were filled with students and teachers of basic education, which contained four main lines of research: "water quality", "personal relationship with the dam," "water-borne diseases" and "free-living protozoa." The study showed that teachers and students recognize the importance

of the reservoir and the existence of problems related to water quality in their cities. The water-borne diseases and knowledge about the free-living protozoa were very limited, highlighting the need for implementation of environmental education and science communication in these locations.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é uma região que sofre diretamente com as consequências da irregularidade pluviométrica. É frequente nessa localidade, chuvas concentradas em poucos meses do ano, fazendo com que existam períodos críticos de seca. Na tentativa de amenizar essa situação é comum a construção de reservatórios, que são utilizados para o abastecimento das cidades e para outros diversos fins, como: irrigação, piscicultura e lazer. Apesar do papel fundamental desses corpos d'água, eles podem ser afetados por efluentes domésticos não tratados e por agrotóxicos acentuando a perda de qualidade da água (Petrovich & Araújo, 2009).

A maioria dos reservatórios da região semiárida nordestina encontra-se em estado eutrófico ou hipereutrófico devido, principalmente, ao incremento de nutrientes nesses corpos d'água oriundos de atividades antrópicas (LAZARRO *et al.* 2003). O resultado desse processo é a limitação dos usos múltiplos da água por parte da população. Além disso, a eutrofização, que tem como característica a proliferação intensa de cianobactérias, pode gerar problemas de saúde pública, visto que esses organismos são potencialmente patogênicos ou são capazes de produzir e liberar toxinas no ambiente, podendo levar à morte diversos seres aquáticos (COSTA *et al.* 2009).

Além de interferirem em vários aspectos sociais e econômicos, a poluição e contaminação das águas também podem levar a mudanças nas comunidades aquáticas presentes nesses reservatórios como as plantas, animais e microrganismos. Estes últimos são pouco conhecidos devido ao seu tamanho reduzido, mas possuem funções ecológicas únicas e auxiliam na manutenção da dinâmica do ambiente. Dentre os microrganismos aquáticos, podem-se destacar os protozoários de vida livre que funcionam como elo da cadeia alimentar sendo a sua presença essencial nos ambientes aquáticos.

Diante da evidente redução da qualidade da água desses reservatórios e partindo do pressuposto de que as problemáticas ambientais geralmente estão relacionadas com problemas de ordem social, é importante e necessário que haja uma inserção das comunidades locais nos debates sobre essas questões. Isso pode ter início por meio do levantamento das concepções da população local sobre as variadas vertentes que envolvem essa temática, considerando-se

que aquilo que as pessoas pensam sobre o meio ambiente interfere nas suas atitudes. Em se tratando de uma situação escolar, a abordagem pedagógica desenvolvida por professores nessas localidades também é igualmente afetada (França et al, 2010; Abreu 2008). Segundo Luzzi (2003), a educação é produto do diálogo permanente entre concepções sobre o conhecimento, a aprendizagem, o ensino a sociedade e o ambiente. Sendo assim, um dos locais mais propícios para a realização dessas práticas é o espaço escolar, por tratar-se de um ambiente de ensino-aprendizagem e que abrange não somente os professores e alunos, mas os funcionários e até mesmo a família dos estudantes, permitindo, dessa forma, contemplar um maior número de pessoas com idades, comportamentos e concepções diversificadas. Levando em consideração esse contexto, o presente estudo teve por objetivos avaliar, em uma região semiárida do nordeste brasileiro, as concepções espontâneas, de alunos e professores sobre aspectos relativos à qualidade da água dos reservatórios, e sobre as relações pessoais que professores e alunos do ensino básico estabelecem com os ambientes aquáticos.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi realizado em escolas públicas de três municípios do Rio Grande do Norte: São Rafael e Itajá, todos localizados em região semiárida (Figura 1). Eles estão situados às margens da Bacia Piranhas-Assú, precisamente, nas proximidades da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves. Aproximadamente 500.000 pessoas utilizam de alguma forma a água desse reservatório, de modo que ele possui um grande valor social e econômico, mas, apesar disso, existem encontra-se em alguns pontos impactados devido, principalmente, às atividades agrícolas, industriais, pecuária e mineração (AESAs, 2007).

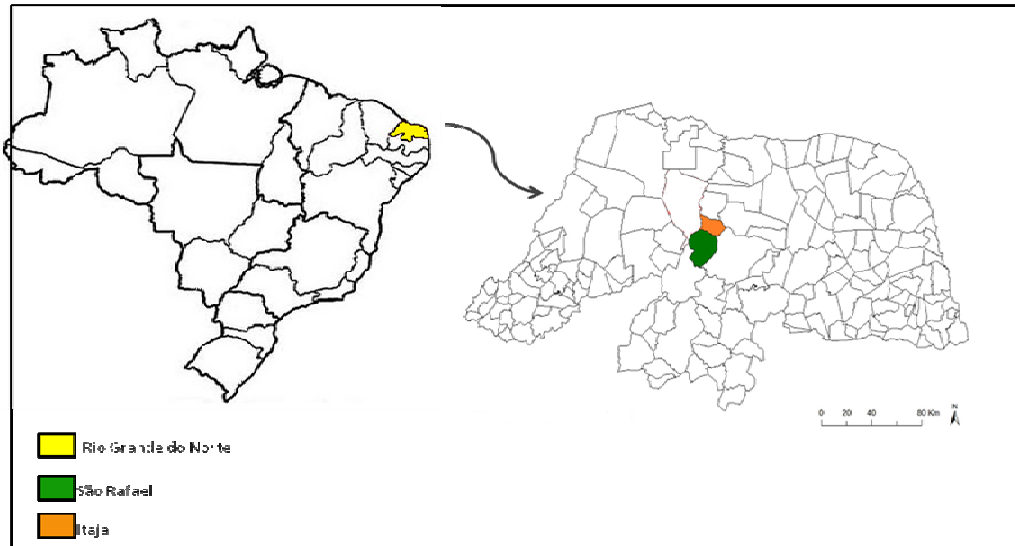


Figura 1: Locais de realização da pesquisa.

Etapas da pesquisa

Para levantar as concepções de professores e alunos foi organizado um questionário e este foi aplicado em escolas públicas dos municípios em questão. Os questionários possuíam 22 questões divididas em quatro eixos temáticos: *qualidade da água, relação pessoal com a barragem, doenças de veiculação hídrica e protozoários de vida livre* (ANEXO 4). Ele foi elaborado tendo por base os trabalhos de Araújo et al, (2011); Petrovich & Araújo (2009); Sodré Neto & Araújo (2008). Resumidamente, este instrumento de coleta de dados objetivou levantar, entre outras questões, se as pessoas que moram nesses municípios consomem a água da Barragem e para quais fins, bem como aferir se a população envolvida conhece os problemas que estão relacionados a esse reservatório. Além disso, procurou-se entender a concepção deles em relação à presença dos protozoários de vida livre no ambiente aquático em questão.

Um ponto relevante na escolha desse grupo de microrganismos foi a possibilidade de identificação da concepção espontânea, por parte de escolares, de que todos eles sejam parasitas, quando, na realidade, os protozoários de vida livre, no ambiente aquático, são extremamente funcionais e sua presença é fundamental para ajudar no equilíbrio dos corpos d'água, além de a maioria deles não causar nenhum tipo de doença.

Os questionários foram respondidos por alunos, preferencialmente, de 8º e 9º anos do ensino fundamental e 2º e 3º anos do ensino médio, séries que os alunos já têm tido contato, em diferentes graus, com as temáticas propostas. Professores de ciências, biologia e polivalentes também responderam o questionário, já que se entende que esses profissionais devem conhecer de uma forma mais detalhada os assuntos em questão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil dos alunos e professores

Um total de 134 questionários foi aplicado, sendo 120 com alunos e 14 com seus professores de Ciências ou Biologia. A maioria dos alunos tinha entre 12 e 15 anos, porém alguns se encontravam fora de faixa para cursar a educação básica (20, 23, 27 e 29 anos). Já os professores tinham idade que variava de 19 a 51 anos e nenhum era formado em Ciências Biológicas. A maioria se declarou polivalente, tendo formação em magistério, pedagogia e até mesmo, em matemática. A maioria dos alunos e professores era do sexo feminino. Todos os alunos moram nos municípios onde foi realizada a aplicação dos questionários. A maioria (95%) reside na zona urbana. Grande parte dos alunos e professores, 90% e 85%, respectivamente, moram nas cidades em questão há mais de 10 anos.

Análise dos eixos temáticos

Eixo temático 1: Relação pessoal com a Barragem

Esse eixo foi composto por cinco perguntas. A primeira delas buscava verificar o conhecimento de professores e alunos sobre os possíveis usos da água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Como opção eles poderiam assinalar uma ou mais das seguintes alternativas: “consumo humano”, “lazer e turismo”, “pesca”, “despejo de esgotos” e “outras atividades” (Figura 2). Se esta última fosse assinalada eles deveriam especificar que “outras atividades” seriam essas. Os participantes destacaram a pesca como atividade mais realizada e também assinalaram significativamente a opção “lazer e turismo”. Uma minoria, 28.57% dos professores e 15.83% dos alunos, afirmaram que a Barragem é local de despejo de esgotos. Ninguém assinalou “outras atividades”. Esses dados revelam que os participantes, no geral, reconhecem o papel primordial do reservatório, em suas variadas vertentes, para seus municípios. Em estudos semelhantes, (Araújo et al, 2011; Bergman & Pedrozo, 2008) os autores registraram um resultado similar das respostas de professores e alunos quanto a percepção dos usos e da importância dos reservatórios de suas cidades. Já na pesquisa realizada por Petrovich & Araújo (2009) houve uma diferença em relação à alternativa “despejo de esgotos”. Enquanto neste trabalho, a minoria assinalou tal alternativa, naquele, mais da metade dos alunos e professores afirmaram que o reservatório de sua cidade era local utilizado para escoar o esgoto.

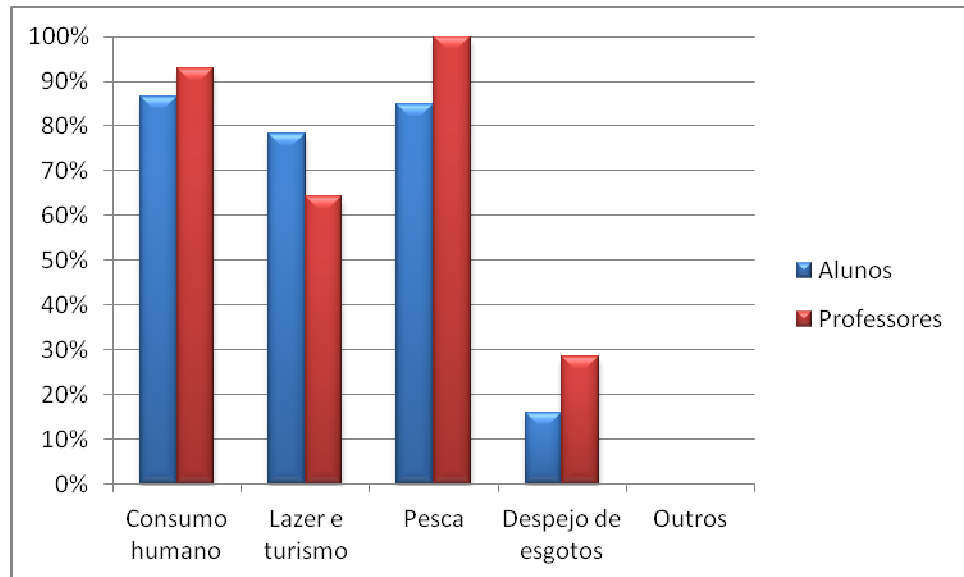


Figura 2: Tipos de usos múltiplos indicados por professores e alunos

Estudos recentes (Costa et al, 2009; Eskinazi-Sant’Anna et al, 2006) têm mostrado que a água desse reservatório encontra-se frequentemente em estado eutrófico, o que pode ser causado pelas próprias características físicas e químicas da região semiárida e suas temperaturas elevadas, mas agravadas por atividades antrópicas como lançamento de esgotos sem tratamento adequado. De toda forma, um dos municípios em questão, São Rafael, foi construído de uma forma planejada tendo todo o sistema de saneamento básico estabelecido desde seu princípio (SEMARH, IDEMA, 2008).

Ao serem questionados sobre se eles próprios contribuía com a contaminação da água do reservatório de sua cidade, em torno da metade dos professores e alunos, 50% e 53%, respectivamente, responderam que “sim”. Já quando perguntados sobre se eles produziam lixo ou esgoto, a metade dos alunos e a maioria dos professores, 50.83% e 78.57%, respectivamente, responderam afirmativamente. Estes percentuais correspondem, aproximadamente, ao dobro dos encontrados por Almeida & Santos (2001) em um questionamento similar, mas realizado há dez anos. Provavelmente, essa diferença é resultado da tomada de consciência que vem ocorrendo de forma constante e crescente nos últimos anos em relação às questões ambientais. Além de a temática ambiental ser um tema transversal cada vez mais trabalhado nas escolas.

Os alunos e professores possuem uma relação direta com o reservatório. A grande maioria dos alunos, 95%, toma banho no açude e 59.17% deles utilizam a água para beber, principalmente aqueles que residem nas comunidades rurais. Já uma parte expressiva dos professores, 64%, afirmaram não beber a água do açude. Alguns professores, mesmo sem terem sido solicitados no questionário, destacaram que mudaram recentemente o hábito de utilizar a água do reservatório para beber.

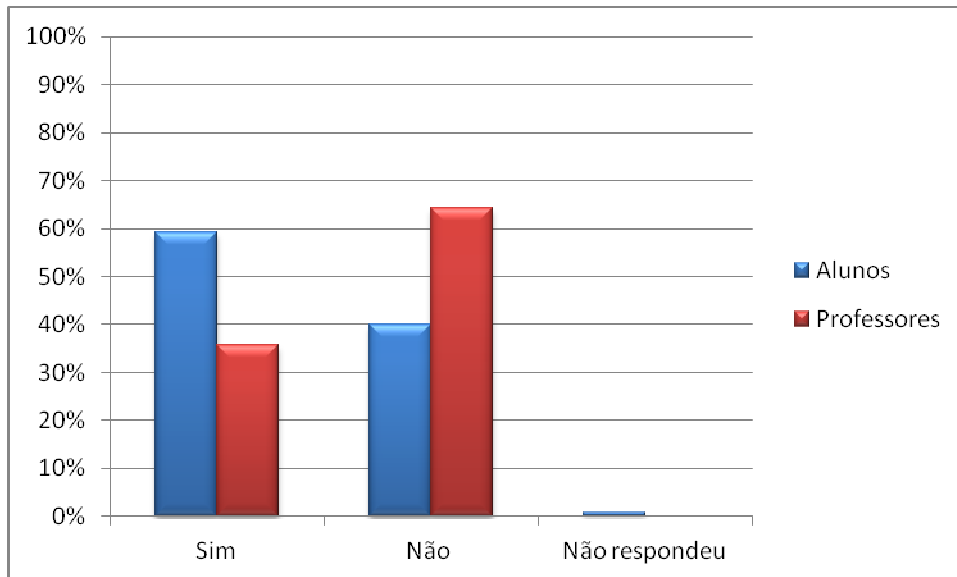


Figura 3: quantidade de alunos e professores que utilizam ou não a água da barragem para beber.

Eixo temático 2: qualidade de água

Este eixo foi formado por três perguntas que tinham como objetivo, investigar se os alunos e professores entendem a dinâmica dos processos de eutrofização, tão comuns na Barragem de seus municípios (Quadro 1).

Quadro 1: perguntas relativas ao eixo temático 2.

Já ouviu falar em cianobactérias?	()sim ()não ()não lembro
Já ouviu falar em eutrofização?	()sim ()não ()não lembro
Quando a água do açude está esverdeada, podemos consumi-la?	()sim ()não ()não sei

Menos da metade dos professores, 42.86%, afirmaram já ter ouvido falar de cianobactérias e, apenas 3.33% dos alunos responderam positivamente a questão. Já em relação ao termo eutrofização, a porcentagem foi muito menor: somente 7.14% dos professores e 1.67% dos alunos já ouviram falar deste fenômeno (Figura 4). Metade dos professores afirmou não se lembrar de ter ouvido falar em eutrofização. E os demais professores, 42.86%, afirmaram **nunca** ter ouvido falar nesse termo. Essa mesma fragilidade em relação aos assuntos em questão foi diagnosticada por Petrovich & Araújo (2009) que justificaram essa lacuna devido ao fato do conteúdo programático das escolas não estarem adequados aos problemas regionais. Segundo Freire (1980), a formação do indivíduo só será plena e significativa se pensada em relação ao seu contexto de vida. Nesse sentido, pode-se

afirmar que uma educação contextualizada com as problemáticas ambientais, levaria um maior conhecimento aos professores e alunos sobre a dinâmica do meio ambiente em que eles vivem.

Por outro lado, mais de 80% dos alunos e docentes afirmaram que quando a água está esverdeada ela não pode ser consumida. Esses dados sugerem que os participantes têm uma idéia, ainda que superficial, e baseada no senso comum, sobre a problemática da eutrofização. É muito provável que suas experiências diárias com os “blooms” de cianobactérias, que são constantes nos reservatórios nordestinos, e expressos pelo “esverdeamento” da água, muitas vezes acompanhado de mortalidade de peixes, os leve à compreensão de que pode haver alguma coisa na água que não é benéfica, durante esses eventos.

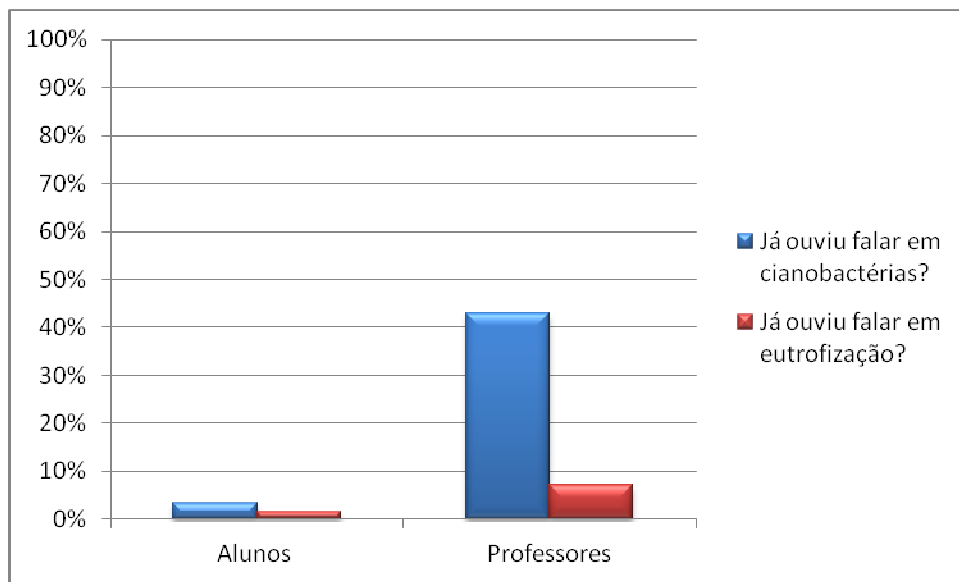


Figura 4: Conhecimento de alunos e professores sobre cianobactérias e eutrofização

Eixo temático 3: doenças de veiculação hídrica

Este eixo buscou averiguar a relação que os alunos e professores fazem do uso da água da Barragem com possíveis ocorrências de doenças. A maioria dos alunos e professores, 70.83% e 85.71%, respectivamente, afirmou que podem adquirir alguma doença se tomarem banho no reservatório. Esse número foi ainda maior, quando se questionou se a ingestão da água causaria alguma doença: aproximadamente 100% dos participantes responderam positivamente, indicando que eles sabem que a água é um possível veículo para determinadas doenças. .

Os exemplos de doenças citados por professores e alunos, para as questões que tratavam sobre contato e ingestão de água do reservatório foram bastante semelhantes. As mais citadas foram: diarreia, infecção intestinal, cólera e leptospirose. Além dessas doenças, os alunos citaram vários sintomas como: “dor de cabeça”, “coceira”, “vômito”, “dores no

corpo”, “pano branco”, “Infecção através de corte com conchas de animais”. Alguns alunos associaram a ingestão de água contaminada com doenças como “câncer de rim” e “dengue”. Em vários estudos (Mendes & Cardoso, 2009; Bertelli et al, 2009; Villar et al, 2008) já foram observados padrões de concepções espontâneas que tendem a relacionar a transmissão da dengue à água, quando na verdade, o mosquito vetor que carrega o vírus é quem desempenha esse papel. Além disso, a publicidade de algumas doenças de veiculação hídrica em detrimento de outras, leva as pessoas a conhecerem somente algumas e elegerem-nas como mais importantes, já que estão em maior evidência. De toda forma, é necessário que as doenças de veiculação hídrica sejam melhor explicadas e divulgadas com ênfase na forma de contágio e prevenção, já que a maioria delas, é causada por microrganismos, desconhecidos devido seu tamanho. As doenças de veiculação hídrica ainda alcançam índices bastante altos na Região Nordeste quando comparada as outras regiões (BRASIL, 2004), dados que estes dados que revelam a necessidade de se estudarem as doenças que estão mais contextualizadas no semiárido, em aulas de ciências e biologia.

Eixo temático 4: biodiversidade – protozoários de vida livre.

Muitos autores em seus trabalhos sobre a conservação da biodiversidade partem da premissa que há uma necessidade da sociedade, científica ou não, em conhecer as espécies para que estas venham a ser preservadas (Rabelo & Magalhães, 2011; Lisboa & Weinmann 2010; Jacomassa, 2010; Primack, 2001). Tendo isso em vista, as questões do último eixo foram elaboradas com o objetivo de investigar as concepções dos professores e alunos sobre a biodiversidade do reservatório, com foco nos protozoários de vida livre. Foram selecionadas aquelas questões que tratavam de seus habitats, funções e da possibilidade de eles causarem doenças (Quadro 2).

Quadro 2: Questões referentes ao eixo *protozoários de vida livre*

Já ouvi falar a palavra “protozoário”?
Saberia dizer onde vivem os protozoários?
Todos os protozoários causam doença?
Acha que há protozoários na água do açude da sua cidade?
Em caso de achar que existem Protozoários no açude de sua cidade, isso quer dizer que a água é de má qualidade?

Todos os professores afirmaram já ter ouvido falar em protozoários, entretanto, somente 50% deles souberam precisar onde seriam os possíveis habitats desses organismos (Figura 5). Eles podiam escolher as seguintes alternativas: “na água”, “no solo”, “no interior de outros animais” ou “em todos esses lugares”, sendo esta última a alternativa correta. Somente 50% dos alunos confirmaram já ter ouvido falar dos protozoários e 48% afirmaram que esses organismos habitavam exclusivamente o ambiente aquático (Figura 6). Provavelmente uma dificuldade encontrada pelos alunos em diagnosticar os habitats dos protozoários advém da questão do tamanho microscópico desses organismos, fato que torna complicado compreender que eles habitam muitos locais diferentes. Além disso, considera-se que os protozoários são negligenciados no conhecimento de suas características gerais, principalmente, quando comparados a outros grupos de microrganismos como vírus e bactérias e isso os tornam menos conhecidos (Caron, 2009).

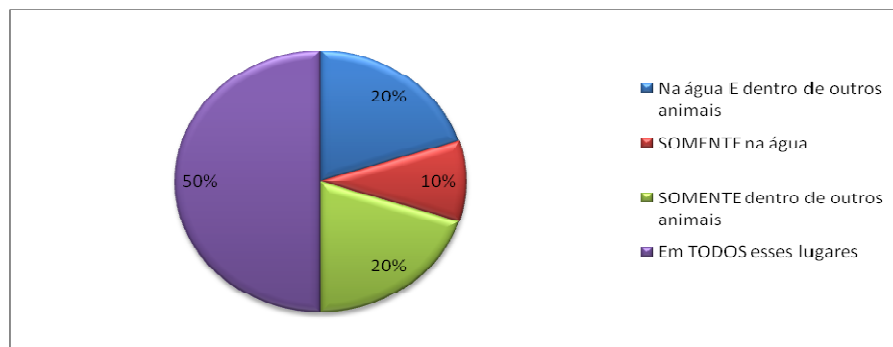


Figura 5: Conhecimento dos PROFESSORES sobre os habitats dos protozoários

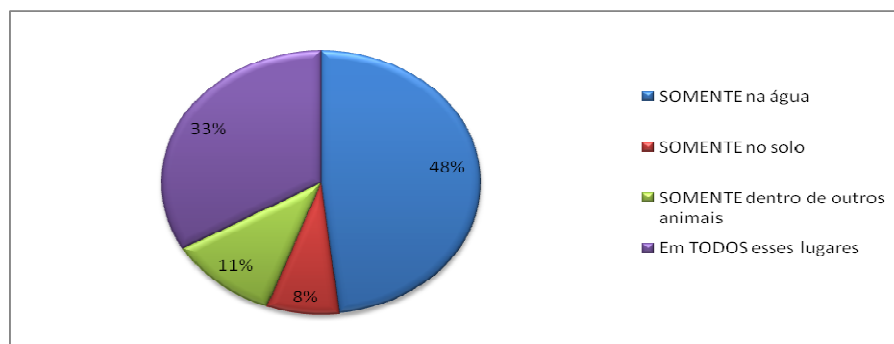


Figura 6: Conhecimento dos ALUNOS sobre os habitats dos protozoários

Um dado que chamou atenção foi a concepção sobre a capacidade que os protozoários têm ou não de causar doenças. Ao serem perguntados se **todo** protozoário causa doença, a maioria dos alunos, 77%, afirmou não saber e apenas 6% assinalaram que “não”. (Figura 7). Uma parcela expressiva de professores (43%) afirmou que **todo** protozoário causa doença, quando, na realidade, a minoria dos protozoários é capaz de causar algum tipo de patologia.

Essa conotação negativa provavelmente deve-se ao fato destes organismos sempre estarem aparecendo nos livros didáticos e, também, na mídia como sendo, exclusivamente, veiculadores de doenças.

Quando questionados se achavam que havia protozoários na água da Barragem de seus municípios, 57% dos estudantes relataram que “não sabiam”. Uma parte dos professores, 64%, assinalou positivamente a questão, porém, provavelmente eles se referem aos protozoários parasitas, já que alguns dos docentes escreveram no questionário que

“achavam que na barragem devia ter protozoários, já que lá tinha muita coisa que não presta”.

Essa visão negativa que os professores têm dos protozoários ficou ainda mais evidente, quando, em outra pergunta, 50% deles afirmaram que se existir protozoários no açude isso quer dizer que a água é de má qualidade. Essas questões que envolvem a biodiversidade são complexas. Segundo Gurgel et al (2011), grande parte das pessoas não consegue estabelecer relações com os níveis de complexidade que envolve o tema biodiversidade.

4. PERSPECTIVAS E CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu concluir que os professores e alunos reconhecem as múltiplas funcionalidades da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, apesar de desconhecerem aspectos importantes da dinâmica e ecologia desse ambiente. As concepções de professores e alunos se igualaram em vários momentos, principalmente no tocante às doenças de veiculação hídrica.

Observou-se que os alunos e professores possuem uma relação direta com o reservatório, pois falam com propriedade sobre suas aplicações e características. Por outro lado, conclui-se que os problemas ambientais mais sérios do ambiente em questão, as cianobactérias e a eutrofização, não são conhecidas por alunos e professores. Isso gera a necessidade de que se tenha um sistema mais contextualizado de ensino-aprendizagem em ciências e biologia, contemplando as problemáticas ambientais locais.

Embora todos os professores tenham afirmado já terem ouvido falar em protozoários, a metade deles não soube precisar onde eles são encontrados. Isso comprova que o estudo desses organismos é negligenciado, e confirma que o ensino de temas que envolvem aspectos moleculares ou microscópicos é mais difícil, exigindo estratégias diferenciadas a serem utilizadas pelos professores.

Uma visão negativa dos professores e alunos sobre os protozoários ficou evidente, confirmando o grande desconhecimento do importante papel ecológico que esse grupo em especial apresenta em um ambiente aquático.

Diante disso, uma série de ações foi pensada e está sendo desenvolvida para ser aplicada, em um momento posterior, junto às comunidades escolares que foram alvo desta pesquisa, com o intuito de contribuir com a melhoria do ensino de ciências e biologia, no tocante especificamente aos ambientes aquáticos do semi-árido. Essas ações se constituem em oficinas que envolvem o desenvolvimento de aulas práticas com a utilização da água do reservatório para se fazer uma análise simplificada e o reconhecimento de organismos, por meio da utilização de materiais didáticos alternativos como cartilhas, livros paradidáticos e sequências didáticas específicas.

REFERÊNCIAS

AESA - AGENCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAIBA. 2007. Levantamento ambiental do rio piranhas-açu. Atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras. **Relatório Técnico**.

ABREU, D.G., CAMPOS, M.L.A.M, MÁRCIA B. R. AGUILAR, M.B.R. 2008. Educação ambiental nas escolas da região de ribeirão preto (SP): concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. **Química Nova**. Vol. 31, No. 3, 688-693.

ALMEIDA, M.T.; SANTOS, A.C.K.; 2001. Resultados parciais de um estudo com alunos do ensino fundamental de Rio Grande, sobre problemas ambientais, tendo como base a modelagem semi-quantitativa. **Ambiente e Educação**. 5/6: 137-151.

ARAÚJO, M.F.F.; DANTAS, C.M.; AMORIM, A.S.; SILVEIRA, M.L.; MEDEIROS, M.L.Q. 2011. Concepções prévias de professores do ensino básico de uma região semiárida sobre qualidade de água. **Educação Ambiental em Ação**. No. 38.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C.S. 2008. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 537-53.

BERTELLI, M.Q.; BARROS, H.S.; BRITO, I.F.; ALVARENGA, C.G.; BERNARDES, F.K., NASCIMENTO, S.S.; SCHALL, V.T. 2009. Análise preliminar de atividade educativa sobre a dengue com estudantes de uma escola pública de belo horizonte, brasil. **VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências**.

CARON, D.A.; WORDEN, A.Z.; COUNTWAY, P.D.; , DEMIR, E.; HEIDELBERG, K.B. Protists are microbes too: a perspective. **The ISME Journal**. 3, 4–12.

COSTA, I.A.S. et al. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do rio grande do norte, **Oecol. Bras.**, 13(2): 382-401, 2009.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S; SANTOS, C.M.; ARAÚJO, M.F.F. 2006. Águas potiguares: oásis ameaçados. **Ciência Hoje**. vol. 39, nº 233.

FRANÇA, J.S; DANTAS, C.B.; FIRMIANO, K.R.; CALLISTO, M. 2010. BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA: experiências em educação ambiental e mobilização social. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**.

GURGEL J.L; .ZAKRZEWSKI, S.B.B; ZANIN, E. 2011. As representações sociais de educadoras sobre educação ambiental e a floresta nacional de Passo Fundo/RS. **PERSPECTIVA**, Erechim. v.35, n.129, p. 77-91.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. 2008. Perfil do Seu Município – São Rafael.

JACOMASSA, F.A.F. 2011. Espécies arbóreas nativas da mata ciliar da bacia hidrográfica do rio lajeado tunas, na região do alto uruguaí, RS. **Biodiversidade Pampeana**, v. 6, n. 2.

LAZARRO, X.; BOUVY, M.; RIBEIRO-FILHO, R.; OLIVEIRA, V.; SALES, L.; VASCONCELOS, A. & MATA, M. 2003. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs? *Freshwater Biology*, 48: 649-668.

LISBOA, D., WEINMANN, E. 2010. Ambiente Costeiro: Conhecer para Preservar. **Revista ITEC – Vol. I, Nº 1**.

MENDES, H.M.A; CARDOSO, S.P. 2009. Análise das concepções prévias dos alunos do 1º ano do ensino médio da rede pública acerca do meio ambiente e saúde. **VII Encontro Nacional De Pesquisas Em Educação Em Ciências**.

PETROVICH, A. C.; ARAÚJO, M.F.F. 2009. Percepção de professores e alunos sobre os usos e a qualidade da água em uma região semi-árida brasileira. **Educação Ambiental em Ação**. No. 29.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328 p.

RABELO, M.; MAGALHÃES, B. 2011. Preservação e planejamento de conservação da mata do Krambeck. **Revista Geográfica de América Central**. p. 1-13

SODRÉ-NETO, L.; ARAÚJO, M.F.F.;. 2008. Qualidade de água como tema para a socialização do conhecimento científico em região semi-árida brasileira. **Educação Ambiental em Ação**. No. 26.

VILLAR,L.M; ALMEIDA, A.J.; LIMA, M.C.A; ALMEIDA, J.L.V.; SOUZA, L.F.B.; PAULA, V.S. 2008. A percepção ambiental entre os habitantes da região noroeste do estado do rio de janeiro. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**. 12 (3): 537-43

Capítulo 3

Concepções alternativas de professores e alunos da educação básica sobre protozoários, em uma região semiárida do Nordeste Brasileiro, reveladas por desenhos.

Alternative conceptions of teachers and students on basic education of protozoa in a semiarid region of Northeastern Brazil, revealed by drawings.

Maria Luisa Quinino de Medeiros¹ e Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo².

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, luisa_rn77@hotmail.com

² Doutora em Ecologia e Recursos Naturais, Professora Adjunto IV do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59.072-970. mag@cb.ufrn.br

ESTE ARTIGO SERÁ SUBMETIDO AO PERIÓDICO *Journal of biological education* E, PORTANTO, ESTÁ FORMATADO DE ACORDO COM AS RECOMENDAÇÕES DESTA REVISTA (anexo 3).

RESUMO

Nos últimos anos têm aumentado o interesse no estudo das concepções alternativas também chamadas de concepções espontâneas ou prévias. Esse fato se dá, principalmente, pela recorrência de concepções alternativas em alunos da educação básica e ensino superior, bem como em professores. Há várias metodologias para se fazer o diagnóstico dessas concepções e o uso de desenhos é uma delas. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo levantar as concepções existentes em alunos e professores de ciências e/ou biologia sobre os protozoários de vida livre no que diz respeito, principalmente, à morfologia e conhecimento geral desses organismos através de desenhos feitos por eles. Os protozoários parasitas ainda são mais estudados do que os de vida livre, fazendo com que, neste último grupo, recaia, muitas vezes, uma conotação negativa. Os resultados mostraram uma tendência dos participantes em relacionarem os protozoários de vida livre a organismos transmissores de doenças. Foi constatada, também, a existência de erros conceituais no que se refere ao tema pesquisado.

ABSTRACT

In recent years have increased interest in the study of alternative conceptions also called spontaneous, pre-conceptions or misconceptions. This fact is due mainly, by the recurrence of misconceptions in students of basic education and higher education, as well as teachers. There are several methods for making the diagnosis of these concepts and the use of drawings is one of them. Therefore, this study aimed to raise the existing conceptions of students and science

teachers and / or biology on the free-living protozoa in relation mainly to the morphology and general knowledge of these organisms through drawings made by them. The protozoan parasites studied are still more than free-living, so that in the latter group, relapse, often a negative connotation. The results showed a tendency of participants to relate the free-living protozoa in disease-causing organisms. It was found also that there are misconceptions regarding the topic searched.

INTRODUÇÃO

Os professores devem nortear suas aulas de modo que eles e os alunos alcancem os objetivos esperados dentro das competências e habilidades previstas nos documentos oficiais que orientam o ensino de ciências. Para isso os docentes devem levar em consideração vários aspectos, dentre os quais os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo, construídos ao longo da vida de cada um, antes mesmo de receberem uma educação no âmbito formal (Yip, 1998). Essas informações podem servir de ponte para a construção de novos conhecimentos, uma vez que a estrutura cognitiva pré-existente é capaz de interagir com outras novas, fazendo com que ambas se transformem (Costa & Moreira, 2001; Moreira, 1997). Esse processo fará com que o aluno aprimore o que já conhece, ao invés de substituir esse conhecimento por outro, resultando, esse processo, em uma aprendizagem significativa (Ausubel 2000,1982; Pelizzari 2002).

Os conceitos já pré-estabelecidos pelos alunos se mostram, por vezes, simplistas e são impregnados pelo sendo comum, dando origem, assim, ao que chamamos de concepções espontâneas ou alternativas. Estas podem ser definidas como os conhecimentos conceituais prévios a partir dos quais os alunos desenvolvem e constroem o conhecimento científico. Segundo Pozo (1987), concepções alternativas são construções pessoais dos alunos originadas em suas interações cotidianas com o mundo. Elas se formam de maneira espontânea e geralmente existem antes mesmo de ele ter tido contato com o ensino de um determinado tema e, com frequência, apresentam incoerência científica.

Além de adquirirem as concepções alternativas na sua experiência cotidiana, os alunos podem adquiri-las também na própria escola por meio de equívocos ou informações imprecisas repassadas pelos professores (Yip, 1998). Os livros didáticos também podem ser fontes de informações que geram concepções alternativas (Dikmenli & Cardak, 2004; 2009).

Um dos assuntos que podem gerar concepções equivocadas é a biodiversidade, por se tratar de um conteúdo complexo que aborda vários aspectos dos organismos vivos. Os

conteúdos relativos à biodiversidade são ministrados em várias séries ao longo da educação básica, com diferentes graus de complexidade e abordagem.

Em 1969 Whittaker, propôs um sistema de classificação dos seres vivos, que os agrupa em Reinos. Um deles, o protista, destaca-se pela sua heterogeneidade, pois é formado por algas microscópicas e protozoários, podendo ser, estes últimos, tanto parasitas quanto de vida livre. Os protozoários parasitas representam uma minoria, mas têm papel de destaque por estarem relacionados a problemas, por vezes, graves, de saúde pública. Por outro lado, os protozoários de vida livre funcionam como elo da cadeia alimentar e são fundamentais para manter o equilíbrio do ecossistema aquático através das suas interações ecológicas únicas (Sherr & Sherr, 1994), sendo este um tema pouco discutido no ensino básico o que torna necessária a pesquisa sobre como esse fato interfere no ensino e na aprendizagem deste grupo de organismos.

De um ponto de vista mais específico, muitas pesquisas têm sido realizadas com alunos do ensino básico, de graduação e, até mesmo com professores, utilizando desenhos, como forma de detectar concepções alternativas dos mais variados assuntos nos campos da ciência e da biologia (Erdoğan et al, 2008; Cardak, 2009; Bahar et al, 2008; Prokop & Fanèovièová, 2006; Sabino, 2009). Para Bahar (2008), a utilização de desenhos é um método mais agradável para os alunos do que questionários e entrevistas, por exemplo. Reiss et. al. (2002), ressaltam que usar desenhos é uma maneira simples, mas eficaz, de obter dados em pesquisas e que isso permite uma comparação de como as pessoas concebem um determinado conceito, em um contexto universal.

Para a execução deste trabalho partiu-se da hipótese de que tanto alunos quanto professores do ensino básico apresentam concepções alternativas sobre protozoários, haja vista o pouco conhecimento e dificuldade em visualizá-los, bem como a pequena divulgação e atenção dadas a este grupo de organismos, em especial os de vida livre.

Diante disso, o presente estudo teve por objetivo Identificar as possíveis concepções alternativas apresentadas por alunos e professores de ciências/biologia, no que diz respeito aos protozoários, dando ênfase àqueles de vida livre.

METODOLOGIA

Caracterização dos participantes

Participaram do estudo alunos do 6º, 8º e 9º anos do ensino fundamental e do 2º e 3º anos do ensino médio, séries nas quais os alunos já têm tido contato, em diferentes graus, com as temáticas propostas. Os Professores de ciências e biologia desses alunos também participaram da pesquisa, da mesma forma que no estudo realizado por Jones & Rua (2006).

Estes autores afirmam que estudos sobre as concepções de adultos são muito raros, daí a importância de sua inclusão. A pesquisa foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2011 e totalizou 134 participantes, sendo 120 alunos e 14 professores, todos vinculados à rede pública de ensino. Os participantes não se identificavam, mas eram solicitados a citar gênero, idade, série que cursava, no caso dos alunos, e há quanto tempo lecionavam e formação, quando professores. Todos eles assinaram um termo de consentimento e de autorização do uso dos dados.

Levantamento dos dados

Para o levantamento das possíveis concepções alternativas, foi requisitado de alunos e professores que “*desenhassem, naquele momento, um protozoário conforme seu entendimento*”. Não foram feitas explicações prévias dos assuntos para não exercer influência sobre o que os participantes, de fato, tinham como representações mentais sobre protozoários. O tempo destinado para a elaboração dos desenhos foi livre, porém este não ultrapassou os dez minutos. Cada desenho, depois de pronto, foi analisado e classificado em grupos para que pudesse categorizar o nível de compreensão dos alunos e professores em relação aos protozoários. Essa classificação foi adaptada dos trabalhos de Bahar et al, (2008); Köse,(2008); Reiss & Tunnicliffe (2001) (Quadro 1).

CATEGORIAS	CARACTERÍSTICA DAS CATEGORIAS
Categoria A: Sem Desenho	Os participantes deixaram em branco;
Categoria B: Representações parciais	Os participantes desenharam algo que tinha alguma similaridade com um protozoário. Ex: forma, estruturas, ênfase no tamanho microscópico;
Categoria C: Representações escritas	Os participantes escreveram algo ao invés de desenhar;
Categoria D: Concepções alternativas e erros conceituais	Os desenhos não correspondiam aos protozoários e/ou demonstravam algum tipo de equívoco.

Depois do diagnóstico acerca das concepções alternativas e erros conceituais dos alunos e professores, foi elaborado um livro paradidático de natureza explicativa e com ênfase em ilustrações de protozoários, como forma de contribuir para formação de professores e alunos, sobre esse tema.

Locais de realização da pesquisa

O estudo foi realizado em escolas públicas de São Rafael e Itajá, dois municípios situados na região semiárida brasileira com 8.111 e 6.932 habitantes, respectivamente. O perfil dessas cidades, no que se refere à estrutura educacional, assemelha-se a muitas outras dessa região. O município de Itajá apresenta 1709 alunos matriculados na rede pública de ensino e a maioria desses alunos, 1239, está cursando o ensino fundamental que conta com, aproximadamente, 55 professores enquanto que para o ensino médio tem-se 23 profissionais formando o corpo docente (IBGE, 2009). Já em São Rafael há 1756 alunos matriculados, a maioria, 1352, similarmente a São Rafael, está cursando o ensino fundamental. Para este nível de ensino tem-se aproximadamente 76 docentes, enquanto que para o ensino médio tem-se 11 (IBGE, 2009). Ambas as cidades estão localizadas no entorno da Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, um reservatório que possui um valor econômico, social e ambiental para a população destes municípios.

Estudos sobre a diversidade da microbiota realizados na região em que está inserida a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (Araújo & Costa, 2007; Araújo & Godinho, 2008) têm demonstrado que os protozoários apresentam uma relativa abundância nos reservatórios dessa região, mas ainda é o grupo de microrganismos menos estudado quando comparado a outros. Isso leva a que o entendimento da dinâmica desses ambientes aquáticos ainda seja incipiente, tendo em vista que os microrganismos exercem funções ecológicas fundamentais para o equilíbrio do ambiente aquático, sendo de suma importância que se divulguem conhecimentos básicos sobre eles.

RESULTADOS

Perfil dos participantes

O perfil dos participantes se mostrou variado. A maioria dos alunos tinha entre 12 e 16 anos, sendo que alguns tinham entre 19 e 29 anos, ou seja, estavam fora da faixa etária escolar. A média da idade dos professores foi de 35 anos e estes exercem a profissão, em média, há 15 anos. Nenhum dos docentes declarou-se como biólogo ou formado em alguma área de conhecimento similar à Biologia. Dois deles afirmaram ter formação em ciências com habilitação em matemática (Figura 1).

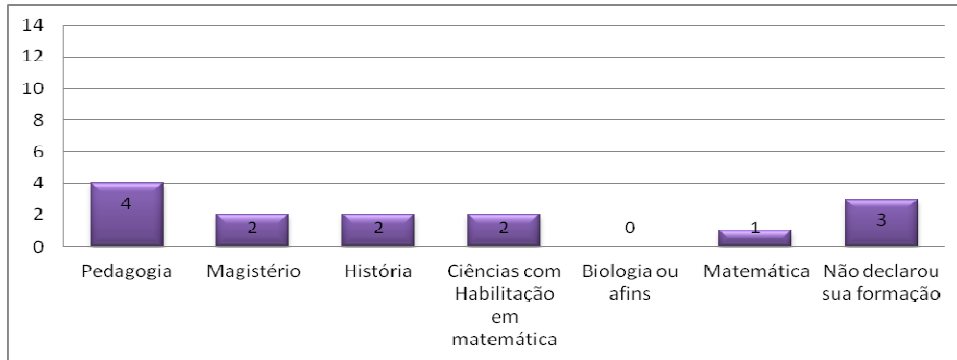


Figura 1: Número de professores e suas formações acadêmicas

Classificação dos desenhos - Alunos

Ao analisar as figuras, observou-se que os desenhos da maioria dos alunos foram incluídos na Categoria B, ou seja, 32% desenharam algo que possuía alguma característica que remetia a um protozoário. As demais categorias (A, C e D) somaram 68% de alunos que tinham algum tipo de limitação no conhecimento sobre os protozoários (Figura 2).

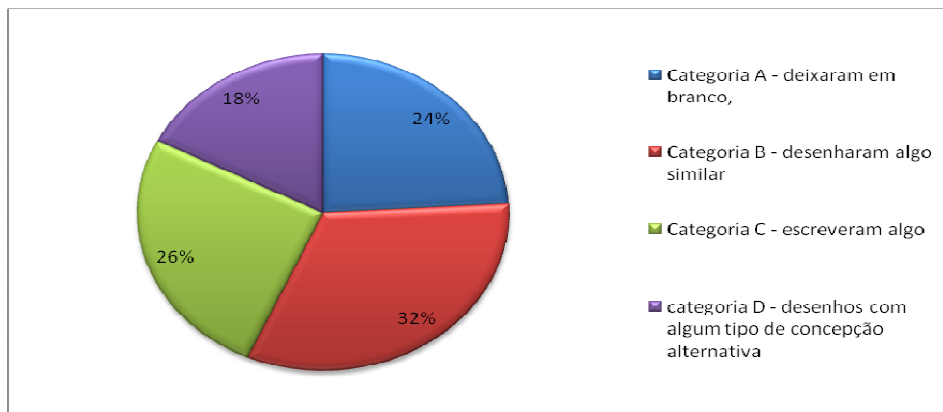


Figura 2: Classificação das respostas dos alunos

Uma análise mais detalhada da categoria C (representações escritas), permitiu a identificação de vários padrões de respostas (Tabela 1).

Tabela 1- Padrões de respostas na Categoria “C” (29 alunos)

Respostas	Número de alunos – (percentual)
“Eu não lembro”	14 (48.28%)
“Eu nunca vi, mas pretendo ver”	3 (10.34%)
“Eu acho que já vi, mas não estou lembrando”	1 (3.45%)
“Não sei! Nunca vi em livros nenhum! Não sei como é!”	1 (3.45%)
“Não desenho porque nunca vi”	3 (10.34%)
“Não sei”	4 (13.79%)

Classificação dos desenhos - Professores

Do total de professores, 29% desenharam algo com alguma característica que remete a um protozoário. Quando somadas as categorias A, C e D observou-se que 71% dos professores apresentam alguma restrição sobre o conhecimento dos protozoários. Destaque-se que a maioria dos professores deixou a folha em branco e que, para a categoria C, o padrão de respostas foi único: “Não lembro” (Figura 3).

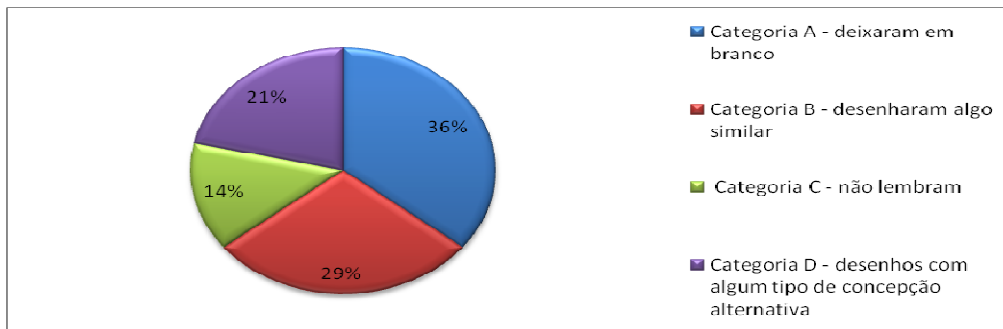


Figura 3: Classificação das respostas dos professores

Foram selecionados os desenhos que melhor representavam as concepções alternativas ou erros conceituais relacionados a protozoários. A seguir são apresentados alguns desses exemplos tanto de alunos como de professores (Figuras 4,5,6,7,18,19,10,11 e 12):

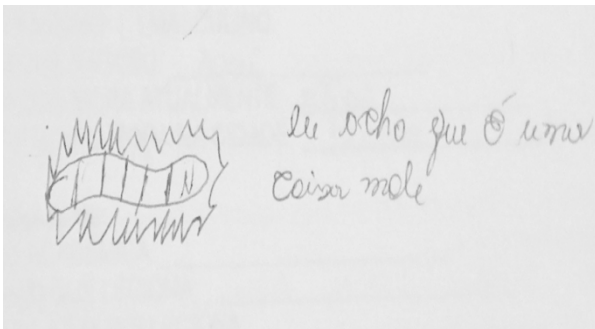


Figura 4: como se fosse uma minhoca;

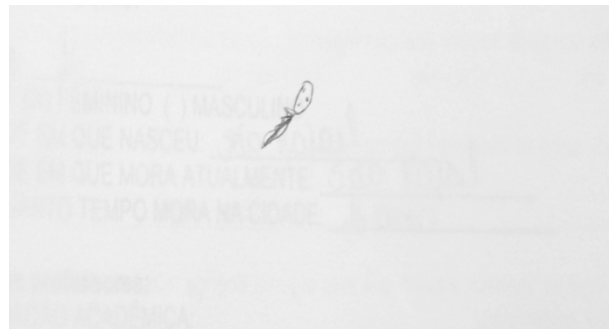


Figura 5: semelhante a um pequeno ser humano;



Figura 6: similar a um mosquito da dengue;

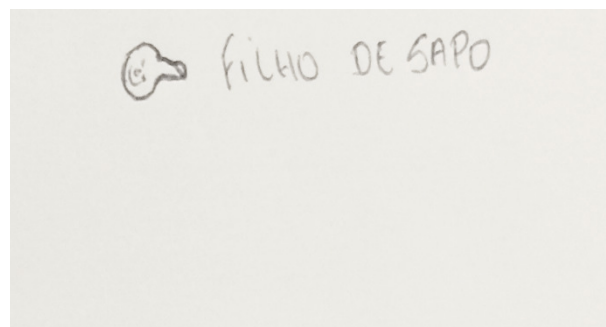


Figura 7: no formato de um girino;

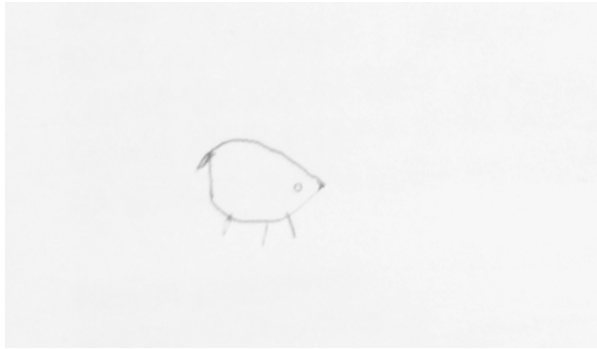


Figura 8: semelhante a um rato;

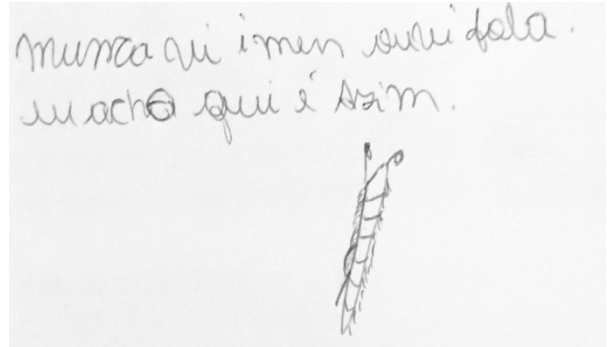


Figura 9: como larva borboleta;

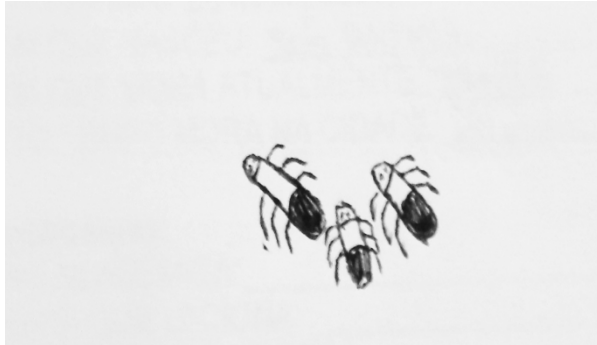


Figura 10: como se fossem insetos;

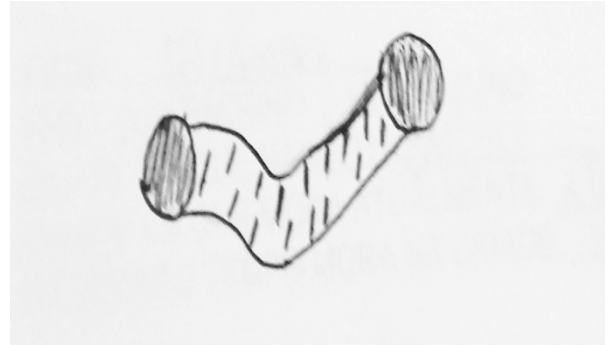


Figura 11: similar a uma borboleta;



Figura 12: na forma de uma medusa

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho referendam as discussões sobre concepções alternativas tratadas por Pozo, (1987). As concepções alternativas estão relacionadas com as experiências vividas por cada pessoa e geralmente não possuem influência relevante de fatores como gênero e idade (Trinidad-Velasco & Garritz, 2003). Nesta pesquisa não houve um padrão de desenhos baseado nesses dois aspectos, já que concepções similares se repetiram entre alunos de todas as idades, desde os mais novos (11 anos) até os mais velhos (29 anos). Os professores demonstraram muitas concepções semelhantes entre eles e também semelhantes às dos alunos, como demonstrado nas imagens abaixo:

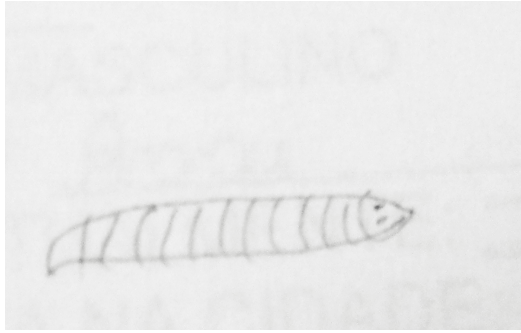


Imagem do aluno

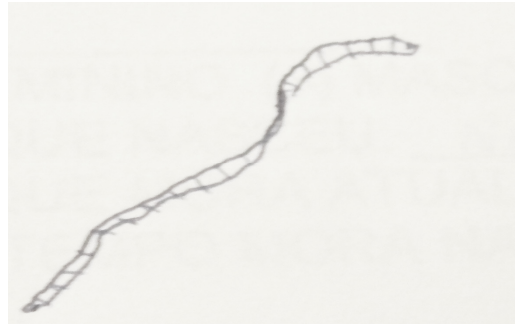


Imagem do professor

Uma parte significativa dos professores participantes possui formação acadêmica que não os capacitam para ensinar ciências e/ou biologia. Para Gobara & Garcia (2007), um dos pontos de defasagem no ensino é a falta de professor habilitado nas escolas. A maioria desses docentes possui somente o ensino médio com habilitação no magistério ou são formados em pedagogia, sendo, por isso, considerados polivalentes. Este fato deve estar relacionado ao elevado grau de concepções reveladas, uma vez que os professores polivalentes, para determinadas disciplinas, podem possuir uma prática pouco eficiente que decorre da falta de domínio dos conteúdos a serem ensinados (Curi, 2005).

Assim, as concepções apresentadas pelos professores, neste trabalho, podem ser oriundas dessa formação acadêmica incompatível com as disciplinas que eles ministram. Um agravante é que os conteúdos quando ministrados com equívocos são repassados de forma imprecisa para os alunos, o que remete ao fato de que as concepções alternativas dos alunos sejam, muitas vezes, reflexos das concepções dos professores (Aguilar 2007; Sanders 1993). Nesta pesquisa, a similaridade das concepções expressas nos desenhos de alunos e professores sugere essa condição. Essa aproximação entre as concepções sobre conceitos científicos de alunos e professores foram encontrados, da mesma forma, em trabalhos que objetivavam diagnosticar concepções alternativas em alunos e professores sobre conteúdos de ciências (Bahar, 2008). Para sanar essa situação é necessário que a formação inicial do professor de ciências utilize métodos eficientes de aprendizagem, que sejam capazes de transformar as suas próprias concepções, evitando assim que estas sejam transmitidas aos seus futuros alunos (Köse 2008, Barke et al, 2009).

No tocante aos alunos, e com base nos desenhos, a maioria deles demonstrou uma limitação ou mesmo nenhum conhecimento sobre os protozoários e as características das concepções espontâneas aqui encontradas são as mesmas de outros trabalhos. No presente estudo, a análise dos desenhos permitiu a observação de um elevado grau dessas concepções e até mesmo de erros conceituais e similarmente ao estudo feito por Karadon & Sahin (2010),

que objetivou levantar as concepções sobre microrganismos, a metade dos alunos não soube citar exemplos de protozoários. Jones & Rua (2006), em um trabalho que objetivava classificar as concepções de professores e alunos sobre o tema “microrganismos”, observaram que muitos alunos desenharam insetos, ao invés de bactérias ou protozoários, por exemplo, fato que também ocorreu no presente estudo. Provavelmente, essa situação se justifica a partir do entendimento que os alunos possuem de que os microrganismos/protozoários são “pequenos” e os insetos são os menores seres vivos que eles conseguem visualizar a olho nu. Além dos insetos, a questão da relação com o tamanho ficou bastante evidente nos desenhos do pequeno ser humano e do girino.

Ao desenharem os protozoários sugerindo um mosquito da dengue, os participantes desta pesquisa, possivelmente, percebem estes microrganismos como agentes unicamente veiculadores de doenças. A relação estabelecida do protozoário com o mosquito da dengue pode se dar, também, pelo tamanho pequeno do inseto mas, por outro lado, não podemos deixar de reconhecer que a dengue é uma doença bastante difundida em países tropicais como é o caso do Brasil. O governo brasileiro, por exemplo, investe consideravelmente em propagandas de prevenção, no sentido da população evitar “deixar água parada e limpar os vasos de plantas” (situações observadas no desenho da figura 3) fazendo com que seja uma enfermidade facilmente reconhecida por uma grande parcela da população.

Os protozoários, frequentemente, são vistos apenas como organismos causadores de doenças. No âmbito da educação básica, é dada pouca ênfase ao reconhecimento dos benefícios que esses seres possuem para outros organismos e para o meio ambiente. Essa situação não ocorre isoladamente com este grupo de organismos. De um modo geral, os microrganismos costumam ser vistos dessa forma. Em pesquisa feita por Karadon & Sahin (2010), os microrganismos foram percebidos, pelos alunos, como elementos relacionados à sujeira. Provavelmente, por esse motivo, os participantes desenharam um protozoário como se este fosse um rato (figura 5). Segundo Mafra & Lima (2007), essa conotação negativa sobre os microrganismos tem origem, ainda, na educação infantil e pode levar ao aparecimento de concepções alternativas sobre esse assunto, tornado-se um obstáculo da aprendizagem.

É comum os alunos terem contato com informações sobre os microrganismos desde cedo no âmbito informal, principalmente, através da mídia (Jones & Rua, 2006). Nas informações veiculadas, geralmente, os microrganismos estão ligados à doenças e a morte. Além de haver propagandas com ênfase nos produtos como antissépticos bucais ou sabonetes que tem por objetivo eliminar os micróbios do nosso organismo. Com os protozoários, especificamente, isso não é diferente, doenças causadas por protistas como a toxoplasmose, giardíase, amebíase, Doença de chagas, Leishmaniose e Malária são divulgadas

frequentemente, principalmente nos países tropicais onde a incidência delas são maiores. Os protozoários patogênicos, porém, formam um grupo minoritário, pois aqueles que não apresentam nenhum risco à saúde são a maioria, assim como os outros organismos. Por essas razões, é importante que os alunos, desde as séries iniciais tenham conhecimento da outra face dos microrganismos (Mafra & Lima, 2007): o reconhecimento da importância destes seres para a sua vida e para a vida de outros seres vivos, e a descoberta de algumas das suas atividades e papéis neste planeta.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.

Foi observado neste trabalho que o conhecimento sobre os protozoários de vida livre é, ainda, bastante limitado. Existem muitas concepções alternativas e, até mesmo, erros conceituais que circulam o tema e, estas, afetam tanto os alunos como seus professores de ciências e biologia. A má formação acadêmica e não específica para os professores de ciências e/ou biologia, provavelmente, é uma das causas para a presença tão evidente de concepções alternativas nos professores. Essa situação pode ser uma via para os alunos adquirirem ou não sanarem suas concepções prévias.

As concepções alternativas que, através dos desenhos, foram evidenciadas mostram uma relação direta de protozoários e doenças. Nenhum dos participantes ilustrou os protozoários de vida livre mostrando seus aspectos positivos.

Os resultados encontrados neste estudo e as reflexões feitas sobre ele levaram a que se propusesse a elaboração de um livro paradidático com ênfase sobre o grupo dos protozoários de vida livre para uso junto às populações de escolas públicas da região semiárida onde foi desenvolvido o trabalho. O livro está inserido no Projeto interdisciplinar: “*ciência e cultura em região semi-árida nordestina: produção e divulgação de materiais paradidáticos a partir de conhecimentos acumulados sobre o sertão potiguar*” que tem por objetivo capacitar educadores ou agentes de extensão da região semiárida que trabalham nas escolas de educação básica em comunidades do Semiárido Brasileiro, mais exatamente no Estado do Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, S.; Maturano, S.; Núñez, G. 2007. Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratório con estudiantes universitários. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 6, N°3, 691-713.
- ARAÚJO, M.F.F; COSTA, I.A.S. Comunidades microbianas em reservatório do semiárido brasileiro. **Oecologia Brasilienses**. 422-432.
- ARAÚJO, M.F.F.; GODINHO, M.J.L. 2008. Spatial and seasonal variations of planktonic protists (Mastigophora, Sarcodina and Ciliophora) in a river-lacustrine system in northeast Brazil. **Acta Limnol. Bras.**, vol. 20, no. 3, p. 235-244
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BAHAR, M.; OZEL, M.; PROKOP, P. USAK, M. 2008. Science Student Teachers' Ideas of the heart. **Journal of Baltic Science Education**, Vol. 7, No. 2,
- BARKE, H.D.; HAZARI, A.; YTBAREK, S. 2009. Students' Misconceptions and How to Overcome Them. **Misconceptions in Chemistry**, Springer.
- CARDAK, O. 2009. Science students' misconceptions about birds. **Scientific Research and Essay**. Vol. 4 (12) pp. 1518-1522.
- COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. 2001. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 18, n. 3; p. 263-277.
- CURI, E. A formação matemática de professores dos anos iniciais do ensino fundamental face às novas demandas brasileiras. 2005. **Revista Iberoamericana de Educación**. vol. 37, nº. 5,
- DIKMENLI, M.; ÇARDAK, O. 2004. A study on misconceptions in the 9th grade high school biology textbooks. **Eurasian Journal of Educational Research**, 17, 130-141.
- DIKMENLI, M.; ÇARDAK, O.; ÖZTAS F. 2009. Conceptual Problems in Biology-Related Topics in Primary Science and Technology Textbooks in Turkey. **International Journal of Environmental & Science Education** Vol. 4, No. 4, 429-440.
- ERDOĞAN, M.; ERENTAY, N.; MARTHA B.; NECHITA A. 2008. Students' Awareness of Endangered Species and Threatened Environments: A comparative case-study. **International Journal on Hands-on Science**.
- GOBARA, S.T.; GARCIA, JRB. 2007. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 4, p. 519-525,
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saúde Escolar**. Rio de Janeiro: IBGE; 2009.
- JONES, M.G.; RUA, M. J. 2004. Conceptions of Germs: Expert to Novice Understandings of Microorganisms. **Electronic Journal of Science Education**, Vol. 9, No. 1.

KARADON H.D.; ŞAHİN, N. 2010. Primary school students' basic knowledge, opinions and risk perceptions about microorganisms. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. v 2, n 2, Pag. 4398-4401

KÖSE, S. 2008. Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. **World Applied Sciences Journal**. 3 (2): 283-293

MAFRA, P.; LIMA, N. 2007. O PAPEL DOS MICRORGANISMOS NO CURRÍCULO E MANUAIS DO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO. **Universidade do Minho**, Braga.

MOREIRA, M.A. 1997. Modelos mentais *Investigações em ensino de ciências*, 3, 1-39.

PELLIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.; DOROCINSKI, S.I. 2002. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42.

POZO, J.I.1987. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. ed. visor nº 38, 1987 , págs. 109-114.

PROKOP, P.; FANĚOVIĚOVÁ, J. 2006. Students' ideas about The human body: do they really draw what they know? **Journal of Baltic Science Education**. No. 2, V.10.

REISS, M. J.; TUNNICLIFFE, S. D. 2001. Students' Understandings of Human Organs and Organ Systems. **Research in Science Education**. 31: 383–399.

REISS, M. J.; TUNNICLIFFE, S. D.; ANDERSEN, A. M.; BARTOSZECK, A.; CARVALHO, G. S.; CHEN, S. Y.; JARMAN, R.; JÓNSSON, S.; MANOKORE, V.; MARCHENKO, N.; MULEMWA, J.; NOVIKOVA, T.; OTUKA, J.; TEPPA, S., & ROOY, W. V. 2002. An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. **Journal of Biological Education**, 36, 58-64.

SABINO, C.V.S; LOBATO, W.; COUTINHO, F.A; ATAIDE, A.C.Z.; BUENO, A.P. 2009. Concepções de futuros professores sobre águas subterrâneas. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v.11, n.2.

Sherr EB, Sherr BF. (1994). Bacterivory and herbivory: key roles of phagotrophic protists in pelagic food webs. **Microb Ecol** 28: 223–235.

TRINIDAD-VELASCO, R; ANDONI GARRITZ A.2003. Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la matéria. **Investigación educativa - Educación Química**. 14[2].

YIP, D.Y. 1998. Teacher's misconceptions of the circulatory system. **Journal of Biological Education**. v.32. n.3.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em linhas gerais, o presente trabalho buscou pesquisar a biodiversidade representada pelos protozoários de vida livre, de pontos específicos da Barragem Engº. Armando Ribeiro Gonçalves, bem como suas possíveis extensões no âmbito social e ambiental. Para isso foi preciso fazer um levantamento da comunidade de protozoários de vida livre desse local, visto que poucas informações a respeito desses organismos existem no estado do Rio Grande do Norte. Segundo Primack (2001), a taxonomia e ecologia são um dos pilares da Biologia da Conservação e esta é um dos pressupostos da sustentabilidade.

A qualidade da água está intrinsecamente relacionada com as questões da biodiversidade, já que existe um ciclo dinâmico e totalmente interligado que faz as interferências antrópicas nos ecossistemas aquáticos refletirem na biodiversidade e vice e versa. Os resultados dessas interferências refletem na qualidade da água que, por sua vez, refletem na qualidade de vida das pessoas que fazem uso dessa água. Para Leff (2009), a qualidade dos recursos naturais está relacionada com a qualidade de vida das pessoas que fazem uso desse recurso. Portanto, houve a necessidade de aferir as concepções de uma parcela da comunidade que estão envolvidas diretamente com a Barragem em questão.

Por fim, foram feitas pesquisas sobre, especificamente, as concepções e conhecimento dos protozoários de vida livre, com professores e alunos de escolas próximas à Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Partindo do pressuposto que esses não são conhecidos por professores e alunos ou, ainda, são vistos de forma negativa, por acharem que eles são somente parasitas quando na verdade são essenciais para o bom funcionamento do ambiente aquático. Nesse ponto observa-se a necessidade dos alunos reconhecerem a biodiversidade, riqueza de espécies e importância destas nos reservatórios de suas cidades com o intuito de gerar um conhecimento e a partir deste, uma consciência de preservação. Tendo em vista essa situação, fez-se necessário planejar oficinas e palestras de educação ambiental e divulgação científica nas escolas onde foram feitos os questionários além da preparação de um livro paradidático para auxiliar na formação de professores e alunos.

ANEXOS

Anexo 1

Instructions for authors

Manuscripts submitted to the Pan-American Journal of Aquatic Sciences must be original, not published before (except in the form of an abstract, or as part of a published lecture, or thesis), not under consideration for publication elsewhere and approved by all authors as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work has been carried out prior to submission. **Our Journal will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.**

Authors are also responsible for obtaining the consent of their co-authors in order to include their names in the publication. Only the authors will be responsible for any disagreement arising after their article is published online at Pan-American Journal of Aquatic Sciences' site. Once published, no request from any co-author to delete his/her name from the publication, or any sort of modification in the publication's content will be accepted. In order to avoid authorship issues, please state in the cover letter that all co-authors agreed with its content and submission to our Journal, and that everyone meriting authorship have been so named.

Following submission, the manuscript will be pre-reviewed by the Editors and/or one of our Permanent Advisors (in the area of the manuscript). If pre-approved, it will be forwarded to three Reviewers according to the scope and specific area. Anonymity for both authors and reviewers will be preserved.

Acceptance will be based on the quality of the science, the appropriateness of the manuscript for our Journal and the quality of the English grammar. Authors whose mother tongue is not English **must** have their texts revised by a professional translator or an English native speaker colleague. Each manuscript must stand on its own merits and be a substantial contribution to the field.

Original manuscripts must be electronically submitted in a document attached to a formally sent e-mail to the Editors. Text in "ODT", "SXW", "DOC" or "RTF" file formats are preferred (not "DOCX"). Authors are asked to use A4 page size with 2 cm margins, Times New Roman 11 font and 1.5 lines as paragraph spacing. Figures may have high quality to allow electronic ("PDF") viewing with enough details. During the publication process, authors might be asked to change some formatting or submit equations, tables or pictures separately, if necessary.

Submitted files must not exceed 2 MB in total to allow e-mailing. If high quality images are to be included in the article and that excessively increases the size of the file, authors may send them separately to the Editors who will create a draft version of fair quality to be sent to the Reviewers. However, we strongly recommend sending the complete manuscript in a single file, with Figures and Tables inserted in the correct place. Please, be aware that simply pasting figures in some text editors will create unnecessarily large files. Paste them properly to avoid this (using the "paste special" utilities). Full quality pictures will be included, though, in the article when editing the final (corrected) version.

Manuscripts not formatted according to these Instructions for Authors will be immediately returned to the authors. Please, see one of our published articles or contact the Editors to eliminate any doubts.

Submit, along with the manuscript, the names and e-mail addresses of 3 potential Reviewers who must not belong to the same institution and may have no recent collaboration links with the authors. All manuscript must be sent by e-mail to the following electronic address: panamjas (at) gmail.com.

Manuscripts arrangement:

Authors are responsible for the content of submitted manuscripts, which have to be written in English. Non-English speakers must submit the manuscript to a native speaker or professional translator prior submission to Pan-American Journal of Aquatic Sciences.

Sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be italicized (not underlined) and not abbreviated in legends of Figures and Tables.

1) Research articles:

Title: concise and informative. The higher *taxa* containing the *taxa* dealt with in the paper should be indicated in parentheses: e.g. A taxonomic revision of the genus *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Arynchobatidae).

Running headline: a short running headline of no more than 45 characters (including spaces) must be also provided.

Author(s): first names, middle names/initials, last names; postal addresses and e-mail addresses (Telephone/Fax number is not required). When authors belong to different institutions, an Arabic superscript number must be added and their addresses detailed below. Only the e-mail of the corresponding author must be indicated immediately after the postal address as in "... Rio de Janeiro, Brazil. E-mail: author@webmail.org". Do not add all authors' e-mails. Also, information on the professional or academic status (professor, PhD., student, trainee, etc.) must be avoided.

Abstract plus one Resumen (Spanish) or **Resumo** (Portuguese): It must concisely outline the scope of the manuscript (no more than 200 words for Research articles or three lines for Scientific notes), informing the main findings and conclusions without methodologies or discussions. Any new names or new combinations proposed in the paper should be mentioned. The second language abstract must include the title of the article in the corresponding language.

Key Words: up to five, that do not appear in the title, in English and in the language of the second abstract. Do not insert a full stop after the last key word.

Following sections should include: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments* (optional and brief) and References (please, see format below), as usual. Sections names must appear in low case and bold font and centered. Sub-section titles must appear also in low case and bold font aligned to the left.

*Acknowledgments: identify individuals by first initial and full surname (do not list professional titles), and institutions. Author may include collecting permits acknowledgments and any additional information concerning research grants, etc. If used, voucher-specimens must be identified with catalog number and name of the institution.

Tables: Should be numbered consecutively in Roman numerals and embedded in the manuscript as text, not pasted as a figure. If sent in a separate file (ex. in a spreadsheet file) consider that either the length or the width must fit an A4 page with 2 cm margins. Avoid abbreviations, except in the case of units. Each table must have its own title on the top, formatted in Times New Roman 10 font. In the text, tables should be referred as Table I, Tables II and III, Tables II-V, etc. The font in the tables as well as inside the figures must be Times New Roman, as for the text.

Figures: all figures must be embedded in the text. Please choose high resolution pictures. Prefer figures with the following extensions: jpg, tiff, png, bmp, gif. Other formats may be accepted after consulting the Editorial Board. Please, try not to exceed 1 MB per file in the initial submission. High quality color or black and white photographs, or computer-generated figures (e.g. maps) are acceptable. After the article's acceptance authors may be asked to send original, higher resolution figures. Figures should be referred to in the text as Figure 1, Figures 1 and 2, Figures 1-4, Figure 2a, (Fig. 1), (Fig. 1a), (Figs. 1-4), (Figs. 1a-1d), etc. Always use bar scales to indicate the size of photographed items. The legends must be concise but informative, formatted in Times New Roman 10 font. The species name must not be abbreviated in the legends.

Formulas: may be written in a single line even if they require special fonts (Symbol, Courier New or Wingdings), or may be part of the text. Ex: H_2O , $y=a+x^b$, etc. We recommend the use of an appropriate equation editor for better results.

Citations: Author citations in the text must follow the pattern: Garcia *et al.* (2004) or (Garcia *et al.* 2004), (Loebmann & Vieira 2006), Velasco *et al.* (2007), Oddone (2005). When referring to several publications in a row they must be cited in chronological order; e.g. (Bertalanffy 1938, Kinas 2000, Christensen & Walters 2004). Two or more publications by the same author must be cited as (Walters 2003, 2007) or (Bakun 2009a,b). Personal communication of unpublished data must be accompanied by the person's full name and professional address as a foot note.

References: see format examples below (please note spaces, bold, italic, commas and full stop usage). Grey literature must be avoided (e.g. symposium abstracts, unpublished institutional reports and monographs). If included (for example, being the cited reference the only publication of a particular subject), these must include the full name of the institution, along with its city and country. See examples below.

Note that a space must be added between authors (and eventually editors) initials, as follows: Compagno, L. J. V. instead of Compagno, L.J.V. Moreover, authors' initials must always follow the surname and not the opposite, for instance: Compagno, L. J. V & Vooren, C. M. instead of Compagno, L. J. V. & C. M. Vooren.

ANEXO 2

Normas de publicação

Estrutura do documento

Tipos de documentos aceitos

Os artigos podem ser submetidos em um dos seguintes formatos: DOC (Word 2003-), DOCX (Word 2007), RTF, ou ODT (OpenOffice)

Extensão do texto

A extensão do trabalho deverá ser de no **máximo 5000 palavras**.

Nome do arquivo

O nome do arquivo de envio deve conter parte do título, sem acentos ou caracteres especiais.

Folha-de-rosto

A primeira página do documento deve conter uma “folha-de-rosto” contendo as seguintes informações: título; autores; instituição; e-mail para contato.

Conteúdo

A organização do trabalho deve respeitar a seqüência abaixo

- Título;
- Informações sobre os autores: título acadêmico; nome; referência profissional; endereços para correspondência, telefones, fax e e-mail;
- Resumo;
- Texto completo;
- Referências bibliográficas.

Formatação

Texto

A revista possui certa flexibilidade quanto à formatação do texto. Porém, a formatação deve ser consistente, ou seja, o padrão de formatação adotado para cada elemento do texto (título de seção, corpo, legenda de figura etc) deve ser mantido em todo o documento. O padrão de formatação inclui:

- estilos de letras (efeito, tamanho etc);
- estilos de parágrafos (alinhamento, espaçamento entre linhas, recuo, espaço antes e depois etc)

Para o corpo principal do texto, utilizar *font Arial*, tamanho **12**.

Para o corpo principal do texto, utilizar **espaçamento de parágrafo simples**.

Figuras

Figuras devem ser geradas, salvas como imagem, e depois inseridas no documento principal. Imagens devem ser geradas no tamanho que proporcione a clareza desejada quando visualizadas em escala (zoom) 100%, porém, larguras devem ser no máximo 960 pixels.

Não é permitido o uso de caixas de texto, molduras, objetos de desenho (retângulos, setas etc) ou qualquer outro recurso de desenho. Não é permitido inserir qualquer objeto no documento (por exemplo, gráficos do Excel), exceção feita a equações. Para gerar figuras contendo anotações, diagramas etc, utilize um programa externo (por exemplo, (Photoshop), Powerpoint) e salve a figura como imagem.

Cada figura deve ser mencionada pelo menos uma vez no texto. Figuras devem ter uma legenda abaixo, explicando a figura detalhadamente, sem que o leitor tenha que remeter ao texto principal para entender pontos-chave das figuras.

Referências bibliográficas

A revista é flexível quanto às normas para referências bibliográficas a serem adotadas pelos autores. Porém, o padrão adotado deve ser claro e mantido ao longo do texto. No entanto, recomenda-se adoção das normas ABNT.

ANEXO 3

Article Categories

Journal of Biological Education articles may fall into one of the following categories;

Research reports may cover any aspect of biological education practice. Their importance should be introduced against the background of a critical review of the relevant literature. The methods and results should be described, along with both conclusions and implications for future research and teaching practice. Research reports form the main section of the journal's content and should not exceed 5,000 words in length.

Reviews aim to provide a link between research findings and their application to the teaching situation. They provide teachers with up to date information on key areas

Case studies should be supported by preliminary data which is of insufficient breadth to support a full paper, but is novel enough to warrant rapid publication. While these may be speculative in nature, the arguments must be clearly focused and their relationship to a given educational setting should be emphasised. Case studies can also describe a novel teaching/learning aid or method that can be related to the curriculum, and implemented in a classroom environment. Emphasis should be on the nature of the practice, with a clear description of the implementation procedure, and an evaluation of its success. The exercise described should have been trialled within an educational setting. These papers should be 2,500 - 3,000 words in length.

Practical Papers should clearly describe a laboratory or classroom-based exercise or fieldwork of relevance to the biological curriculum. These papers should be limited to 3,000 words.

To view further information regarding the different article categories, including composition information, please click [here](#).

Article Submission

Manuscripts should be submitted online at the *Journal of Biological Education ScholarOne Manuscripts site*. New users should first create an account. Once a user is logged onto the site submissions should be made via the Author Centre.

Authors should prepare and upload two versions of their manuscript. One should be a complete text, while in the second all document information identifying the author should be removed from files to allow them to be sent anonymously to referees.

Papers submitted to *Journal of Biological Education* should be a maximum of 5,000 words in length (inclusive of tables, figures and references). Only in exceptional circumstances will articles of a greater length be considered. Case Studies and Practical Papers should be considerably shorter than this upper word limit.

Manuscripts should be typed, double spaced with ample margins. All submissions must bear the title of the contribution, a running head of no more than 50 characters (including spaces), a cover page containing all (co-)author information, up to five topic relevant keywords, and an abstract of up to 200 words. Abstracts should be accurate summaries including the rationale for the article, methods employed (if relevant) and conclusions drawn. Further information regarding abstracts for different article types can be found [here](#). All pages should be numbered and footnotes to the text should be avoided. Sponsorship of research reported (e.g. by research councils, government departments and agencies, etc.) should be declared upon submission.

To allow for anonymous refereeing, all submissions must be properly formatted. Authors' names and institutions must be typed on a separate cover page and submitted with the manuscript, and self references should be anonymised. The full postal and email address of the author who will check proofs and receive correspondence and offprints should be indicated on this separate page.

Units, Symbols and Nomenclature

The International System of Units (SI) must be used throughout, and all symbols should be defined. Acronyms and abbreviations should be kept to a minimum and, where used, must be spelt out in full on first usage. Nomenclature should follow *Biological Nomenclature*, published by and available from the Society of Biology. Organisms at all levels should be followed by their Latin names in full on the first occurrence (e.g. *Homo sapiens*) and thereafter the genus name may be shortened (e.g. *H. sapiens*). For chemical nomenclature, the rules of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) should be followed. If desired, the common current name may be included in parentheses after the recommended name.

Tables, Figures and Illustrations

Tables should be provided on separate pages, one table per page, and not included in the actual text. Each table must be numbered with Roman numerals and should bear a title. Figures should also be numbered clearly, using Arabic numbers. Figure legends should be listed on a separate page at the end of the manuscript file. The approximate position of all tables and figures should be indicated in the typescript.

All figures, charts, graphs and drawings must be of a high professional standard and supplied in finished form. Figures will not normally be redrawn by the publisher.

As an author, you are required to secure permission if you want to reproduce any figure, table, or extract from the text of another source. This applies to direct reproduction as well as "derivative reproduction" (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source). For further information and FAQs, please see <http://journalauthors.tandf.co.uk/preparation/permission.asp>.

References

References in the text should be given as follows;

For a paper; (Wratten and Hodge, 1999)

For a book; (Clegg and Mackean, 1994)

For a book chapter; (Endler, 1991)

Papers with three or more authors should be cited as *Brown et al*, 1995. When an author has published two or more papers in one year, the references should be distinguished by referring to Brown (1995a) and Brown (1995b), etc. Where more than one reference is given at the same point in the text, they should be listed chronologically. References at the end of the paper should be listed alphabetically in the following format:

Clegg C L and Mackean D G (1994) *Advanced biology: principles and applications*. London, UK: John Murray.

Endler J A (1991) Interactions between predators and prey. In: *Behavioural ecology*, eds Krebs J R and Davies N B pp 169-196. Oxford, UK: Blackwells.

Wratten S D and Hodge S (1999) The use and value of prior knowledge assessments in ecology curriculum design. *Journal of Biological Education*. 33(4) 201-203.

The author(s) is responsible for the accuracy of references. The ampersand (&) symbol should not be used. There should be a separate section for references to electronic/web-based resources that includes the web name, web address, and date of access.

ANEXO 4



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE BIOCÊNCIAS**

Caros professores e alunos,

Vimos, respeitosamente, solicitar a sua participação na pesquisa que estamos realizando com tema: **“protozoários de vida livre em ambientes aquáticos do RN: ocorrência, caracterização e importância para a educação básica”**, por meio da orientação da Professora Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo. O estudo tem como objetivo principal a investigação do conhecimento sobre protozoários de vida livre de ambientes aquáticos e percepção da qualidade da água em regiões na rede pública de municípios da região do semiárido do Rio Grande do Norte. Gostaríamos de pedir a sua colaboração ao preencher o presente questionário, que será utilizado somente para fins acadêmicos. Sua identificação é necessária apenas para o termo de consentimento abaixo; seu nome não será usado em momento algum durante o desenvolvimento do projeto.

Gratos pela sua participação,

Prof^a Dr^a Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo
Responsável pela pesquisa

Maria Luisa Quinino de Medeiros (luisa_rn77@hotmail.com)
Aluna da Pós-Graduação Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFRN

Eu, _____ dou consentimento à utilização dos dados aqui informados estritamente para fins de pesquisa acadêmica.

DADOS PESSOAIS:

IDADE: _____
SEXO: () FEMININO () MASCULINO
CIDADE EM QUE NASCEU: _____
CIDADE EM QUE MORA ATUALMENTE: _____
HÁ QUANTO TEMPO MORA NA CIDADE: _____

Para os professores:

FORMAÇÃO ACADÊMICA: _____
DISCIPLINA(S) QUE LECIONA: _____
SÉRIES PARA AS QUAIS LECIONA: _____
HÁ QUANTO TEMPO EXERCE A PROFISSÃO: _____

Para os alunos:

SÉRIE OU CURSO: _____
PERÍODO QUE ESTÁ CURSANDO: _____

QUESTIONÁRIO

1- A água do açude da sua cidade é utilizada para (Pode marcar mais de uma opção):
 consumo humano lazer e turismo pesca despejo de esgotos
 Outros: _____

2- Já ouviu falar em cianobactérias?
 sim não não lembro

3- Já ouviu falar em eutrofização?
 sim não não lembro

4- Quando a água do açude está esverdeada, podemos consumi-la?
 sim não não sei

5- Toma ou já tomou banho no açude ou rio da sua cidade?
 sim não não lembro

6- Utiliza a água do açude de sua cidade para beber?
 sim não

7- Você acha que produz lixo ou esgoto?
 sim não não sei nunca pensei nisso

8. Acha que você contribui com a contaminação da água do açude ou rio de sua cidade?
 sim não não sei nunca pensei nisso

9- Se você tomar banho no açude ou rio de sua cidade, acha que pode adquirir uma doença?
 sim não não sei

Poderia citar exemplos, em caso positivo? _____

10-Acha que pode adquirir doenças **ingerindo** águas contaminadas por lixo/esgoto?
 sim não não sei

Se sim, quais as doenças? Exemplifique:

11- Já teve ou conhece alguém que teve alguma doença relacionada com o consumo de água contaminada
a) sim b) não c) não sei d) quais: _____

12- Quais dos organismos a seguir você acha que existem no açude de sua cidade?
 protozoários bactérias algas todos esses nenhum desses não sei

13-Já ouvi falar a palavra "protozoário"?
 sim não não lembro

14- Saberá dizer onde vivem os protozoários?
Não Sim
 água solo dentro de outros animais em todos esses lugares

15-Todos os protozoários causam doença?
 sim não não sei

16-Acha que há protozoários na água do açude da sua cidade?
 sim não não sei

17- Em caso de achar que existem Protozoários no açude de sua cidade, isso quer dizer que a água é de má qualidade?

sim não depende do protozoário não sei

18-Podemos ver os protozoários a olho nu?

sim não não sei

19- Você já reparou, em livros de biologia ou de ciências, se havia algum exemplo de protozoário que não causa doença?

sim não não lembro

20-O que são amebas?

protozoários bactérias outra coisa não sei

21-Amebas causam doença?

sim não algumas não sei

22-Já ouviu falar em protozoários ciliados, flagelados e heliozoários?

sim não não lembro