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

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO ITANS (CAICÓ – RN).

ALINE DE SOUZA AMORIM

2010
Natal – RN
Brasil

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Aline de Souza Amorim

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO ITANS (CAICÓ – RN).

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**

2010

Natal – RN

Brasil

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

Amorim, Aline de Souza.
Sustentabilidade ambiental e qualidade da água do reservatório Itans (Caicó-RN) / Aline de Souza Amorim. – Natal, RN, 2010

88 f. : Il.

Orientadora: Prof. Dr. 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. Sustentabilidade ambiental – Dissertação. 2. Qualidade hídrica – Dissertação. 3. Semi-árido brasileiro – Dissertação. I. Araújo, Magnólia Fernandes Florêncio de.. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE-CB CDU 504

ALINE DE SOUZA AMORIM

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:

_____

Profa. Dra. Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

_____

Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva
Universidade Federal da Paraíba (PRODEMA/UFPB)

_____

Prof. Dr. Daniel Durante Pereira Alves
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

AGRADECIMENTOS

Quero neste momento agradecer àqueles que contribuíram ou incentivaram direta ou indiretamente a minha vida acadêmica, por conseguinte a conclusão deste trabalho científico, em especial a todos os professores e funcionários do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da UFRN.

Agradeço imensamente a Deus, que sempre me guiou pelos melhores caminhos e nunca me deixou sozinha.

Aos meus pais, Joselias e Lucy, por me proporcionarem a condição de estudar e buscar um futuro melhor, e pelo amor com o qual eles criam a mim e meus irmãos.

Aos meus irmãos André, Alane e Átila.

À minha orientadora e amiga Magnólia de Araújo por sua atenção e paciência na construção desse trabalho.

À Capes pelo apoio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de laboratório: Cirleide, Mariana, Luisa, Luiz, Viviane, Ana Carla e Lined'la por terem ajudado a fazer um trabalho prazeroso e com o divertimento necessário.

Ao meu marido Samir que me acompanha em todos os momentos de alegria e sucesso da minha vida.

E mais uma vez a Deus por ter me dado o presente mais lindo que eu poderia ter ganhado durante o mestrado, meu filho DAVI, que faz meus dias mais alegres com cada sorriso que recebo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 01
FIGURA 1 02
FIGURA 2 04
REFERÊNCIAS 07

CAPÍTULO 1. USO DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO DE UM MUNICÍPIO LOCALIZADO EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO 08
RESUMO 09
ABSTRACT 10
INTRODUÇÃO 11
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13
METODOLOGIA 16
RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
CONSIDERAÇÕES FINAIS 28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 29
QUADRO 1 17-18
QUADRO 2 18-19
QUADRO 3 19
QUADRO 4 19
TABELA 1 19-20
TABELA 2 20-21
TABELA 3 21
TABELA 4 21-22
TABELA 5 23
TABELA 6 24-25
TABELA 7 26
TABELA 8 26
FIGURA 1 22
FIGURA 2 27

CAPÍTULO 2. DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DE NANOFLAGELADOS E DO BACTERIOPLÂNCTON E RELAÇÕES COM FATORES AMBIENTAIS EM UM RESERVATÓRIO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO 32
RESUMO 33
ABSTRACT 33
INTRODUÇÃO 34
MATERIAIS E MÉTODOS 35
RESULTADOS 38
DISCUSSÃO 40
CONCLUSÃO 43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 44
TABELA 1 37
TABELA 2 38
FIGURA 1 35
FIGURA 2 38

FIGURA 3 39
FIGURA 4 39
FIGURA 5 39
FIGURA 6 40

CAPÍTULO 3. IMPRESSÕES DE PROFESSORES SOBRE O USO DE JOGOS PARA TRATAR O TEMA "ÁGUA E SAÚDE" EM UMA REGIÃO SEMI-ÁRIDA 49
RESUMO 50
ABSTRACT 50
INTRODUÇÃO 51
PERCURSO METODOLOGÍCO 54
RESULTADOS E DISCUSSÃO 57
CONSIDERAÇÕES FINAIS 63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63
FIGURA 1 55
FIGURA 2 59
FIGURA 3 59
FIGURA 4 60
FIGURA 5 62

INTRODUÇÃO

A situação da região semi-árida brasileira, assim como a das demais regiões do planeta, tende a se agravar com o aquecimento global e com o desenvolvimento dela, e isso acarretará reflexos imediatos sobre a disponibilidade e a qualidade hídrica. A escassez de água e a má distribuição pluviométrica no semi-árido nordestino frequentemente foram os responsáveis pela dificuldade de alcançar o desenvolvimento sustentável na região (FALCÃO, 2005).

Atualmente as atividades urbanas em expansão no semi-árido norterriograndense, como as indústrias artesanais, de cerâmica, de bonés e de tecelagem e de calçados, vêm modificando a realidade local. Sabe-se que muitas dessas atividades econômicas contribuem para a degradação ambiental da área, pois elas estão diretamente ligadas ao desmatamento, à agropecuária extensiva, à retirada de lenha para consumo doméstico e industrial, às atividades de mineração, às queimadas, ao uso de agrotóxicos e fertilizantes e, principalmente, à ausência de práticas de manejo e conservação do solo e dos corpos d'água (MORAIS, 1999 apud BEAUGRAND, 2009).

A fim de evitar maiores prejuízos é preciso pensar no semi-árido no seu contexto global e segundo as características que lhes são próprias e únicas e isso exige, também, um esforço educacional inovador (MALVEZZI, 2007). Os currículos escolares devem abranger os principais problemas da região e a metodologia das práticas educativas deve levar em consideração a cultura local. Um processo educativo que visa a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o semi-árido tornará possível a transformação social e com isso haverá uma preocupação maior em preservar, gerenciar e valorizar a água como um direito essencial da vida e da cidadania visando a convivência com o semi-árido (FEBRABAN, 2009).

A região semi-árida brasileira (Figura 1) é caracterizada pelo clima seco e quente, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos com ocorrência de vegetação do tipo xerófila, resistente a longos períodos de estiagem (SILVA, 2007; INSA, 2008).

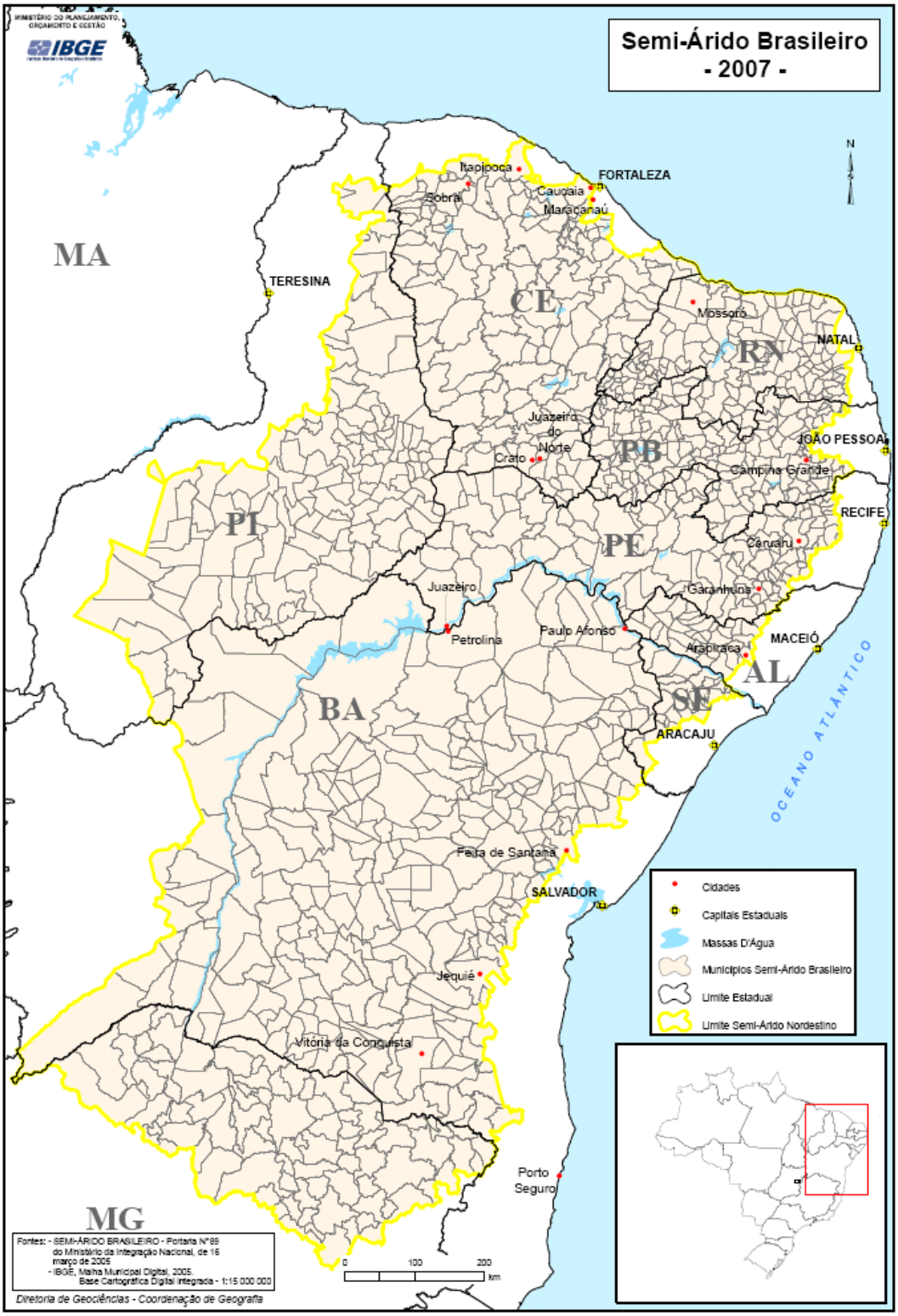

Figura 1: Mapa do semi-árido brasileiro. **Fonte:** IBGE.

O subsolo é formado em 70% por rochas cristalinas, rasas, o que dificulta a formação e mananciais perenes e a potabilidade da água, normalmente salinizada. Por isso

a captação da água de chuva é uma das formas mais simples, viáveis e baratas para se viver bem na região (MALVEZZI, 2007).

O prolongado período seco anual, caracterizado tanto pela ausência e escassez quanto pela alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, eleva a temperatura local caracterizando a aridez sazonal (SILVA, 2007). A deficiência hídrica da região ocorre porque a precipitação nela é menor do que a evaporação, ou seja, as chuvas ocorrem, porém são mal distribuídas. Esse fenômeno, onde a evaporação, causada pela insolação e os ventos, é maior do que a precipitação, é conhecido como evapotranspiração.

No Semi-Árido brasileiro, a evapotranspiração é de 3.000 mm/ano, bem maior do que a precipitação, que fica em torno de 400-800 mm/ano. Logo, a forma como a água da chuva é armazenada é fundamental para aproveitá-la (SILVA, 2007; INSA, 2008).

O Semi-Árido Brasileiro se estende por uma área que abrange a maior parte dos estados da região nordeste (86,48%), a região setentrional do estado de Minas Gerais (11,01%) e o norte do Espírito Santo (2,51%), ocupando uma área total de 974.752 Km^2 (ASA, 2009).

O Rio Grande do Norte apresenta grande parte do seu território inserida na região semi-árida brasileira. O semi-árido norterriograndense, também conhecido como Seridó, apresenta aspectos físico-climáticos bastante específicos: o clima é muito quente, com uma média pluviométrica de 550 mm/ano, caracterizado por um regimento de escassez e desigual distribuição de chuvas, mas com uma insolação média de 3.000 horas de luz solar por ano aliada a temperaturas médias sempre superiores a 22°C. A vegetação predominante é baixa, seus solos são em grande parte pedregosos, caracterizados por escassa profundidade e bastante sensíveis à erosão (EMPARN, 2009).

Localizada no semi-árido potiguar a Bacia Hidrográfica Piranhas-Assu (Figura 2) é de grande importância econômica para o estado do Rio Grande do Norte, ocupando uma superfície de 17.498,5 km^2, que corresponde a cerca de 30% do território estadual e contribui com 79% do total de água acumulado no estado do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2008). Rios importantes como o Rio Piranhas-Assu e Seridó dentre outros, fazem parte desta importante bacia hidrográfica pública com capacidade de acumulação de 2.988.369.372 m^3 que, só no estado do Rio Grande do Norte, possui cerca de dezessete reservatórios.

O principal rio da bacia é o rio Piranhas-Assu, de domínio federal, uma vez que nasce no município de Bonito de Santa Fé, no Estado da Paraíba, e segue seu curso natural

pelo Estado do Rio Grande do Norte, desaguando no Oceano Atlântico, na Costa Potiguar. Trata-se de uma importante bacia para os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, pois é nela que estão localizados os principais reservatórios dos dois estados, representando importância estratégica o desenvolvimento sócio-econômico destes Estados (AESA, 2009).

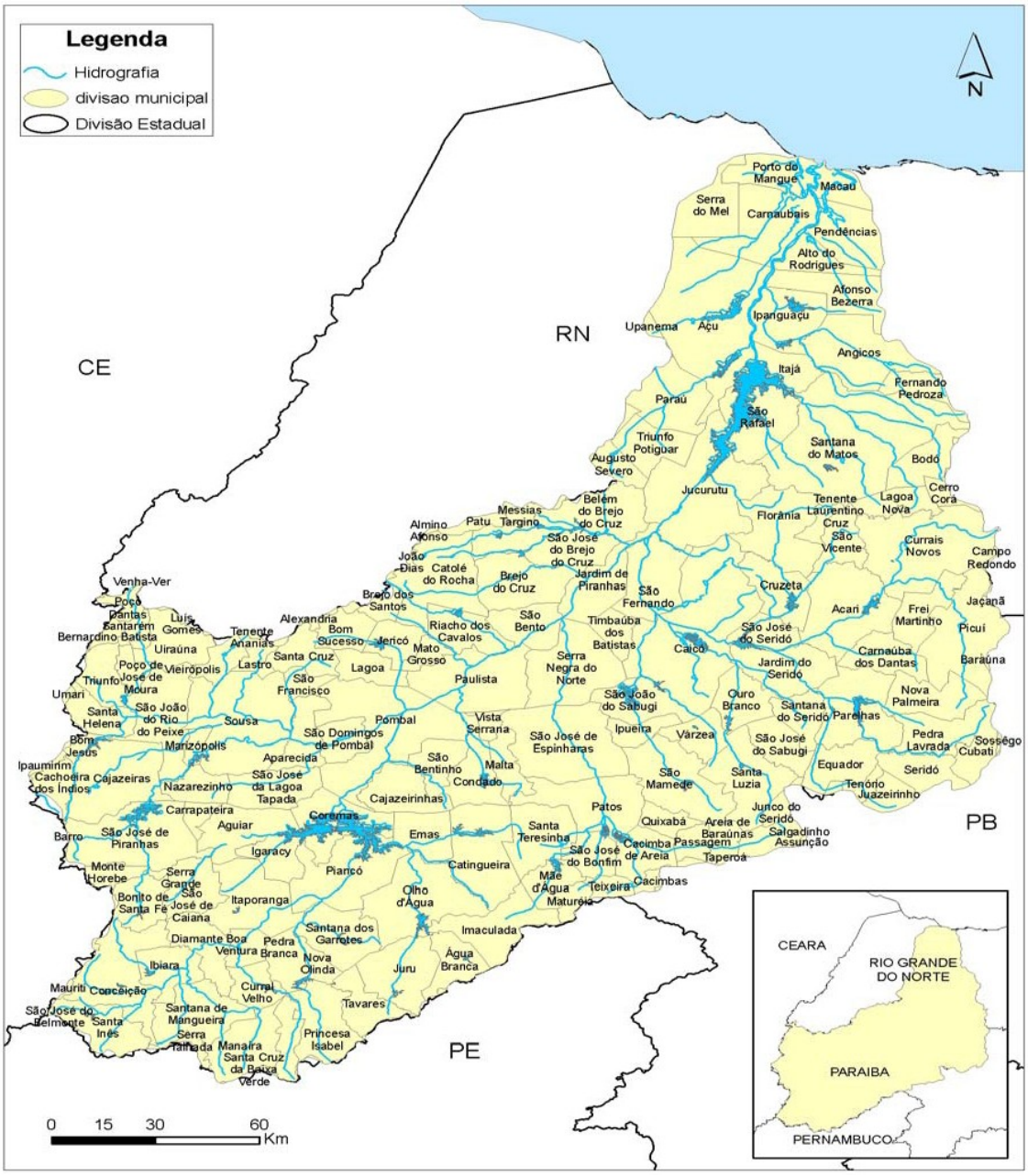

Figura 2 – Mapa da Bacia do Rio Piranhas-Assu. **Fonte:** AESA – PB.

O reservatório Itans, localizado a 4 km a sudeste da cidade de Caicó/RN, foi construído na década de 30 pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca)

através do barramento do rio Barra Nova, tributário da bacia hidrográfica Piranhas-Assu, com a finalidade de abastecer a cidade de Caicó. Sua capacidade inicial era de 81.000.000m^3 de água, mas ela vem diminuindo em conseqüência do constante assoreamento a que está submetido, chegando hoje à aproximadamente 75.000.000 m^3 de água (SEMARH, 2008).

O clima quente e seco da região semi-árida, onde está inserido o reservatório, tem contribuído para a perda de água através da evaporação, mas o que mais chama a atenção das autoridades locais é a poluição provocada por banhistas que freqüentam os balneários da cidade e jogam lixo dentro do reservatório, mostrando total desrespeito com o meio ambiente. Atualmente o reservatório não é utilizado para o abastecimento da cidade, pois, provavelmente, suas águas encontram-se comprometidas para o consumo humano, mas as comunidades ribeirinhas o utilizam para abastecimento, irrigação, atividades pesqueira e de lazer. É preciso a intervenção comunidade científica no local para reverter esse problema e assim conseguir "salvar" esse reservatório que é de grande importância para as populações locais.

O que se vê nas margens do reservatório Itans é a falta de uma organização política que gerencie o uso desse recurso pelas comunidades locais. Daí resulta um conjunto de fatores que compromete a qualidade da água, tais como a sua contaminação pelas fezes dos animais dos pastos próximos ao reservatório, pelos esgotos clandestinos oriundos dos balneários que lá existem, pelos agrotóxicos utilizados na agricultura, que são arrastados para dentro do reservatório pela água da chuva, dentre outros. Muitas vezes a própria população local realiza atividades que contaminam o ambiente, o que é decorrente do desconhecimento sobre os verdadeiros valores do reservatório.

Apesar de representar um quarto da superfície estadual, a região do semi-árido no Rio Grande do Norte dispõe de uma população de aproximadamente 289.700 habitantes, ou 11,2 % da população do estado. Embora o grau de urbanização da região seja de 68%, enquanto o do estado é de 72%, observa-se uma acentuada desigualdade na distribuição espacial da população entre as zonas homogêneas das principais cidades da região. Em Caicó, por exemplo, o grau de urbanização é superior a 75%, enquanto que nas cidades menos importantes da região a população urbana representa apenas 47 % da população total (BEAUGRAND, 2009; IPEADATA, 1995).

Uma vez que a preservação dos corpos d'água é essencial para uma sobrevivência menos sofrida no semi-árido brasileiro, torna-se imprescindível que a população da região

tenha conhecimento da importância de se cuidar dos reservatórios de maneira adequada. Este trabalho teve por objetivo fazer um diagnóstico sócio-ambiental do município de Caicó, um dos mais importantes do semi-árido norterriograndense, e, principalmente, avaliar a qualidade da água do reservatório Itans por meio dos microrganismos encontrados nela.

Por meio dos resultados obtidos foi possível apontar os principais problemas que dificultam o manejo adequado do reservatório e contribuir no sentido de mostrar para a população quais atitudes devem ser tomadas para reverter esse quadro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/. Acesso em: 01 de jul. de 2009.

ASA. **Articulação no Semi-Árido**. Disponível em: http://www.asabrasil.org.br. Acesso em: 12 de jun. de 2009.

BEAUGRAND, E. **Com quem contamos: desenvolvimento sustentável no semi-árido nordestino e sociedade civil**. Disponível em: http://www.fafich.ufmg.br/nesth/IIIseminario/texto7.pdf. Acesso em: 11 jul. 2009.

EMPARN. **Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN.** Disponível em: http://www.emparn.rn.gov.br/links/meteorologia/Climatologia/. Acesso: 03 de ago. de 2009.

FALCÃO, R. B. M. **O Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido Nordestino: um estudo de caso na comunidade de Mirandas, Caraúbas/RN.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2005.

FEBRABAN. **Federação Brasileira de Bancos**. Disponível em: http://www.febraban.org.br/arquivo/servicos/respsocial/acordo.pdf. Acesso em: 09 julho 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge. Acesso em: 10 de jun. de 2009.

INSA. **Instituto Nacional do Semi-árido.** Disponível em: http://www.insa.gov.br. Acesso em: 06 de jun. de 2008.

IPEADATA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/. Acesso em: 30 jun. 2009.

MALVEZZI, R. Semi-árido: uma visão holística. **Pensar o Brasil: Semi-árido**. Brasília: Confea, 140p. 2007.

MORAIS, I. R. D. Desvendando a cidade - Caicó em sua dinâmica espacial, Senado Federal, Natal, 1999 apud BEAUGRAND, E. **Com quem contamos: desenvolvimento sustentável no semi-árido nordestino e sociedade civil**. Disponível em: http://www.fafich.ufmg.br/nesth/IIIseminario/texto7.pdf. Acesso em: 11 jul. 2009.

SEMARH. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos**. Disponível em: http://www.semarh.rn.gov. Acesso em: 06 de jun. de 2008.

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 466-485, 2007.

CAPÍTULO 1

USO DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO DE UM MUNICÍPIO LOCALIZADO EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO

USO DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE PARA AVALIAÇÃO DE UM MUNICÍPIO LOCALIZADO EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO

Aline de Souza Amorim[1], Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo[2]

[1]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado), Bolsista CAPES. Campus Universitário.
alineamor@gmail.com (autor para correspondência).
[2]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Microbiologia e Parasitologia.
Centro de Biociências – Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59072-970. mag@cb.ufrn.br.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a sustentabilidade do município de Caicó-RN por meio da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. Foram feitas escalas de desempenho do município e os resultados foram tratados e colocados em escalas relativas que variam de 0 a 100. Os resultados indicam que Caicó ocupa uma posição *potencialmente insustentável* de acordo com a metodologia da ferramenta.

Palavras-chave: barômetro da sustentabilidade, indicadores de desenvolvimento sustentável, gestão municipal, semi-árido brasileiro.

ABSTRACT

This study aimed to assess the sustainability of the Caicó-RN through the application of the Barometer of Sustainability. Scales of performance were made and the results were processed and placed in the scale of that tool, varying from 0 to 100. The results indicate that Caicó has a potentially untenable position in accordance with the Barometer of Sustainability.

Key-words: barometer of sustainability, indicators of sustainable development, municipal management, brazilian semiarid region.

INTRODUÇÃO

A globalização tem surgido na consciência popular como um fenômeno que serve para explicar os mais variados tipos de acontecimentos econômicos, porém ela também exerce forte influência sobre as questões ambientais. Os impactos da globalização da economia sobre o meio ambiente decorrem principalmente de seus efeitos sobre os sistemas produtivos e sobre os hábitos de consumo das populações.

Devido à globalização, ocorreu um grande crescimento do conhecimento humano, proporcionando um amplo desenvolvimento das ciências e da tecnologia. Ao mesmo tempo também ocorreram mudanças nos valores e modos de vida da sociedade, com o surgimento do processo industrial e o crescimento das cidades, aumentando a utilização dos recursos naturais e a produção de resíduos. De modo geral, todos esses fatos geraram profundas mudanças na cultura, afetando principalmente a percepção do ambiente pelos seres humanos, que passaram a vê-lo como um objeto de uso para atender suas vontades, sem se preocupar em estabelecer limites e critérios apropriados (BRASIL, 2008).

A degradação da qualidade do ambiente e da água, em particular, devido principalmente ao lançamento de esgotos não tratados nos rios que atravessam as cidades, vem atingindo níveis preocupantes no Brasil e no mundo. A ONU estima que mais da metade dos rios do mundo está poluída pelos despejos dos esgotos domésticos, efluentes industriais e agrotóxicos. Estima, ainda, que nove de cada dez litros de esgoto nos países de Terceiro Mundo são lançados nos rios sem nenhum tratamento prévio (REBOUÇAS, 2003).

Com o crescimento populacional ocorrido no último século diversas áreas do conhecimento tiveram que se adequar às necessidades exigidas, sendo assim houve um incremento de técnicas em inúmeras atividades, principalmente nas agrícolas. As variadas fontes de poluição, especialmente aquelas provenientes da agricultura, das indústrias e da construção civil têm sido objeto de atenção em muitos países devido à dificuldade de se estabelecerem procedimentos de avaliação de impactos ambientais e de adotar padrões aceitáveis (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

O aumento das atividades dessas áreas do conhecimento teve como conseqüência o aparecimento de problemas ambientais que afetam a qualidade de vida. A sociedade, preocupada com esta situação, sentiu a necessidade de promover manifestações exigindo soluções e mudanças, de modo que em pouco tempo ficou claro que havia uma crise de relações entre sociedade e meio ambiente.

Nesse sentido, torna-se evidente que as questões ambientais assumem um problema social, econômico e político, uma vez que a busca pelo desenvolvimento desencadeia uma relação negativa entre homem e meio ambiente, pois a sociedade moderna, visando o lucro, torna-se cada vez mais consumista e esquece que o desperdício, a poluição e a utilização de recursos naturais de maneira insustentável comprometem a qualidade de vida e a existência do próprio homem.

É nesse contexto de modificações culturais, sociais e ambientais que surge, na década de setenta, o conceito de desenvolvimento sustentável numa tentativa de dar uma resposta à preocupação da sociedade com o futuro da vida. A proposta do desenvolvimento sustentável é a de articular diversas áreas do conhecimento de forma multi e interdisciplinar, para que possam surgir propostas capazes de amenizar e equacionar os problemas já criados, já que a crise ambiental está relacionada com uma crise de civilização.

> *Um dos desafios da construção do desenvolvimento sustentável é o de criar instrumentos de mensuração, tais como indicadores de desenvolvimento. Indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Os indicadores de desenvolvimento sustentável são mais úteis quando analisados em conjunto, pois dão uma resposta mais aproximada da realidade por avaliar vários aspectos da sociedade* (IBGE, 2008).

Mensurar o quanto uma sociedade está sendo sustentável não é uma tarefa fácil, uma vez que para medir a sustentabilidade é necessário integrar um número considerável de informações advindas de uma pluralidade de disciplinas e áreas de conhecimento (BRAGA et al., 2004). Desse modo, a criação de indicadores que auxiliem a identificar os problemas (ambientais, sociais, políticos e econômicos) parece ser uma solução para medir essa sustentabilidade, uma vez que, ao integrar vários dados em uma determinada dimensão, permite uma melhor compreensão da realidade daquela área (SILVA, 2008). Os indicadores de sustentabilidade podem dar informações valiosas nos contextos internacional, nacional, regional e local (BELLEN, 2005)

O Barômetro da Sustentabilidade (BS) foi desenvolvido pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pode ser utilizado em qualquer nível do sistema, do local ao global (LOURENÇO, 2006). Esta ferramenta é de fácil entendimento porque ela gera um gráfico bidimensional, onde os estados do bem-estar humano e do ecossistema

são colocados em escalas relativas, de 0 a 100, indicando uma situação de ruim até boa, em relação à sustentabilidade. A localização do ponto definido por estes dois eixos, fornece uma medida de sustentabilidade ou insustentabilidade do sistema (SILVA, 2008).

O município escolhido para se aplicar o Barômetro da Sustentabilidade foi Caicó-RN. Esse município dista 277 km da capital Natal e é uma das cidades mais importantes do estado, estando situada na região semi-árida na Microrregião do Seridó Ocidental. Caicó é o quinto maior município em extensão do Rio Grande do Norte e se destaca no estado nas atividades pecuarista e algodoeira. Ultimamente a cidade vem passando por um processo de atrofiamento econômico (ARAÚJO, 2009).

O objetivo deste trabalho foi aplicar a ferramenta "Barômetro da Sustentabilidade" para avaliar o grau de sustentabilidade do município de Caicó-RN utilizando dados obtidos em pesquisas realizadas em sites dos governos federal e do estado do RN e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a partir dos resultados fazer uma análise de como eles podem influenciar na qualidade da água que abastece o município.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitas vezes, desenvolvimento é confundido com crescimento econômico, e crescimento econômico na maioria das vezes está ligado a um consumo cada vez mais crescente e dependente de energia e recursos naturais. A irrigação é atualmente uma componente importante no desenvolvimento da agricultura em todas as regiões, principalmente nas áridas e semi-áridas. A atividade agrícola demanda 72% dos recursos hídricos disponíveis no mundo além de interferir na dinâmica natural da vegetação. Uma das características intrínsecas à agricultura é a sua dependência aos pesticidas e fertilizantes, especialmente compostos nitrogenados, levando a uma superprodução de nitrogênio alterando seu ciclo, o que provoca sérios riscos aos ecossistemas terrestres, dulciaquícolas e marinhos (COSTA, 2003; SANTOS & NASCIMENTO, 2009).

O modelo de desenvolvimento atual busca cada vez mais alternativas que facilitam a vida dos humanos, embora muitas vezes esse desenvolvimento não esteja de acordo com o equilíbrio do meio natural (SANTOS & NASCIMENTO, 2009). Esse tipo de desenvolvimento tende a ser insustentável, levando ao esgotamento dos recursos naturais dos quais a humanidade depende. Para ser alcançado, o desenvolvimento sustentável depende do reconhecimento de que os recursos naturais são finitos, por isso torna-se

importante associar o desenvolvimento econômico com as questões ambientais (WWF, 2008).

Um dos problemas que afetam a busca pela sustentabilidade é a própria falta de definição do seu conceito. Diversas abordagens procuram explicar o conceito de sustentabilidade, demonstrando o enorme número de definições que lhes são atribuídas. O termo desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez pela World Conservation Union, no início da década de 1980, no documento intitulado World's Conservation Strategy. Esse documento considerava aspectos referentes às dimensões social e ecológica, fatores econômicos e vantagens de curto e longo prazos de ações alternativas (BELLEN, 2005).

A definição mais aceita para desenvolvimento sustentável é aquele que se refere à capacidade de atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. Esse conceito aparece pela primeira vez em 1987 no Relatório de Brundtland, conhecido também como o relatório Nosso Futuro Comum, em uma conferência organizada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas com o intuito de discutir e propor meios de harmonizar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. Com o Relatório Brundtland deu-se mais importância ao lado humano ao ser mostrada a preocupação com as necessidades das populações futuras (WWF, 2008; BELLEN, 2005).

Esse conceito de desenvolvimento sustentável preocupado com as gerações futuras tornou-se referência para inúmeros trabalhos e interesses dos mais diversos (RIBEIRO, 2001). Uma das vertentes que surgiu junto a este conceito foi a de poder mensurar a sustentabilidade de determinada área. Surgem, nesse cenário, os indicadores de sustentabilidade, que por meio de vários índices agregados, apresentam papel central no processo de tomada de decisão, isto é, na transformação da informação em ações concretas, com o intuito de tentar consertar os problemas detectados, nas distintas áreas da sociedade, considerando-se, usualmente, objetivos de interesse coletivo (SILVA, 2008).

Os indicadores podem veicular informação ambiental no contexto desejado, auxiliando na identificação de problemas ambientais prioritários e na formulação de políticas e metas permitindo, ainda, a visão integrada dos processos econômicos e ambientais (SILVA, 2008). O que torna complicado o uso de indicadores de sustentabilidade é a dificuldade na obtenção de dados, tanto no que diz respeito à disponibilidade desses quanto à sua qualidade. Este problema também foi sentido durante a

preparação deste trabalho. Os indicadores de sustentabilidade sintetizam, matematicamente, uma série de informações quantitativas e semi-quantitativas, associadas à sustentabilidade do desenvolvimento. Cada índice, ao final, produz um valor numérico que, ao ser comparado a uma escala padrão, avalia a sustentabilidade (KRONEMBERGER et al., 2008).

O IBGE é a maior fonte de dados utilizada para a elaboração dos indicadores dos sistemas, seguido das secretarias e instituições estaduais (NAHAS et al., 2006). Mesmo havendo meios de se obter dados para a construção dos indicadores há o problema de esses dados serem incompletos ou não se aplicar a determinada região. Para se obter dados para avaliar um município de interior de estado a dificuldade é ainda maior, pois a maior parte dos dados encontrados se refere às regiões brasileiras e às principais cidades do país.

A maioria das cidades brasileiras apresenta sérios problemas sócio-ambientais, de tal forma que exclusão social, poluição do ar e dos recursos hídricos, transportes ineficientes, acidentes de trânsito e violência urbana são alguns dos temas recorrentes no cotidiano da vida urbana contemporânea no Brasil (NAHAS et al., 2006). Assim, desenvolvem-se no Brasil diversos sistemas de indicadores sociais que tentam identificar esses problemas no contexto municipal. Para o planejamento público, estes sistemas se mostram úteis ao governo municipal, servindo para dar suporte à formulação de políticas que visam o desenvolvimento local.

O Barômetro da Sustentabilidade é uma ferramenta para a combinação de indicadores e mostra seus resultados por meio de índices, apresentados graficamente, procurando facilitar a compreensão e oferecer um quadro geral do estado do meio ambiente e da sociedade.

Segundo Prescott-Allen (1995) (apud Silva, 2008), o Barômetro é um instrumento, uma ferramenta, um meio e não um fim. O seu objetivo é estimular as pessoas a dar maior atenção para as questões relacionadas ao bem-estar humano e ambiental, consequentemente, os resultados do sistema devem ser acompanhados pela análise das questões-chave. Os resultados e a análise devem permitir aos gestores e ao público em geral tirarem conclusões sobre o estado do meio ambiente e da própria sociedade, suas principais interações e as prioridades de ação.

Durante as pesquisas realizadas para a execução deste trabalho não foi encontrado nenhum trabalho sobre a avaliação da sustentabilidade do município de Caicó. Devido ao fato de o Barômetro da Sustentabilidade ser bastante versátil, por não exigir um número

fixo de indicadores e o analista ter a liberdade de construir escalas de desempenho de acordo com a disponibilidade das informações, essa ferramenta vem sendo bastante utilizada em escala local em vários trabalhos acadêmicos como o de Kronemberger et al. (2008), que avaliou o Brasil por meio desta ferramenta, o de Siena (2008) que testou a versatilidade da ferramenta avaliando o estado de Rondônia, e o de Santin et al. (2009), onde empresas brasileiras no ramo de papel e celulose foram classificadas de acordo com a responsabilidade ambiental dessas empresas.

Então, a fim de atender ao objetivo deste trabalho, que foi o de avaliar a sustentabilidade do município de Caicó e a partir daí fazer uma ligação entre os resultados encontrados e a qualidade da água que serve o município, o Barômetro da Sustentabilidade foi escolhido por ser uma ferramenta de fácil aplicação e compreensão, uma vez que os resultados são mostrados através de um gráfico bidimensional, o que facilita e contribui para o entendimento dos gestores e tomadores de decisões.

METODOLOGIA

Várias ferramentas podem ser utilizadas para fazer o estudo da sustentabilidade de um município, porém o Barômetro da Sustentabilidade vem sendo bastante utilizado por ele ser uma ferramenta de fácil manuseio e por mostrar os resultados de maneira simplificada (KRONEMBERGER et al., 2008). Trata-se de um gráfico bidimensional, onde as escalas em cada eixo variam de 0 a 100, sendo cada eixo dividido em cinco setores de 20 pontos cada. Cada setor corresponde a uma cor, que varia do vermelho até o verde, significando, respectivamente uma situação insustentável ou sustentável (BELLEN, 2005; SILVA, 2008).

O presente trabalho tomou como modelo o trabalho realizado por Kronemberger et al. (2008) que teve como objetivo fazer uma análise do desenvolvimento sustentável no Brasil aplicando a metodologia do Barômetro da Sustentabilidade. Os quadros explicativos, bem como as tabelas das escalas de desempenho foram aqui adaptados de acordo com as informações obtidas.

Os indicadores de sustentabilidade escolhidos para compor o Barômetro da Sustentabilidade para Caicó foram selecionados através de pesquisas em sites do governo federal e estadual como o do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o do Instituto de Defesa do Meio Ambiente (IDEMA). Nos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) Brasil 2008 publicado pelo IBGE são apresentados 60 indicadores

divididos em 4 dimensões. Foi com base nessa publicação que os indicadores foram selecionados e organizados.

Para a realização deste trabalho 34 indicadores puderam ser utilizados, representando 56,6 % dos possíveis indicadores apresentados no IDS Brasil 2008. A distribuição dos indicadores em dimensões ficou da seguinte maneira: 9 indicadores ambientais, 20 sociais, 2 econômicos e 3 institucionais.

O principal motivo para não se ter um número maior de indicadores reside no fato de que muitos indicadores não se aplicam ao município de Caicó ou até mesmo por não serem divulgados. Este problema também foi relatado em algumas publicações utilizadas como fonte de pesquisa para a elaboração deste trabalho.

As escalas de desempenho para o município de Caicó também seguiram o modelo utilizado por Kronemberger et al. (2008). A divisão da escala foi feita em cinco intervalos definidos por valores que representam condições variando de insustentável a sustentável.

A seguir são apresentados os quadros explicativos (quadros 1 a 4), adaptados do trabalho de Kronemberger et al. (2008), com os indicadores selecionados e a fonte utilizada para a obtenção dos dados para a construção das escalas de desempenho e o ano do censo em que foi amostrado, seguidos pelas tabelas (tabelas 1 a 4) com as escalas de desempenho dos indicadores.

Temas	**Indicadores**	**Referência para elaboração das ED e fontes consultadas.**
Atmosfera	Número de veículos *per capita* (por 1000 hab.)	Esse indicador foi escolhido por serem as emissões veiculares a principal fonte de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos brasileiros. Considerou-se que, em termos de qualidade do ar, um menor número de veículos por 1.000 habitantes é ambientalmente melhor. [1]
Terra	Terras em uso agrossilvopastoril (%)	O limite de até 20% de uso para a classe sustentável baseou-se nas leis de que regulam o uso da terra na Amazônia Legal, onde somente 20% da área das propriedades rurais pode ser desmatada. [2]
	Área total antropizada (%)	Utilizou-se a mesma escala do terras em uso agrossilvopastoril, com acréscimo de mais 5% a cada classe por conta de áreas urbanas com infra-estrutura e outros tipos de uso antrópico. [3]
Biodiversidade	Áreas protegidas (%)	Considerou-se que para a preservação da biodiversidade de um bioma ou ecossistema, o ideal é que pelo menos 30% (em torno de 1/3) de sua área total esteja preservada de uma maior interferência humana. Assumiu-se que com menos de 10% de área protegida as perdas de biodiversidade são significativas. [2]
Saneamento	Lixo coletado (rural) (%) - **peso 0,1***	A escala de desempenho foi elaborada considerando que, do lixo produzido nas áreas rurais, 20% precisa ser coletado e adequadamente disposto. Para a obtenção das outras classes foi aplicado um intervalo decrescente de 5%. [9]
	Lixo coletado (urbano) (%) – **peso 0,9***	Nas áreas urbanas, considerou-se que apenas 5% do lixo produzido podem ser "absorvidos" no próprio domicílio sem implicações à saúde e ao bem estar dos moradores. O mínimo tolerável para a coleta urbana de lixo é de 70%. [9]
	Destinação final adequada do lixo	Por implicações sanitárias, poluição do solo e dos corpos hídricos, assumiu-se como sustentável somente quando a cobertura do serviço

	coletado (%)	alcança 100%. Considerou-se que o mínimo tolerável seria 70%. Abaixo deste patamar a situação é insustentável. [1, 4]
	Volume do esgoto coletado	
	Tratamento de esgoto coletado (%)	

Quadro 1. Temas, Indicadores, Valores de Referência para Elaboração das Escalas de Desempenho (ED) dos Indicadores Ambientais de Caicó e fonte e ano do censo do dado obtido.

Temas	**Indicadores**	**Referência para elaboração das ED e fontes consultadas.**
População	Taxa de crescimento populacional (%)	Definida a partir de taxas de crescimento populacional de países do mundo. [5]
Trabalho e rendimento	Taxa de desocupação (%)	Definida a partir das taxas de desocupação de países do mundo. [5]
	Índice de Gini (adimensional)	Variação própria do índice (0=perfeita igualdade e 1=desigualdade máxima); 0,5 é considerado um valor que representa fortes desigualdades na distribuição de renda. [9]
	Rendimento médio mensal (R$)	Utilizou-se como referência o valor do **salário mínimo necessário** para uma família de 4 pessoas (2 adultos e 2 crianças), calculado pelo Dieese para o ano de 2002, correspondente a R$1.091,00. [9]
	Razão de rendimento por sexo (mulher/homem) (adimensional)	A situação ideal é razão igual a 1, que representa igualdade de oportunidade econômica; quanto mais distante de 1, maior a desigualdade. [9]
	Razão de rendimento por raça (negros+pardos/brancos)	
Saúde	Esperança de vida ao nascer (anos)	Baseado em PNUD (2002). [5]
	Taxa de mortalidade infantil (‰)	As taxas de mortalidade infantil são classificadas pela OMS em baixas (abaixo de 20 por mil), médias (20 a 49 por mil) e altas (50 por mil ou mais). [6]
	Número de leitos hospitalares (por 1000 hab.)	Foi considerado sustentável um número de leitos maior que 3 para cada 1000 habitantes. De acordo com a Portaria n. 1.101/GM, de 2002, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre o estabelecimento de parâmetros de cobertura assistencial, a necessidade de leitos hospitalares totais é de 2,5 a 3 para cada 1 000 habitantes (IDS, 2008). [1]
	Imunização contra doenças infecciosas infantis (%)	Definidos a partir da consideração que 98% ou mais de cobertura de vacinação garante o controle das doenças infecciosas infantis. [7]
Educação	Escolaridade	Número de anos de estudo necessários para completar os ensinos fundamental, médio e superior no Brasil (8, 11 e 15 anos ou mais, respectivamente). [9]
	Taxa de escolarização (7-14 anos) (%)	Considerou-se sustentável um percentual acima de 98% de crianças na escola. [2]
	Taxa de alfabetização (%)	Baseado em PNUD (2002). [5]
	Razão de alfabetização por sexo (adimensional)	A situação ideal é razão igual a 1, que representa igualdade de acesso a educação; quanto mais distante de 1, maior a desigualdade. [9]
	Razão de alfabetização por cor ou raça (adimensional)	

Habitação	Domicílios com acesso a rede geral de água (%)	Uma cobertura de 100% é ideal (sustentável), por ser um serviço essencial no domicílio, sendo que 70% foi considerado o mínimo tolerável. [6]
	Domicílios com acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica (%)	
	Domicílios com coleta de lixo (direta e indireta) (%)	
Segurança	Coeficiente de mortalidade por homicídios (nº/100 mil habitantes)	Definidos pelos autores, com base no quadro internacional: África do Sul (114,8) (2001); Colômbia (70,0) (2000); Venezuela (33,2) (2000); Rússia (22,4) (2002); Paraguai (15,6) (2001); Argentina (8,2) (2001); Uruguai (8,0) (2002); Canadá (4,1) (2001); Dinamarca (3,9); Líbano (3,4) (IPEA, 2005). [9]
	Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte (nº/100 mil habitantes)	Definidos pelos autores, com base em WHO (2004): 6 (Reino Unido, Suécia), 7 (Japão, Holanda), 9 (Canadá, Alemanha), 15 (Estados Unidos), 20 (Nicarágua, Costa Rica), 21 (Tailândia), 24 (Colômbia), 41 (República Dominicana), 42 (El Salvador). [9]

Quadro 2. Temas, Indicadores, Valores de Referência para Elaboração das Escalas de Desempenho (ED) dos Indicadores Sociais de Caicó e fonte e ano do censo do dado obtido.

Temas	Indicadores	Referência para elaboração das ED e fontes consultadas.
Quadro econômico	PIB – Produto Interno Bruto *Per Capita* (R$)	Considerou-se que os valores de PIB p*er capita* inferior a US$ 2.000 apresentam baixo índice de desenvolvimento humano (nível insustentável na escala do barômetro). Por outro lado, PIB p*er capita* superior a US$ 40.000 apresentam alto índice de desenvolvimento humano, segundo o PNUD (2002) (sustentável). [8]
Padrões de Produção e Consumo	Coleta seletiva (%)	Considerou-se que a situação ideal é 100% do lixo coletado por coleta seletiva. As classes foram construídas a partir desse patamar ideal, com valores acima de 80% como sustentáveis, em contraponto a valores abaixo de 20% (insustentáveis). [1]

Quadro 3. Temas, Indicadores, Valores de Referência para Elaboração das Escalas de Desempenho (ED) dos Indicadores Econômicos de Caicó e fonte e ano do censo do dado obtido.

Temas	Indicadores	Referência para elaboração das ED e fontes consultadas.
Estrutura Institucional	Existência de Conselhos Municipais	Definidos pelos autores a partir da média aritmética do percentual de municípios com pelo menos um conselho não vinculado ativo por dimensão, por Unidade da Federação no ano 2001. [9]
Capacidade Institucional	Acesso a Serviços de Telefonia (nº telefones por 1000 habitantes)	Estabelecidos pelos autores a partir do acesso ao serviço telefônico fixo por 1.000 habitantes no ano 2002, em comparação com outros países. [9]
	Acesso a Internet (%)	Definidos pelos autores a partir do percentual dos domicílios particulares permanentes com acesso à Internet em 2002, em comparação com outros países. [9]

Quadro 4. Temas, Indicadores, Valores de Referência para Elaboração das Escalas de Desempenho (ED) dos Indicadores Institucionais de Caicó e fonte e ano do censo do dado obtido.

IDS	Valores dos IDS	ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE				
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100

Nota. Fontes: 1. IDEMA, 2003; 2. IBGE, 2006; 3. IPEADATA, 1995; 4. SNIS, 2005; 5. IDEMA, 2000; 6. DATASUS, 2000; 7. DATASUS 2003; 8. IBGE, 2005; 9. IDS Brasil 2008.

	para Caicó-RN	Insustentável	Potencialmente insustentável	Intermediário	Potencialmente sustentável	Sustentável
Número de veículos per capita (por 1000 hab.)	245	800-651	650-601	600-401	400-201	≤200
Terras em uso agrossilvopastoril (%)	67,28	>60	60-41	40-31	30-21	≤20
Área total antropizada (%)	77	>65	65-46	45-36	35-26	≤25
Áreas protegidas (%)	5,04	0-10	11-15	16-25	26-30	>30
Lixo coletado (rural) (%) - **peso 0,1***	40,3	0-5	6-10	11-15	16-20	>20
Lixo coletado (urbano) (%) - **peso 0,9***	98,3	0-70	71-80	81-90	91-95	>95
Destinação final adequada do lixo coletado (%)	0 (destino final céu aberto)	0-70	71-85	86-95	96-99	100
Volume do esgoto coletado	20,2					
Tratamento de esgoto coletado (%)	5	0-70	71-80	81-90	91-95	>95

Tabela 1. Escalas de Desempenho dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – DIMENSÃO AMBIENTAL – Caicó/RN e sua Associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

IDS	Valores dos IDS para Caicó-RN	**ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE**				
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
		Insustentável	Potencialmente insustentável	Intermediário	Potencialmente sustentável	Sustentável
Taxa de crescimento populacional (%)	1,34	>4,6	4,6-3,1	3,0-2,1	2,0-1,1	1,0-0,1
Taxa de desocupação (%)	8,21	>21	20-16	15-11	10-6	5-0
Índice de Gini (adimensional)	0,55	1-0,8	0,8-0,5	0,5-0,4	0,4-0,2	0,2-0
Rendimento médio mensal (R$)	598	0-200	201-399	400-549	550-1100	>1100
Razão de rendimento por sexo (mulher/homem) (adimensional)	0,71		0,40-0,59	0,60-0,79	0,80-0,94	0,95-1
Razão de rendimento por raça (negros+pardos/brancos)	0,62					
Esperança de vida ao nascer (anos)	73	<50	51-60	61-70	71-79	≥80
Taxa de mortalidade	22,3	≥100	99-50	49-20	19-10	9-0

infantil (‰)						
Número de leitos hospitalares/mil habitantes	5,8	0-0,5	0,6-1,9	2,0-2,4	2,5-3,0	>3
Imunização contra doenças infecciosas infantis (%)	92,6	0-69	70-79	80-89	90-97	98-100
Escolaridade	5,5	0-4	5-7	8-10	11-13	≥14
Taxa de escolarização (7-14 anos) (%)	82	<70	70-84	85-94	95-97	98-100
Taxa de alfabetização (%)	80	0-50	51-60	61-80	81-94	95-100
Razão de alfabetização por sexo (adimensional)	0,91	0-0,3	0,4-0,5	0,6-0,7	0,8-0,94	0,95-1
Razão de alfabetização por cor ou raça (adimensional)	0,91					
Domicílios com acesso a rede geral de água (%)	95,84	0-69	70-79	80-89	90-94	95-100
Domicílios com acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica (%)	78,2					
Domicílios com coleta de lixo (direta ou indireta) (%)	93,69					
Coeficiente de mortalidade por homicídios (nº/100 mil habitantes)	11,6	150-30	29-12	11-4	3-2	1-0
Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte (nº/100 mil habitantes)	14,9	>20	20-16	15-11	10-7	6-0

Tabela 2. Escalas de Desempenho dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – DIMENSÃO SOCIAL – Caicó/RN e sua Associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

IDS	Valores dos IDS para Caicó-RN	**ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE**				
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
		Insustentável	Potencialmente insustentável	Intermediário	Potencialmente sustentável	Sustentável
PIB *Per Capita* (R$)	4264	<2000	2000-6000	6000-12000	12000-40000	>40000
Coleta seletiva	0	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100

Tabela 3. Escalas de Desempenho dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – DIMENSÃO ECONÔMICA – Caicó/RN e sua Associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

IDS	Valores dos IDS para Caicó-RN	**ESCALA DO BARÔMETRO DA SUSTENTABILIDADE**				
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
		Insustentável	Potencialmente insustentável	Intermediário	Potencialmente sustentável	Sustentável
Existência de	14,8	0-25	26-40	41-60	61-80	81-100

Conselhos Municipais (%)						
Acesso a Serviços de Telefonia (nº telefones por 1000 habitantes)	116	<100	101-200	201-350	351-500	>500
Acesso a Internet (%)	7,2	≤5	5,1-10	10,1-20	20,1-30	>30

Tabela 4. Escalas de Desempenho dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – DIMENSÃO INSTITUCIONAL – Caicó/RN e sua Associação com a Escala do Barômetro da Sustentabilidade.

Tal como no trabalho de Kronemberger et al. (2008), após a elaboração das Escalas de Desempenho para o município de Caicó (EDC), foi feita a transposição do valor numérico do indicador local DCx (desempenho do indicador para Caicó) para a escala do BS (EBS), através de interpolação linear simples. A fórmula a seguir (figura 1) ilustra a transposição de escalas e a relação entre DCx e BSx, seja a escala EDC crescente ou decrescente. Logo abaixo é apresentada a fórmula utilizada para calcular o grau de DCx na escala EBS: A representa o limite anterior do intervalo que contém x e P o limite posterior do intervalo que contém x.

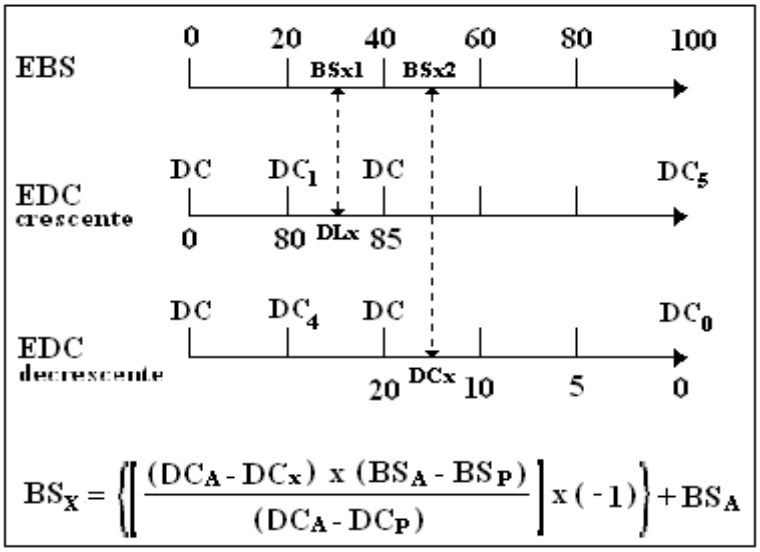

Figura 1. Fórmula para calcular o grau de DCx (Desempenho do indicador para Caicó) na escala EBS (escala do Barômetro da Sustentabilidade). EDC: escala de desempenho para Caicó. Adaptado de Kronemberger et al. (2008).

Após os cálculos dos graus individuais, os indicadores foram agregados do mesmo modo que apresentado no trabalho de Kronemberger et al. (2008) e seguindo os mesmos critérios de organização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar o entendimento dos resultados obtidos estes foram organizados em tabelas juntamente ao grau obtido por cada indicador de sustentabilidade do município e a situação em que se encontra em relação ao desenvolvimento sustentável. Os indicadores foram combinados em 11 índices temáticos (tabelas 4 a 6). Para se obter o índice de bem-estar humano foi realizada a média aritmética dos índices sociais e econômicos, o índice de bem-estar ecológico está representado pela média aritmética da dimensão ambiental.

Temas	**IDS**	**Graus dos IDS**	**Graus dos temas – Índices Temáticos**	**Situação do tema em relação ao desenvolvimento Sustentável**
Atmosfera	Número de veículos per capita (por 1000 hab.)	66	66	Potencialmente sustentável
Terra	Terras em uso agrossilvo-pastoril (%)	16	14,5	Insustentável
	Área total antropizada (%)	13		
Biodiversidade	Áreas protegidas (%)	10	10	Insustentável
Saneamento	Lixo coletado (rural) (%) - **peso 0,1***	92,6	24,9	Potencialmente Insustentável
	Lixo coletado (urbano) (%) – **peso 0,9***			
	Destinação final adequada do lixo coletado (%)	0		
	Volume do esgoto coletado	5,7		
	Tratamento de esgoto coletado (%)	1,4		

Tabela 5. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas da Dimensão Ambiental na Escala do Barômetro da Sustentabilidade para o município de Caicó.

A média da dimensão ambiental foi de 28,8 graus, o que indica que nessa dimensão o município de Caicó encontra-se em posição *potencialmente insustentável* (tabela 5). Chama atenção nesses resultados o fato de que todos aqueles que apareceram na escala de

insustentável podem comprometer diretamente a qualidade da água que serve a população de Caicó.

As terras utilizadas em atividades agrossilvo-pastoris podem contribuir para a má qualidade da água por meio da utilização de agrotóxicos e fertilizantes que são carregados para dentro de rios e reservatórios quando chove. A alta taxa de antropização também influencia bastante na qualidade da água no sentido de que uma maior aglomeração de pessoas ocasiona uma demanda maior de água e isso, às vezes, termina por favorecer o uso irracional da água.

Os resultados para o tema saneamento básico são os mais preocupantes, pois mostram que, apesar de o município ter uma coleta de lixo bastante satisfatória, o lixo tem como destino final uma deposição a céu aberto, podendo ser carregados, por meio da lixiviação, quando da ocasião de chuvas, para dentro dos corpos d'água; e apenas 5% do esgoto do município é coletado.

Com esse resultado fica claro que, no tocante ao bem-estar ecológico, a sustentabilidade do município de Caicó é baixa, sendo necessário que a população local reveja seus hábitos a fim de alcançar resultados melhores no que diz respeito às questões ambientais.

No trabalho realizado por Kronemberger et al. (2008), onde foi aplicado o Barômetro da Sustentabilidade para o Brasil, os autores chegaram a um resultado que mostra que o país encontra-se em situação intermediária em relação ao bem-estar ecológico, ou seja, nesse quesito Caicó encontra-se em situação inferior à nacional.

Temas	**IDS**	**Graus dos IDS**	**Graus dos temas – Índices Temáticos**	**Situação do tema em relação ao desenvolvimento Sustentável**
População	Taxa de crescimento populacional (%)	69	69	Potencialmente sustentável
Trabalho e rendimento	Taxa de desocupação (%)	70	52	Intermediário
	Índice de Gini (adimensional)	36,8		
	Rendimento médio mensal (R$)	61,2		
	Razão de rendimento por sexo (mulher/homem) (adimensional)	52		
	Razão de rendimento por raça (negros+pardos/brancos)	43		
Saúde	Esperança de vida ao nascer (anos)	66	71	Potencialmente sustentável
	Taxa de mortalidade infantil (‰)	58,5		

	Número de leitos hospitalares (por 1000 hab.)	93		
	Imunização contra doenças infecciosas infantis (%)	68		
Educação	Escolaridade	25,7	55	Intermediário
	Taxa de escolarização (7-14 anos) (%)	38		
	Taxa de alfabetização (%)	60		
	Razão de alfabetização por sexo (adimensional)	76		
	Razão de alfabetização por cor ou raça (adimensional)	76		
Habitação	Domicílios com acesso a rede geral de água (%)	84	67	Potencialmente sustentável
	Domicílios com acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica (%)	38		
	Domicílios com coleta de lixo (direta ou indireta) (%)	78,5		
Segurança	Coeficiente de mortalidade por homicídios (nº/100 mil habitantes)	41,8	41,6	Intermediário
	Coeficiente de mortalidade por acidentes de transporte (nº/100 mil habitantes)	41,4		

Tabela 6. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas da Dimensão Social na Escala do Barômetro da Sustentabilidade para o município de Caicó.

A média aritmética da dimensão social foi de 59,2 graus. Esse valor coloca o município de Caicó numa posição potencialmente favorável, pois, de acordo com o Barômetro da Sustentabilidade, o município encontra-se numa situação intermediária, bem próximo de alcançar a potencialmente sustentável. Apesar de o resultado ter sido bom para o município os resultados obtidos para a escolaridade, a taxa de escolarização, os domicílios com acesso a rede geral de esgoto e fossa séptica e os resultados do tema segurança (tabela 6) são os que mais chamam a atenção, pois eles sozinhos foram os grandes responsáveis pela posição de Caicó na escala de *potencialmente insustentável*.

Esses resultados se relacionam com o comprometimento da preservação e a valorização dos corpos d'água, pois mostram que o município tem uma parcela insignificante de domicílios com saneamento básico, o que termina por contaminar o lençol freático de Caicó. Além disso, há uma baixa escolarização e escolaridade, o que

contribui para que a população dê pouca importância aos problemas encontrados na qualidade da água que serve o município, uma vez que ela pode não estar tendo acesso ao conhecimento necessário para se ter uma conduta cidadã em relação aos recursos naturais.

O resultado encontrado na dimensão social coloca Caicó em situação igual à do Brasil no trabalho de Kronemberger et al. (2008), onde o país também aparece com a situação intermediária diante das questões sociais. Nesse sentido, Caicó encontra-se em condições favoráveis de se alcançar a posição de *potencialmente sustentável* no âmbito social, se algumas medidas forem adotadas para resolver as questões apontadas anteriormente.

Temas	**IDS**	**Graus dos IDS**	**Graus dos temas – Índices Temáticos**	**Situação do tema em relação ao desenvolvimento Sustentável**
Quadro econômico	PIB – Produto Interno Bruto *Per Capita* (R$)	32	32	Potencialmente insustentável
Padrões de Produção e Consumo	Coleta seletiva (%)	20	20	Insustentável

Tabela 7. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas da Dimensão Econômica na Escala do Barômetro da Sustentabilidade para o município de Caicó.

A média da dimensão econômica (tabela 7) foi de 26 graus, ou seja, nessa dimensão o município de Caicó se encontra numa posição *potencialmente insustentável*, estando mais próximo da insustentabilidade do que de uma condição intermediária. Como foram utilizados apenas dois indicadores para avaliar essa dimensão, esse resultado pode não expressar uma representação ideal da realidade do município, nesse aspecto. Kronemberger et al. (2008) mostraram que o Brasil também se encontra em situação potencialmente insustentável, porém está mais próximo do nível intermediário.

Temas	**IDS**	**Graus dos IDS**	**Graus dos temas – Índices Temáticos**	**Situação do tema em relação ao desenvolvimento Sustentável**
Estrutura Institucional	Existência de Conselhos Municipais	11,8	11,8	Insustentável
Capacidade Institucional	Acesso a Serviços de Telefonia (nº telefones por 1000 habitantes)	23,8	26,4	Potencialmente Insustentável
	Acesso a Internet (%)	29,1		

Tabela 8. Graus dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e dos seus Respectivos Temas da Dimensão Institucional na Escala do Barômetro da Sustentabilidade para o município de Caicó.

A média da dimensão institucional foi de 19,1 colocando o município de Caicó na desagradável posição de insustentável. Assim como o resultado encontrado para a dimensão econômica, o resultado na dimensão institucional nos dá apenas uma idéia de como Caicó se encontra em relação às questões institucionais, uma vez que apenas três indicadores puderam ser obtidos. De acordo com o trabalho de Kronemberger et al., (2008) o município de Caicó se encontra numa situação inferior à nacional, pois nesse trabalho o Brasil aparece na situação potencialmente insustentável.

O índice de bem-estar humano para o município de Caicó, que foi obtido através da média aritmética das médias das dimensões social, econômica e institucional, ficou com um valor de 34,7 graus, sendo enquadrado no nível intermediário de sustentabilidade.

O Brasil ocupa a mesma posição, como mostra o trabalho de Kronemberger et al., (2008). Esse resultado mostra que Caicó se encontra na mesma situação que o país, ou seja, devem-se adotar práticas políticas e sociais para que chegue a uma posição melhor no Barômetro de Sustentabilidade.

De acordo com o que é amostrado no gráfico bidimensional do Barômetro da Sustentabilidade (figura 2) o município de Caicó está numa posição bem próxima à insustentabilidade, o que remete à despreocupação da população com a sustentabilidade da cidade. Isso pode ocorrer devido à falta de estudos desse tipo no município e até mesmo à falta de conhecimento da população local sobre os problemas ocorridos na cidade.

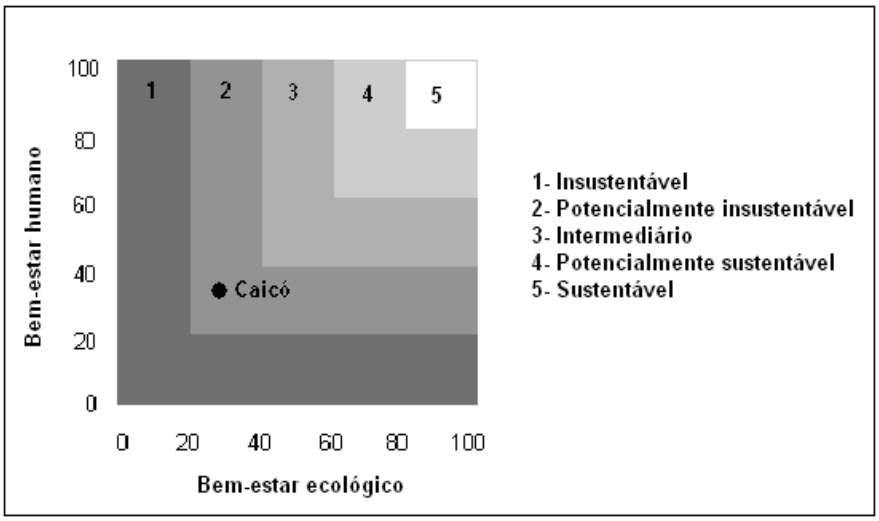

Figura 2. Posição de Caicó no Barômetro da Sustentabilidade. Adaptada de Prescott-Allen (2001) (apud Kronemberger et al., 2008).

Trabalhos dessa natureza devem ser realizados com mais freqüência tanto no município aqui estudado como nos que apresentam alguma importância para o estado. E os resultados não devem ficar apenas nas mãos dos gestores públicos. A população local deve ter conhecimento dos problemas de sua localidade para tomar decisões que possam auxiliar na resolução dos mesmos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de indicadores utilizados para a elaboração deste trabalho foi suficiente para atender o objetivo proposto que foi avaliar por meio da ferramenta Barômetro da Sustentabilidade o município de Caicó. Devido ao fato de o Barômetro da Sustentabilidade ser uma ferramenta bastante flexível com relação ao número de indicadores utilizados para a sua aplicação, pôde-se obter um resultado bastante expressivo no que diz respeito à situação de Caicó em relação à sustentabilidade.

O resultado encontrado para o índice bem-estar ecológico, representado pela média aritmética da dimensão ambiental, revelou que a posição de Caicó no Barômetro da Sustentabilidade está *potencialmente insustentável,* ou seja, o município necessita de melhorias nas políticas ambientais para que a cidade não alcance o indesejável nível da insustentabilidade.

Já o resultado obtido para o bem-estar humano encontra-se em melhor situação que o do bem-estar ecológico, aparecendo no gráfico na posição intermediária. Mesmo apresentando um melhor resultado, isso não significa que Caicó se encontre em situação confortável, pois o município deve adotar medidas para melhorar as condições de bem-estar humano, a fim de se alcançarem melhores resultados em futuros estudos que venham a ser realizados no município.

Mesmo diante das dificuldades encontradas para a realização do trabalho, os resultados obtidos por meio da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade no município de Caicó ajudaram a dar um panorama acerca da situação do município no que diz respeito ao desenvolvimento e à sustentabilidade, podendo fornecer aos seus gestores a oportunidade de tomar medidas que levem a uma melhora da qualidade de vida no município.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. S. **Dinâmica Econômica, Urbanização e Metropolização no Rio Grande do Norte (1940-2006)**. 2009. 345 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico, UNICAMP, Campinas.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BRAGA, T. M. ; FREITAS, A. P. G. ; DUARTE, G. S. ; CAREPA-SOUSA, J. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia (UFMG)**, v. 14, p. 11-32, 2004.

COSTA, S. G. D. Irrigação, a dualidade no semi-árido nordestino: Desenvolvimento econômico x impactos sócio-ambientais. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA "PERSPECTIVAS PARA O CERRADO NO SÉCULO XXI", 2003, Uberlândia,MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003.

DATASUS. **Departamento de Informática do SUS**. Disponível em: http://w3.datasus.gov.br/datasus/datasus.php. Acesso em: 30 jun. 2009.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**: Brasil 2008. Rio de Janeiro, IBGE, 472 p., 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/. Acesso em: 15 out. 2008.

IDEMA. **Instituto de Defesa do Meio Ambiente**. Disponível em: http://www.idema.rn.gov.br/perfil_municipio.asp. Acesso em: 13 out. 2008.

IPEADATA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/. Acesso em: 30 jun. 2009.

KRONEMBERGER, D. M. P., CLEVELARIO JUNIOR, J., NASCIMENTO, J. A. S., COLLRES, J. E. R., SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 1, n. 20, p. 25-50, 2008.

LOURENÇO, M. S. Questões Técnicas na Elaboração de Indicadores de Sustentabilidade. In: 1o. SEMINÁRIO UNIFAE DE SUSTENTABILIDADE, 2006, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: UNIFAE, 2006.

NAHAS, M. I. P., GONÇALVES, E., SOUZA, R. G. V., VIEIRA, C. M. Sistemas de Indicadores Municipais no Brasil: experiências e metodologias. In: **XV** ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2006, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu: ABEP, 2006.

PGA. **Programa de Gestão Ambiental:** Procuradoria Geral da República. Disponível em: http://pga.pgr.mpf.gov.br. Acesso em: 05 jul. 2008.

PRESCOTT-ALLEN, The Barometer of Sustainability, IUCN, 2001. Disponível em: <http://www.iucn.org/themes/eval/english/barom.htm>. Acesso em: 07 dez. 2001 apud KRONEMBERGER, D. M. P.; CLEVELARIO JUNIOR, J.; NASCIMENTO, J. A. S.; COLLRES, J. E. R.; SILVA, L. C. D. Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 1, n. 20, p. 25-50, 2008.

PRESCOTT-ALLEN, Barometer of Sustainability: a method of assessing progress toward sustainable societies [S.I: s.n.], 1995 apud SILVA, H. V. O. **O uso de indicadores ambientais para aumentar a efetividade da gestão ambiental municipal**. 2008. 359 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**. v. 13, n. especial, p. 341-345, 2003.

RIBEIRO, W. C. Desenvolvimento Sustentável e Segurança Ambiental Global. **Revista Bibliográfica De Geografía Y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona, n. 312, 2001.

SANTIN, M.; ALVIM, A.; NUNES, B.. Responsabilidade ambiental das empresas de papel e celulose brasileiras participantes do carbon disclosure project. **INGEPRO - Inovação, Gestão e Produção**, v. 1, n.4, p. 147-159, 2009.

SANTOS, A. B.; NASCIMENTO, F. S. Transformações ocorridas ao longo da evolução da atividade agrícola: algumas considerações. **Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n. 8, p. 1-9, 2009.

SIENA, O. Método para avaliar desenvolvimento sustentável: técnicas para escolha e ponderação de aspectos e dimensões. **Produção**, v. 18, n. 2, p. 359-374, 2008.

SILVA, H. V. O. **O uso de indicadores ambientais para aumentar a efetividade da gestão ambiental municipal**. 2008. 359 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: http://www.snis.gov.br/. Acesso em: 30 jun. 2009.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.

WWF. **World Wide Fund for Nature.** Disponível em: http://www.wwf.org.br/informacoes/. Acesso em: 24 out. 2008.

CAPÍTULO 2

DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DE NANOFLAGELADOS E DO BACTERIOPLÂNCTON E RELAÇÕES COM FATORES AMBIENTAIS EM UM RESERVATÓRIO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DE NANOFLAGELADOS E DO BACTERIOPLÂNCTON E RELAÇÕES COM FATORES AMBIENTAIS EM UM RESERVATÓRIO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Aline de Souza Amorim[1], Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo[2]

[1]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado), Bolsista CAPES. Campus Universitário.
alineamor@gmail.com (autor para correspondência).
[2]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Microbiologia e Parasitologia.
Centro de Biociências – Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59072-970. mag@cb.ufrn.br.

RESUMO

O semi-árido norterriograndense apresenta aspectos físico-climáticos bastante específicos: o clima é muito quente, com uma média pluviométrica de 550 mm/ano, caracterizado por um regimento de escassez e desigual distribuição de chuvas. Devido a isso se torna imprescindível conhecer e preservar os seus corpos d'água. Este trabalho teve como objetivo a caracterização e o conhecimento sobre as comunidades bacterioplanctônica e de nanoflagelados heterotróficos e suas variações sazonais em um reservatório localizado na região semi-árida do Rio Grande do Norte durante o ano de 2008. Para isto foram realizadas quatro coletas de amostras para verificar as variáveis bióticas e abióticas no período chuvoso e três no período seco. As densidades bacterianas nos reservatórios estudados variaram de $8{,}98 \times 10^6$ e $1{,}62 \times 10^7$ bac.mL^{-1}, enquanto que as biomassas totais variaram de 207 a 262 µgCL^{-1}. Os nanoflagelados apresentaram variação de 1777 e 8229 org.mL^{-1} na sua densidade e de 3,0 a 9,6 µgCL^{-1} na sua biomassa. As análises estatísticas apresentaram resultados não padronizados tanto para as variáveis biológicas como para as físico-químicas no decorrer do ano de estudo, revelando a complexidade do reservatório no que diz respeito aos mecanismos controladores das populações microbianas analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: microrganismos, açude, protozoários, variáveis abióticas.

ABSTRACT

The semi-arid of Rio Grande do Norte state, Brazil, presents a very specific physical-climate: the weather is very hot, with an average rainfall of 550 mm / year, characterized by a regiment of scarcity and uneven distribution of rainfall. Because of this it becomes essential to know and to protect its water bodies. This study aimed to characterize and know the communities of bacterioplankton and heterotrophic nanoflagellates and their seasonal variations in a reservoir located in the semi-arid region of Rio Grande do Norte state during the year 2008. For this we collected four samples to check the biotic and abiotic variables in the rainy season and three in the dry season. The bacterial densities in the reservoir ranged from 8.98×10^6 to 1.62×10^7 bac.mL^{-1}, while the total biomass ranged from 207 to 262 µgCL^{-1}. The density of nanoflagellates varied from 1777 to 8229 org.mL^{-1} and its biomass changed from 3.0 to 9.6 µgCL^{-1}. Statistical analysis results were not standardized for both the biological variables neither for the physical and chemical during the studied year, revealing the complexity of the reservoir with respect to the mechanisms that control the microbial populations analyzed.

KEYWORDS: micro-dam, protozoa, abiotic variables.

INTRODUÇÃO

A falta de qualidade das águas naturais é hoje um dos mais graves problemas mundiais. No Brasil, cerca de 90% da população tem acesso à água de qualidade para consumo, porém 47,8% dos municípios brasileiros ainda não dispõem de coleta de esgoto, e naqueles onde existe uma rede de esgotamento sanitário, somente 20,2% possuem um sistema de tratamento (FREITAS et al., 2008). Diante desse problema torna-se necessário o uso de métodos eficientes e de fácil entendimento para monitorar os corpos d'água. Nesse contexto os bioindicadores vêm sendo bastante utilizados como uma forma de compreender e diagnosticar possíveis problemas com a qualidade da água.

Bioindicadores são espécies escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes (GOULART & CALLISTO, 2003). Como os sistemas aquáticos estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos. (BUSS et al., 2003; SILVA et al., 2006; TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

Os microrganismos aquáticos apresentam íntimas e obrigatórias relações com os demais organismos e com as condições físicas e químicas do meio (RONQUI, 2008), por isso eles vêm sendo utilizados para avaliar as modificações em seu ambiente e dar respostas sobre que tipo de modificações está ocorrendo, uma vez que eles apresentam diferentes graus de sensibilidade aos diversos tipos de perturbações.

A maioria das bactérias aquáticas é heterotrófica, alimentando-se de substâncias orgânicas (ANACLETO & GOMES, 2006; PIRES, 2007). Em ambientes aquáticos, a comunidade bacteriana pode funcionar como um elo na ciclagem de energia, carbono e nutrientes para os níveis tróficos superiores (AZAM et al., 1983), uma vez que o bacterioplâncton e as cianobactérias são predadas pelo protozooplâncton, principalmente pelos flagelados heterotróficos, e estes por organismos maiores do zooplâncton (ANACLETO & GOMES, 2006).

O protozooplâncton constitui-se de protozoários de vida livre incapazes de manter sua distribuição independentemente da movimentação das massas d'água e possui considerável diversidade morfológica e fisiológica, ocupando uma grande variedade de nichos ecológicos (AREAS et al., 2006; FENCHEL, 1987). Apesar de sua ampla distribuição, muitos protozoários podem viver com sucesso somente dentro de estreitas amplitudes ambientais. A adaptação das espécies varia bastante e sucessões de espécies

ocorrem freqüentemente à medida que as condições ambientais mudam (HICKMAN et al., 2001).

O Brasil, reconhecido pela sua grande diversidade animal e vegetal, apresenta escassos dados sobre a diversidade microbiana, em especial a de protozoários de vida livre, porém nos últimos anos essa realidade vem mudando, pois os órgãos governamentais vêm cada vez mais apoiando pesquisas sobre biodiversidade.

Atentando para a importância do papel dos microrganismos nos sistemas aquáticos como bioindicadores de qualidade, esse estudo teve como objetivo determinar as densidades e biomassas totais do bacterioplâncton e do protozooplâncton relacionando-os a algumas variáveis físico-químicas auxiliando, dessa forma, na caracterização limnológica de um reservatório (Itans- Caicó) inserido no semi-árido norterriograndense.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica Piranhas-Assu possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km^2, sendo 40% dessa área pertencente ao estado do Rio Grande do Norte, o que equivale a 17.498,50 Km^2. (AESA, 2009; SEMARH, 2008).

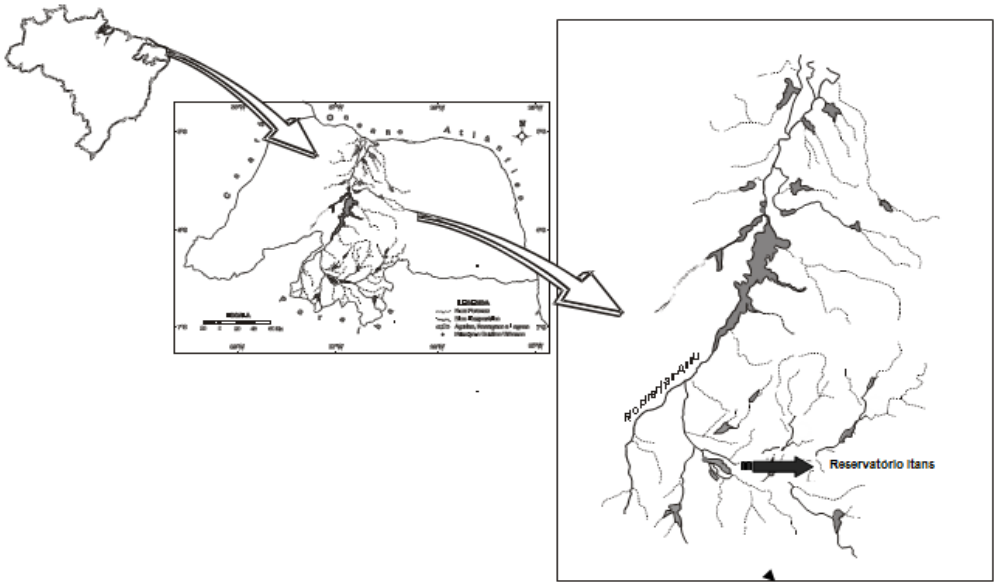

Figura 1 – Reservatório Itans na Bacia Piranhas-Assu. **Fonte**: SEMARH-RN.

2. Amostragem, análises físico-químicas e biológicas

Para as análises do bacterioplâncton e do protozooplâncton foram realizadas sete coletas no ano de 2008, em período chuvoso (março, maio, junho e julho) e seco (setembro, outubro e novembro), em dois pontos do reservatório, um próximo à barragem (P2) e outro na entrada do rio que origina o reservatório (P1).

As amostras foram coletadas após a integração de amostras obtidas com garrafa de Van Dorn (5 l), na superfície, no meio e no fundo de cada ponto de coleta. O protozooplâncton foi fixado com uma solução de lugol-formol-tiossulfato de sódio, conforme recomendações de Sherr & Sherr (1993) e o bacterioplâncton com formaldeído a 2% (concentração final) em frascos âmbar de 50 ml. As amostras foram transportados sob refrigeração até chegar ao laboratório e assim permaneceram até que fossem analisadas.

Também foram verificadas as variáveis temperatura, pH, oxigênio dissolvido, transparência da água (Secchi) e as concentrações de fósforo total e clorofila *a*. As variáveis abióticas foram comparadas com o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson, como forma de analisar seu nível trófico, um conceito multidimensional que envolve critérios de oxigenação, de transparência, de nutrientes eutrofizantes, de biomassa, de composição e concentração de microrganismos, dentre outros (MERCANTE & TUCCI-MOURA, 1999).

2.2. Determinação das densidades dos microrganismos

A densidade de protozoários foi determinada sedimentando-se 10mL de amostra em câmaras apropriadas por, no mínimo, 24 horas. A contagem foi realizada em microscópio invertido (Olympus IX70) com aumento de 500x, segundo as recomendações de Lund et al. (1958).

As contagens bacterianas foram feitas utilizando-se 5 ml de cada amostra, coradas com 200µl de laranja de acridina (AO) 0,01% (HOBBIE et al., 1977) por cinco minutos e filtrados em filtro de policarbonato escuro (Millipore), com poro de 0,2µm. Para se obter uma melhor distribuição das células bacterianas utilizou-se sob a membrana escura uma membrana de acetato de celulose com poro de 0,45µm (Poretics). O filtro foi montado entre lâmina e lamínula, com uso de óleo de imersão não fluorescente, e a contagem foi feita em um microscópio de epifluorescência com um aumento de 1250x (Olympus BX41). Pelo menos 300 bactérias foram contadas em 15 campos microscópicos.

2.3. Determinação das biomassas dos microrganismos

A biomassa dos nanoflagelados heterotróficos foi calculada a partir da medida de pelo menos 10 a 20 indivíduos de cada grupo observado (MCCAULEY, 1984) e seu biovolume (μm^3) calculado a partir da forma geométrica aproximada (tabela 1). O conteúdo de carbono (µg/L) foi estimado utilizando–se o fator 1 µm3 = 137 fgC (FENCHEL, 1982). Após as biomassas totais para cada forma terem sido encontradas estas foram agrupadas e o resultado apresentado como biomassa total de nanoflagelados heterotróficos, em μgCL^{-1}.

Tabela 1 - Fórmulas das formas geométricas aproximadas para calcular o biovolume dos nanoflagelados heterotróficos.

Formas geométricas	**Fórmulas do volume** (μm^3)
cilindro	$v=\pi r^2 c$
esfera	$v=\pi d^3/6$

r=raio, c=comprimento e d=diâmetro.

As células bacterianas foram medidas com uma ocular micrométrica e classificadas em nas classes morfológicas: cocos, bacilos, vibriões ou filamentos. Os biovolumes foram calculados utilizando-se a fórmula $(\pi/4) \times [W^2 \times (L - (W/3))]$, onde W corresponde à largura e L ao comprimento da célula. Para as células cocóides W = L (BRATBAK, 1993). Uma fórmula alométrica de conversão especialmente elaborada para amostras coradas com AO foi utilizada no cálculo do conteúdo de carbono celular - CC (fg C) = $120. V^{0,72}$, onde: CC = conteúdo de carbono; V = volume celular (μm^3). Esta fórmula, proposta por Simon e Azam (1989) e recalculada por Norland (1993) é proposta por Posch et al (2001), como sendo mais adequada para células coradas com laranja de acridina.

2.4. Análise estatística

A significância das diferenças dos dados bióticos entre os pontos de coletas em cada mês e os diferentes períodos do ano foi testada utilizando-se o teste-t de Student para variáveis independentes utilizando-se nível de significância $p < 0,05$. Correlações de Pearson foram realizadas para inferir sobre a influência dos fatores abióticos e bióticos sobre as densidades e biomassas das bactérias e dos protozoários nos dois períodos estudados. Logo após os testes estatísticos terem sido realizados estes foram analisados comparativamente para se obter resultados mais precisos. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico STATISTICA para Windows, versão 6.0 (Statsoft Inc., 1998).

RESULTADOS

Após as concentrações de clorofila *a* e fósforo total (P total) terem sido obtidas estas foram agrupadas com as outras variáveis obtidas em campo. As médias e os desvios padrões dos resultados das variáveis físico-químicas do reservatório Itans nos períodos chuvoso e seco estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Médias e desvios padrões das variáveis físico-químicas e concentrações de clorofila *a* e fósforo total do reservatório Itans durante o ano de 2008.

Período	**Chuvoso**		**Seco**	
Variáveis	**Média**	**Desvio**	**Média**	**Desvio**
Temperatura ºC	29,15	3,00	26,95	0,49
pH	6,17	0,52	6,90	0,42
DO (mg/L)	8,48	6,41	3,85	0,49
Clorofila *a* (µg/L)	74,74	26,89	27,56	13,85
P total (µ/L)	270,82	44,55	108,02	45,81
Secchi (m)	0,61	0,36	0,50	0,14
Profundidade.(m)	8,75	6,26	7,31	7,42

As densidades bacterianas variaram de $8{,}68 \times 10^6$ a $1{,}66 \times 10^7$ bac.mL^{-1} no P1 e de $9{,}28 \times 10^6$ a $1{,}59 \times 10^7$ bac.mL^{-1} no P2. A variação média anual ficou entre $8{,}98 \times 10^6$ e $1{,}62 \times 10^7$ bac.mL^{-1}. A figura 2 mostra a variação da densidade bacteriana durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

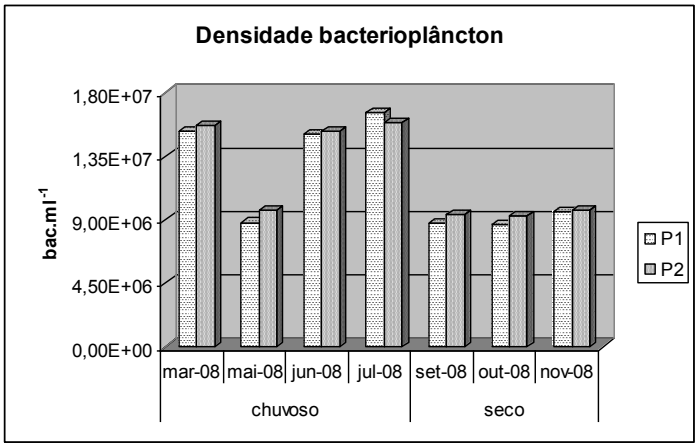

Figura 2 – Variação da densidade bacteriana durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

As biomassas bacterianas, excluindo-se as formas filamentosas, tiveram média anual entre 207 a 262 µgCL^{-1} (figura 3).

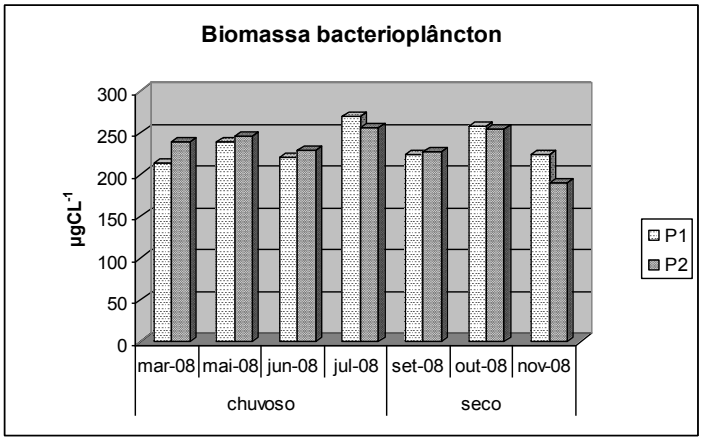

Figura 3 – Variação da biomassa bacteriana durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

Como as formas filamentosas tiveram biomassas bastante elevadas, elas foram tratadas separadamente para não influenciar nos resultados da biomassa das outras formas. A variação média anual da biomassa desse tipo morfológico foi de 253 a 926 μgCL^{-1} (figura 4).

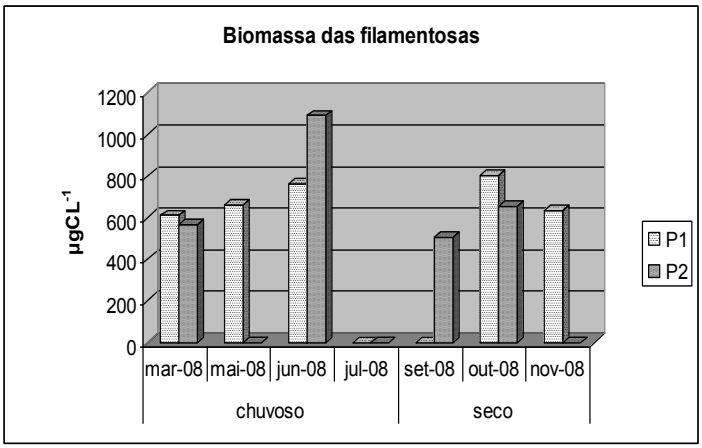

Figura 4 – Variação da biomassa das formas filamentosas durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

Os nanoflagelados heterotróficos apresentaram densidade média anual variando entre 1777 e 8229 $org.mL^{-1}$ (figura 5).

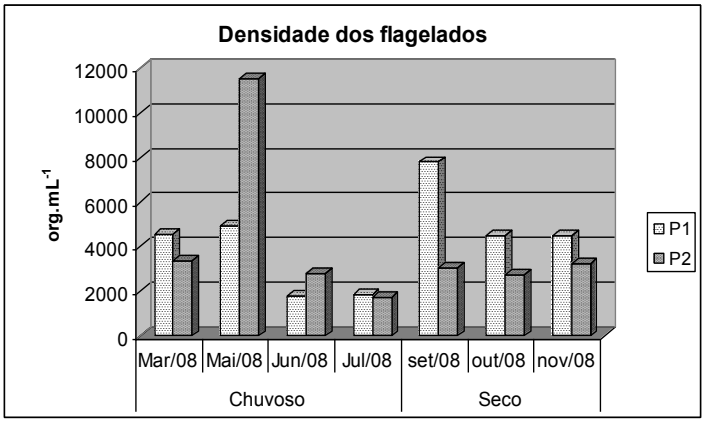

Figura 5 – Variação da densidade dos flagelados durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

A média anual da biomassa dos nanoflagelados variou de 3,0 a 9,6 μgCL^{-1} (figura 6).

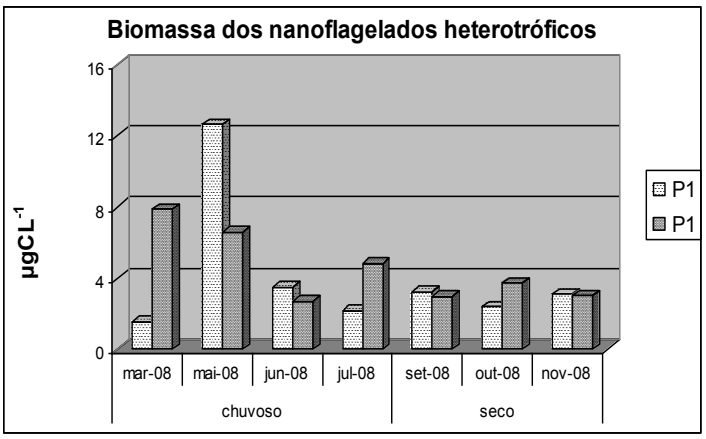

Figura 6 – Variação da biomassa dos flagelados durante o ano de 2008 no reservatório Itans.

No período chuvoso ocorreram correlações negativas entre a biomassa dos protozoários e algumas variáveis físico-químicas: precipitação (r=-0,80) e profundidade (r=-0,73), bem como com as concentrações de clorofila *a* (r=-0,86) e fósforo total (r=-0,75). Os valores das biomassas foram maiores quando os valores dessas variáveis se apresentavam menores.

No período seco ocorreu uma correlação negativa da biomassa bacteriana com a densidade bacteriana (r=-0,76). Também ocorreram correlações negativas entre a biomassa dos protozoários e as variáveis físico-químicas pH (r=-0,74), fósforo total (r=-0,77) e transparência da água (r=-0,74).

DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas apresentaram grandes oscilações entre os períodos estudados, havendo uma diferença significativa entre os valores de todas as variáveis nos períodos chuvoso e seco ($p<0,05$). No período chuvoso as concentrações de clorofila *a,* fósforo total e oxigênio dissolvido são bem mais elevadas que no período seco, provavelmente porque a chuva promove a lixiviação do solo nesse período, carreando nutrientes para seu interior. Entretanto, independentemente do período climático, e de acordo com estudos recentemente realizados, o reservatório Itans pode ser classificado como hipereutrófico, de acordo com os seus valores de fósforo total e clorofila *a* (COSTA et al, 2009).

Os valores das variáveis abióticas encontradas neste trabalho são típicos de reservatórios localizados no semi-árido nordestino (SODRÉ-NETO & ARAÚJO, 2008; ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2006; BOUVY et al., 1999). Estas condições ambientais caracterizam o estresse hídrico nessas regiões, aliado à degradação associada a fatores climáticos tais como baixa precipitação pluviométrica e alta evaporação, e a fatores antrópicos como falta de saneamento básico e elevada entrada de produtos agrícolas para os reservatórios (DIAS, 2009)

As densidades bacterianas encontradas nesse estudo são comparáveis as já encontradas em ambientes aquáticos no nordeste brasileiro. Bouvy et el. (1998) encontraram valores da ordem de 10^6 bac.mL^{-1} ao estudar reservatórios situados nessa região. Em reservatórios localizados nessa mesma bacia foram encontradas densidades bacterianas variando de 5×10^7 a 4×10^8 bac.mL^{-1} entre os anos de 2002 e 2009 (AMORIM et al.,2009,; PETROVICH, 2008; SODRÉ-NETO & ARAÚJO, 2008; ARAÚJO & COSTA 2007).

Percebe-se que há poucas oscilações entre os dois pontos de coleta (P1 e P2) em um mesmo mês, o que foi comprovado pelo teste-t, o qual não mostrou diferença significativa entre esses pontos em nenhum dos meses estudados. Entretanto, no período chuvoso, as densidades bacterianas se apresentam bem maiores que no período seco ($p=0,0004$).

A alta pluviosidade no período chuvoso pode ter influenciado o aumento da densidade bacteriana. Apesar de não ter ocorrido uma correlação com as variáveis abióticas, as altas concentrações de nutrientes podem ter ocasionado o aumento das populações bacterianas assim como ocorre com as cianobactérias que têm seu

desenvolvimento sendo propiciado por mudanças climáticas e perda da qualidade da água (DIAS, 2009; COSTA et al., 2009).

As biomassas bacterianas, consideradas elevadas, apresentaram poucas oscilações durante o período estudado, não tendo havido variação significativa entre os dois períodos observados e nem entre os dois pontos de coleta em cada mês. Araújo & Godinho (2008) encontraram valores médios de biomassa bacteriana variando de 123 μgCL^{-1} a 269μgCL^{-1} em um sistema fluvial-lagunar no Rio Grande do Norte. Bouvy et al. (1998) encontraram biomassa bacteriana de 51,8 $\mu gC.L^{-1}$, considerando-a alta, em um reservatório eutrófico de região semi-árida no nordeste brasileiro. Amorim et al. (2009) encontraram biomassas semelhantes variando de 175 a 430 μgCL^{-1} em dois reservatórios na Bacia Piranhas-Assu nos anos de 2005 e 2007 e Sodré-Neto e Araújo (2008), em estudo na mesma bacia no ano de 2006 encontraram biomassas bacterianas oscilando entre 47 μgCL^{-1} e 122,9 μgCL^{-1}. Estes mesmos estudos registraram elevados dados de biomassa de filamentosas. Amorim et al. (2009) encontraram biomassas de formas filamentosas variando de 800 e 1680 μgCL^{-1} e Sodré-Neto e Araújo (2008) encontraram biomassa de filamentosas variando de 629,4 μgCL^{-1} a 1295,7 μgCL^{-1}. Biomassas elevadas podem estar relacionadas com elevados níveis tróficos e a conseqüente disponibilização de nutrientes para o crescimento dos microrganismos.

Comparando-se as densidades bacterianas com as biomassas de filamentosas podemos inferir que a biomassa das formas filamentosas no período seco esteja relacionada com a diminuição da densidade bacteriana nesse período, uma vez que é sabido que as bactérias possuem um mecanismo de defesa quando em situação extrema, durante o qual elas podem se agrupar para formar filamentos, ficando dessa maneira maiores e mais difíceis de serem predadas por protozoários, (YOUNG, 2006; MATZ & KJELLEBERG, 2005; SOMMARUGA & PSENNER, 1995). As densidades dos nanoflagelados sofreram algumas oscilações no decorrer do ano, porém não significativas. Entretanto, se considerarmos cada coleta realizada, as densidades dos protozoários variaram consideravelmente entre os dois pontos analisados ($p<0,05$).

Das sete coletas realizadas durante o ano de 2008 no reservatório Itans, o número de protozoários foi maior no ponto 1 em quatro delas, principalmente no período mais seco. O número elevado de protozoários na entrada do rio pode estar relacionado com a maior biodiversidade de organismos nesse ponto, uma vez que, além de ser menos profundo, nele o sistema pode ser considerado como lótico favorecendo uma maior

mistura dos nutrientes por meio do próprio curso da água e da ação dos ventos (BOZELLI & HUSZAR, 2003).

As densidades de nanoflagelados heterotróficos encontrados neste trabalho também estão entre as maiores já encontradas. Araújo & Godinho (2008) encontraram em um sistema fluvial lagunar densidades variando de 8 a 44 org.mL–1. e Gomes et al. (2007) encontraram em dois ecossistemas costeiros densidades variando de 2,23 a 614 org.mL–1. Areas et al. (2006) encontraram densidades oscilando entre 2,28 e 4,8 org.mL–1.

Em estudo realizado em reservatórios de diferentes graus de trofias na região sul do país foram encontradas densidades de até 2070 org.mL–1, enquanto que na região sudeste tais densidades variaram de 0,6 a 2,6 org.mL–1. Em reservatório do semi-árido nordestino foram encontradas densidades totais de protozoários variando de 13 a 1482 org.mL–1 entre os anos de 2002 e 2004 (PEREIRA et al., 2005; ARAÚJO et al., 2008; ARAÚJO & COSTA, 2007). Como tem sido observado em outros trabalhos (GOMES et al., 2007; PEREIRA et al., 2005; ESKINAZI-SANT'ANNA et al., 2006) os resultados do presente estudo evidenciam que as altas concentrações de nutrientes influenciam a abundância (densidade e biomassa) dos microrganismos.

As biomassas dos nanoflagelados variaram bastante ao longo do ano de 2008, mas, assim como as densidades, não foi encontrada diferença significativa entre os períodos chuvoso e seco. Já os resultados dos testes-t entre cada ponto de coleta nos meses estudados apresentaram diferença significativa entre os dois pontos na última coleta, à exceção de um dos meses. Ronqui (2008) encontrou biomassas de protozoários variando de 0,04 a 6,5 μgCL^{-1} em estudo realizado em uma represa na região sudeste do país e Pereira et al. (2005) encontraram biomassas de até 20,64 em reservatórios na região sul do Brasil.

As biomassas dos nanoflagelados não apresentaram um padrão claro de elevação temporal, porém no período chuvoso elas foram ligeiramente maiores. Isso coincide com a biomassa mais elevada das formas filamentosas, levando mais uma vez à suposição de que as bactérias usam a estratégia de se tornarem maiores para evitar a predação pelos protozoários. Além disso, maiores concentrações de nutrientes podem ter oferecido melhores condições ecológicas para o aumento da biomassa dos protozoários.

Como não foram encontradas correlações entre a biomassa ou densidade do bacterioplâncton com a clorofila *a* ou qualquer outro parâmetro físico-químico, pode-se dizer que o controle desse componente não tem relação com a produção primária do

sistema ou os fatores que dirigem o fitoplâncton. A literatura confirma que, em ambientes eutróficos, mecanismos do tipo "bottom up" não são típicos, e que as bactérias são mais provavelmente controladas por predação ("top down") nesse tipo de ambiente (DUFOUR & TORRENTON, 1996). Entretanto, foram encontradas fortes correlações positivas de nanoflagelados heterotróficos com a precipitação, clorofila *a* e fósforo total ($p < 0,05$), indicando que essas forças dirigem o desenvolvimento desse grupo, no ambiente estudado.

CONCLUSÃO

O reservatório Itans apresentou resultados não padronizados tanto para as variáveis biológicas como para as físico-químicas no decorrer do ano de estudo. Os períodos chuvoso e de estiagem apresentaram características distintas e bem peculiares em relação às variáveis observadas. O período chuvoso foi caracterizado por altas concentrações de nutrientes e elevadas densidade e biomassa bacterianas, enquanto que no período seco as concentrações dos nutrientes se apresentaram menores e a densidade e biomassa dos nanoflagelados foram maiores, levando a supor que no período chuvoso as populações dos microrganismos foram controladas pela oferta de nutrientes e no período seco por competição e predação.

Os resultados obtidos revelam a complexidade do reservatório no que diz respeito aos mecanismos controladores das populações microbianas analisadas. Faz-se necessário um acompanhamento no reservatório estudado por um período maior de tempo e a execução de experimentos que permitam um conhecimento mais aprofundado das relações tróficas que se estabelecem em reservatórios eutrofizados do semi-árido nordestino brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/. Acesso em: 01 de jul. de 2009.

AMORIM, A. S.; ARAÚJO, M. F. F.; SODRÉ-NETO, L. O bacterioplâncton em dois reservatórios do semi-árido brasileiro: variação espacial e temporal. In: Eliza Maria Xavier Freire. (Org.). **Recursos naturais das caatingas uma visão multidisciplinar**. 1 ed. Natal: EDUFRN - Editora da UFRN, v. 1, p. 131-149, 2009.

ANACLETO, I. E.; GOMES, E. A. T. Relações tróficas no plâncton em um ambiente estuarino tropical: Lagoa dos Patos (RS), BRASIL. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.1, n.2, p.26-39, jul-dez/2006.

ARAÚJO, L. M. R.; REGALI-SELEGHIM, M. H.; MINILLO, A. Análise qualitativa dos protozoários presentes em eventos de blooms de cianobactérias na represa de Barra Bonita – SP. In: **II Simpósio Ecologia da UFSCar**, 2008, São Carlos. Anais de Eventos da UFSCar, p. 331-334, 2008.

ARAÚJO, M. F. F. **Ecologia do protozooplâncton, bacterioplâncton e virioplâncton em um sistema fluvial-lagunar do nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.

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

ARAÚJO, M. F. F.; GODINHO, M. J. L. Seasonal and Spatial Distribution of Bacterioplankton in a Fluvial-lagunar System of a Tropical Region: Density, Biomass, Cellular Volume and Morphologic Variation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 1, Curitiba, jan-fev/2008.

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

AREAS, M. O.; TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. A. T. Microvariações Temporais do Protozooplâncton na Baía de Guanabara (RJ): composição específica e densidade durante o verão de 2004. **Saúde e Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 14-22, jan-jun/2006.

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J. G.; GRAY, J. S.; MEYER-RELL, L. A; THINGSTAD, F. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress Series**. v. 19, p. 257-263, 1983.

BOUVY, M.; BARROS-FRANCA, L. M.; CARMOUZE, J.P.; Compartimento microbiano no meio pelágico de sete açudes do estado de Pernambuco. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 1, p. 93-101, 1998.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M. E; BEKER, B. Dinamics of a toxic cyanobacterial bloom (Cylindrospermopsis raciborskii) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, p. 285-297, 1999.

BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M. Comunidades fito e zooplanctônicas em tempo de avaliação. **Limnotemas**, v. 3, 32p, 2003.

BRATBAK, G. Microscopic methods for measuring bacterial: epifluorescence microscopy, scanning electron microscopy and transmission electron microscopy. In: Kemp P. F.; Sherr B. F.; Sherr E. B. and Cole, J. J. (Eds.) **Handbook of methods in aquatic microbial ecology**. London: Lewis Publishers, p. 309-317, 1993.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Biomonitoramento e avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473, mar-abr, 2003.

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L. S.; E. M. ESKINAZI-SANT'ANNA. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecol. Bras.**, v. 13, n. 2, p. 382-401, 2009.

DIAS, S. N. **Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde: estudo nictemeral e sazonal**. 2009. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-graduação em Botânica, UFRPE, Recife.

DUFOUR, P. H.; TORRÉTON, J. P. Bottom-up and top-down control of bacterioplâncton from eutrophic to oligotrophic sites in the tropical northeastern Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research I**, v. 43, n. 8, p. 1305-1320, 1996.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; PANOSSO, R. F.; ATTAYDE, J. L.; COSTA, I.A.S.; SANTOS, C.M.; ARAÚJO, M. & MELO, J.L.S. Águas Potiguares: Oásis Ameaçados. **Revista Ciência Hoje**, 39, p. 68-71, 2006.

FENCHEL T. Ecology of heterotrophic flagellates: quantitative occurrence and importance as bacterial consumers. **Marine Ecology Progress Series**, série 9, p. 35-42, 1982.

FENCHEL, T. Protozoan Communities: Marine habitats. **Ecology of protozoa: The Biology of free-living phagotrophic protist**. cap.8, p. 103-116, 1987.

FREITAS, A. M.; SIRTORI, C.; ZAMORA, P. G. P. Avaliação do potencial de processos oxidativos avançados para remediação de águas contaminadas com geosmina e 2-mib. **Quim. Nova**, v. 31, n. 1, p. 75-78, 2008.

GOMES, E. T.; SANTOS, V. S.; TENENBAUM, D. R.; VILLAC, M. C. Protozooplankton characterization of two contrasting sites in a tropical coastal ecosystem (Guanabara Bay, RJ). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 1, p. 29-38, 2007.

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

HICKMAN, C.; ROBERTS, L.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. 11ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 2001.

HOBBIE, J. E.; DALEY, R. J.; JASPER, S. Use of nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. **Applied and Environmental Microbiology.**, v.33, p. 27-38, 1977.

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. **Hydrobiol.**, p. 143 – 170, 1958.

MATZ, C.; KJELLEBERG, S. Off the hook – how bacteria survive protozoan grazing. **Trends in Microbiology**, v.13, n.7, p. 302-307, 2005.

McCAULEY, E. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples. In: DOWING, J. A.; HIGLER, F. H. (Eds.). **A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 228-265, 1984.

MERCANTE, C. T. J.; TUCCI-MOURA, A. Comparação entre os índices de Carlson e de Carlson modificado aplicados a dois ambientes aquáticos subtropicais, São Paulo, SP. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 1999.

NORLAND, S. The relashionship between biomass and volume of bacteria. In: Kemp P. F.; Sherr B. F.; Sherr E. B. and Cole, J. J. (Eds.). **Handbook of Methods in Aquatic Microbial ecology**, Lewis Publishers, London. p. 303-307, 1993.

PEREIRA, D. G.; VELHO, L. F. M.; PAGIORO, T. A.; LANSAC-TÔHA, F. A. Abundância de nanoflagelados heterotróficos no plâncton de reservatórios com distintos

graus de trofia. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 43-50, jan-mar/2005.

PETROVICH, A. C. I. **Usos e qualidade da água em região semi-árida do nordeste brasileiro:percepção ambiental de professores e alunos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFRN, Natal.

PIRES, A. F. P.; CALIMAN, A.; LAQUE, T.; ESTEVES, F.; BOZELLI, R. & FARJALLA, V. Efeitos da predação e diversidade na composição e estrutura da comunidade bacteriana. In: **VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007, Caxambú. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007.

POSCH, T.; LOFERER-KRÖßBACHER, M.; GAO, G.; ALFREIDER, A.; PERNTHALER, J.; PSENNER, R. Precision of bacterioplankton biomass determination: a comparison of two fluorescent dyes, and of allometric and linear volume-to-carbon conversion factors. **Aquatic Microbial Ecology**, 25, p. 55-63, 2001.

RONQUI, L. B. **Caracterização limnológica e avaliação de efeitos ambientais causados por efluentes de mina de urânio sobre populações microbianas planctônicas da Represa das Antas, Caldas (MG)**, 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Programa de Pós-graduação Interunidades em Biotecnologia USP/Instituto Butantan/IPT, USP, São Paulo.

SEMARH. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos**. Disponível em: http://www.semarh.rn.gov. Acesso em: 06 de jun. de 2008.

SHERR, E.B. & SHERR, B.F. Preservation and storage of samples for enumeration of heterotrophic protists. In: Kemp, P. F., Sherr, B.F., Sherr, E.B & Cole, J.J. **Handbook of methods in Aquatic Microbial Ecology**. Lewis Publishers, London. p. 207-212, 1993.

SILVA, M. G.; GARCIA, C. A. B. ; GARCIA, H. L.; ALVES, J. P. H. Qualidade da água da barragem Jacarecica I: Estado Trófico. In: **I Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação Tecnológica**, 2006, Natal - RN. Livro de resumos do I Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação Tecnológica, 2006. v. Único. p. 56-56.

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 466-485, 2007.

SIMON, M.; AZAM, F. Protein content and protein synthesis rates of planktonic marine bactéria. **Marine Ecology Progress Series,** v.51, p. 201-213, 1989.

SODRÉ-NETO, L.; ARAÚJO, M. F. F. Spatial and temporal fluctuations in bacterioplankton and correlated abiotic variables in eutrophic environments of the Brazilian semi-arid region. **Acta Limnol. Bras.**, v. 20, n. 4, p. 325-331, 2008.

SOMMARUGA, R.; PSENNER, R. Permanent Presence of Grazing-Resistant Bacteria in a Hypertrophic Lake. **Applied And Environmental Microbiology**, v. 61, n. 9, p. 3457–3459, 1995.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p. 181-186, 2002.

YOUNG, K. D. The Selective Value of Bacterial Shape. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, v. 70, n. 3, p. 660–703, 2006.

CAPÍTULO 3

IMPRESSÕES DE PROFESSORES SOBRE O USO DE JOGOS PARA TRATAR O TEMA "ÁGUA E SAÚDE" EM UMA REGIÃO SEMI-ÁRIDA

IMPRESSÕES DE PROFESSORES SOBRE O USO DE JOGOS PARA TRATAR O TEMA "ÁGUA E SAÚDE" EM UMA REGIÃO SEMI-ÁRIDA

Aline de Souza Amorim[1], Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo[2]

[1]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado), Bolsista CAPES. Campus Universitário.
alineamor@gmail.com (autor para correspondência).
[2]Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Departamento de Microbiologia e Parasitologia.
Centro de Biociências – Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59072-970. mag@cb.ufrn.br.

RESUMO

Estudos sobre Educação Ambiental vêm sendo realizados no sentido de promover um melhor entendimento e aperfeiçoamento das práticas educativas, com o intuito de despertar nos cidadãos a sensibilização diante dos problemas ambientais alterando, dessa forma, comportamentos individuais e coletivos no cotidiano. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e os conceitos que os professores do município de Caicó-RN têm sobre jogos na educação ambiental por meio de questionários aplicados durante a realização de seminários de divulgação científica e oficinas de jogos educativos. Os resultados apontam que os professores conhecem atividades lúdicas e fazem uso delas, pois sabem da sua importância para o aprendizado dos alunos.

ABSTRACT

Studies on Environmental Education have been done to promote better understanding and improvement of educational practices in order to awaken the public awareness on environmental problems by changing thus individual and collective behavior in everyday life. The objective of this study was to evaluate the use and the concepts that teachers in the city of Caicó-RN have on games in environmental education through questionnaires during the seminars to disseminate scientific workshops and educational games. The results show that teachers know and recreational activities make use of them, because they know its importance to student learning.

INTRODUÇÃO

Quando se faz referência a zonas áridas e semi-áridas do planeta, estão sendo denominadas áreas que possuem água em quantidade insuficiente pra satisfazer as variadas demandas de sua população. Essas áreas possuem características ambientais singulares que as diferenciam de outras (SUASSUNA, 2005). O Rio Grande do Norte é um estado que apresenta grande parte do seu território inserida na região semi-árida brasileira, caracterizada pelo clima seco e quente, com chuvas que se concentram nas estações de verão e outono. Essa região representa uma área onde o regime pluvial é irregular, com 400 a 800mm anuais. Seus solos são rasos, com ocorrência de vegetação do tipo xerófila, resistente a longos períodos de estiagem (INSA, 2008).

Essas características em conjunto tornam difícil a sobrevivência nessa região e, por isso, uma relação que deve ser estabelecida é entre o discurso da convivência com o semi-árido e a valorização do local, da diversidade cultural, da recomposição e afirmação de identidades e territórios (SILVA, 2007).

A busca de solução dos problemas relacionados à quantidade e qualidade das águas e sua sustentabilidade para atender os múltiplos usos numa bacia hidrográfica, tornou-se um dos grandes desafios do milênio em curso a ser enfrentado não apenas pelo poder público, mas pela sociedade civil e usuários. A escassez de água na região semi-árida exige políticas públicas para minimizar entre outros problemas, os processos poluidores existentes, causados indiscriminadamente tanto pela população geradora de resíduos, quanto pelos municípios que dispõem o lixo urbano a céu aberto em margens de rios e rodovias, inadequadamente (BARRETO, 2008).

A Educação Ambiental em bacia hidrográfica está voltada para a gestão participativa dos recursos hídricos, com ênfase nos valores da cidadania, através de ações articuladas entre os implementadores da política e os beneficiários locais na busca de mudança de atitudes, valores e práticas que irão alterar comportamentos individuais e coletivos no cotidiano visando a melhoria da qualidade da água para as populações atuais e futuras. A mudança de percepção sobre a realidade local e a experimentação de alternativas de manejo apropriada pela população é a principal garantia da convivência com a escassez de água do semi-árido (BARRETO, 2008; SILVA, 2007).

A Educação Ambiental assume papel importante nesse processo de transformação do pensamento e construção da sociedade. Ela deve integrar conhecimentos, aptidões,

valores, atitudes e ações, convertendo cada oportunidade em experiência educativa de sociedades sustentáveis. O princípio de se educar para saúde e para o ambiente parte da hipótese de que vários problemas de saúde são resultantes da precária situação educacional da população, carecendo, portanto, de medidas corretivas e/ou educativas (ALMEIDA & SANTOS, 2001; GAZZINELLI et al. 2005).

Segundo Almeida et al. (2004) a Educação Ambiental deve fornecer instrumentos para a sociedade ampliar discussões e ações concretas em relação às questões ambientais de modo a ter uma população, pelo menos no futuro, consciente e educada para tais questões. Para Jacobi (2004) a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, onde a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável.

A proposta principal da Educação Ambiental é a de superar a dicotomia entre natureza e sociedade, através da formação de uma atitude ecológica nas pessoas, ou seja, objetiva a formação de sujeitos capazes de compreender o mundo e agir nele de forma crítica - consciente. Um dos seus fundamentos é a visão socioambiental, que afirma que o meio ambiente é um espaço de relações, é um campo de interações culturais, sociais e naturais (a dimensão física e biológica dos processos vitais) (PGA, 2008).

Muitos educadores e profissionais da comunidade científica têm se engajado nas causas ambientais, e estudos sobre Educação Ambiental vêm sendo realizados no sentido de promover um melhor entendimento e aperfeiçoamento das práticas educativas, com o intuito de despertar nos cidadãos a sensibilização diante dos problemas ambientais.

Segundo Higuchi & Azevedo (2004) a questão ambiental, mais do que uma palavra em voga, alerta para os diferentes modos que a sociedade humana se relaciona com o meio construído e natural, desde os tempos mais remotos. A preocupação com o meio ambiente passa a ter importância mundial e os esforços para reverter a problemática dá origem a diversas iniciativas, dentre elas a educação ambiental é uma possibilidade que congrega o amplo diálogo, um novo pensar e um novo agir.

Para Janech (2008), a Educação Ambiental é a base para a conscientização que leva à mudança de comportamento dos indivíduos em relação ao meio natural, estabelecendo novos procedimentos e práticas, para a conservação e preservação dos recursos, contribuindo para a construção de uma sociedade sustentável, mais justa e ecologicamente equilibrada. Diniz & Tomazello (2005) afirmam ainda que as questões ambientais hoje se

apresentam como um grande desafio a ser superado e a educação ambiental, muitas vezes, tem sido apontada como a salvadora dos problemas ambientais.

O papel do educador diante das questões ambientais tem destacada importância, pois é por meio da conduta do professor e de sua formação profissional que as atividades em que se propõe fazer Educação Ambiental terão êxito ou não.

A Educação Ambiental nas escolas deve sensibilizar o professor e o aluno para que construam coletivamente o conhecimento por meio de estratégias pedagógicas de mudança de mentalidade (ALMEIDA et al., 2004). Segundo o autor a participação dos professores no processo do ensino depende de sua formação profissional e interesse pela temática ambiental, sendo um constante desafio sua atualização pedagógica e científica.

Higuchi e Azevedo (2004) apontam que o educador deve ser uma pessoa que respeite o que os educandos pensam e o que eles fazem, mesmo tendo conhecimento de que a forma como eles agem pode trazer problemas para eles mesmos. Para estas autoras a Educação Ambiental é um tema que pode ser desenvolvido em múltiplas experiências metodológicas em diversos níveis de abrangência. Em qualquer dos casos cabe ao educador, por intermédio de sua vivência pessoal e profissional propor metodologias que favoreçam a construção da cidadania ambiental.

Algumas experiências vivenciais, visando promover Educação Ambiental, vêm sendo realizadas em parques, reservas ecológicas, praças públicas e em outros locais de fácil acesso e que estejam relacionados ao meio ambiente. Essas atividades estão tendo resultados satisfatórios, o que mostra que os alunos aprendem melhor se o assunto abordado for relacionado ao seu cotidiano. Segundo Diniz & Tomazello (2005) é importante que a aprendizagem seja significativa para o aluno, que os conteúdos sejam trabalhados de forma mais contextualizada, ampla, superando a fragmentação dos conhecimentos e introduzindo um trabalho de modo interdisciplinar.

Os jogos são estratégias lúdicas e prazerosas de aprendizado, pois através deles os estudantes têm a oportunidade de interagir entre si além de desenvolverem habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem, tais como: resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, entre outras habilidades. Se o jogo, desde seu planejamento, for elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos e para ser utilizado no âmbito educacional pode-se denominá-lo de jogo didático. Nos jogos educacionais não existem perdedores, todos são beneficiados com o aprendizado, que se adquire com a integração com o jogo (AMORIM et al., 2008; ZANON et al., 2008).

Jacobi (2004) acredita que a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, numa perspectiva que priorize um novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade socioambiental.

Diante da importância que as questões ambientais tomaram nas últimas décadas o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e os conceitos que os professores do município de Caicó-RN têm sobre jogos na educação ambiental. Para efeito deste trabalho duas atividades principais foram realizadas. A primeira foi a divulgação de dados sobre a qualidade da água do reservatório Itans em um seminário e a outra foi a análise dos questionários aplicados em uma oficina sobre jogos didáticos.

PERCURSO METODOLÓGICO

1. Caracterização da área de estudo

O município de Caicó (figura 1) encontra-se inserido no semi-árido norterriograndense, apresentando temperatura média anual de 28˚C. A precipitação na cidade fica em torno de 600-800 mm/ano, e a evapotranspiração, que é causada pela insolação e pelos ventos, varia entre 1600 e 1800 mm/ano. É justamente essa evapotranspiração mais elevada que a precipitação, juntamente com a ausência e escassez e a alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, que torna a temperatura local elevada, caracterizando a aridez sazonal (SILVA, 2007).

O reservatório Itans foi construído pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca) em 1935 e está situado a 4 km da cidade de Caicó. Esse reservatório faz parte da Bacia Hidrográfica Piranhas-Assu que é de grande importância econômica para o estado do Rio Grande do Norte, ocupando uma superfície de 17.498,5 km^2, que corresponde a cerca de 30% do território estadual e contribui com 79% do total de água acumulado no estado do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2008).

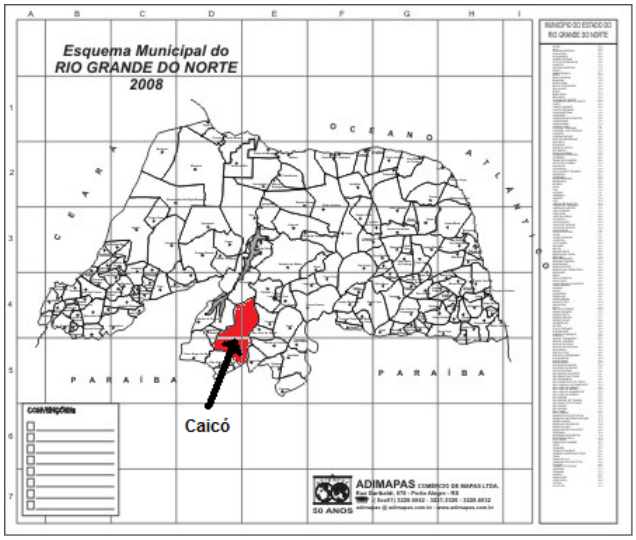

Figura 1 – Localização do município de Caicó-RN. **Fonte:** Adimapas

2. Divulgação científica

Durante a realização das atividades de divulgação científica foram apresentados trabalhos diretamente ligados ao município de Caicó. Foram divulgados dados referentes à qualidade do reservatório Itans, que se localiza na cidade e foi apresentado um estudo sobre o diagnóstico sócio-ambiental do município. O intuito dessa divulgação foi atentar os professores sobre o papel deles na formação de uma nova sociedade sensível e solidária com os problemas ambientais.

3. Análise investigativa e amostragem

O presente estudo teve como instrumento de análise dois questionários previamente elaborados com questões abertas para os professores responderem, cada um contendo três questões, todas relacionadas a atividades lúdicas para melhoria nas aulas. O primeiro questionário foi aplicado antes da apresentação de propostas de atividades e brincadeiras para serem trabalhadas em sala de aula e o outro questionário foi aplicado logo após essa atividade.

As vantagens de se aplicarem questionários abertos é que eles possibilitam maior liberdade de resposta, pois esta pode ser redigida pelo próprio questionado, e proporciona respostas de maior profundidade, o que a primeira vista pode ser visto como uma dificuldade para posterior interpretação, mas ao mesmo tempo esse tipo de questão oferece respostas mais representativas e fiéis da opinião do questionado e permite recolher variada informação sobre o tema em questão (BONI & QUARESMA, 2005).

Os questionários foram aplicados durante a realização do Projeto "Mergulhando na Ciência", que é um projeto de divulgação científica que utiliza o tema água para sensibilização sobre os problemas ambientais locais, realizado nos dias 26 e 27 de novembro de 2008, na cidade de Caicó. Informações profissionais também foram solicitadas nos questionários tais como formação acadêmica e disciplinas de atuação. Os professores responderam ao questionário no local onde foram realizadas as atividades.

A aplicação dos questionários foi dividida em dois momentos: antes de se iniciarem os trabalhos de propostas de jogos e brincadeiras para serem utilizados em sala de aula foi aplicado um questionário e ao final dessa atividade foi aplicado outro questionário. Ao primeiro questionário 20 professores responderam e ao segundo 26, totalizando 46 questionários respondidos, porém apenas 40 questionários foram considerados válidos, aqueles em que o mesmo professor respondeu em cada momento de aplicação.

3. Jogos didáticos

Para atender a proposta de atividades lúdicas a serem trabalhadas em sala de aula pelos professores três jogos foram confeccionados: Jogo da Memória, Baralho Didático e Detetive Aquático.

O Jogo da Memória teve duas versões: o primeiro (Jogo da Memória -Doenças de Veiculação Hídrica) apresentava doze pares de cartas que representam doenças de veiculação hídrica e seus organismos causadores por meio de figuras; já o segundo (Jogo da Memória - Água e Saúde) também apresentava doze pares de doenças, seu agente causador e seus respectivos modos de transmissão. O objetivo do jogo é reunir o maior número de pares de doenças (cartas) antes dos demais jogadores. (O jogo deve ter no mínimo dois participantes e no máximo seis.)

O Baralho Didático é formado por 60 cartas, que tratam de doze doenças de veiculação hídrica (cólera, dengue, disenteria bacteriana, disenteria amebiana, esquistossomose, febre tifóide, filariose, giardíase, hepatite A, leishmaniose e poliomielite). As doenças foram divididas em cinco categorias de cartas que retratam curiosidades a respeito da doença, seus sintomas, o modo de transmissão, os sintomas decorrentes de cada uma, seus agentes transmissores e, por último, cura (quando existir) e prevenção. O objetivo do jogo é reunir, antes dos demais jogadores, o conjunto de cinco cartas relacionadas a uma determinada doença de veiculação hídrica de sua própria escolha. Pode ser jogado por no mínimo três e no máximo doze jogadores.

O jogo do Detetive Aquático é constituído por 01 tabuleiro; 01 dado; 19 cartas; 01 envelope; 05 blocos de anotações; e 05 peões e deve ter de três a cinco jogadores. As cartas representam cinco doenças suspeitas, cinco sintomas apresentados e nove locais da cidade. As cartas das doenças trazem também os causadores e os vetores (quando houver) de cada uma delas. As doenças retratadas no jogo são: cólera, dengue, disenteria bacteriana, disenteria amebiana e esquistossomose. Os sintomas são: febre; diarréia; dor de cabeça; náuseas e vômitos; e dor abdominal. Os locais da cidade representados são: reservatório, biblioteca, casa, escola, hospital, igreja, padaria, praça e zoológico. Vence o jogo aquele que conseguir descobrir, antes dos demais jogadores, três informações a respeito de uma pessoa que foi infectada por uma doença de veiculação hídrica em uma determinada cidade fictícia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Divulgação científica

Para a divulgação dos dados referentes à qualidade da água do reservatório Itans e ao diagnóstico sócio-ambiental do município de Caicó foi realizada uma palestra para a sensibilização dos professores sobre os problemas encontrados no reservatório. Os resultados do diagnóstico sócio-ambiental foram associados com práticas de origem antropogênicas que provavelmente estão influenciando na má qualidade da água do reservatório.

Os professores foram bastante participativos levantando várias questões pertinentes ao assunto. Durante a discussão da palestra apresentada os professores se mostraram conscientes da culpa da população local nos problemas encontrados no reservatório, porém demonstraram enorme interesse em saber se há medidas que reverta esse quadro.

Também na mesma ocasião foram apresentadas outras palestras sobre conceitos importantes ao se trabalhar qualidade de água, tais como coliformes fecais e variáveis abióticas que influenciam na qualidade da água (concentrações de nutrientes, pH, temperatura e oxigênio dissolvido).

Atividades desse tipo já vêm sendo realizadas por alguns professores. Araújo et al. (2006) realizaram atividades de Educação Ambiental em um município do estado do Rio Grande do Norte, Jardim de Piranhas, escolhido por estar situado na região da Bacia do Rio Piranhas-Assu e por ser banhada pelo Rio Piranhas. Esse rio sofre diversos impactos

nesta cidade, considerando-se, principalmente, a grande atividade industrial ali realizada. No referido trabalho as autoras trabalharam com qualidade de água objetivando socializar resultados sobre a qualidade da água dos açudes que compõem a bacia do rio Piranhas-Assu com as comunidades envolvidas no uso dessa água e desertando o interesse dos professores para o problema da qualidade da água do Rio Piranhas.

Almeida et al. (2004) também realizaram atividade semelhante por meio de oficinas para professores do ensino fundamental com a finalidade de elaborar uma proposta de Educação Ambiental em uma praça pública no centro histórico da cidade de Botucatu, no estado de São Paulo. Tais oficinas basearam-se em informações sobre o município e informações botânicas da Praça Rubião Júnior, em Botucatu. Experiências dessa natureza têm-se revelado de extrema importância, pois servem como um estímulo para alunos e educadores se engajarem nas causas sociais visando a melhoria do meio ambiente.

Atividades de divulgação científica por meio de palestras e propostas pedagógicas inovadoras e simples vêm sendo de grande valia para o que propõe a Educação Ambiental, pois despertam o interesse das pessoas envolvidas sobre as questões ambientais levando em conta os problemas locais e as soluções mais adequadas com a cultura e a história da região.

2. Perfil dos professores

A faixa etária dos professores foi entre 26 e 60 anos, tendo a grande maioria idade entre 35 e 45 anos (45%) (figura 2), ou seja, são professores que, pela idade, já devem apresentar uma experiência de vida significativa, o que contribuiria para uma elaboração de aulas voltada para a vivência.

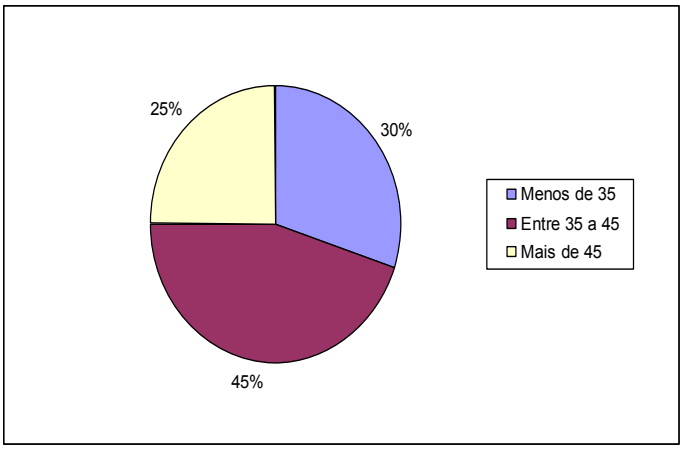

Figura 2 – Percentual da faixa etária dos professores.

Dos professores questionados 84% eram do sexo feminino. A formação acadêmica da maioria dos professores é em pedagogia (65%) e 50% deles atuam como professores polivalentes (figura 3). A maioria (65%) possui entre 5 e 15 anos de experiência profissional. O fato de a maioria dos professores trabalharem como profissionais polivalentes pode ser considerado como uma vantagem para se fazer Educação Ambiental, uma vez que ela propõe que o ensino deve ser multidisciplinar, pois só com o envolvimento de várias áreas do conhecimento é possível se ter uma noção mais elaborada das questões ambientais.

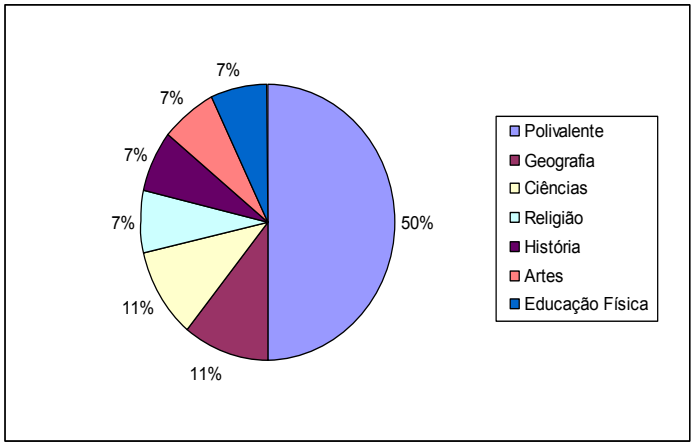

Figura 3 – Percentual das disciplinas lecionadas pelos professores questionados.

3. Análise do primeiro questionário

Os questionários aplicados antes das atividades lúdicas como novas propostas metodológicas foram respondidos por 20 professores. A primeira questão objetivava saber se os professores realizavam atividades diferentes para melhorar as aulas e, caso realizassem, quais atividades eram essas. A maioria dos professores (85%) afirmaram fazer uso de atividades desse tipo. As atividades citadas foram: jogos, brincadeiras, dinâmicas, mamulengos, oficinas, teatro e gincana (figura 4).

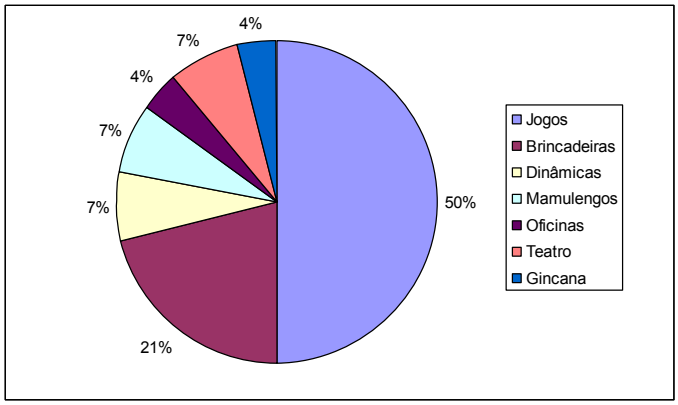

Figura 4 – Percentual das atividades lúdicas citadas pelos professores.

A segunda questão era direcionada aos professores que responderam que não realizava nenhuma atividade lúdica em sala de aula e investigava o motivo de não se fazer uso de atividades pedagógicas inovadoras. Apenas três professores responderam não à primeira questão e cada um apresentou uma resposta diferente para a segunda questão. Um dos professores afirmou que esse tipo de atividade foge do assunto, outro afirmou que acha mais interessante aula de vídeo, campo ou pesquisa e um deles justificou que não conhece nenhum material para desenvolver essas atividades.

A terceira questão buscou saber a opinião dos professores sobre as vantagens de atividades dessa natureza. A vantagem de facilitar o aprendizado foi a mais citada (29%), seguida de melhoria no aprendizado (25%), torna a aula mais agradável (18%), motiva os alunos por meio da participação e envolvimento deles durante as aulas (11%), os alunos ficam mais interessados (10%) e estimula o trabalho em equipe (7%).

Esse questionário mostrou que a maioria dos professores busca melhorias em suas aulas por meio de atividades que as dinamizem tornando-as mais agradáveis e que eles sabem da importância de atividades dessa natureza para o aprendizado e o interesse dos alunos. Também pode-se perceber que ainda existem professores que acreditam que a maneira tradicional de se ensinar é a melhor, justificando que aulas onde se buscam métodos novos dispersam a atenção dos alunos.

O fato de os professores terem citado o teatro de bonecos (mamulengo) entre as atividades desenvolvidas por eles em sala de aula chama atenção, uma vez que essa é uma prática bem regional, revelando que a cultura local vem sendo levada em consideração na elaboração de aulas cujos temas sejam significativos para os alunos.

4. Aplicação dos jogos

Todos os jogos visaram relacionar, de um modo geral, a qualidade e o ciclo da água com o cotidiano da comunidade e as suas implicações na saúde humana. A aplicação dos jogos transcorreu de maneira tranqüila e houve participação e envolvimento de todos os professores nas atividades propostas. Os professores se mostraram bastante interessados em aprender como jogá-los corretamente e em entender algumas questões referentes à qualidade de água abordadas em alguns jogos, pois eles naturalmente incentivam a que se discuta a esse respeito durante cada partida. No desenvolvimento da atividade, cada grupo era incentivado a buscar soluções para cada doença de veiculação hídrica ou problema

ambiental tratados pelos jogos, no sentido de que se pensasse uma maneira de prevenir o problema na cidade de cada jogador.

O Jogo Água e Saúde, por ser o mais simples de se jogar e entender, pode ser facilmente aplicado no ensino fundamental. Os outros jogos, que exigem um maior conhecimento, são considerados mais adequados para o ensino médio e estão disponíveis no site do projeto mergulhando na ciência: www.cb.ufrn/mergulhandonaciencia.

5. Análise do segundo questionário

Os questionários aplicados logo após às apresentações das atividades lúdicas envolvendo qualidade de água foram respondidos por 26 professores. A primeira questão objetivou saber se os professores utilizariam alguma das atividades propostas para se trabalhar qualidade de água e que justificassem suas respostas. Responderam afirmativamente 80% dos professores. As justificativas mais citadas para a utilização das metodologias pedagógicas apresentadas foram: facilita o aprendizado, é uma nova metodologia para se aplicar em sala de aula, contribui para o aprendizado do aluno, torna a aula mais prazerosa, são metodologias criativas, orienta o professor em sala de aula, transforma teoria em prática, estimula o trabalho em equipe por parte dos alunos e chama a atenção do aluno para a aula (figura 5). Dos professores que responderam afirmativamente à primeira questão 7% justificaram que utilizariam as atividades propostas se eles tivessem acesso ao material.

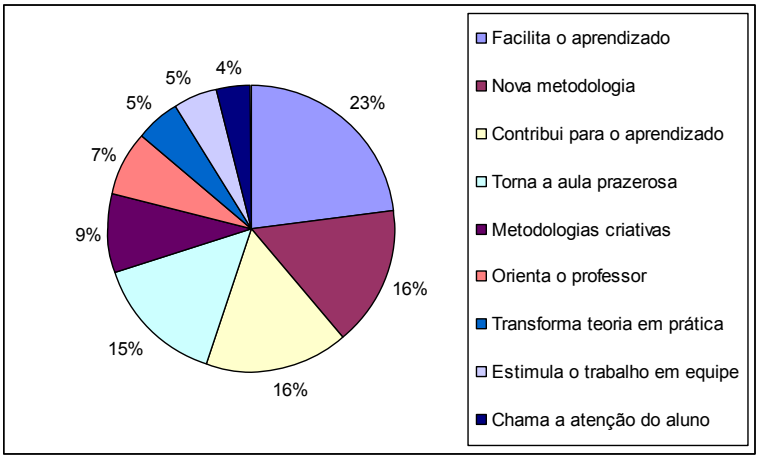

Figura 5 – Percentual das justificativas dos professores para o uso de atividades lúdicas.

A segunda questão foi sobre quais jogos, dos que foram apresentados, os professores utilizariam em sala de aula. A ordem de preferência dos professores foi: Jogo da Memória (41%), Baralho Didático (23%) e Detetive Aquático (20%). Ainda na mesma

questão 16% dos professores disseram que utilizariam todos. Apenas um professor respondeu que ainda não utilizaria nenhum dos jogos apresentados porque necessitaria de mais prática para poder usá-los.

A terceira questão procurou saber se os professores tinham alguma sugestão para os jogos apresentados. 40% dos professores afirmaram não ser necessário modificar nada em nenhum dos jogos apresentados, pois todos eram muito bons; 24% sugeriram oficinas para a confecção dos jogos pela própria escola; 13% achaam que é necessário adaptar os jogos para o nível fundamental; 13% sentiram falta de regras que acompanhassem os jogos, embora as regras tenham sido apresentadas, no inicio dos trabalhos; 5% sugeriram que em próximas oficinas fosse dado mais tempo para aplicação dos jogos e 5% reclamaram da necessidade de mais suporte às escolas por parte da UFRN.

As respostas desse questionário mostram que a maioria dos professores sente a necessidade de conhecer novas metodologias para se trabalharem em sala de aula, pois sabe que elas são essenciais para tornar as aulas mais dinâmicas, pois há o envolvimento dos alunos em aulas desse tipo e com isso facilita o aprendizado deles. Também foi possível observar que os professores gostariam de ter mais oportunidades como a desse trabalho para conhecerem alguns jogos e desenvolverem os seus próprios a partir da realidade deles.

Os jogos apresentados durante as atividades tiveram uma ampla aceitação e as sugestões que os professores fizeram foi mais no sentido de uma adequação dos jogos para alunos do ensino fundamental, utilizando uma linguagem mais simplificada. Alguns professores sentiram a necessidade de regras que explicassem melhor os jogos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de divulgação científica e de novas propostas educativas que dinamizem as aulas vêm sendo apontadas como ferramentas importantes para a Educação Ambiental e essas práticas tiveram efeitos positivos quando trabalhadas com professores da rede pública no município de Caicó. Os professores foram bastante abertos às propostas educativas apresentadas e se mostraram interessados em fazer uso delas em suas aulas. Durante as palestras ministradas também foi possível observar que os professores conhecem os problemas ambientais do seu município e sabem que eles podem interferir nessa realidade.

Os questionários aplicados mostraram que a maioria dos professores conhece atividades lúdicas e faz uso delas para tornar suas aulas melhores, pois sabem da sua importância para o aprendizado dos alunos. Também ficou claro que os professores gostariam de que atividades dessa natureza fossem realizadas mais vezes como uma forma de atualização das suas práticas educativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. F. R.; BICUDO, L. R. H.; BORGES, G. L. A. Educação ambiental em praça pública: relato de experiência com oficinas pedagógicas. **Ciência & Educação,** Bauru, v. 10, n. 1, p. 121-132, 2004.

ALMEIDA, M. T.; SANTOS, A. C. K. Um estudo com alunos do ensino fundamental de Rio Grande, sobre problemas sócio-ambientais no entorno da escola, tendo como base a modelagem semiquantitativa: resultados parciais. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**. Rio Grande, v. Esp., p. 199-216, 2001.

AMORIM, F. D. B.; AMADOR, D. D.; MARINHO, A. H.; ALMEIDA, R. A.; ROSALMEIDA, M. D. P.; FARIAS, L. X. N.; CARVALHO, L. L. F.; SOUSA, J. O.; NOGUEIRA, R. B. S. S.; LIMA, C. M. B. L.; ALENCAR, V. M. P. D. Aprender e ensinar parasitologia brincando. In.: **Anais do XI Encontro de Iniciação à Docência**, João Pessoa/PB, 2008.

ARAÚJO, M. F. F.; PANOSSO, R. F.; COSTA, I. A. S. Ações em educação ambiental visando a sensibilização dos moradores da cidade de Jardim de Piranhas para a preservação do Rio Piranhas (RN). **Revista Educação Ambiental em ação**, v. 18, p. 5-6, set-nov/2006.

BARRETO, I. M. C. B. N. Educação Ambiental em bacia hidrográfica e o saneamento. **Meio Ambiente - Cursos Online - Educação e Gestão Ambiental – CENED,** disponível em: http://www.cenedcursos.com.br. Acesso em: 22 de agosto de 2008.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.

DINIZ, E. M.; TOMAZELLO, M. G. C. A pedagogia da complexidade e o ensino de conteúdos atitudinais na educação ambiental. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental,** Rio Grande, v. 15, p. 80-93, jul./dez. 2005.

GAZZINELLI, M. F.; GAZZINELLI, A.; REIS, D. C.; PENNA, C. M. M. Educação em saúde: conhecimentos, representações sociais e experiências da doença. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 200-206, 2005.

INSA. **Instituto Nacional do Semi-árido.** Disponível em: http://www.insa.gov.br. Acesso em: 06 de jun. de 2008

HIGUCHI, M. I. G.; AZEVEDO, G. C. Educação como processo na construção da cidadania ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental,** Brasília, n. 0, p. 63-70, nov. 2004.

JACOBI, P. Educação e meio ambiente – transformando as práticas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental,** Brasília, n. 0, p. 28-35, nov. 2004.

JANECH, M. A. Meio Ambiente: recursos hídricos. **Centro Nacional de Educação a Distância**, Porto Alegre. Disponível em: http://www.cenedcursos.com.br. Acesso em: 21 jun. 2008.

PGA. **Programa de Gestão Ambiental:** Procuradoria Geral da República. Disponível em: http://pga.pgr.mpf.gov.br. Acesso em: 05 jul. 2008.

SEMARH. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos**. Disponível em: http://www.semarh.rn.gov. Acesso em: 06 de jun. de 2008.

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 466-485, 2007.

SUASSUNA, J. Potencialidades Hídricas do Nordeste Brasileiro. Parcerias Estratégicas. n. 20, p. 119-144, 2005.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008. Disponível em: http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec_v13-1_m318239.pdf. Acesso em: 19 de jan. de 2010.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo