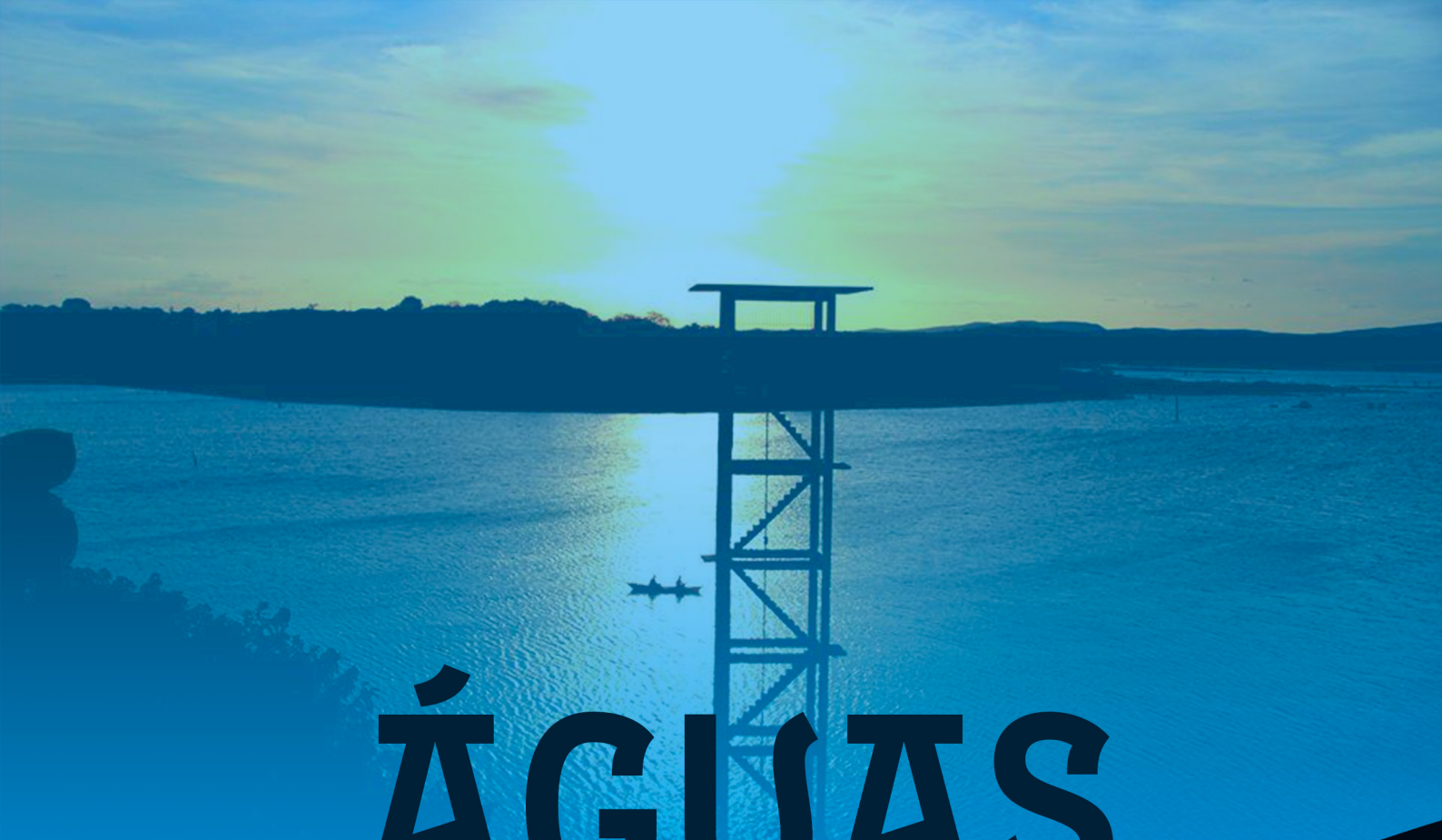


ÁGUAS DO POTENGI

Múltiplos olhares de estudantes sobre a qualidade ambiental

Silenildo Rafael Lopes
Fernando Moreira da Silva
Organizadores

Edições UERN
FAPERN
MAURÍCIO FREIRE
ÁGUAS DO POTENGI

Silenildo Rafael Lopes
Fernando Moreira da Silva
Organizadores

ÁGUAS DO POTENGI

Múltiplos olhares de estudantes sobre a qualidade ambiental

Edições UERN
FAPERN
MAURÍCIO FREIRE
ÁGUAS DO POTENGI

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Reitora
Cicília Raquel Maia Leite

Vice-Reitor
Francisco Dantas de Medeiros Neto

Diretora de Sistema Integrado de Bibliotecas
Jocelânia Marinho Maia de Oliveira

Chefe da Editora Universitária – EDUERN
Francisco Fabiano de Freitas Mendes

Conselho Editorial das Edições UERN
José Elesbão de Almeida
Isabela Pinheiro Cavalcanti Lima
Kalidia Felipe de Lima Costa
Regina Célia Pereira Marques
Maria José Costa Fernandes
José Cezinaldo Rocha Bessa

Diagramação
Maria Helena de Medeiros

Catalogação da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

Águas do Potengi [recurso eletrônico]: múltiplos olhares de estudantes sobre a qualidade ambiental. / Organizadores Silenildo Rafael Lopes e Fernando Moreira da Silva . – Mossoró, RN: Edições UERN, 2022.

87p.

ISBN: 978-85-7621-355-0.

1. Recursos Hídricos – impactos ambientais – Rio Potengi(RN). 2. Rio Potengi(RN) – Qualidade ambiental. 3. Educação ambiental - Rio Potengi(RN). I. Lopes, Silenildo Rafael. II. Silva, Fernando Moreira da. III. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. IV. Título.

UERN/BC CDD 333.72

Bibliotecário: Jocelania Marinho Maia de Oliveira CRB 15 / 319

Editora filiada à:

Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

MEUS AMIGOS E MINHAS AMIGAS,

O Programa de Divulgação e Popularização da Produção Científica, Tecnológica e de Inovação para o Desenvolvimento Social e Econômico do Rio Grande do Norte, pelo qual foi possível a edição de todas essas publicações digitais, faz parte de uma plêiade de ações que a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN), em parceria, nesse caso, com a Fundação Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (FUERN), vem realizando a partir do nosso Governo.

Sempre é bom lembrar que o investimento em ciência auxilia e enriquece o desenvolvimento de qualquer Estado e de qualquer país. Sempre é bom lembrar ainda que inovação e pesquisa científica e tecnológica são, na realidade, bens públicos que têm apoio legal, uma vez que estão garantidos nos artigos 218 e 219 da nossa Constituição.

Por essa razão, desde que assumimos o Governo do Rio Grande do Norte, não medimos esforços para garantir o funcionamento da FAPERN. Para tanto, tomamos uma série de medidas que tornaram possível oferecer reais condições de trabalho. Inclusive, atendendo a uma necessidade real da instituição, viabilizamos e solicitamos servidores de diversos outros órgãos para compor a equipe técnica.

Uma vez composto o capital humano, chegara o momento também de pensar no capital de investimentos. Portanto, é a primeira vez que a FAPERN, desde sua criação, em 2003, tem, de fato, autonomia financeira. E isso está ocorrendo agora por meio da disponibilização de recursos do PROEDI, gerenciados pelo FUNDET, que garantem apoio ao desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação (CTI) em todo o território do Rio Grande do Norte.

Acreditando que o fortalecimento da pesquisa científica é totalmente perpassado pelo bom relacionamento com as Instituições de Ensino Superior (IES), restabelecemos o diálogo com as quatro IES públicas do nosso Estado: UERN, UFRN, UFERSA e IFRN. Além disso,

estimulamos que diversos órgãos do Governo fizessem e façam convênios com a FAPERN, de forma a favorecer o desenvolvimento social e econômico a partir da Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) no Rio Grande do Norte.

Por fim, esta publicação que chega até o leitor faz parte de uma série de medidas que se coadunam com o pensamento – e ações – de que os investimentos em educação, ciência e tecnologia são investimentos que geram frutos e constroem um presente, além, claro, de contribuírem para alicerçar um futuro mais justo e mais inclusivo para todos e todas!

Boa leitura e bons aprendizados!

Fátima Bezerra

Governadora do Rio Grande do Norte

PARCERIA PELO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO DO RN

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) e a Fundação Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (FUERN) sentem-se honradas pela parceria firmada em prol do desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação. A publicação deste livro eletrônico (e-book) é fruto do esforço conjunto das duas instituições, que, em setembro de 2020, assinaram o Convênio 05/2020–FAPERN/FUERN, que, dentre seus objetivos, prevê a publicação de quase 200 e-books. Uma ação estratégica como fomento de divulgação científica e de popularização da ciência.

Esse convênio também contempla a tradução de sites de Programas de Pós-Graduação (PPGs) das Instituições de Ensino Superior do Estado para outros idiomas, apoio a periódicos científicos e outras ações para divulgação, popularização e internacionalização do conhecimento científico produzido no Rio Grande do Norte. Ao final, a FAPERN terá investido R$ 100.000,00 (cem mil reais) oriundos do Fundo Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDET), captados via Programa de Estímulo ao Desenvolvimento Industrial do Rio Grande do Norte (PROEDI), programa aprovado em dezembro de 2019 pela Assembleia Legislativa na forma da Lei 10.640, sancionada pela governadora, professora Fátima Bezerra.

Na publicação dos e-books, estudantes de cursos de graduação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) são responsáveis pelo planejamento visual e diagramação das obras. A seleção dos bolsistas ficou a cargo da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE/UERN).

Foram 41 obras submetidas em sete (07) editais, 38 delas serão lançadas. Os editais abrangeram diferentes temáticas assim distribuídas: no Edital 17/2020 - FAPERN, os autores/organizadores puderam inscrever as obras resultantes de suas pesquisas de mestrado e doutorado defendidas junto aos PPGs de todas as Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICTIs)

do Rio Grande Norte, bem como coletâneas que foram resultados de trabalhos dos grupos de pesquisa nelas sediados.

No Edital nº 18/2021 - FAPERN, realizou-se a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Turismo para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte". No Edital nº 19/2021 - FAPERN, foi inscrita a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Educação para a cidadania e para o desenvolvimento do Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas". No Edital nº 20/2021 - FAPERN, foi realizada a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Saúde Pública, desenvolvimento social e cidadania no Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas". O Edital nº 21/2021 - FAPERN trouxe a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Segurança pública, desenvolvimento social e cidadania no Rio Grande do Norte: relatos de ações exitosas". O Edital nº 22/2021 - FAPERN apresentou a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Pesquisas sobre o Bicentenário da Independência do Brasil (1822-2022): desdobramentos para o desenvolvimento social e/ou econômico do RN". O Edital nº 23/2021 – FAPERN realizou a chamada para a publicação de e-books sobre o tema "Pesquisas sobre o Centenário da Semana de Arte Moderna (1992-2022) desdobramentos para o desenvolvimento social e/ou econômico do RN".

Com essa parceria, a FAPERN e a FUERN unem esforços para o desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Norte, acreditando na força da pesquisa científica, tecnológica e de inovação que emana das instituições potiguares, reforçando a compreensão de que o conhecimento é transformador da realidade social.

Agradecemos a cada autor(a) que dedicou seu esforço na concretização das publicações e a cada leitor(a) que nelas tem a oportunidade de ampliar seu conhecimento, objetivo final do compartilhamento de estudos e pesquisas.

Maria Lúcia Pessoa Sampaio

Diretora-Presidente da FAPERN

Cicília Raquel Maia Leite

Presidente da FUERN

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos que contribuíram direta e indiretamente para que as nossas atividades de pesquisa fossem realizadas e os resultados apresentados nesta obra fossem divulgados à comunidade.

Agradecemos imensamente o apoio e as parcerias elencadas a seguir:

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro por meio da concessão de bolsas aos estudantes envolvidos na pesquisa.

Aos estudantes bolsistas e voluntários da pesquisa. À gestão da Escola Estadual Maurício Freire, à época, a professora Francinete Ribeiro (coordenadora pedagógica), a professora Alana Gleise (vice-diretora) e o professor Jean Rezende (diretor). Sem a escola, não haveria pesquisa, nem as reflexões ocorridas!

Ao Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFRN.

Ao professor Dr. George Santos Marinho, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFRN e ao Dr. Francisco Raimundo da Silva “Lampadinha”, do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT), Centro Regional do Nordeste do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE-CRN).

Ao agricultor familiar Francisco pelo apoio durante as visitas em campo em sua propriedade, às margens da barragem Campo Grande.

OS AUTORES

Silenildo Rafael Lopes

Possui graduação em Ciências Biológicas (UnP), especialização em Educação Ambiental para Escolas Sustentáveis e mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFRN). Atualmente é professor de Ciências e Biologia da rede estadual de ensino.

Fernando Moreira da Silva

Possui graduação em Meteorologia (UFPB), mestrado em Meteorologia Aplicada (UFCG), doutorado em Engenharia Mecânica (UFPB) e pós-doutorado em Bioclimatologia da Caatinga (UFPB). Foi meteorologista do Instituto Nacional de Meteorologia (1981 a 1994). Atualmente é professor titular da UFRN.

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Possui graduação em Geografia (UFRN), especialização em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido (IFRN) e em Geoprocessamento (PUC-Minas). Cursa especialização em Ciência de Dados e Big Data Analytics (FAMEESP).

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Possui graduação em Geografia (UERN), especialista em Educação Ambiental (UCB-RJ). Atualmente é professora de geografia da rede estadual de ensino.

Anderson Flávio Silva de Queiroz

Possui graduação em Geografia (bacharelado e licenciatura) e especialização em Geoprocessamento e Cartografia Digital (UFRN). Atualmente é pesquisador da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH-RN).

Juliana Rayssa Silva Costa

Possui graduação em Geografia (bacharelado) (UFRN) e graduação em Geografia (licenciatura) (UEPB), especialização em Gestão Ambiental e Urbana (UFRN), especialização em Geografia do Semiárido e Educação Ambiental (IFRN), mestre em Engenharia Urbana e Ambiental e doutoranda em Geografia (UFPB). Atualmente é Analista Ambiental.

APRESENTAÇÃO

Este livro é fruto de pesquisa realizada no rio Potengi, município de São Paulo do Potengi-RN, com o suporte financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio do Edital FAPERN/CNPq nº 012/2014.

O estudo foi desenvolvido com a participação de estudantes e professores do ensino médio da Escola Estadual Maurício Freire, localizada no município da pesquisa, de professores e pesquisadores dos Departamentos de Geografia e Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA).

O livro reúne resultados de avaliação da qualidade da água do rio Potengi em trechos localizados no município de São Paulo do Potengi-RN, a partir da visão de um grupo de estudantes, propondo-se como um instrumento de educação ambiental. Com uma abordagem simples e que pode ser desenvolvida em espaços formais e não formais de ensino, atividades como essas, propiciam a integração dos conhecimentos científicos, históricos e culturais, além do resgate do sentimento de pertencimento local e reflexões acerca do processo de degradação socioambiental do rio.

Silenildo Rafael Lopes
Fernando Moreira da Silva

SUMÁRIO

Caracterização da vegetação ripária em trechos do rio Potengi, município de São Paulo do Potengi/RN, por meio das metodologias de Branco (2004) e Teorema de Bayes **13**

Análise da qualidade das águas do rio Potengi a partir da percepção e cor da água como ferramenta de educação ambiental **24**

Percepção da qualidade das águas do rio Potengi e impactos ambientais galgado na espuma, como ferramenta de educação ambiental **37**

Avaliação da eutrofização no rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN por meio das Metodologias de Branco (2004) e Teorema de Bayes **49**

Avaliação do grau de turbidez no rio Potengi e entorno da barragem de Campo Grande no município de São Paulo do Potengi/RN **61**

Análise multitemporal da mata ciliar em trechos do rio Potengi associada a educação ambiental **74**

CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA EM TRECHOS DO RIO POTENGI, MUNICÍPIO DE SÃO PAULO DO POTENGI/RN, POR MEIO DAS METODOLOGIAS DE BRANCO (2004) E TEOREMA DE BAYES

Silenildo Rafael Lopes

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Juliana Rayssa Silva Costa

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Fernando Moreira da Silva

Resumo

Ao longo do tempo as matas ciliares têm sofrido inúmeros processos que provocam a sua degradação sem que sejam pelo menos levados em consideração seus benefícios para os ecossistemas aquáticos. Diante desta situação, visou-se caracterizar a vegetação ripária em quatro trechos do rio Potengi no município de São Paulo do Potengi/RN sob a visão de estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Maurício Freire, localizada no referido município e com base na metodologia adaptada de Branco (2004). Desta forma, os alunos realizaram a caracterização da vegetação a partir de três variáveis e posteriormente cada área submetida a avaliação qualitativa. Como resultado, verificou-se a vegetação herbácea-arbustiva variando de boa a regular, a arbustiva-arbórea, considerada regular e a arbórea-herbácea apresentando péssimas condições de qualidade. Além disso, alguns fatores associam-se a depredação da vegetação ripária do rio Potengi, como a agricultura, a pecuária e outras atividades produtivas potencialmente degradantes, sem a existência de políticas mitigadoras desse processo antrópico.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Percepção, Educação Ambiental.

1 Introdução

Durante toda a história da humanidade, a utilização dos recursos naturais pelo ser humano foi tão questionada. Tanto no meio científico quanto entre a população em geral, é crescente a ideia de conservação dos ecossistemas naturais e de recuperação dos ecossistemas degradados pelo homem. As florestas nativas, representadas por diferentes biomas, são importantes ecossistemas que há séculos são explorados de forma depredatória. Esse processo

de eliminação das florestas resultou num conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento dos cursos de água. Nesse panorama, as matas ciliares não escaparam da destruição e foram alvo de todo tipo de degradação. Basta considerar que muitas cidades foram formadas às margens dos rios, eliminando todo tipo de vegetação ciliar, e muitas sofrem hoje com constantes inundações, poluição, doenças e modificação da paisagem, efeitos negativos desses atos depredatórios (FERREIRA; DIAS, 2004).

De acordo com Oliveira e Daniel (1999), a poluição dispersa, proveniente de áreas agrícolas, tem contribuído para a contaminação de corpos de água (rios, lagos naturais ou artificiais) em maior intensidade nos últimos anos em decorrência da maior tecnificação da agricultura, com o uso intensivo de insumos e agrotóxicos.

O rio Potengi, durante o percurso que segue no estado do Rio Grande do Norte, sofre com vários impactos, desde a destruição de suas matas ciliares sem a devida reposição, como também o assoreamento de seu leito. Relatos dos agricultores familiares que utilizam o rio para o plantio e manutenção de suporte forrageiro, retratam os prejuízos causados pelo volume de sedimentos que tem mudado a paisagem do mesmo. No entanto, uma das razões de redução das matas ciliares nativas do Potengi é a predominância de pastagens e plantas forrageiras (BRASIL, 2010).

As florestas que ocorrem ao longo dos cursos de água e no entorno de lagos e de nascentes recebem as denominações de matas ciliares, ripárias, ribeirinhas ou de galeria. Os principais benefícios das matas ciliares são: manutenção da qualidade e quantidade da água pela sua função de tamponamento entre os cursos d'água e as áreas adjacentes cultivadas, retendo grande quantidade de sedimentos, defensivos agrícolas e nutrientes e pela sua capacidade de proteção do solo contra os processos erosivos e aumento na capacidade de infiltração de água no solo; estabilização das margens dos rios através da grande malha de raízes que dá estabilidade aos barrancos e atuação da serrapilheira retendo e absorvendo o escoamento superficial, evitando o assoreamento dos leitos dos rios e das nascentes; hábitat para a fauna silvestre proporcionando ambiente com água, alimento e abrigo para um grande número de espécies de pássaros e pequenos animais, além de funcionarem como corredores de fauna entre fragmentos florestais; hábitat aquático oferecendo sombreamento nos cursos de água, abrigo, alimento e condição para reprodução e sobrevivência de insetos, anfíbios, crustáceos e pequenos peixes (BOTELHO; DAVIDE, 2015).

Ilustrando o papel da mata ciliar, pode-se afirmar que ela funciona como uma esponja, que encharca (retém e libera gradativamente a água, tanto para o lençol freático, como para o corpo de água). Além de influenciarem na quantidade, as matas ciliares também melhoram a qualidade da água em uma microbacia. Também há estudos apontando para a função de matas ciliares reterem parte da carga de poluentes químicos, como agrotóxicos, evitando a contaminação de rios e córregos. Além disso, colaboram para que menos resíduos cheguem

aos oceanos. Contribuem, desse modo, para a manutenção da biota marinha. Em microbacias sem vegetação, a água tende a escoar direta e rapidamente, carregando muitos sedimentos que chegarão até os cursos de água. Nesse segundo caso, os riscos dos deslizamentos de terra e do assoreamento aumentam enormemente. Por tantos motivos, a mata ciliar é extremamente importante para o ciclo da água em um território (KUNTSCHIK et al, 2011).

Com a presença da cobertura vegetal ripária, a infiltração da água no solo ocorre de forma paulatina. Com a ausência desta, a água da chuva passa infiltrar com maior velocidade causando a saturação dos poros do solo, o que acarreta em forte escoamento superficial. A carga de sedimentos levados por este processo acaba por favorecer o aparecimento de erosões, aumentando a turbidez do rio (MASCARENHAS et al, 2009).

Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), considera as matas ciliares como um dos principais ecótonos de importância qualitativa e quantitativa nas bacias hidrográficas. Além da estratificação das margens a partir das raízes, a vegetação produz permanentemente para os rios matéria orgânica que é utilizada pelos organismos aquáticos.

Bueno, Galbiatti e Borges (2005) ressaltam que se a mata for reduzida, a temperatura da água pode aumentar tendo em vista que ficará mais susceptível aos níveis de radiação. Tendo maior vegetação, a água fica mais protegida dos raios solares.

O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), considera a vegetação ciliar como Área de Preservação Permanente (APP), delimitando as faixas das margens dos cursos d'água a serem preservadas (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa). A norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água (BRASIL, 2011).

No entanto, a lei permite que, em pequenas propriedades rurais ocorra o plantio de culturas sazonais ou temporárias de vazantes de ciclo curto na parte de terra que fica exposta, desde que não implique em supressão de novas áreas de vegetação nativa (BRASIL, 2012). Assim, Tundisi (2014) propõe que o foco principal da agricultura deve ser o aumento da eficiência na produção agrícola e não o aumento da área plantada.

O presente artigo tem como objetivo realizar a caracterização da vegetação ripária em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, utilizando os métodos propostos por Branco (2004) e tratamento de incerteza pelo teorema de Bayes.

2 Metodologia

A elaboração do presente trabalho perpassou por três etapas, as quais serão descritas a seguir.

1ª etapa: Pesquisa bibliográfica sobre a temática “eutrofização”.

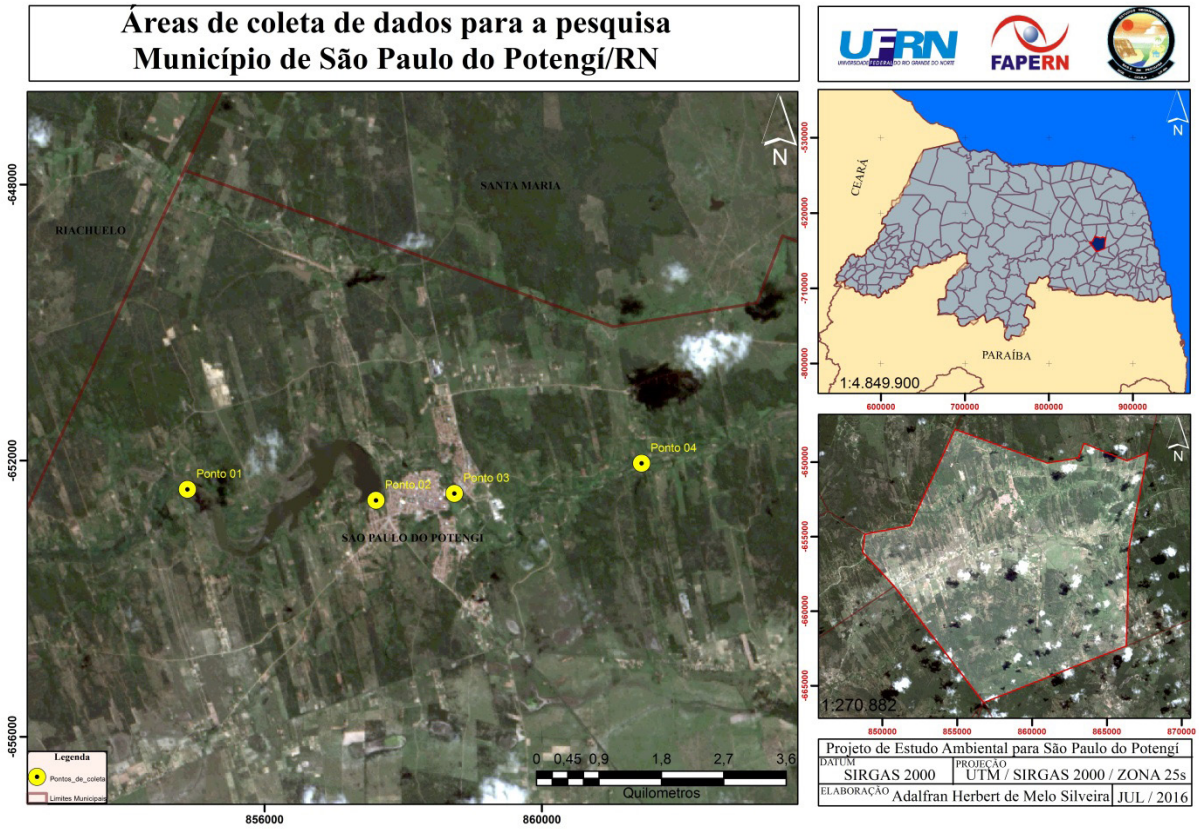
2ª etapa: Verificação do porte vegetacional existentes em quatro locais ao longo do rio Potengi nos dias 12 de janeiro de 2016 (período seco – verão) e 03 de abril de 2016 (período chuvoso – inverno), os quais são elencados no Quadro 1, todos situados no município de São Paulo do Potengi/RN e espacializados na Figura 1.

Quadro 1. Pontos de coleta de dados sobre algas.

Ponto	Local
Ponto P1	Rio Potengi na Comunidade Curicaca/Zona rural
Ponto P2	Rio Potengi na Barragem Campo Grande/ Zona urbana
Ponto P3	Rio Potengi no Bairro Juremal/Zona Urbana
Ponto P4	Rio Potengi na Comunidade Boa Vista/ Zona Rural

Fonte: Os Autores, jun. 2016.

Figura 1. Mapa de localização das áreas pesquisadas no trecho do rio Potengi, localizado no município de São Paulo do Potengi/RN.



Elaboração: Adalfran Silveira, jun. 2016.

Além da observação, nos dias e em cada ponto supracitados foi preenchido uma planilha com critérios de classificação da variável algas por oito alunos, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, sendo vista no Quadro 2, seguindo proposta de Branco (2004).

Quadro 2. Variáveis e classificação das variáveis sobre porte vegetacional da planilha de Avaliação da Qualidade da Água.

Variáveis sobre porte vegetacional	Qualidade	Grau de certeza (1-10)
Vegetação herbácea-arbustiva	( ) 0 Péssima ( ) 1Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	Preenchimento na escala de 1 a 10 com relação ao grau de certeza da resposta da variável de porte vegetacional demarcado.
Vegetação arbustiva-arbórea	( ) 0 Péssima ( ) 1Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	
Vegetação arbórea-herbácea	( ) 0 Péssima ( ) 1Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	

Fonte: Modificado de Branco (2004) e Teorema de Bayes.

Ressalta-se que, os oito alunos supracitados fazem o ensino médio na Escola Estadual Mauricio Freire, situado na zona urbana de São Paulo do Potengi, os quais participam do projeto de pesquisa intitulado: Avaliação da qualidade das águas do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, como ferramenta de Educação Ambiental, em parceria com a Universidade federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e financiado pela Fundação de Apoio **à** Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN).

Durante a coleta de tais dados, foram identificadas as atividades produtivas desenvolvidas às margens do rio e a relação das práticas com a degradação do ambiente estudado e a existência de fatores de risco, ou seja, para obtenção dessas informações, foram também levados em consideração a realidade local.

3ª etapa: Após coleta de dados os mesmos foram tabulados no programa *excel* para elaboração de gráficos para realizar comparativo dos parâmetros da variável analisada no período

seco e chuvoso e em seguida analisa-los, levando em consideração o uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de coleta de informações. Ressalta-se que, neste programa também foi inserido os resultados quanto ao grau de certeza das variáveis analisadas (adaptadas de Branco, 2004), as quais foram calculadas por meio do Teorema de Bayes.

Segundo Anderson, Sweeney, Williams (2011) a Teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam A_1 , A_2 , ..., A_n, eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de S. Sejam P (A_i) as probabilidades conhecidas dos vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais P (B/A_i). Contudo, a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer *i,* é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^{n} P\left(A_i\right)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das classes segundo o parâmetro vegetação ripária, segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 1 – Comunidade Curicaca, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 1. Resultados do Ponto 1 referente a vegetação ripária na Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Vegetação herbácea-arbustiva	12,5	Péssima	--	Vegetação herbácea-arbustiva	37,5	Péssima	17,6
		Regular	--			Regular	8,8
		Boa	2,6			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Vegetação arbustiva--arbórea	75,0	Péssima	15,8	Vegetação arbustiva-arbórea	62,5	Péssima	--
		Regular	47,4			Regular	58,8
		Boa	31,6			Boa	14,7
		Muito boa	--			Muito boa	--
Vegetação arbórea--herbácea	12,5	Péssima	--	Vegetação arbórea-herbácea	--	Péssima	--
		Regular	2,6			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao analisar a Tabela 1 verifica-se que, no período seco há uma probabilidade de 75% da cobertura vegetal está inserida na classe vegetação arbustiva-arbórea com um grau de certeza da qualidade variando entre péssima (15,8%), regular (47,4%) e boa (31,6%). A probabilidade de existir outros portes vegetacionais é de 12,5%, com grau de certeza de 2,6% de ser péssima ou regular. Já no período chuvoso apresenta comportamento similar ao período seco, uma probabilidade de se ter uma classe de vegetação arbustiva-arbórea de 62,5% com grau de certeza de 58,8% de ser regular e 14,7% como boa. A probabilidade de está contida na classe vegetação herbácea-arbustiva é de 37,5% com grau de certeza da qualidade deste ser péssima (17,6%) e regular (8,8%).

Observando de forma aglutinada, tem-se uma maior probabilidade de se ter presença de vegetação de médio e alto porte no inverno do que no verão e uma quantidade de vegetação com possibilidade de ser regular a péssima.

Na Tabela 2 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro cobertura vegetal, conforme Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 2 – Barragem Campo Grande, com base na percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 2. Resultados do Ponto 2 no que tange a vegetação ripária na Barragem Campo Grande

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Vegetação herbácea-arbustiva	50	Péssima	17,6	Vegetação herbácea-arbustiva	75	Péssima	--
		Regular	8,8			Regular	45,0
		Boa	--			Boa	45,0
		Muito boa	--			Muito boa	--

Vegetação arbustiva-arbórea	38	Péssima	--	Vegetação arbustiva-arbórea	25	Péssima	5,0
		Regular	11,5			Regular	5,0
		Boa	23,1			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Vegetação arbórea-herbácea	12,0	Péssima	--	Vegetação arbórea-herbácea	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	3,8			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao averiguar a Tabela 2 observa-se que, no período seco há uma probabilidade de 50% da cobertura vegetal está inserida na classe vegetação herbácea-arbustiva com um grau de certeza da qualidade variando entre péssima (17,6%) e regular (8,8%). E há probabilidade de 38% da vegetação ser enquadrada como arbustiva-arbórea, com grau de certeza entre boa (23,1%) a regular (11,5%). Já no período chuvoso apresenta comportamento similar ao período seco, uma probabilidade de se ter uma classe de vegetação arbustiva-arbórea de 75% com grau de certeza de 45% de ser regular e boa, respectivamente. A probabilidade de está inserida na classe vegetação herbácea-arbustiva é de 25% com grau de certeza da qualidade deste ser 5% de péssima e boa, concomitantemente.

Observando de forma aglutinada, tem-se uma maior probabilidade de se ter presença de vegetação de médio e alto porte no inverno do que no verão e uma quantidade de vegetação com possibilidade de ser regular a boa.

Na Tabela 3 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro cobertura vegetal, de acordo com Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência bayseana referente ao Ponto 3 – Bairro Juremal, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 3. Resultados do Ponto 3 quanto a vegetação ripária na Bairro Juremal

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Vegetação herbácea-arbustiva	50	Péssima	18,18	Vegetação herbácea-arbustiva	25	Péssima	13,3
		Regular	18,18			Regular	45,0
		Boa	18,18			Boa	45,0
		Muito boa	18,18			Muito boa	--

Vegetação arbustiva-arbórea	25	Péssima	9,09	Vegetação arbustiva-arbórea	63	Péssima	16,7
		Regular	0,00			Regular	33,3
		Boa	9,09			Boa	33,3
		Muito boa	--			Muito boa	--
Vegetação arbórea-herbácea	25	Péssima	--	Vegetação arbórea-herbácea	13	Péssima	--
		Regular	9,09			Regular	3,3
		Boa	9,09			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao analisar a Tabela 3 avalia-se que, no período seco a probabilidade da vegetação está inserida na classe herbácea-arbustiva é de 50%, porém o grau de certeza da qualidade tem as mesmas probabilidades em todas as subclasses; péssima, regular boa e muito boa, de 18,18%, respectivamente. Assim os discentes evidenciaram grande dispersão em torno da avaliação, o que merece maiores esclarecimentos a respeito da vegetação.

No período chuvoso os discentes avaliaram, no nível de 63%, que a vegetação ripária é do tipo arbustiva-arbórea com 66,66% de está entre regular e boa, porém ainda continua a discrepância entre os discentes.

Na Tabela 4 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro cobertura vegetal, Ponto 4 – Comunidade Boa Vista, conforme Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da vegetação com tratamento de incerteza por lógica bayseana a partir da percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 4. Resultados do Ponto 4 no que consta a vegetação ripária na Comunidade Boa Vista

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Vegetação herbácea-arbustiva	100	Péssima	25,00	Vegetação herbácea-arbustiva	63	Péssima	--
		Regular	37,50			Regular	44,1
		Boa	37,50			Boa	29,4
		Muito boa	--			Muito boa	--
Vegetação arbustiva-arbórea	--	Péssima	--	Vegetação arbustiva-arbórea	37	Péssima	16,7
		Regular	--			Regular	17,7
		Boa	--			Boa	8,8
		Muito boa	--			Muito boa	--

Vegetação arbórea--herbácea	--	Péssima	--	Vegetação arbórea--herbácea	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao averiguar a Tabela 4 observa-se que, no período seco a probabilidade da vegetação está inserida na classe herbácea-arbustiva é de 100% com grau de certeza de 75% de ser regular ou boa. Já no período chuvoso apresenta comportamento diferente do período seco, onde a maior probabilidade de a vegetação ser herbácea-arbustiva é de 63% com qualidade regular, mas existe a possibilidade de ser arbustiva-arbórea em 37% podendo ser regular ou péssima com 34,4%.

As ações antrópicas nas imediações da Barragem Campo Grande em função da produção agropecuária, o qual também contribui para degradação da mata ripária, mesmo com a formação de pequenas hortas, cultivo de capim para forragem ou criação de animais contribui para derrubada da mata supracitada.

Assim, a degradação da mata ripária é produto do amoldamento da realidade humana na busca de recursos para satisfazer suas necessidades, nem sempre vital, sua interpretação causa a deliberação de antropizar o entorno da Barragem Campo Grande, consistindo na extração e cultivo de recursos naturais para a satisfação de necessidades de subsistência ou econômica, as quais foram cunhadas dentro da realidade local, mas que podem levar a um declínio na qualidade da água do rio Potengi.

4 Considerações finais

Diante do exposto, concluímos que, os locais analisados no rio Potengi, situados no município de São Paulo do Potengi/RN, encontram-se com a vegetação ripária ou ciliar herbácea-arbustiva com qualidade de regular a boa.

Há uma forte antropização no entorno da Barragem Campo Grande em função da produção agropecuária, o qual também contribui para degradação da mata ripária, essencialmente para a formação de pequenas hortas, cultivo de capim para forragem ou criação de animais.

Os resultados mostraram que a qualidade da água pode está comprometida em função do uso do solo as margens do rio Potengi, entretanto isso é uma hipótese que carece de maiores investigações, inclusive com novas metodologias.

Além disto, a pesquisa mostrou que é possível trabalhar com tratamento de incerteza na área da educação, principalmente com base em resultados de percepção ambiental, pois diminui a subjetividade existente nesta metodologia.

Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A**. Estatística aplicada à administração e economia.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

BRANCO, S. M. Guia de avaliação da qualidade das águas. In: RIBEIRO, M. B. (Org.). **Observando o Tietê**. São Paulo, 2004.

FIGUEIRA, M. V., DELIBERAL, J. P.. Aplicabilidade do Teorema de Bayes no Monitoramento de Redes Sociais. **In:** XIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão, Conferências UCS - Universidade de Caxias do Sul/RS, 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/mostrappga2013/paper/viewFile/ 3639/1086>. Acesso em: 28 set. 2016.

MICHAELI, R.; SIMON, L. (2007). An illustration of Bayes' theorem and its use as a decisionmaking aid for competitive inteligence and marketing analysts. **European Journal of Marketing**. v. 42, n.7/8, p. 804-813, 2008.

RIBEIRO, M. L. B. (Org.). **Observando o Tietê**. São Paulo, 2004.

SANTOS, L. L. S. et al. Aplicação da tecnologia de filtração em margem para população difusa no Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 19, n.4. p. 49-58, 2014.

SILVER, N. **O Sinal e o Ruído**: Porque Tantas Previsões Falham e Outras Não. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO POTENGI A PARTIR DA PERCEPÇÃO E COR DA ÁGUA, COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Anderson Flávio Silva de Queiroz

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Silenildo Rafael Lopes

Fernando Moreira da Silva

Resumo

A água apresenta recursos ricos em minerais e vivos onde são necessários para humanidade. Desse modo, os ambientes aquáticos que são habitat de muitos organismos comportam uma alta diversidade de espécies ficaram vulneráveis ao impacto das atividades antropogênicas. O presente trabalho consiste na análise da qualidade das águas no Rio Potengi, no município de São Paulo do Potengi, por alunos da E.E Mauricio Freire em prol de uma questão ambiental e social. Diante essa situação, fez-se mister analisar a variável cor da água em quatro locais selecionados. Como metodologia utilizou-se a aplicação de questionários com critérios de classificação do parâmetro conforme a percepção de cada aluno sobre o nível da cor, adaptada a partir da proposta de Branco, 2004, aplicado ao teorema de Bayes. O local em voga é bastante afetado pelas ações antropogênicas, possuindo em suas margens diversas atividades nocivas, onde interferem diretamente na variável em estudo. Estas ações acabam afetando a vida aquática do lugar, levando a morte de peixes, vegetação e todo o ecossistema presente o qual necessita de oxigênio para sobreviver. Por fim, com base nos estudos os resultados comprovam grandes impactos ocasionados pelas diversas atividades antrópicas, principalmente nos locais onde possuem a presença de matéria orgânica e que a metodologia aplicada, a Teorema de Bayes transformou os dados coletados pelos os alunos, os quais podiam conter incertezas (estimados intuitivamente) em valores concisos, reais, sem inseguranças ou dúvidas.

Palavras-chaves: Rio Potengi, Poluição, Lógica bayeseana.

1 Introdução

No Rio Grande do Norte, apesar da grande diversidade, os ecossistemas aquáticos encontram-se ameaçados por atividades da agroindústria pela aquicultura, as quais são de

grande importância econômica na região. A perda da qualidade de água prejudica o seu uso para diversos fins, dentre eles o doméstico, irrigação, lazer, aquicultura e outros, promovendo graves consequências para biota aquática e a saúde pública. Neste panorama, investigações voltadas à qualidade da água são de importância vital para o desenvolvimento socioeconômico do estado (ALVES et al., 2006).

O crescente processo de degradação ambiental, a partir de então, desencadeou altos níveis de poluição industrial e contaminação de recursos hídricos, afetando diretamente a qualidade de vida da população em geral. Em relação aos recursos hídricos, os principais problemas recorrentes estão associados à super exploração dos corpos d'água e à sua contaminação (COSTA, 2008).

Em vista deste cenário, tem-se observado a crescente necessidade de se avaliar e monitorar as alterações ambientais e seus efeitos sobre os recursos hídricos, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de metodologias usadas como instrumentos que medem a "saúde" de um ecossistema aquático (RODRIGUES, 2008).

De acordo com Costa (2008), a água é fundamental para a manutenção da vida e os 1,36 x 1018 m^3 disponíveis existentes na terra está distribuída no nosso planeta sendo 97% de água do mar, 2,2% na forma geleira e 0,8% de água doce. Desta pequena fração de 0,8%, 97% são subterrâneas, sendo apenas 3% na forma de água superficial. Este valor ressalta a grande importância de se preservar os recursos hídricos na terra e de se evitar a contaminação da pequena fração mais facilmente disponível.

Segundo o Jornal Tribuna do Norte (2014), o rio Potengi é o principal rio do Rio Grande do Norte. Seu estuário, que desemboca no litoral de Natal, logo foi descoberto pelos primeiros colonizadores portugueses, no século XVI, que o utilizaram para adentrar o território com suas embarcações. Denominaram-no "Rio Grande", por seu vasto leito e extensão, sendo a origem do nome da então Capitania do Rio Grande.

De acordo com o Jornal citado a cima, 2014, sua nascente está localizada no município de Cerro Corá, no interior do estado, até o seu deságue em Natal. Na capital do estado, marca a divisão entre a região norte e o restante da cidade.

A utilização de índices de qualidade da água tem crescido ao longo dos últimos anos, devido à sua aplicabilidade em transmitir informações sobre o grau de poluição de mananciais utilizados pela comunidade (BENETTI; BIDONE, 2001). Esse índice tornou-se uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade das águas de diversos pontos de rios e lagos.

Tendo como base na metodologia de Branco (1993), o presente trabalho foi confeccionado. E atrelado a este, utilizou-se o teorema de Bayes, que de acordo com Figueira e Deliberal (2013) relatam que este relaciona informações, com a probabilidade de ocorrência, para gerar uma nova probabilidade quando os fatos acontecem de maneira relacionada ou são dependentes. Também é importante ressaltar que essas probabilidades podem e devem ser

revistas à medida que são observados novos fatos que podem alterar a probabilidade de cada um dos acontecimentos envolvidos (SILVER, 2013).

O teorema de Bayes utiliza incertezas, ou seja, é alimentado por meio de probabilidades que podem ser estimadas ou sugeridas. Contudo, este método trabalha primeiramente com informações prévias, dessa forma, ao obter novas informações aplica-se o teorema e alcançam-se as probabilidades posteriores (SILVER, 2013).

Silver (*apud* Figueira, Deliberal, 2013) complementa que um problema grave é que nem sempre são mostradas as incertezas de um cálculo, levando as pessoas a pensarem que o número bruto é o valor real e ele acontecerá desta maneira, mas na verdade não e, o Teorema de Bayes prova isto.

Ressalta-se que, o teorema de Bayes é bastante utilizado por profissionais da saúde, principalmente os atrelados aos problemas psicológicos, pois segundo Michaeli (2007 *apud* Figueira e Deliberal, 2013) estes trabalham com incertezas condicionais computadas explicitamente, não estimadas intuitivamente, porque ao estimar-se intuitivamente, as crenças podem levar ao erro.

Portanto, em situações de decisão é altamente recomendável o uso do teorema de Bayes, pois ele contribui para geração do cenário em conjunto com as probabilidades. E até o presente momento não visualizou a utilização de tal metodologia atrelada com análise da qualidade da água, expondo assim a importância do presente trabalho.

Diante do exposto, o presente trabalho visa analisar o nível de qualidade da água em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN tendo como base a método proposto por Branco (2004) e o Teorema de Bayes.

2 Metodologia

A elaboração do presente trabalho perpassou por três etapas, as quais serão descritas a seguir.

1ª etapa: Pesquisa bibliográfica sobre a temática “cor”.

2ª etapa: Verificação da existência da cor da água em quatro locais ao longo do rio Potengi nos dias 12 de janeiro de 2016 (período seco – verão) e 03 de abril de 2016 (período chuvoso – inverno), os quais são elencados no Quadro1, todos situados no município de São Paulo do Potengi/RN e espacializados na Figura 1.

Quadro 1. Pontos de coleta de dados sobre cor.

Ponto	Local
Ponto P1	Rio Potengi na Comunidade Curicaca/Zona rural
Ponto P2	Rio Potengi na Barragem Campo Grande/ Zona urbana
Ponto P3	Rio Potengi no Bairro Juremal/ Zona Urbana
Ponto P4	Rio Potengi na Comunidade Boa Vista/ Zona Rural

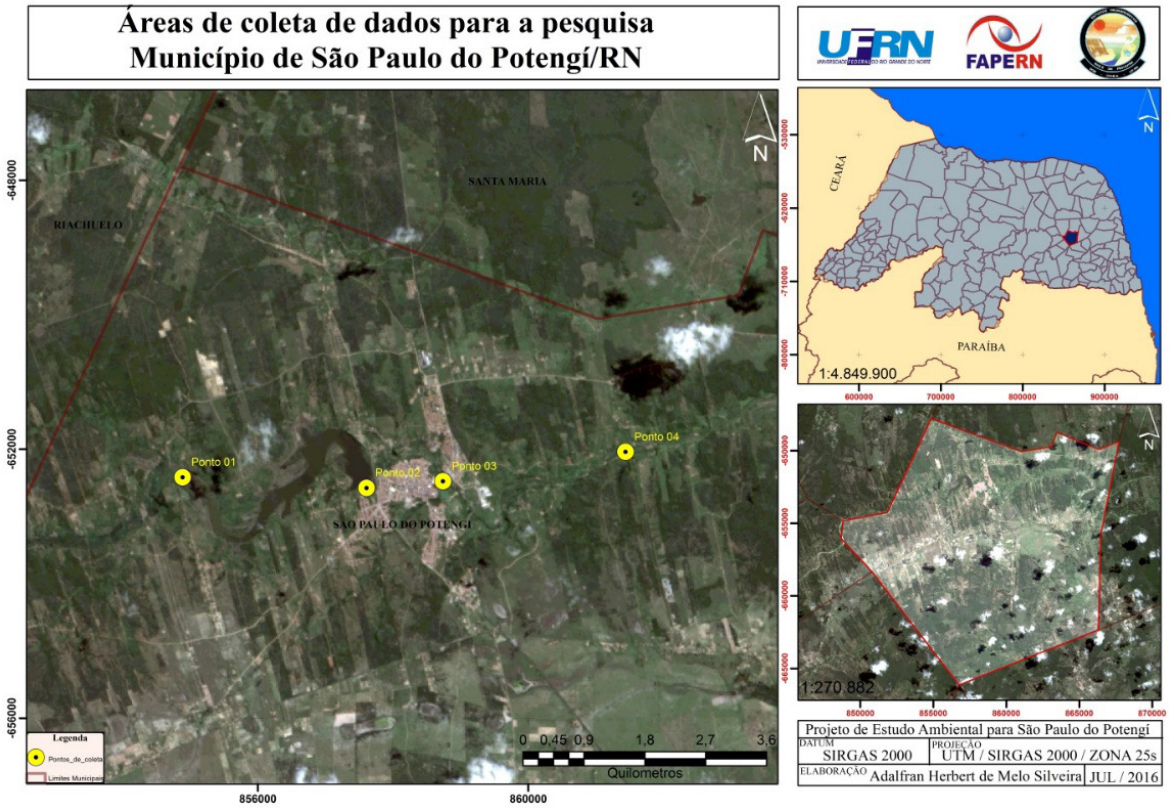
Fonte: Os autores, 2016.

2.1 Área Objeto do Estudo

A área do presente estudo localiza-se na cidade de São Paulo do Potengi/RN, que possui 17 mil habitantes (IBGE, 2015). Os locais de estudo abrangem quatro pontos do rio Potengi, no município supracitado, Comunidade de Curicaca (Ponto 1 – P1), Barragem Campo Grande (Ponto 2 – P2), Bairro Novo Juremal (Ponto 3 – P3) e Comunidade de Boa Vista (Ponto 4 – P4), sendo dois em zona rural e zona urbana. Os locais são visualizados na figura 1.

O Projeto, Avaliação da qualidade das águas do rio Potengi, município de São Paulo do Potengi/RN, como ferramenta de Educação Ambiental, tendo 8 alunos bolsistas da 2° e 3° Série da Escola Estadual Mauricio Freire, com a colaboração de professores desta instituição e da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), para compor este projeto, professores avaliaram o grau de desenvolvimento educacional de cada aluno desta instituição, o projeto tem como objetivo, sensibilizar a população diante dos problemas no rio Potengi que vem sendo apresentado.

Figura 1. Mapa de localização das áreas pesquisadas no trecho do rio Potengi, localizado no município de São Paulo do Potengi/RN.



Elaboração: Adalfran Silveira, 2016.

Além da observação, nos dias e em cada ponto supracitados foi preenchido uma planilha com critérios de classificação da variável cor por oito alunos, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, sendo vista no Quadro 2, seguindo proposta de Branco (2004).

Quadro 2. Variáveis e classificação das variáveis sobre cor da planilha de Avaliação da Qualidade da Água.

Variáveis sobre cor	Classificação das variáveis sobre cor	Grau de certeza (1-10) – Teorema de Bayes
Muito forte (Cor de Coca-Cola ou outra cor)	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	Preenchimento na escala de 1 a 10 com relação ao grau de certeza da resposta da variável cor demarcada.
Alta (cor de chá forte)	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	
Baixa (Levemente esverdeada)	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	
Ausente (cristalina)	( ) 0 Péssima ( ) 1Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	

Fonte: Modificado de Branco (2004) e Teorema de Bayes.

Ressalta-se que, os oito alunos supracitados fazem o ensino médio na Escola Estadual Mauricio Freire, situado na zona urbana de São Paulo do Potengi, os quais participam do projeto de pesquisa intitulado: Avaliação da qualidade das águas do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, como ferramenta de Educação Ambiental, em parceria com a Universidade federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e financiado pela Fundação de Apoio a Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN).

Durante a coleta de tais dados, foram identificadas as atividades produtivas desenvolvidas às margens do rio e a relação das práticas com a degradação do ambiente estudado e a existência de fatores de risco, ou seja, para obtenção dessas informações, foram também levados em consideração a realidade local.

3ª etapa: Após coleta de dados os mesmos foram tabulados no programa *excel* para elaboração de gráficos para realizar comparativo dos parâmetros da variável analisada no período seco e chuvoso e em seguida analisa-los, levando em consideração o uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de coleta de informações. Ressalta-se que, neste programa também foi inserido os resultados quanto ao grau de certeza das variáveis analisadas (adaptadas de Branco, 2004), as quais foram calculadas por meio do Teorema de Bayes.

Segundo Anderson, Sweeney, Williams (2011) a Teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam A_1 , A_2 , ..., A_n, eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de S. Sejam P (A_i) as probabilidades conhecidas dos vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais P (B/A_i). Contudo, a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer *i,* é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^{n} P\left(A_i\right)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3 Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das classes segundo o parâmetro cor, segundo Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 1 – Comunidade Curicaca, com base na percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 1. Resultados do Ponto 1 quanto ao parâmetro cor na Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Forte	--	Péssima	--	Muito Forte	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	87,5	Péssima	56,0	Alta	75,0	Péssima	90,0
		Regular	28,0			Regular	--
		Boa	14,0			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Baixa	12,5	Péssima	2,0	Baixa	25,0	Péssima	5,0
		Regular	--			Regular	5,0
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao avaliar a Tabela 1 verifica-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe alta (cor de chá forte) é de 87,5%, e o grau de certeza da qualidade desta água varia de péssima (56,0%), regular (28,0%) e boa (14,0%). No que se refere a variável da cor "Baixa" (Levemente esverdeada), a probabilidade é de 12,5%, onde o grau de certeza da qualidade desta água é classificado como péssima (2,0%).

No que tange ao período chuvoso, com a classe alta, o valor de probabilidade é de 75,0%, e o grau de certeza encontra-se péssima (90,0%). Com a classe baixa, o valor de probabilidade é aumenta para 25,0%, e o grau de certeza encontra-se entre péssima (5,0%), e regular (5,0%).

No primeiro ponto, comunidade de Curiacaca, evidencia a cor forte e qualidade péssima da água nas duas estações. A cor esverdeada no local pode está associado a excessos de nutrientes, geralmente oriundos da descarga de agrícolas, que levam a proliferação de algas. A comunidade está situada na área rural, a oeste da área urbana e a montante da barragem que abastece a cidade e os municípios vizinhos.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados relacionados ao parâmetro cor, segundo Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência bayeseana referente ao Ponto 2 – Barragem Campo Grande, com base na percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 2. Resultados do Ponto 2 quanto ao parâmetro cor – Barragem Campo Grande.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**

Muito Forte	--	Péssima	--	Muito Forte	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	25,0	Péssima	--	Alta	50,0	Péssima	37,5
		Regular	10,0			Regular	12,5
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	75,0	Péssima	15,0	Baixa	50,0	Péssima	25,0
		Regular	30,0			Regular	25,0
		Boa	45,0			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao averiguar a Tabela 2 pode-se notar que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe alta (cor de chá forte) com 25,0% e grau de certeza regular em 10,0%. No que se refere a variável da cor “Baixa” (Levemente esverdeada), a probabilidade é de 75,0%, onde o grau de certeza da qualidade desta água é classificado como péssima, regular e boa, com graus de certeza em 15,0%, 30,0% e 45,0%, respectivamente.

Para o período chuvoso tem-se os parâmetros das classes semelhantes. Na classificação alta (cor de chá forte), com 50,0%, qualidade péssima com grau de certeza de 37,5%. Na classificação baixa (levemente esverdeada), com 50,0%, semelhante ao anterior, no entanto o grau de certeza está subdividido entre 25,0%, péssima e o mesmo valor para o grau de certeza regular.

A tabela com as informações sobre a barragem evidencia a classe de cor baixa, variando entre regular e boa no período de estiagem e as classes alta e baixa entre regular e péssima no período chuvoso. A probabilidade de a classe cor ser predominantemente baixa na região, no período de estiagem, pode estar associado ao volume maior de água. Pode-se dizer que para o período chuvoso a cor torna-se mais intensa devido ao escoamento superficial e carreamento de material sedimentável decorrente da degradação e solo exposto nas margens do rio Potengi.

Ao observar a Tabela 3, Comunidade Juremal, pode-se notar que no período seco há uma probabilidade da água está inserida apenas na classe muito forte, com probabilidade de

100,0%, onde o grau de certeza dos alunos é, também, de 100%. Para o período chuvoso tem-se as classes muito forte e alta, a primeira com 75,0%, com grau de certeza em ser péssima de 90,0%. No que se refere a classe alta (cor de chá forte) há uma probabilidade de 25%, e 10% da qualidade da água ser péssima.

Tabela 3. Resultados do Ponto 3 quanto ao parâmetro cor – Comunidade Juremal.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Forte	100,0	Péssima	100,00	Muito Forte	75,0	Péssima	90,0
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	--	Péssima	--	Alta	25,0	Péssima	10,0
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

A tabela com as informações sobre a comunidade Juremal, para ambas as estações a classe cor tem uma possibilidade de ser muito forte variando a sua qualidade péssima e com grau de certeza dos alunos entre 100,00% para o período de estiagem e 90,00% no período chuvoso. O referido ponto de coleta encontra-se, praticamente, no centro da cidade e o mesmo é local de despejo de resíduos de esgotamento sanitário não tratado, dejetos despejados por carroceiros, pocilgas e currais de gado.

Verificando a Tabela 4 onde estão evidenciados os resultados das classes segundo o parâmetro cor, conforme Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência bayseana referente ao Ponto 4 – Comunidade Boa Vista, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Ao observar a supracitada tabela pode-se observar que, no período seco a probabilidade da água está inserida em três classes (muito forte, alta e baixa), estas com a probabilidade de 62,5%, 25,0% e 12,5%, respectivamente. Para a classe muito forte tem-se o grau de certeza de 83,33% da qualidade da água ser péssima. Para a classe alta (25,0%) tem-se a qualidade da água péssima com grau de certeza de 13,33%, e para a classe baixa (12,5%) aponta-se para uma qualidade péssima e certeza de 3,33%.

Tabela 4. Resultados do Ponto 4 quanto ao parâmetro cor – Comunidade Boa Vista

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Forte	62,5	Péssima	83,33	Muito Forte	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	25,0	Péssima	13,33	Alta	87,5	Péssima	28,0
		Regular	--			Regular	70,0
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	12,5	Péssima	3,33	Baixa	12,5	Péssima	--
		Regular	--			Regular	2,0
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Para o período chuvoso são evidenciadas as qualidades alta (87,5%), e baixa (12,5%), a primeira entre péssima e regular (28,0% e 70,0%), respectivamente. Para a qualidade baixa, no que cerne o parâmetro cor foi avaliado com apenas 2,0%.

O referido ponto de coleta encontra-se após da cidade. Os altos níveis das classes alta e muito forte devem-se ao fato de, além dos motivos citados anteriormente, existe o acúmulo de poços de água com bastante presença de capim elefante do tipo verde e capim elefante tipo roxo com detritos orgânicos na adubação destes.

4 Considerações finais

Conforme os alunos foram percorrendo as margens do rio, foram notados diversos despejos de resíduos industriais, esgotos domésticos, de carroceiros, como também a criação de animais em pastagem.

Vale salientar que foi constatado, visivelmente que, a coloração alta e/ou muito forte em todos os locais de pesquisa não se deve apenas a cobertura vegetal, turbidez, algas, corpos flutuantes, material sedimentável e decomposição de peixes. Foi constatado *in loco a ação humana intervindo e degradando o rio.*

Diante do exposto, concluímos que, os locais analisados no rio Potengi, situados no município de São Paulo do Potengi/RN, encontram-se com forte coloração, com isso traz sua inviabilidade para o consumo humano.

Além disto, tal pesquisa mostra que é possível trabalhar com o teorema de Bayes na área da educação, principalmente com base em resultados de percepção ambiental, pois diminui a subjetividade existente nesta metodologia.

Referências

ALVES, S. C. et al. Florações de Cor Nocivas: Ameaças às Águas Potiguares. **Revista FAPERN**. v. 1, n.4, p. 14-16, 2006.

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A**. Estatística aplicada à administração e economia.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

BENETTI, A.; BIDONE. F. O meio ambiente e os recursos hídricos. ***In:*** TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p. 849-876.

BRANCO, S. M. Guia de avaliação da qualidade das águas. ***In:*** RIBEIRO, M. L. B. (Org.). Observando o Tietê. São Paulo, 2004.

COSTA, E. T. D. A; **Diagnóstico ambiental das águas do estuário Jundiaí-Potengi pela determinação dos índices de qualidade da água e toxidez.** Dissertação (mestrado em química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Química**.** Natal/RN, 2008

FIGUEIRA, M. V.; DELIBERAL, J. P. Aplicabilidade do Teorema de Bayes no Monitoramento de Redes Sociais. **In:** XIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão, Conferências UCS - Universidade de Caxias do Sul/RS, 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/mostrappga2013/paper/viewFile/ 3639/1086>. Acesso em: 28 set. 2016.

MICHAELI, R.; SIMON, L. An illustration of Bayes' theorem and its use as a decisionmaking aid for competitive inteligence and marketing analysts. **European Journal of Marketing**. v. 42, n.7/8, p. 804-813, 2008.

RIBEIRO, M. L. B. (Org.). **Observando o Tietê**. São Paulo, 2004.

SANTOS, L. L. S. et al. Aplicação da tecnologia de filtração em margem para população difusa no Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 19 n.4. p. 49-58, 2014.

SILVER, N. **O Sinal e o Ruído**: Porque Tantas Previsões Falham e Outras Não. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

TRIBUNA DO NORTE, **O Potengi, da nascente à foz.** Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/o-potengi-da-nascente-a-foz/281662>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

PERCEPÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO POTENGI E IMPACTOS AMBIENTAIS GALGADO NA ESPUMA, COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Silenildo Rafael Lopes

Juliana Rayssa Silva Costa

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Fernando Moreira da Silva

Resumo

A água apresenta recursos ricos em minerais e vivos onde são necessários para humanidade. Desse modo, os ambientes aquáticos que são habitat de muitos organismos comportam uma alta diversidade de espécies ficaram vulneráveis ao impacto das atividades antropogênicas. O presente trabalho consiste na análise da qualidade das águas no Rio Potengi, no município de São Paulo do Potengi, por alunos da E.E Mauricio Freire em prol de uma questão ambiental e social. Diante essa situação, fez-se mister analisar a variável espuma em quatro locais selecionados. Como metodologia utilizou-se a aplicação de questionários com critérios de classificação do parâmetro conforme a percepção de cada aluno sobre o nível de espumas, adaptada a partir da proposta de Branco, 2004, aplicado ao teorema de Bayes. O local em voga é bastante afetado pelas ações antropogênicas, possuindo em suas margens diversas atividades nocivas, onde interferem diretamente na variável em estudo. Estas ações acabam afetando a vida aquática do lugar, levando a morte de peixes, vegetação e todo o ecossistema presente o qual necessita de oxigênio para sobreviver. Por fim, com base nos estudos os resultados comprovam grandes impactos ocasionados pelas diversas atividades antrópicas, principalmente nos locais onde possuem a presença de matéria orgânica. Portanto, é necessária a utilização da educação ambiental para sensibilização da sociedade para amenizar o problema.

Palavras-chaves: Rio Potengi. Impacto Ambiental. Inferência bayseana.

1 Introdução

O ambiente natural do planeta tem sofrido grandes alterações ao longo da ocupação humana na terra. As civilizações desde tempos primórdios sempre procuraram margens de

corpos hídricos, como mares, rios, lagos e lagoas para melhores condições de vida. A água apresenta recursos ricos em minerais e vivos onde são necessários para humanidade. No entanto, ambientes desse tipo e principalmente locais litorâneos apresentam uma quantidade abrangente de pessoas ao seu redor, gerando um grande desenvolvimento econômico e social, além disso, esses corpos fluviais são fundamentais para a navegação.

Por meio desse grande avanço na sociedade, as atividades antrópicas responsáveis pela degradação do meio natural, estão sendo cada vez mais intensificadas com o grande desenvolvimento industrial e urbano tornando-se cada vez maior o grau de impacto ao meio ambiente. Contudo, em relação aos recursos hídricos os principais problemas estão associados a utilização de corpos d'água inadequado, como despejo de esgotos domésticos, lixo, rejeitos industriais e agrícolas acarretando uma contaminação imensa aquele ambiente.

Desse modo, os ambientes aquáticos que são hábitat de muitos organismos da fauna e flora e comportam uma alta diversidade de espécies ficaram vulneráveis ao impacto das atividades antropogênicas (lançamentos de efluentes, emissões urbanas, rurais e industriais), seja pelos simples aporte de matéria orgânica, seja pelo aporte de contaminantes orgânicos ou inorgânicos, sintéticos ou naturais (COSTA, 2008).

Os resíduos de atividades antrópicas mais comuns em rios são provenientes de esgotos domésticos e industriais. Esses compostos são altamente contaminantes e afetam a qualidade da água, pois são ricos em metais traços, nutrientes nitrogenados e fosfatados. Alguns compostos orgânicos são resistentes à degradação biológica, não integrando os ciclos biogeoquímicos, e acumulando-se em determinado ponto do ciclo. Entre estes destacam-se os defensivos agrícolas e alguns detergentes com grande número de produtos químicos.

Entretanto, o acúmulo dessas substâncias nos rios, lagos e praias, que recebem esgotos, pode prejudicar a vida das plantas e animais que vivem nestes locais. Isto porque formam uma espuma branca ("cisne-de-detergente") que reduz a penetração do oxigênio do ar na água, diminuindo assim o oxigênio disponível na água para respiração desses seres. Os fosfatos também favorecem a multiplicação de espumas vermelhas, que em excesso também prejudicam a oxigenação da água (processo chamado de eutrofização das águas). Outra preocupação é com a degradação do produto. Embora no país a lei determine que os detergentes devem ser biodegradáveis, alguns fabricantes não respeitam essa norma (FREITAS, 2000).

Por meio disso ainda existem os aditivos sintéticos, que são substancias utilizadas para conservar produtos. Estes são substâncias acrescentadas em pequenas quantidades em produtos de limpeza para garantir a durabilidade dos mesmos. Geralmente são: antioxidantes, que impedem a oxidação; os antissépticos que protegem das contaminações microbianas no processo de fabricação e utilização; e os fungicidas, que impedem a proliferação de mofos e fungos. Eles podem ser naturais ou sintéticos, embora a maioria das empresas opte pelos sintéticos pela facilidade de manuseio e preço, mas estes podem trazer danos à saúde, em longo prazo (FREITAS, 2000).

É importante ressaltar que a poluição das águas nos rios, lagos, mares e oceanos ocorrem não apenas pelo despejo individual de uma substância ou outra, mas também pela reação química resultante da soma dos inúmeros produtos de limpeza que usamos em nossas residências: detergentes, sabão em pó, amaciante, sabonetes, shampoos, cremes dentais, desinfetantes, limpa-vidros, água sanitária (com 2% de cloro ativo), amoníaco, entre outros. Essa combinação potencializa os impactos sobre a qualidade das águas, sobre a fauna e flora dos ecossistemas, assim como aumenta o perigo para as populações que consumirem estas águas ou se alimentarem desses animais aquáticos posteriormente (BRANCO, 1990).

Portanto, uma solução foram os sabões e detergentes biodegradáveis. Basicamente, eles diferem dos normais por possuírem uma cadeia carbônica linear, que é facilmente degradável pelas enzimas produzidas pelos micro-organismos presentes na água. Depois da decomposição feita por esses micro-organismos, as moléculas que os compunham não são mais nocivas ao ambiente (VON SPERLING, 2005).

Infelizmente, todas essas formas apresentam causas desastrosas para o meio ambiente, quando são feitas de formas desordenadas, juntamente com poluentes e agentes poluidores interferindo a qualidade da água. Dessa forma, é importante o estudo sobre avaliação da qualidade das águas sobre atuais condições dos recursos hídricos e ter como base a conservação ambiental das atividades de forma sustentável para o município.

Uma das formas de avaliação do ecossistemas aquáticos é por meio da metodologia de monitoramento da qualidade da água por percepção, desenvolvida pelo professor Samuel Murgel Branco em 1993, que segundo Buzelli (2013) este docente acompanhado com a equipe técnica do projeto e utilização de kits de análise de água disponibilizados aos grupos que periodicamente coletavam amostras, realizavam analises da qualidade da água do rio Tietê, medindo parâmetros químicos como pH, temperatura, fósforo total, nitratos, oxigênio dissolvido e outros parâmetros biológicos e ambientais. As análises permitiam que os grupos percebessem a presença ou não de esgotos, saponáceos, sedimentos, produtos químicos utilizados na agricultura, entre outros. Os dados resultantes compunham o banco de dados de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permitia a visualização da qualidade da água do Rio Tietê monitorada através das ações dos grupos.

Entretanto, com base na metodologia de Branco (1993) o presente trabalho foi confeccionado. E atrelado a este, utilizou-se o teorema de Bayes, que de acordo com Figueira, Deliberal (2013) relatam que este relaciona informações, com a probabilidade de ocorrência, para gerar uma nova probabilidade quando os fatos acontecem de maneira relacionada ou são dependentes. Também é importante ressaltar que essas probabilidades podem e devem ser revistas à medida que são observados novos fatos que podem alterar a probabilidade de cada um dos acontecimentos envolvidos (SILVER, 2013).

O teorema de Bayes utiliza incertezas, ou seja, é alimentado por meio de probabilidades que podem ser estimadas ou sugeridas. Contudo, este método trabalha primeiramente com

informações prévias, dessa forma, ao obter novas informações aplica-se o teorema e alcançam-se as probabilidades posteriores (FIGUEIRA, DELIBERAL, 2013).

Silver (2013), complementa que um problema grave é que nem sempre são mostradas as incertezas de um cálculo, levando as pessoas a pensarem que o número bruto é o valor real e ele acontecerá desta maneira, mas na verdade não é, o Teorema de Bayes prova isto.

Ressalta-se que, o teorema de Bayes é bastante utilizado por profissionais da saúde, principalmente os atrelados aos problemas psicológicos, pois, segundo Michaeli (2007), estes trabalham com incertezas condicionais computadas explicitamente, não estimadas intuitivamente, porque ao estimar-se intuitivamente, as crenças podem levar ao erro.

Portanto, em situações de decisão é altamente recomendável o uso do teorema de Bayes, pois ele contribui para geração do cenário em conjunto com as probabilidades. E até o presente momento não visualizou a utilização de tal metodologia atrelada com análise da qualidade da água, expondo assim a importância do presente trabalho.

Diante do exposto, o presente trabalho visa analisar o nível de espumas em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN tendo como base a método proposto por Branco (2004) e Teoria de Bayes.

2 Metodologia

A elaboração do presente trabalho perpassou por três etapas, as quais serão descritas a seguir.

1ª etapa: Pesquisa bibliográfica sobre a temática “espumas”.

2ª etapa: Verificação da existência de espumas em quatro locais ao longo do rio Potengi nos dias 12 de janeiro de 2016 (período seco – verão) e 03 de abril de 2016 (período chuvoso – inverno), os quais são elencados no Quadro 1, todos situados no município de São Paulo do Potengi/RN e espacializados na Figura 1.

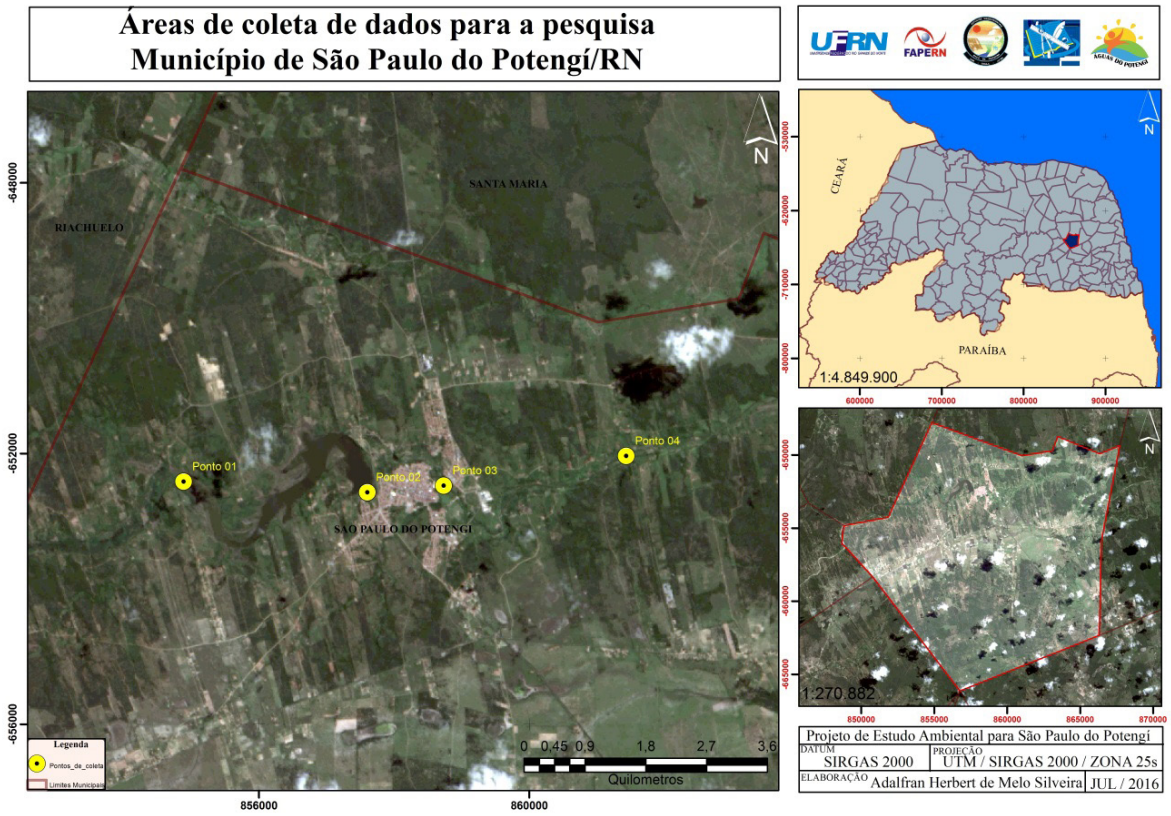
Quadro 1. Pontos de coleta de dados sobre espumas.

Ponto	Local
Ponto P1	Rio Potengi na Comunidade Curicaca/Zona rural
Ponto P2	Rio Potengi na Barragem Campo grande/ Zona urbana
Ponto P3	Rio Potengi no Bairro Juremal/ Zona Urbana

Ponto P4	Rio Potengi na Comunidade Boa Vista/ Zona Rural

Fonte: Os autores, 2016.

Figura 1. Mapa de localização das áreas pesquisadas no trecho do rio Potengi, localizado no município de São Paulo do Potengi/RN.



Elaboração: Adalfran Silveira, 2016.

Além da observação, nos dias e em cada ponto supracitados foi preenchido uma planilha com critérios de classificação da variável espumas por oito alunos, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, sendo vista no Quadro 2, seguindo proposta de Branco (2004).

Quadro 2. Variáveis e classificação das variáveis sobre espumas da planilha de Avaliação da Qualidade da Água.

Variáveis sobre espumas	Classificação das variáveis sobre espumas	Grau de certeza (1-10) Teorema de Bayes
Ausente	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	Preenchimento na escala de 1 a 10 com relação ao grau de certeza da resposta da variável de espumas demarcada.
Presente	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	

Fonte: Modificado de Branco (2004) e Teorema de Bayes.

Ressalta-se que, os oito alunos supracitados fazem o ensino médio na Escola Estadual Mauricio Freire, situado na zona urbana de São Paulo do Potengi, os quais participam do projeto de pesquisa intitulado: Avaliação da qualidade das águas do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, como ferramenta de Educação Ambiental, em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e financiado pela Fundação de Apoio **à** Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN).

Durante a coleta de tais dados, foram identificadas as atividades produtivas desenvolvidas às margens do rio e a relação das práticas com a degradação do ambiente estudado e a existência de fatores de risco, ou seja, para obtenção dessas informações, foram também levados em consideração a realidade local.

3ª etapa: Após coleta de dados os mesmos foram tabulados no programa *excel* para elaboração de gráficos para realizar comparativo dos parâmetros da variável analisada no período seco e chuvoso e em seguida analisa-los, levando em consideração o uso e ocupação do solo no entorno dos pontos de coleta de informações. Ressalta-se que, neste programa também foi inserido os resultados quanto ao grau de certeza das variáveis analisadas (adaptadas de Branco, 2004), as quais foram calculadas por meio do Teorema de Bayes.

Segundo Anderson, Sweeney e Williams (2011) a Teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam $A_1, A_2, \ldots, A_n$, eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de S. Sejam $P(A_i)$ as probabilidades conhecidas dos vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais $P(B/A_i)$. Contudo, a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer *i,* é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^{n} P\left(A_i\right)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3 Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das classes segundo o parâmetro espuma, segundo Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência bayseana referente ao Ponto 1 – Comunidade Curicaca, com base na percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 1 - Resultados do parâmetro espuma no Ponto 1 – Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Ausente	37,0	Péssima	17,65	Ausente	37,0	Péssima	8,82
		Regular	8,82			Regular	--
		Boa	--			Boa	17,65
		Muito boa	--			Muito boa	--
Presente	63,0	Péssima	58,82	Presente	63,0	Péssima	29,41
		Regular	14,71			Regular	29,41
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	17,71

Fonte: Os autores, 2016.

Ao examinar a Tabela 1 verifica-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe de ausência de espumas é de 37,0%, e o grau de certeza da qualidade desta água varia de péssima (17,65%), e regular (8,82%). A probabilidade de haver a presença de espumas é de 63,0%, onde o grau de certeza da qualidade desta água varia de péssima (58,82%) e regular (14,71%).

No que tange o período chuvoso, com a classe ausente, o valor de probabilidade é semelhante 37,0%, e o grau de certeza encontra-se entre péssima (8,82%) e boa (17,65%). Com a classe

presente, o valor de probabilidade é aumenta para 63,0%, e o grau de acurácia encontra-se entre péssima e regular, ambos com 29,41%, e muito boa com 17,71%. Observando de forma concentrada, tem-se uma maior probabilidade de se ter a presença de espumas com grau de certeza entre péssima e regular.

Na Tabela 2 visualiza-se os resultados do parâmetro espuma segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência bayseana referente ao Ponto 2 – Barragem Campo Grande, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 2 - Resultados do parâmetro espuma no Ponto 2 – Barragem Campo Grande.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Ausente	75,0	Péssima	30,0	Ausente	63,0	Péssima	--
		Regular	45,0			Regular	29,41
		Boa	15,0			Boa	44,12
		Muito boa	--			Muito boa	--
Presente	25,0	Péssima	10,0	Presente	37,0	Péssima	8,82
		Regular	--			Regular	17,65
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao examinar a Tabela 2 pode-se perceber que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe de ausência de espumas é de 75,0%, para esta probabilidade a certeza da qualidade da água na comunidade varia entre péssima (30,0%), regular (45,0%) e boa (15,0%).

A probabilidade de haver presença de espumas é de 25,0%, onde o grau de certeza de a qualidade da água ser péssima é de 10,0%.

Para o período chuvoso, pode-se constatar que a probabilidade da água está inserida na classe de ausência de espumas é de 63,0%, para esta probabilidade a certeza da qualidade da água na barragem varia entre regular (29,41%) e boa (44,12%). Para o mesmo período na Barragem Campo Grande a probabilidade de presença de espumas é de 37,0%, para esta probabilidade a certeza da qualidade água na barragem varia entre péssima (8,82%) e regular

(17,65%). Observando de forma condensada, tem-se uma maior probabilidade de se ter a ausência de espumas, em ambos os períodos, com grau de certeza variando entre regular e boa.

Na Tabela 3 podem-se notar os resultados das classes segundo o parâmetro espuma, segundo Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 3 – Comunidade Juremal, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 3 - Resultados do parâmetro espuma no Ponto 3 – Comunidade Juremal.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Presente	100,0	Péssima	50,0	Presente	100,0	Péssima	87,50
		Regular	50,0			Regular	12,50
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao examinar a Tabela 3 pode-se perceber que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe de presença de espumas é de 100% de está péssima ou regular.

Para o período chuvoso, pode-se notar que a probabilidade de presença de espumas é de 100,0%, para esta percepção a certeza da qualidade água na barragem varia entre péssima (87,50%) e regular (12,50%).

Observando o gráfico de forma geral, há presença de espuma para os períodos seco e chuvoso. Um esclarecimento plausível na gênese da espuma é porque há turbulência mecânica gerado pelo escoamento superficial no período chuvoso. No período seco, acumulo de materiais solúveis.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados do parâmetro espuma, conforme proposta de Branco (2004), bem como o grau de certeza da qualidade da água por inferência bayseana referente ao Ponto 4 – Comunidade Boa Vista, com base na percepção dos alunos da E.E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 4 - Resultados do parâmetro espuma no Ponto 4 – Comunidade Boa Vista.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade da água	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade da água	Grau de certeza (%)
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Presente	100,0	Péssima	50,0	Presente	100,0	Péssima	87,50
		Regular	37,5			Regular	12,50
		Boa	12,5			Boa	-
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao examinar a Tabela 4 verifica-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe de presença de espumas é de 100,0%, o grau de certeza varia entre péssima, regular e boa (50,0%, 37,5% e 12,5%), respectivamente.

No que tange ao período chuvoso também há presença de espumas, no nível de probabilidade de 100,0% e o grau de certeza na qualidade da água oscilando de péssima (87,5%) a regular (12,5%).

A comunidade de Boa Vista fica a jusante do rio Potengi, após a Barragem Campo Grande, assim há turbulência gerada pela rugosidade da superfície coberta por capim elefante e capim d'água, o que aumenta a probabilidade de se ter a presença de espumas.

4 Considerações finais

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que:

- Com base nos registros visuais e fotográficos, observou-se a presença de efluentes que podem modificar e provocar perturbações no meio quanto a coloração e odores no corpo hídrico;

- As águas do Rio Potengi na cidade apresentada vem sofrendo constantemente interferências antrópicas que modificaram á queda na qualidade da água, principalmente na comunidade Juremal, pois há uma maior agressão na degradação do solo;

- É necessário uma rede de monitoramento da qualidade de águas que forneça informações importantes para almejar o conhecimento enível de contaminação do rio Potengi no município;

- O papel da socidade e orgaõs públicos é evidente de bastante importância para a não degradação e poluição desse ambiente natural que apresenta um mérito histórico e cultural na cidade de São Paulo do Potengi e toda região;

- É importante ressaltar a necessidade da educação ambiental em nosso meio. Onde tenta despertar a preocupação de indivíduos com os problemas ambientais buscando sensibilização, preservação e conservação dos recursos naturais;

- A aplicação do teorema de Bayes em percepção e eeducação ambiental mostrou que é possível conter incertezas e tomar decisões com um maior grau de acerto;

- O incentivo de projetos como este com universidade e o governo estadual, fomentando alunos de nivel médio de escolas do interior para a inserção da carreira acadêmica, onde posterirmente este retorno vai ser dados a comunidade em geral.

Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

BRANCO, S. M. Guia de avaliação da qualidade das águas. **In:** RIBEIRO, M. L. B. (Org.). Observando o Tietê. São Paulo, 2004.

BUZELLI, G. M; CUNHA-SANTINO, M. B. Estado Trófico do Reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 8, n.1, 2013.

COSTA, E. T. D. A; **Diagnóstico ambiental das águas do estuário Jundiaí-Potengi pela determinação dos índices de qualidade da água e toxidez.** Dissertação (mestrado em química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Química**.** Natal/RN, 2008

FIGUEIRA, M. V., DELIBERAL, J. P. Aplicabilidade do Teorema de Bayes no Monitoramento de Redes Sociais. **In:** XIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão, Conferências UCS - Universidade de Caxias do Sul/ RS, 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/ mostrappga2013/paper/viewFile/ 3639/1086>. Acesso em: 28 set. 2016.

FREITAS, A. C, FIGUEIREDO, P. **Conservação de Alimentos**. Lisboa, 2000

MICHAELI, R.; SIMON, L. (2007). An illustration of Bayes' theorem and its use as a decisionmaking aid for competitive inteligence and marketing analysts. **European Journal of Marketing**. v. 42, n.7/8, p. 804-813, 2008.

RIBEIRO, M. L. B. (Org.). **Observando o Tietê**. São Paulo, 2004.

SILVER, N. **O Sinal e o Ruído**: Porque Tantas Previsões Falham e Outras Não. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

VON SPERLING, M.; GONÇALVES, R. F. Lodo de esgotos: características e produção. In: ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.) **Lodo de esgotos**: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 2001. (Princípios do tratamento biológico de águas residuais, v. 6). cap. 2, p. 17-67.

AVALIAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO NO RIO POTENGI, SITUADO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO DO POTENGI/RN POR MEIO DAS METODOLOGIAS DE BRANCO (2004) E TEOREMA DE BAYES

Juliana Rayssa Silva Costa

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Silenildo Rafael Lopes

Fernando Moreira da Silva

Resumo

O presente trabalho visa analisar o nível de eutrofização em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, Brasil, tendo como base a método proposto por Branco (2004) e Teoria de Bayes. Como procedimentos metodológicos fez-se uso de planilhas com critérios de classificação da variável algas em quatro locais ao longo do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi, os quais foram preenchidos por oito alunos do ensino médio da E.E. Mauricio Freire, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, adaptada a partir da proposta de Branco (2004) e Teoria de Bayes. Como resultados, foram diagnosticados que todos os locais possuem algas, em ordem decrescente: bairro Juremal, Comunidade Boa Vista, Comunidade Curicaca e Barragem Campo Grande, desta forma e o mesmo ocorre devido despejo de cargas orgânicas que provém de esgoto lançado no local, sendo assim necessária Educação Ambiental em tais localidades para amenizar e/ou eliminarem tal problemática. A Teoria de Bayes transformou os dados coletados pelos os alunos, os quais podiam conter incertezas (estimados intuitivamente) em valores concisos, reais, sem inseguranças ou dúvidas. Ressalta-se que, o presente trabalho contribuiu com mais um estudo relacionado à qualidade das águas existentes no semiárido brasileiro. Além disto, tal pesquisa mostra que é possível trabalhar com o teorema de Bayes na área da educação, principalmente com base em resultados de Percepção Ambiental, pois diminui a subjetividade existente nesta metodologia.

Palavras-chave: Impacto Ambiental, Percepção, Educação Ambiental.

1 Introdução

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade para os diversos usos, os quais evoluíram ao longo do tempo, envolvendo a alimentação e higiene pessoal, agricultura, navegação, produção industrial e atividades recreativas, em especial, água para abastecimento humano, é uma preocupação da humanidade que vive em diversas regiões, principalmente as semiáridas (SANTOS et al., 2014).

No semiárido nordestino brasileiro tal apreensão com relação à disponibilidade dos recursos ocorre em virtude de várias circunstâncias, dentre elas destaca-se o mau gerenciamento dos gestores públicos e população com relação a estes, mas também devido a características geoambientais do semiárido nordestino, atenue a questão do déficit hídrico, pois apresenta elevadas taxas de insolação, temperaturas, evaporação, baixas amplitudes térmicas e dentre outras características, os quais variam no tempo e no espaço.

O mau gerenciamento dos recursos hídricos pode causar inúmeros problemas, dentre estes encontram-se a eutrofização, o qual é objeto de estudo deste trabalho. Contudo, a eutrofização consiste no aumento excessivo de nutrientes na água, podendo ser causada por drenagem de fertilizantes agrícolas, águas pluviais de cidades, detergentes, resíduos de minas, drenagem de dejetos humanos, entre outros, sendo reconhecida como um dos problemas de qualidade da água de maior importância na atualidade (BARRETO et al., 2013).

Na região semiárida do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, a eutrofização dos reservatórios foi identificada como o maior problema relativo à perda de qualidade de água (Bouvy, 2000; Costa et al., 2006a; Eskinazi-Sant'Anna et al*.,* 2006*;* Vasconcelos, et al., 2011 *apud* Vieira, 2013).

A eutrofização faz com que ocorram alterações correspondem principalmente nos ciclos biogeoquímicos do nitrogênio (N) e fósforo (P) da água gerando consequente proliferação de algas e cianobactérias, podendo assim comprometer a qualidade da água para o abastecimento público, para a piscicultura e para outros fins (MESQUITA, 2009).

Ressalta-se que, o nitrogênio e o fósforo presentes nos rios e lagos são nutrientes de grande importância à cadeia alimentar, entretanto, quando descarregados em altas concentrações em águas superficiais induz a multiplicação de micro-organismos (algas) que habitam a superfície da água, formando uma camada densa, denominada de eutrofização, impedindo a penetração da luminosidade. Isso implica na redução de fotossíntese das camadas inferiores, causando uma diminuição de oxigênio, que acaba não sendo suficiente para manter os organismos aeróbios vivos.

Segundo Smith e Schindler (2009), a eutrofização pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, à redução do oxigênio dissolvido, provocando crescimento

excessivo de plantas aquáticas, mortandade de peixes e outras espécies aquáticas, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer na água.

A deposição e a decomposição de uma quantidade excessiva de algas e cianobactérias nos lagos ou reservatórios aumenta consideravelmente a demanda bioquímica dissolvida de oxigênio dissolvido na água podendo desencadear um processo de desoxigenação do ambiente e a liberação de gases tóxicos em regiões anóxicas, com consequente morte de animais aquáticos (TUNDISI, 2003; CHORUS e BARTRAM, 1999).

No Brasil e na maioria dos países em desenvolvimento, a maior parte do esgoto bruto (tanto doméstico, industrial como efluentes de sistema de cultivo) é lançada sem tratamento prévio nos cursos d'água. Esses grandes aportes de matéria orgânica e poluentes têm sido relatados como principais responsáveis pela eutrofização de grande variedade de ambientes aquáticos, gerando preocupação crescente com alto grau de poluição em que se encontram hoje os rios e ambientes de água doce (TUNDISI, 2003 *apud* ZANINI, 2009).

Nesse contexto, pode-se destacar que o aporte de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo como agentes causadores do processo de aceleração da eutrofização. Esses nutrientes enriquecem o meio aquático favorecendo o crescimento de plantas aquáticas, como as macrófitas aquáticas e algas, tendo como grande problema a possibilidade do surgimento de cianobactérias potencialmente tóxicas, as quais podem alterar a qualidade das águas, sobretudo no que tange ao abastecimento público, causando graves riscos de saúde. Sendo assim, a eutrofização é um sério problema da atualidade em corpos de água superficiais, considerando-a como um dos exemplos mais visíveis das alterações ocasionadas pelo homem à biosfera.

Contudo, diante tal situação, a avaliação do estado trófico de ecossistemas aquáticos pode ser adotada como instrumento de gestão de recursos hídricos, uma vez que contribui para o entendimento da resposta biológica ao incremento de nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo, nesses ambientes (CUNHA et al., 2008).

Uma das formas de avaliação do estado trófico de ecossistemas aquáticos é por meio da metodologia de monitoramento da qualidade da água por percepção, desenvolvida pelo professor Samuel Murgel Branco em 1993, que segundo Ribeiro (2004) este docente acompanhado com a equipe técnica do projeto e utilização de kits de análise de água disponibilizados aos grupos que periodicamente coletavam amostras, realizavam analises da qualidade da água do rio Tietê, medindo parâmetros químicos como pH, temperatura, fósforo total, nitratos, oxigênio dissolvido e outros parâmetros biológicos e ambientais. As análises permitiam que os grupos percebessem a presença ou não de esgotos, saponáceos, sedimentos, produtos químicos utilizados na agricultura, entre outros. Os dados resultantes compunham o banco de dados de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permitia a visualização da qualidade da água do Rio Tietê monitorada através das ações dos grupos (RIBEIRO, 2004).

Entretanto, com base na metodologia de Branco (1993) o presente trabalho foi confeccionado. E atrelado a este, utilizou-se o teorema de Bayes, que de acordo com Figueira e Deliberal (2013), este relaciona informações, com a probabilidade de ocorrência, para gerar uma nova probabilidade quando os fatos acontecem de maneira relacionada ou são dependentes. Também é importante ressaltar que essas probabilidades podem e devem ser revistas à medida que são observados novos fatos que podem alterar a probabilidade de cada um dos acontecimentos envolvidos (SILVER, 2013 *apud* FIGUEIRA, DELIBERAL, 2013).

O teorema de Bayes utiliza incertezas, ou seja, é alimentado por meio de probabilidades que podem ser estimadas ou sugeridas. Contudo, este método trabalha primeiramente com informações prévias, dessa forma, ao obter novas informações aplica-se o teorema e alcançam-se as probabilidades posteriores (FIGUEIRA, DELIBERAL, 2013).

Silver (2013 apud FIGUEIRA, DELIBERAL, 2013) complementa que um problema grave é que nem sempre são mostradas as incertezas de um cálculo, levando as pessoas a pensarem que o número bruto é o valor real e ele acontecerá desta maneira, mas na verdade não é, o Teorema de Bayes prova isto.

Ressalta-se que, o teorema de Bayes é bastante utilizado por profissionais da saúde, principalmente os atrelados aos problemas psicológicos, pois segundo Michaeli (2007 *apud* Figueira, Deliberal, 2013) estes trabalham com incertezas condicionais computadas explicitamente, não estimadas intuitivamente, porque ao estimar-se intuitivamente, as crenças podem levar ao erro.

Portanto, em situações de decisão é altamente recomendável o uso do teorema de Bayes, pois ele contribui para geração do cenário em conjunto com as probabilidades. E até o presente momento não visualizou a utilização de tal metodologia atrelada com análise da qualidade da água, expondo assim a importância do presente trabalho.

Diante do exposto, o presente trabalho visa analisar o nível de eutrofização em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN tendo como base a método proposto por Branco (2004) e Teoria de Bayes.

2 Metodologia

A elaboração do presente trabalho perpassou por três etapas, as quais serão descritas a seguir.

1ª etapa: Pesquisa bibliográfica sobre a temática “eutrofização”.

2ª etapa: Verificação da existência de algas e eutrofização em quatro locais ao longo do rio Potengi nos dias 12 de janeiro de 2016 (período seco – verão) e 03 de abril de 2016 (período

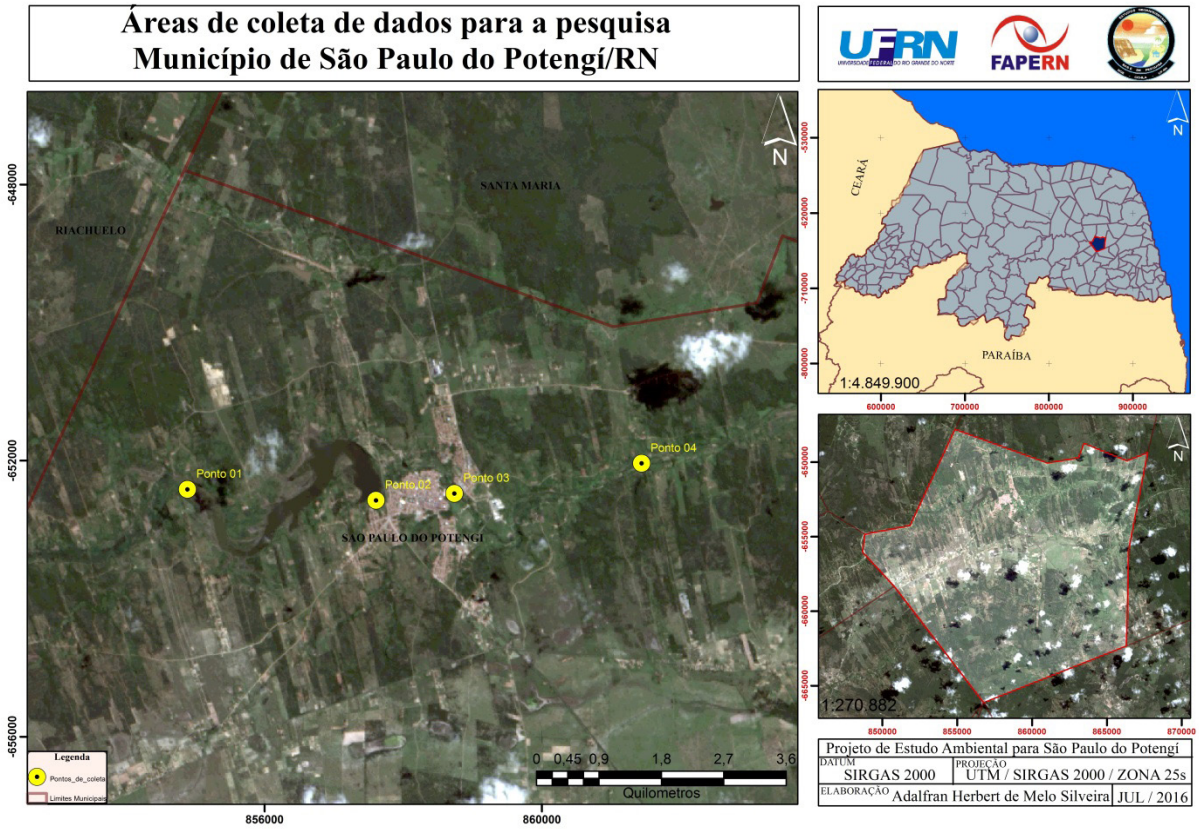
chuvoso – inverno), os quais são elencados no Quadro1, todos situados no município de São Paulo do Potengi/RN e espacializados na Figura 1.

Quadro 1. Pontos de coleta de dados sobre algas.

Ponto	Local
Ponto P1	Rio Potengi na Comunidade Curicaca/Zona rural
Ponto P2	Rio Potengi na Barragem Campo Grande/ Zona urbana
Ponto P3	Rio Potengi no Bairro Juremal/Zona Urbana
Ponto P4	Rio Potengi na Comunidade Boa Vista/ Zona Rural

Fonte: O Autor, jun. 2016.

Figura 1. Mapa de localização das áreas pesquisadas no trecho do rio Potengi, localizado no município de São Paulo do Potengi/RN.



Elaboração: Adalfran Silveira, 2016.

Além da observação, nos dias e em cada ponto supracitados foi preenchido uma planilha com critérios de classificação da variável algas por oito alunos, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, sendo vista no Quadro 2, seguindo proposta de Branco (2004).

Quadro 2. Variáveis e classificação das variáveis sobre algas da planilha de Avaliação da Qualidade da Água.

Variáveis sobre algas	Classificação das variáveis sobre algas	Grau de certeza (1-10) – Teorema de Bayes
Muito forte (como sopa de ervilhas) - Péssima	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	Preenchimento na escala de 1 a 10 com relação ao grau de certeza da resposta da variável de algas demarcada.
Média (como caldo de cana) - Regular	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	
Baixa (levemente esverdeada) - Boa	( ) 0 Péssima ( ) 1 Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	
Ausente (cristalina) - Muito boa	( ) 0 Péssima ( ) 1Regular ( ) 2 Boa ( ) 3 Muito boa	

Fonte: Modificado de Branco (2004) e Teorema de Bayes.

Ressalta-se que, os oito alunos supracitados fazem o ensino médio na Escola Estadual Mauricio Freire, situado na zona urbana de São Paulo do Potengi, os quais participam do projeto de pesquisa intitulado: Avaliação da qualidade das águas do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, como ferramenta de Educação Ambiental, em parceria com a Universidade federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e financiado pela Fundação de Apoio **à** Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN).

Durante a coleta de tais dados, foram identificadas as atividades produtivas desenvolvidas às margens do rio e a relação das práticas com a degradação do ambiente estudado e a existência de fatores de risco, ou seja, para obtenção dessas informações, foram também levados em consideração a realidade local.

3ª etapa: Após coleta de dados os mesmos foram tabulados no programa *excel* para elaboração de gráficos para realizar comparativo dos parâmetros da variável analisada no período seco e chuvoso e em seguida analisa-los, levando em consideração o uso e ocupação do solo

no entorno dos pontos de coleta de informações. Ressalta-se que, neste programa também foi inserido os resultados quanto ao grau de certeza das variáveis analisadas (adaptadas de Branco, 2004), as quais foram calculadas por meio do Teorema de Bayes.

Segundo Anderson, Sweeney e Williams (2011) a Teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam A_1 , A_2 , ..., A_n, eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de S. Sejam P (A_i) as probabilidades conhecidas dos vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais P (B/A_i). Contudo, a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer *i,* é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^{n} P\left(A_i\right)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3 Resultados e discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados das classes segundo o parâmetro alga, segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 1 – Comunidade Curicaca, com base na percepção dos alunos da E. E. Mauricio Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 1. Resultados do Ponto 1 quanto ao parâmetro alga na Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Verde	25	Péssima	10	Muito Verde	25	Péssima	5
		Regular	--			Regular	5
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Média	75	Péssima	45	Média	75	Péssima	45
		Regular	30			Regular	45
		Boa	15			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muio boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao analisar a Tabela 1 verifica-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe média de algas é de 75% e o grau de certeza da qualidade desta água varia de péssima (45%), regular (30%) e boa (15%). A probabilidade de a água conter muitas algas, ou seja, ser muito verde é de 25% com grau de certeza de 10% de ser péssima. Já no período chuvoso apresenta comportamento similar ao período seco, uma probabilidade de se ter uma classe muito verde de 25% e uma classe média de 75% com grau de certeza de 45% da qualidade da água ser péssima ou regular.

Observando de forma aglutinada, tem-se uma maior probabilidade de se ter uma quantidade de algas média com possibilidade de ser péssima ou regular.

Na Tabela 2 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro alga, segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 2 – Barragem Campo Grande, com base na percepção dos alunos da E. E. Maurício Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 2. Resultados do Ponto 2 no que tange o parâmetro alga na Barragem Campo Grande.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Verde	--	Péssima	--	Muito Verde	12	Péssima	--
		Regular	--			Regular	2,6
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa				Muito boa	--
Média	62	Péssima		Média	75	Péssima	--
		Regular	71,4			Regular	63,2
		Boa	17,9			Boa	31,6
		Muito boa	--			Muito boa	--

Baixa	37	Péssima	--	Baixa	12	Péssima	--
		Regular	10,71			Regular	--
		Boa	--			Boa	2,6
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao averiguar a Tabela 2 observa-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe média de algas é de 62% e o grau de certeza da qualidade desta água varia entre regular (63,2%) e boa (31,6%). E a probabilidade de a água conter poucas algas é de 37% com grau de certeza de 2,6% de ser boa. Já no período chuvoso apresenta comportamento similar ao período seco, onde a maior probabilidade de a água ser classificada como média é de 75% com grau de certeza de 63,2% de esta ser regular e 31,6% ser boa. E a probabilidade de se ter uma classe baixa e muito verde de 12%, respectivamente, com grau de certeza para ambas as classes de 2,6%, sendo a qualidade de a água ser boa a péssima, concomitantemente.

Observando de forma conjunta das duas estações do ano, tem-se uma maior probabilidade de se ter uma quantidade de algas média com possibilidade de ser regular a boa.

Na Tabela 3 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro alga, segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 3 – Bairro Juremal, com base na percepção dos alunos da E. E. Maurício Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 3. Resultados do Ponto 3 no que concerne ao parâmetro alga no Bairro Juremal.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Verde	100	Péssima	62,5	Muito Verde	100	Péssima	100
		Regular	37,5			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa				Muito boa	
Média	--	Péssima		Média	--	Péssima	
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao analisar a Tabela 3 avalia-se que, em ambos os períodos averiguados, a probabilidade da água está inserida na classe muito verde por algas é de 100% e o grau de certeza da qualidade desta água varia de péssima (45%) a regular (30%) no período seco e péssimo (100%) no período chuvoso, em virtude da forte coloração esverdeada da água neste local.

E na Tabela 4 visualiza-se os resultados das classes segundo o parâmetro alga, segundo Branco (2004), bem como os grau de certeza da qualidade da água por inferência Bayseana referente ao Ponto 4 – Comunidade Boa Vista, com base na percepção dos alunos da E. E. Maurício Freire, coletados no período seco e chuvoso.

Tabela 4. Resultados do Ponto 4 referente ao parâmetro alga na Comunidade Boa Vista.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Verde	50	Péssima	25	Muito Verde	25	Péssima	13,3
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Média	50	Péssima	37,5	Média	62,5	Péssima	16,7
		Regular	25,0			Regular	50,0
		Boa	12,5			Boa	16,7
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	12,5	Péssima	--
		Regular	--			Regular	3,3
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Ao averiguar a Tabela 4 observa-se que, no período seco a probabilidade da água está inserida na classe muito verde e média de algas é de 50% em ambas e o grau de certeza da qualidade desta água na classe muito verde é de 25% e na classe média varia entre péssima (37,5%), regular (25,0%) e boa (12,5%). Já no período chuvoso apresenta comportamento distinto ao período seco, onde a maior probabilidade de a água ser classificada como média é de 62,5% com grau de certeza de 50% em sua maioria, mas os estes oscilaram entre péssimo (16,7%) a regular (16,7%) também. E a probabilidade de se ter uma classe muito verde de 12% e com grau de certeza para este é de 13,3%. Ressalta-se que, ainda no período seco, a probabilidade da água foi enquadrada na classe baixa e com grau de certeza de 3,3%.

Observando de forma conjunta das duas estações do ano, tem-se uma maior probabilidade de se ter uma quantidade de algas média a baixa, apenas no período chuvoso.

4 Considerações finais

Diante do exposto, concluímos que, os locais analisados no rio Potengi, situados no município de São Paulo do Potengi/RN, encontram-se com teores médios de algas que comprometem a qualidade da água.

Dentre os pontos analisados, na área urbanizada (Juremal) o teor de algas é muito forte, apresentando maior incidência de plantas macrófitas.

A eutrofização está presente nos quatro pontos analisados ao longo do rio Potengi/RN, podendo servir como um bioindicador de poluição ambiental no recurso hídrico, sendo necessário um maior cuidado com relação ao uso das águas deste e realizar um intenso trabalho de Educação Ambiental.

A Teoria de Bayes transformou os dados coletados pelos os alunos, os quais podiam conter incertezas (estimados intuitivamente) em valores concisos, reais, sem inseguranças ou dúvidas.

Ressalta-se que, o presente trabalho contribuiu com mais um estudo relacionado à qualidade das águas existentes no semiárido brasileiro.

Além disso, tal pesquisa mostra que é possível trabalhar com o teorema de Bayes na área da educação, principalmente com base em resultados de Percepção Ambiental, pois diminui a subjetividade existente nesta metodologia.

Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A**. Estatística aplicada à administração e economia.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

BRANCO, S. M. Guia de avaliação da qualidade das águas. **In:** RIBEIRO, M. L. Borges (Org.). Observando o Tietê. São Paulo, 2004.

FIGUEIRA, M. V., DELIBERAL, J. P.. Aplicabilidade do Teorema de Bayes no Monitoramento de Redes Sociais. **In:** XIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão, Conferências UCS - Universidade de Caxias do Sul/RS, 2013. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/mostrappga2013/paper/viewFile/ 3639/1086>. Acesso em: 28 set. 2016.

MICHAELI, R.; SIMON, L. An illustration of Bayes' theorem and its use as a decision making aid for competitive inteligence and marketing analysts. **European Journal of Marketing**. v. 42, n.7/8, p. 804-813, 2008.

RIBEIRO, M. L. B. (Org.). **Observando o Tietê**. São Paulo, 2004.

SANTOS, L. L. S. et al. Aplicação da tecnologia de filtração em margem para população difusa no Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos.** v. 19, n.4. p. 49-58, 2014.

SILVER, N. **O Sinal e o Ruído**: Porque Tantas Previsões Falham e Outras Não. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2013.

AVALIAÇÃO DO GRAU DE TURBIDEZ NO RIO POTENGI E ENTORNO DA BARRAGEM DE CAMPO GRANDE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO DO POTENGI/RN

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Juliana Rayssa Silva Costa

Alana Gleise Dantas da Silva de Moura

Silenildo Rafael Lopes

Fernando Moreira da Silva

Resumo

A avaliação da turbidez é importante, pois, ela influencia a intensidade de luz difundida e a absorção de calor no compartimento aquático. Nessa linha de abordagem foi aprovado um projeto denominado "Projeto Potengi" com o objetivo de avaliar a qualidade das águas do Rio Potengi inter-relacionado com a educação ambiental. Assim o objetivo do artigo é avaliar a turbidez das águas do Rio Potengi no entorno do município de São Paulo do Potengi/RN pelo método proposto por Branco (2004) associado à inferência bayseana. Os dados subjetivos foram coletados aplicando alguns questionários a alunos de ensino médio da Escola Estadual Mauricio Freire. Os resultados mostraram que as águas do rio Potengi apresentaram uma possibilidade de 98% da turbidez ser muito elevada nos locais onde a urbanização é proeminente, o que está relacionada a baixa produtividade primária do sistema aquático.

Palavras-chave: Semiárido. Recursos Hídricos. Inferência Baysiana.

1 Introdução

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação. Quantitativamente, este fenômeno pode ser expresso em termos de coeficiente de dispersão ou alguma unidade empírica, como a turbidez nefelomérica. Esta medida é expressa em diferentes unidades, sendo as mais frequentes a NTU (*nepelometricturbidity)* e unidades de turbidez de Jackson. O instrumento utilizado para este fim é o turbidímetro (turbidímetro de campo, de Jackeson ou de Hellige, entre outros) (ESTEVES, 2011).

Os principais fatores responsáveis pela turbidez da água, bem como pela dispersão da radiação, são as partículas suspensas – bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos – e em menor proporção os compostos dissolvidos. Estes últimos fatores são responsáveis pela cor verdadeira da água e o material em suspensão pela cor aparente. De forma grosseira, a cor aparente da água poderia ser considerada como a sua turbidez (ESTEVES; BARBIERI, 2011).

Segundo Kim (2011), o tamanho das partículas em suspensão varia desde grosseiro ao coloide, dependendo do grau de turbulência. A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa à saúde.

A avaliação da turbidez é importante, pois, ela influencia a intensidade de luz difundida e a absorção de calor no compartimento aquático. Altos valores de turbidez podem ocasionar aumento de temperatura, redução da luz disponível para as plantas, com alteração na taxa de fotossíntese, além de interferir nos usos doméstico, industrial e recreacional de um corpo de água. A elevação no valor de turbidez pode ser causada por erosão das margens dos rios e áreas adjacentes, crescimento excessivo de algas, alterações no fluxo do rio, efluentes domésticos e industriais (USEPA, 1997).

A turbidez da água pode sofrer influência pelo escoamento superficial dos solos e pela entrada de partículas inorgânicas, tais modificações causam alterações na profundidade da zona eufótica e consequentemente na produtividade primária dos sistemas aquáticos. Uma forma de se estimar os impactos sobre a profundidade da camada eufótica e a partir da estimativa da transparência da água dos sistemas aquáticos (PEIXOTO; PEREIRA-FILHO; SANTOS, 2015)

A turbidez, além de reduzir a penetração da luz solar na coluna d'água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, pode recobrir os ovos dos peixes e os invertebrados bênticos (que vivem no fundo) (KIM, 2011).

Os sedimentos em suspensão podem carrear nutrientes e pesticidas, obstruindo as guelras dos peixes, e até interferir na habitualidade do peixe em se alimentar e se defender dos seus predadores. As partículas em suspensão localizadas próximo a superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água (KIM, 2011).

Segundo Nogueira, Cabral e Oliveira (2012), dentre os problemas causados pela deposição de sólidos em suspensão nos lagos de usinas hidrelétricas, pode-se destacar o assoreamento, que altera a capacidade de armazenamento de água, diminuindo a vida útil do reservatório, provocando a necessidade de dragagens periódicas de alto custo.

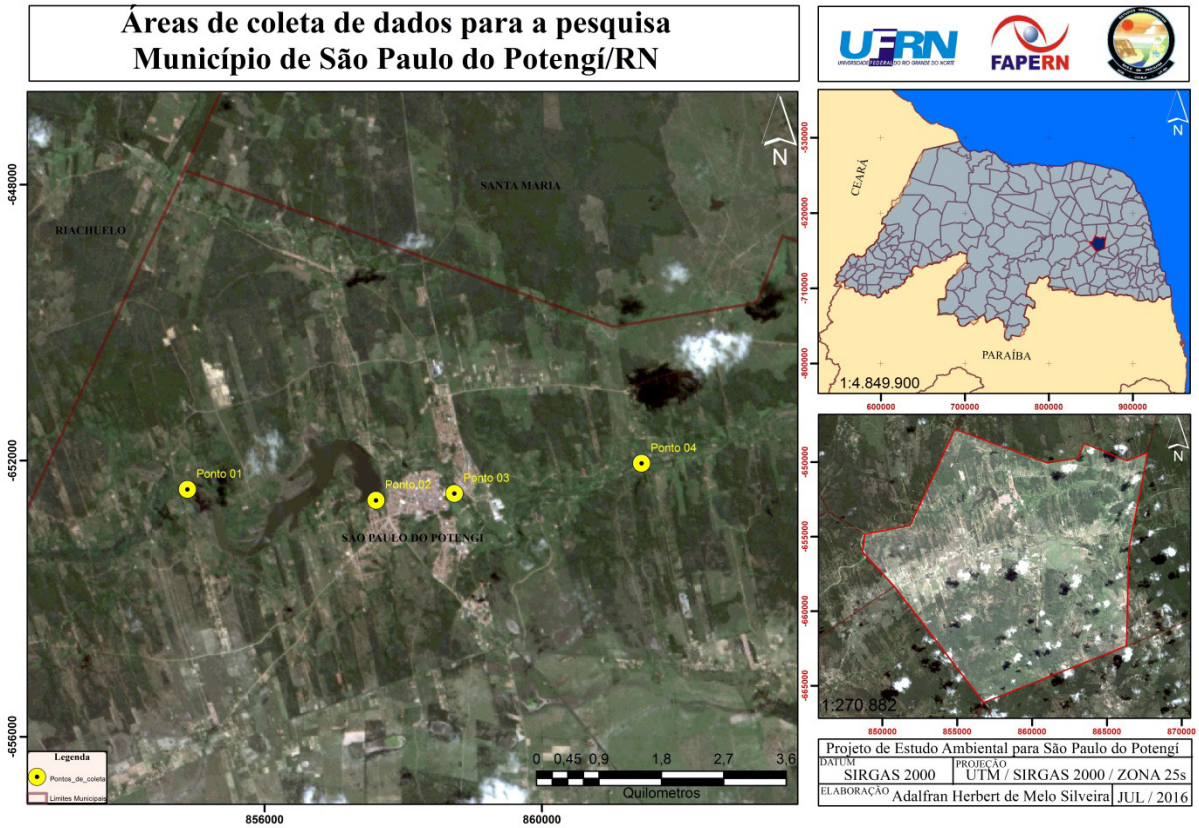
A estimativa da turbidez mostra-se como uma opção conveniente nos estudos hidrogeográficos, pois sua determinação pode e deve auxiliar na preservação do manancial hídrico da barragem Campo Grande no município de São Paulo do Potengi, agreste do Rio grande do Norte.

Nesse contexto, o estudo objetivou avaliar a turbidez das águas do Rio Potengi no entorno do município de São Paulo do Potengi/RN pelo método proposto por Branco (2004) e associado à inferência bayseana como contribuição em Educação Ambiental.

2 Metodologia

O estudo realizou-se em quatro locais do rio Potengi, localizados no município de São Paulo do Potengi/RN: Comunidade de Curicaca (Ponto 1 – P1), Barragem Campo Grande (Ponto 2 – P2), Bairro Novo Juremal (Ponto 3 – P3) e Comunidade de Boa Vista (Ponto 4 – P4), cujos locais são visualizados na Figura 1.

Figura 1. Localização das áreas de pesquisa.



Elaboração: Adalfran Silveira, 2016.

Inicialmente foi aplicado o método de Branco (2004), via questionários acerca da percepção ambiental com 08 alunos da 2ª e 3ª Série (turno matutino), integrantes do Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI) da Escola Estadual Mauricio Freire.

O método de Branco (2004) propõe a avaliação de recursos hídricos a partir de 09

parâmetros visuais (cobertura vegetal, turbidez, cor, algas, espumas, corpos flutuantes, material sedimentável, cheiro e peixes), que receberão notas variando de 0 a 3, conforme visão dos alunos. O parâmetro avaliado, turbidez, será realizado de acordo com o Quadro 01.

Quadro 1. Classificação da turbidez da água nos pontos analisados com seus respectivos pesos.

Parâmetro	Classe	Qualidade	Peso
Turbidez	Muito Alta (verde como caldo de cana)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Alta (vê se o fundo até 30cm de profundidade)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Baixa (vê-se o fundo até 1 m ou mais)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Ausente (completamente cristalina)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3

Fonte: Modificado de Branco (2004).

Como o método de Branco é subjetivo foi necessário um método para avaliar o grau de certeza da percepção dos alunos de ensino médio, consistindo do teorema de Bayes, conforme detalhamento a seguir.

Teoria Bayseana

O teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam A_1 , A_2 , ..., A_n, eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de espaço amostral (S). Sejam P (A_i) as probabilidades conhecidas dos

vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais P (B/A_i).

Segundo Anderson, *et al*., (2011) a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer *i,* é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^{n} P\left(A_i\right)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3 Resultados e discussão

A Tabela 01 apresenta as estimativas na turbidez da água da Barragem Campo Grande no município de São Paulo do Potengi/RN para o primeiro ponto de coleta (P1), Comunidade Curicaca nos dois períodos; seco e chuvoso. É possível observar que há uma probabilidade muito alta, para os dois períodos da turbidez e qualidade da água ficar entre péssima e regular. Não há possibilidade de ficar entre baixa e ausente.

Tabela 01. Resultados do Ponto 1 – Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabi-lidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabi-lidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Alta	87,5	Péssima	70	**Muito Alta**	100	Péssima	75
		Regular	28			Regular	25
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	12,5	Péssima	02	**Alta**	75	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--
		Muito boa	--		--	Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	**Baixa**	--	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--
		Muito boa	--		--	Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	**Ausente**	--	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--
		Muito boa	--		--	Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

Observando a Tabela 02 verifica-se que no segundo ponto de coleta (P2) a jusante, Barragem Campo Grande, a probabilidade de a turbidez ser alta com qualidade boa predominou no período seco, mas no período chuvoso a probabilidade de ser muito alta com qualidade péssima prevaleceu.

Tabela 02. Resultados do Ponto 2 – Barragem Campo Grande.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Alta	37,5	Péssima	8,8	Muito Alta	75	Péssima	47,4
		Regular	17,7			Regular	31,6
		Boa	--			Boa	15,8
		Muito boa				Muito boa	--
Alta	62,5	Péssima	--	Alta	13	Péssima	--
		Regular	14,7			Regular	2,6
		Boa	58,8			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	13	Péssima	--
		Regular	--			Regular	2,6
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

O ponto 3, a jusante da barragem, trata-se do Bairro Juremal para os dois períodos (Tabela 03), verifica-se que tanto para o período seco como chuvoso a turbidez mais provável é muito alta com péssima qualidade da água. No período chuvoso o grau de certeza foi máximo, implicando que não há dúvida que a qualidade da água é péssima.

Tabela 03. Resultados do Ponto 3 – Bairro Juremal.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Alta	87,5	Péssima	98	Muito Alta	100	Péssima	100
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa				Muito boa	
Alta	12,5	Péssima	02	Alta	--	Péssima	
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

A Tabela 04 apresenta a classificação do ponto 04, Comunidade Boa Vista. Verifica-se que há diferença entre o período seco e o chuvoso, no período seco a probabilidade é de ser muito alta com péssima qualidade imperou, enquanto que no período chuvoso a qualidade é de muito alta e alta, porém com pequeno grau de certeza na qualidade de água, podendo ser péssima ou regular.

Tabela 04 - Resultados do Ponto 4 – Comunidade Boa Vista.

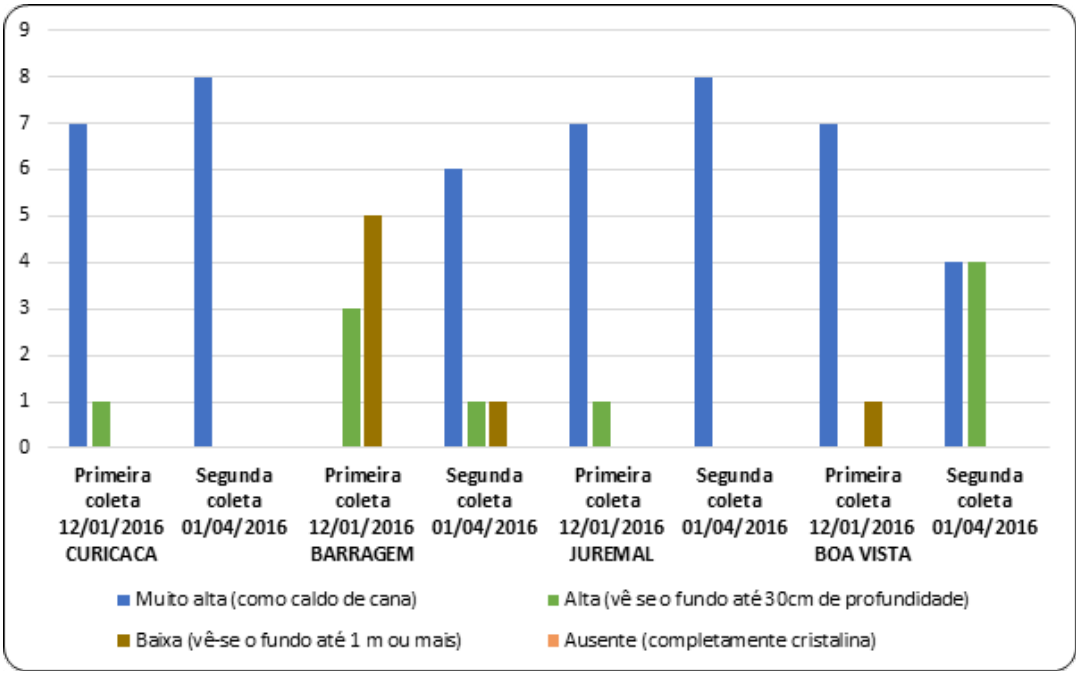
Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**	**Classe**	**Probabilidade (%)**	**Qualidade**	**Grau de certeza (%)**
Muito Alta	87,5	Péssima	70	Muito Alta	50	Péssima	25
		Regular	28			Regular	25
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Alta	--	Péssima		Alta	50	Péssima	12,5
		Regular				Regular	12,5
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	12,5	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	02			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

Fonte: Os autores, 2016.

A Figura 2 apresenta um gráfico de avaliação integrada nos quatros pontos pré-determinados pelo projeto ao longo do rio Potengi. Pode-se verificar que na primeira coleta na Comunidade de Curicaca, 80,0% dos alunos avaliaram que o nível de turbidez do local está muito alto com qualidade péssima (70%) e apenas 12,5% que estava alta com qualidade regular (28%). Na segunda coleta analisou-se o aumento crítico da turbidez, 100% avaliaram turbidez muito alta e 75% com qualidade péssima, isso pode ser consequência das atividades agrícola e pecuária no local (Figura 2).

Figura 2. Avaliação da turbidez em quatro pontos ao longo do rio Potengi e no entorno da barragem Campo Grande/RN.



Fonte: Os autores, 2016.

Figura 3. Atividades agrícolas e pecuária, primeiro ponto de coleta de dados, Curicaca.

Fonte: Os autores, 2016.

Reportando a Figura 02, Barragem Campo Grande, observa-se que a turbidez na primeira coleta teve uma mediação entre alta com 37,5% e baixa com 62,5%, com qualidade variando de regular (17,65%) a boa (58,82%). Na segunda análise ouve uma mudança significativa, com o percentual de muito alta chegando a 75% de certeza, qualidade péssima (47,37%) e boa (15,79%), alta e baixa com 13%, respectivamente, pois o mesmo, recebe uma certa quantidade de esgoto, tem residências próximas e também acontece atividade agrícola e pecuária (Figuras 03 e 04).

Figura 4. Barragem de Campo Grande, segundo ponto de coleta de dados.

Fonte: Os autores, 2016.

Verificou-se que na comunidade do Juremal (Figura 02) 87,5% dos alunos avaliaram que o nível de turbidez do local está muito alto com qualidade péssima (98%) e apenas 12,5% que estava com turbidez alta. Na segunda coleta analisou-se o aumento crítico da turbidez, 100% avaliaram turbidez muito alta e qualidade péssima, isso pode ser consequência das atividades antropogênicas, pois há esgotos a céu aberto despejando dejetos no rio, associado a atividades de pecuária (Figura 05).

Figura 05: Comunidade do Juremal, terceiro ponto de coleta de dados.

Fonte: Os autores, 2016.

Sopesando a Figura 02 observa-se que na primeira coleta em Boa Vista encontrava-se um alto nível de turbidez, chegando a 87,5% com 70% da qualidade ser péssima, e apenas 12,5% da turbidez ser baixa com qualidade regular, 2%. Na segunda avaliação houve uma regressão em relação a primeira avaliação, a classificação da turbidez muito alta passou para 50% com qualidade de 25% para péssima e regular, respectivamente. A classificação para turbidez alta, também ficou em 50%, porém a qualidade péssima e regular ambas ficaram em 12,5%. Esse fato pode ser devido a retirada da vegetação para pasto ou talvez a retirada dos animais para repouso da vegetação (Figura 06).

Figura 6. Comunidade de Boa Vista, quarto ponto de coleta de dados.

Fonte: Os autores, 2016.

Como visto, a redução da transparência apresenta diferenciações conforme o grau de uso e ocupação do solo, em locais urbanizados do município, Juremal, há influência do escoamento superficial em solos desprovidos de vegetação, pela entrada de partículas inorgânicas e efluentes domésticos, causando alterações na penetração da radiação na zona eufótica e consequentemente na produtividade primária dos sistemas aquáticos.

A vegetação arbórea nos pontos de amostra da pesquisa é incipiente. No entorno da barragem Campo Grande percebe-se uma perda da mata ciliar em razão do uso e ocupação humana e agropastoris. O solo exposto nas margens da barragem cria condições de assoreamento e material sedimentável acumulado. Como a movimentação de sedimentos em áreas agrícolas é retida em pela vegetação ripária, mostra-se o grau de seriedade de sua preservação.

Os valores das taxas de turbidez obtidos em cada ponto de amostragem nos períodos chuvoso e seco, de um modo geral, a turbidez apresentou menores taxas na estação seca atentam para o fator sazonal que interfere na qualidade da água, consequentemente na análise da turbidez, devido às variações na pluviosidade e vazão do rio Potengi.

No aspecto pedagógico fez-se uma abordagem Freinetiana, onde os discentes participaram na égide de aspectos teórico-prático tomando ciência da situação no rio Potengi e suas relações com a urbanização, aguçando os bolsistas no compromisso científico e suas perspectivas no campo da pesquisa.

4 Considerações finais

A pesquisa oportunizou os alunos secundaristas adentrar no campo da pesquisa a partir de problemas ambientais local.

As águas do rio Potengi apresentaram turbidez muito elevada e possibilidade de péssima qualidade da água (98%) nos locais onde a urbanização é proeminente, o que está relacionada a baixa produtividade primária do sistema aquático.

Os resultados são iniciais e merecem maiores investigações, inclusive com um maior rigor científico. Entretanto, os resultados mostraram evidências de problemas no sistema aquático do rio Potengi.

Referências

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, Thomas A**. Estatística aplicada à administração e economia.** 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ZIMMERMANN, M. S. **Impactos socioambientais do Complexo Hidrelétrico Grarabi-Panambi no Município de Porto Mauás/RS**. 2015. 28 f. Trabalho apresentado ao curso de Geografia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Sul, Ijuí.

NOGUEIRA, P. F.; CABRAL, J. B. P.; OLIVEIRA, S. F. Análise da concentração dos sólidos em suspensão, turbidez e todos nos principais afluentes do reservatório da UHE Barra dos Coqueiros-GO. **Revista Geonorte**, Coqueiros, v. 3, n. 4, p.485-494, 2012.

PEIXOTO, D. W. B.; PEREIRA-FILHO, W.; SANTOS, F. C. Transparência da água do reservatório passo real e fator de reflectância em imagens do sensor moderate resolution imaging spectroradiometer – modis, **Revista Geo, UERJ,** Rio de Janeiro, n.26, p. 288-300, jul. 2015.

KIM, M. **Estudo da Variabilidade de turbidez no trecho superior no Rio Guandu**. 2011. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso a apresentado á Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários á obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, Rio de Janeiro.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA MATA CILIAR EM TRECHOS DO RIO POTENGI ASSOCIADA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Silenildo Rafael Lopes

Adalfran Herbert de Melo Silveira

Fernando Moreira da Silva

Resumo

As matas ciliares são importantes ecossistemas que contribuem diretamente para a manutenção da quantidade e da qualidade da água, mantém a morfologia do canal fluvial, a temperatura do ar e constituem-se como ambientes ricos em biodiversidade. Assim, o presente estudo investigou a evolução da mata ciliar em quatro trechos do rio Potengi, inseridos no município de São Paulo do Potengi/RN, realizando-se através da coleta de dados espectrais nos períodos de 1978, 1986 e 2017, da calibração radiométrica e pré-processamento das informações. O mesmo foi desenvolvido com a participação de estudantes do ensino médio de uma escola pública local a partir de visitas em campo, análise dos mapas através do NDVI e, posteriormente, interpretação e comparação dos dados dos períodos de referência com as informações verificadas *in loco*. Como resultado, constatou-se que ao longo dos três períodos pesquisados, as áreas inseridas no núcleo urbano apresentam menor densidade vegetal nas margens do rio, podendo ser associado a urbanização e a instalação da barragem Campo Grande, o que provocou desmatamento e incentivou a ocupação de suas margens. Os resultados ainda evidenciam a importância da educação ambiental no processo de investigação e análise de problemas ambientais. Por fim, aponta-se para a necessidade da fiscalização no uso e ocupação do solo, a recuperação da vegetação ciliar e o desenvolvimento constante de outras atividades de educação ambiental.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Vegetação. Sensibilização Ambiental.

1 Introdução

A mata ciliar apresenta importância relevante, principalmente para as bacias hidrográficas, para as populações humanas e conservação da biodiversidade local. Influencia no controle da qualidade da água, evita o assoreamento e reduz o risco de inundações (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012), além de contribuir com a diminuição da temperatura do ar e o aumento do conforto térmico local, redução dos ruídos e dos impactos ambientais causados pela urbanização (ABE *et al*, 2016). Essa cobertura vegetal, fundamental para manutenção

das características e estrutura da bacia hidrográfica, interfere no transporte e na diminuição da temperatura da água, redução do processo erosivo e aumento da infiltração e recarga dos aquíferos (TUNDISI &MATSUMURA-TUNDISI, 2008; POLETO, 2011).

Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010), afirmam que a vegetação ripária também possui relevante importância no ciclo hidrológico, repondo água para a atmosfera sob forma gasosa através da evapotranspiração. Corroborando com isso, um estudo realizado por Likens (1992), na Floresta de Hubbard Brook, Estados Unidos, observou que 38% da precipitação anual estava relacionada a evapotranspiração da vegetação.

As matas ciliares ainda se constituem como importantes áreas por serem ricas em biodiversidade e manterem alta produtividade biológica, se estabelecendo como áreas de refúgio e fontes de dispersão de diferentes espécies (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), considera a mata ciliar como Área de Preservação Permanente (APP) no qual delimita as faixas das margens dos cursos d'água a serem preservadas, avaliando também a característica e a largura desses ambientes.

Apesar de desempenhar importantes funções hidrológicas e biológicas e constitui-se como áreas ambientalmente protegidas, as matas ciliares ainda sofrem diversos tipos de degradação. Com o crescimento das cidades, essa vegetação foi sendo devastada, acarretando problemas como inundações, poluição e modificação paisagística, provocando a descaracterização dos cursos d'água (ALMEIDA, 2003; FERREIRA; DIAS, 2004).

No município de São Paulo do Potengi, trechos da margem urbana do rio Potengi e da barragem Campo Grande, consideradas áreas de preservação (APP), estão sendo ocupadas por construções irregulares, acarretando em inundações em períodos de elevado índice pluviométrico. Na zona rural, os agricultores familiares utilizam as margens e o leito do rio para suporte forrageiro através do plantio, irrigado ou não, de diversas culturas e ainda para a dessedentação de animais, tendo sofrido atualmente com o assoreamento devido a destruição das matas ciliares (BRASIL, 2010).

Outro fator que contribui para a diminuição das matas ciliares tem sido as obras de engenharia, principalmente as hidráulicas que atuam sobre os rios, modificando seus cursos naturais, como observado no caso da barragem Campo Grande. Além disso, ocorrem os desmatamentos, seja para a agricultura, ou para instalação de outras obras, acarretando no aumento do escoamento superficial e na redução da evapotranspiração. Com o aumento do escoamento superficial, ocorre erosão da bacia vertente, o assoreamento do rio e aumento do risco de inundações (POLETO, 2014).

Visualizando os cenários de degradação da vegetação ciliar ao longo dos cursos d´água, a gestão aliada a Educação Ambiental, permite a promoção de ações que visem a preservação e a conservação dessas áreas. A Educação Ambiental aproxima a escola do meio

ambiente, de modo que as atividades em campo estimulam a sensibilização, conscientização, reflexão, conservação do patrimônio ambiental local e mudança de atitudes (ESTEVES; VASCONCELOS; FERNANDES, 2007; NASCIMENTO, SODRÉ-NETO, OLIVEIRA, 2013).

Um outro instrumento que pode contribuir para a manutenção ou recuperação dessas áreas são as imagens de satélites, podendo ser utilizadas em sala de aula como ferramenta de ensino, auxiliando os alunos na compreensão de problemas ambientais de bacias hidrográficas, oportunizando mudanças de atitudes do ser humano e novas formas de relação com o ambiente (COSTA; PINHEIRO, 2012). Essas imagens também são importantes para identificação da degradação das matas ciliares e uma ferramenta relevante para interpretação ambiental, que se configura como instrumento de educação, permitindo a conexão e a compreensão das pessoas com seu entorno ecológico (CHAGAS, 2011; DIAS; SALVADOR; BRANCO, 2014).

Assim, a integração de diferentes dados e informações, podem contribuir para o monitoramento e recuperação da saúde ambiental, de modo que, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem importante utilidade na caracterização de espaços físicos, detecção de informações climáticas, relevo, solo, degradação da flora e distribuição hidrográfica, além da capacidade de auxiliar na obtenção de informações sociais, econômicas e políticas e que podem contribuir com atividades de Educação Ambiental em sala de aula, ou também, em pesquisas e extensão fora do espaço escolar (WRUBLACK *et al*., 2014).

Para análise da cobertura vegetal, detecção das mudanças ocorridas e quantificação da degradação da vegetação, as técnicas de geoprocessamento podem ser utilizadas para auxiliar a geração de índices de vegetação em diferentes períodos (GOMES, *et al*, 2011).

Diante disso, o foco deste estudo foi realizar uma análise multitemporal da mata ciliar em recortes do rio Potengi, localizados no município de São Paulo do Potengi, semiárido do Rio Grande do Norte, buscando compreender as modificações ocorridas, suas causas e consequências. Tal investigação visou a obtenção de conhecimentos sobre as condições atuais da vegetação, gerando informações como subsídios para ações da gestão pública e configurando-se como instrumento de Educação Ambiental na escola e na comunidade.

2 Metodologia

Os trechos do estudo estão inseridos na Bacia Hidrográfica do rio Potengi. A bacia ocupa uma área total de 4.093 km^2, abrangendo cerca de 7,7% do território estadual. No município de São Paulo do Potengi localiza-se o açude Campo Grande, considerado o segundo maior reservatório da bacia, com capacidade volumétrica atual de mais de 23 milhões de m^3 de água. O regime pluviométrico no território é caracterizado por chuvas anuais médias que

decrescem do litoral para o interior, passando de cerca de 1.300 mm. na foz para 500 mm. nas cabeceiras. Quanto ao uso do solo, na bacia destacam-se diversas classes, principalmente a Caatinga antropizada (36,4%) e a Caatinga herbácea-arbustiva (31,1%) (SEMARH, 1998).

A área do estudo compreendeu quatro trechos do rio Potengi (Figura 1), localizados no município de São Paulo do Potengi/RN:

- Ponto 1 (P1): Comunidade de Curicaca (zona rural).
- Ponto 2 (P2): Barragem Campo Grande (zona urbana).
- Ponto 3 (P3): Bairro Novo Juremal (zona urbana).
- Ponto 4 (P4): Comunidade de Boa Vista (zona rural).

Figura 1. Localização de áreas da pesquisa.

Elaboração: Adalfran Herbert, 2017.

A definição da área pesquisada ocorreu principalmente pela existência de crescentes atividades potencialmente degradantes da vegetação ciliar do referido curso d´água, a carência desse tipo de estudo na região e ainda como oportunidade de envolver estudantes de uma escola pública local, permitindo o seu engajamento no processo de investigação científica, diálogo com a comunidade e reflexões sobre a atual situação ambiental do rio.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, inicialmente foram pautados por uma revisão bibliográfica acerca da temática de estudos que envolvem: processamento digital de imagens, geoprocessamento, educação ambiental, degradação e inundação.

A pesquisa desenvolveu-se com a participação de alunos da Escola Estadual Maurício Freire, situada no núcleo urbano do município supracitado e considerada a maior instituição escolar do território Potengi, atendendo exclusivamente o Ensino Médio.

Foi estabelecido o número de 10 alunos com participação direta por motivos técnicos e operacionais, ou seja, a logística do translado durante as visitas, a capacitação dos estudantes participantes, a coleta e a interpretação dos dados obtidos.

Desta forma, o estudo realizou-se a partir de cinco etapas:

Etapa 1: Identificação de atividades potencialmente degradantes e áreas degradadas de mata ciliar através de visitas em campo juntamente com os estudantes envolvidos.

Etapa 2: Coleta de dados espectrais; LANDSAT 3, 5 e 8 durante os períodos de 1978 (anterior a construção da barragem Campo Grande), 1986 e 2017 (posterior a construção da barragem), respectivamente.

Etapa 3: Calibração radiométrica e pré-processamento das informações.

Etapa 4: Análise espaço-temporal por meio do mapeamento da mata ciliar pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Etapa 5: Interpretação das informações geradas pelos mapas e análise das mudanças ocorridas nos períodos de referência, contribuindo com o desenvolvimento da percepção e sensibilização ambiental dos estudantes.

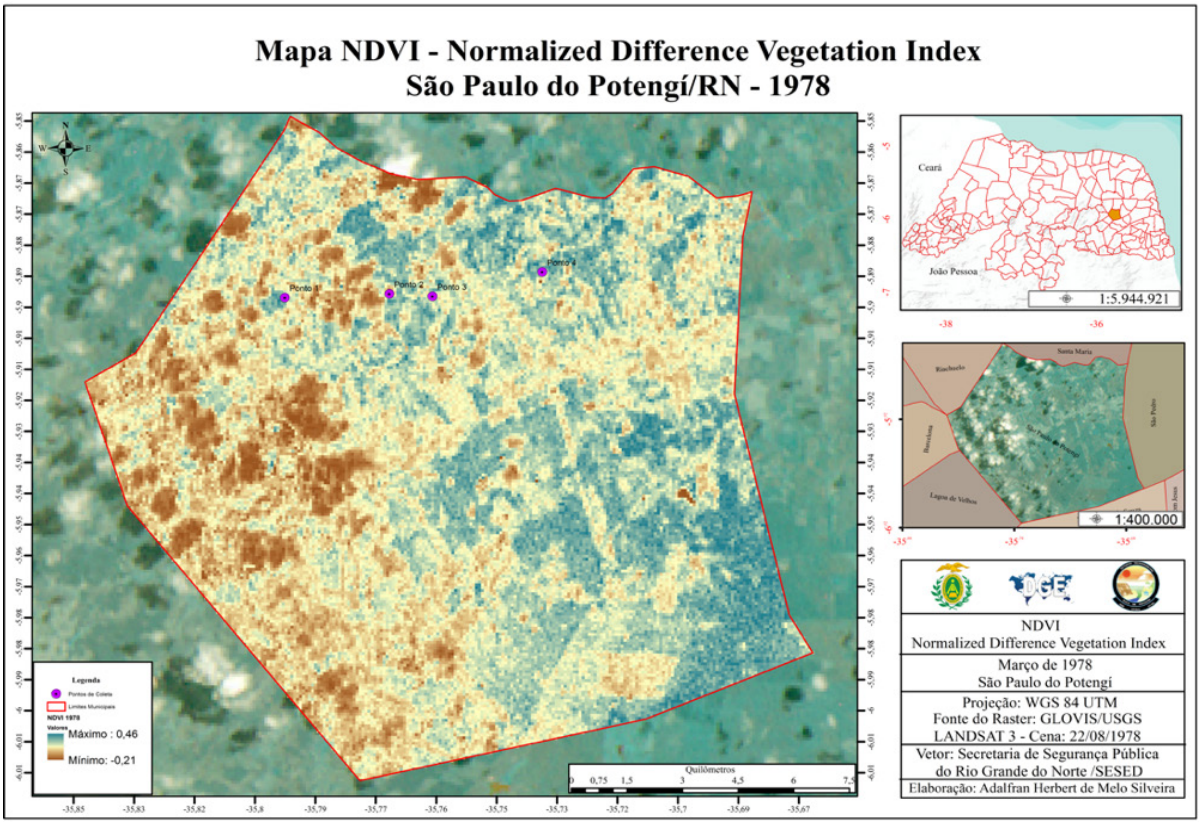
3 Resultados e discussão

Durante as visitas nas áreas pesquisadas, procurou-se no primeiro momento estimular os estudantes participantes a fazerem a leitura do referido ambiente. Posteriormente, em cada local, analisou-se a mata ciliar quanto a sua localização, densidade, tipos de espécies e ações antropogênicas potencialmente degradantes.

A análise da vegetação ciliar do rio Potengi no município de São Paulo do Potengi/RN nos anos de 1978, 1986 e 2017 permitiu verificar as consequências do aumento populacional em determinadas áreas, o estabelecimento de atividades produtivas às margens do rio e a construção de reservatório hídrico que, associados a outros fatores, como a falta de planejamento estratégico, a ausência de políticas públicas voltadas à educação, a conservação e ainda a regulamentação de atividades nessas áreas, têm gerado, historicamente, inúmeros problemas socioambientais e econômicos na região.

Com base no mapeamento realizado através do NDVI, ao analisar as áreas pesquisadas no ano de 1978, anterior a construção da barragem (Figura 2), observa-se menor densidade na mata ciliar em P2 e P3, ambas localizadas na zona urbana. Dentre as áreas rurais, P4 apresentou maior índice de vegetação. Visualiza-se que P2 encontra-se inserida em uma localidade que apresenta em seus arreadores área tanto com alta concentração vegetal, quanto área com baixa concentração.

Figura 2. Mapa do Índice de Vegetação no município de São Paulo do Potengi no ano de 1978.



Elaboração: Adalfran Herbert, 2017.

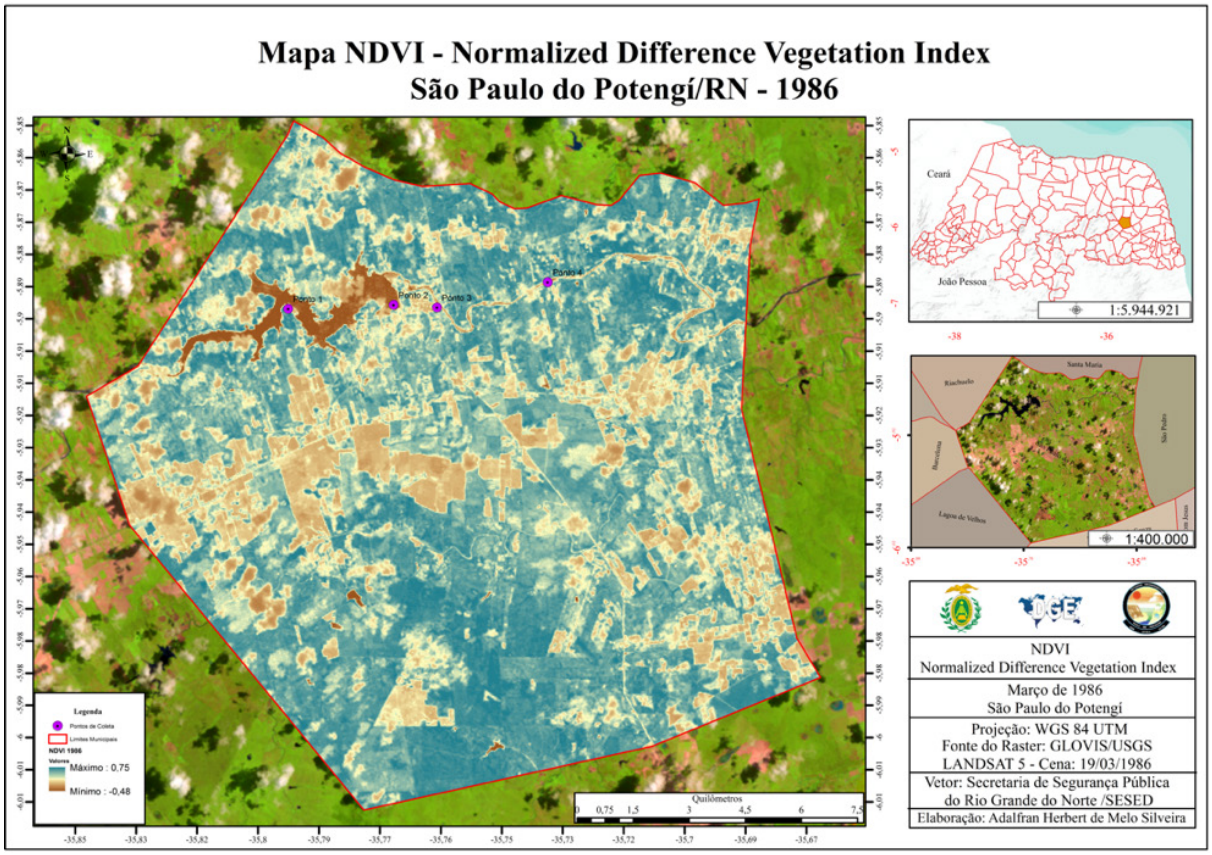
Quanto a caracterização da mata ciliar no ano de 1986 (Figura 3), verifica-se P2 como a área com menor índice de vegetação, seguido posteriormente por P3, ambas inseridas na zona urbana. O fato de a densidade vegetal ser mais baixa em P2, está relacionada a construção da barragem Campo Grande, instalada em 1984 e, consequentemente ter provocado o desmatamento na área, atraído a implantação de atividades agropecuárias em suas margens e ainda provocado o aceleramento da urbanização. Observa-se ainda neste período, que a maior densidade vegetal se encontra em P1 e P4, correspondentes as áreas rurais.

É importante observar ainda a dinâmica populacional do município para compreensão da relação entre a quantidade de indivíduos e o seu ambiente de inserção. Dados do IBGE (2011)

apontam que em 1980, a população urbana (5.581) era menor que a população rural (7.972) do município e, a partir de 1991, a população urbana (8.304), ultrapassou a rural (6.255).

Corroborando com tal situação demográfica, Poleto (2014) afirma que o Brasil apresentou até meados da década de 1970 equivalência em sua população urbana e rural. No entanto, a partir disso, a população urbana sofreu crescimento exponencial e que, sem planejamento, ocasionou alterações nas condições ambientais das bacias hidrográficas.

Figura 3. Mapa do Índice de Vegetação no município de São Paulo do Potengi no ano de 1986.



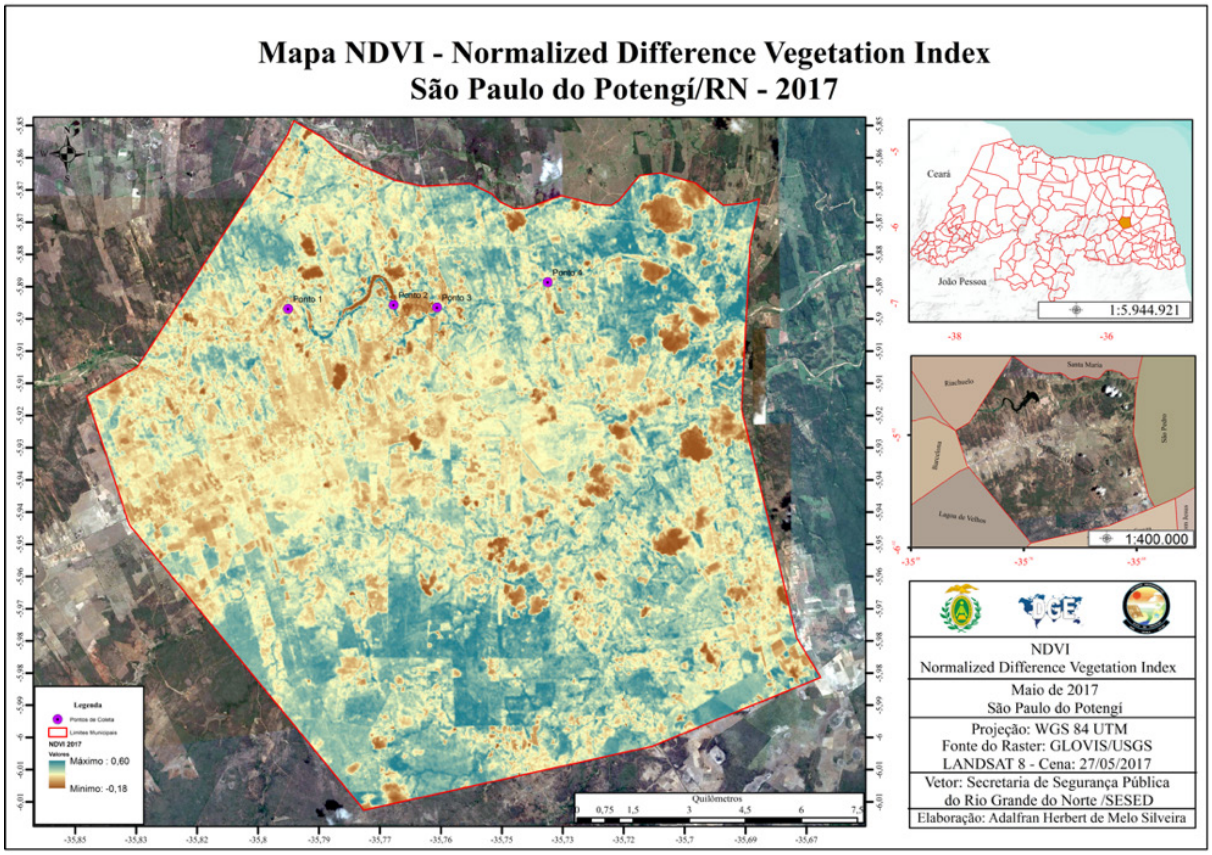
Elaboração: Adalfran Herbert, 2017.

Em 2017, verifica-se que a vegetação ciliar (Figura 4) se encontra com maior densidade em P4, P3 e P1, respectivamente. Em P2, correspondente a área da barragem Campo Grande, é o ponto que apresenta menor vegetação em suas margens. Atualmente, apesar da barragem não ser utilizada para o abastecimento humano, utiliza-se desse recurso para a produção agrícola, pecuária, piscicultura e para o turismo.

Ao realizar uma análise comparativa da mata ciliar nos três períodos estudados, constatou-se a perda da vegetação às margens do Potengi, principalmente na zona urbana,

ao longo dos anos, ocasionada por diversos fatores e provocando consequências ambientais, sociais e econômicas.

Figura 4. Mapa do Índice de Vegetação no município de São Paulo do Potengi no ano de 2017.



Elaboração: Adalfran Herbert, 2017.

Conforme o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2013), o estado do Rio Grande do Norte apresentou, entre 1991 e 2012, 206 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastres, destacando-se o ano de 2004 com 92 registros. O estudo constatou o município de São Paulo do Potengi como o segundo mais afetado do estado, alcançando a quantidade de cinco ocorrências, uma no ano 2000, duas em 2004, uma em 2005 e uma em 2009, registrando no penúltimo ano a destruição total de três residências localizadas as margens do rio Potengi. Ainda de acordo com o atlas, esses episódios de inundação, são recorrentes em áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundação, contemplando a degradação da mata ciliar, fato em que os habitantes dessas localidades e suas moradias tornam-se vulneráveis ao aumento do nível dos rios.

De acordo com o relatório Leitura Técnico-comunitária "A cidade que temos", elaborada durante a construção do Plano Diretor de São Paulo do Potengi, as margens do rio Potengi são consideradas áreas de risco para o uso habitacional devido aos alagamentos em períodos de chuva em que ocorre o aumento de seu nível, identificando moradias principalmente nos bairros Centro, Novo Juremal e Santa Clara sujeitas a esses problemas (SÃO PAULO DO POTENGI, 2005).

A análise e a interpretação dos mapas nos três períodos pesquisados demonstraram menor densidade de mata ciliar principalmente na zona urbana. A supressão da vegetação ciliar, associada ao processo acelerado da urbanização e a ausência de planejamento tem provocado ao longo dos anos inúmeras consequências aos recursos hídricos e à própria população local. Para Poleto (2014), a urbanização, de todas as atividades antrópicas, é a que gera maiores alterações no processo hidrológico terrestre. Em alguns casos, áreas consideradas de APP são substituídas por residências, construídas em faixas de 10 a 15 metros a partir das margens dos cursos d'água.

Um fator agravante ligado a perda da mata ciliar é o assoreamento do rio Potengi. Em todas as áreas pesquisadas foram observadas alterações morfológicas do canal fluvial, acúmulo de sedimentos e redução do volume hídrico, esta última verificada com maior intensidade na barragem Campo Grande. O reservatório, instalado em 1984 com o objetivo de abastecer a cidade de São Paulo do Potengi e ainda garantir suporte hídrico para atividades produtivas como agricultura, pecuária e pesca, possuía capacidade máxima de armazenamento de 34.000.000 m^3. Atualmente, devido ao assoreamento, sua capacidade volumétrica é de 23.139.587 m^3(RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

Através das visitas em campo, foi possível com a participação dos estudantes, caracterizar a mata ciliar presente nas quatro áreas de estudo, além de identificar atividades antrópicas relacionadas a degradação ambiental e suas consequências.

Em P1 verificou-se resquícios de vegetação, composta principalmente por arbustos e poucas árvores, em sua maioria algaroba (*Prosopis juliflora*). Essa área, concentrava em até meados de 2015, produção de hortaliças e frutas através de irrigação. Atualmente, em decorrência da estiagem prolongada e diminuição do volume hídrico local, as margens e o leito do rio concentram o cultivo de plantas forrageiras, principalmente o capim elefante (*Pennisetum purpureum*).

Em P2 observou-se baixa densidade vegetal localizada em margens e ainda no interior do reservatório, composta por arbustos e árvores, principalmente por jurema (*Mimosa tenuiflora*) e algaroba (*Prosopis juliflora*). A vegetação que cresce no interior da barragem pode ser apontada como resultado do baixo volume de água, tendo sido registrado o volume máximo de armazenamento no ano de 2011. Foi possível verificar ainda o elevado nível de assoreamento, onde a concentração de sedimentos no reservatório tem sido utilizada para o cultivo de capim

(*Pennisetum purpureum*). O processo de assoreamento, como já mencionado anteriormente, reduziu drasticamente a capacidade volumétrica da barragem Campo Grande. Suas margens são ocupadas por residências e bares, além da produção agrícola e pecuária.

Observou-se em P3 mudança na morfologia do rio, principalmente pelo assoreamento elevado, tendo provocado o estreitamento do leito do rio. Desta forma, formou-se um corredor de vegetação, composta principalmente por algarobas (*Prosopis juliflora*), no interior do rio. Se esta situação, tem por um lado evitado o aumento do assoreamento na área, por outro, a algaroba por ser considerada exótica invasora, impedindo que espécies nativas possam se estabelecer e se desenvolver no local. Utiliza-se ainda essas áreas resultantes do processo de assoreamento para a agricultura e pecuária.

Ainda em P3, as margens são ocupadas por residências e empreendimentos comerciais. Observou-se a instalação de estacionamentos e a extração de areia no leito do rio, além de barramentos realizados para acúmulo de água para dessedentação animal. A área ainda recebe grande descarga de efluentes *in natura* oriundos de residências e dos empreendimentos inseridos no local.

Em P4 foi possível verificar maior densidade e variedade de espécies vegetais, apesar de algumas atividades que se desenvolvem no local. Foram identificadas espécies como o trapiá (*Crateva tapia*), a algaroba (*Prosopis juliflora*), a jurema (*Mimosa tenuiflora*) e a craibeira (*Tabebuia aurea*), além de espécies frutíferas como a manga (*Mangifera indica*). No entanto, suas margens também são ocupadas por atividades agrícolas, principalmente o cultivo de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), e a pecuária, onde o gado em certos pontos, é criado livremente no leito do rio. Ainda foi possível verificar em alguns pontos a erosão provocada pelo solo exposto, contribuindo para o processo de assoreamento e lixiviação do solo.

Por fim, verificou-se que essas atividades desenvolvidas contribuíram significativamente para o desenvolvimento da sensibilização ambiental dos estudantes. Por meio dessas práticas foi possível constatar o envolvimento dos mesmos na busca por compreender como determinados processos produtivos e a urbanização sem planejamento contribuíram ao longo de períodos distintos para a degradação da mata ciliar do rio Potengi. Desta forma, durante o estudo compreendeu-se a importância da vegetação ciliar para qualidade do ecossistema aquático e da área do entorno, para controle e impedimento de inundações e para a manutenção da biodiversidade.

Portanto, os resultados obtidos evidenciam a importância da educação ambiental no processo de investigação e análise de problemas ambientais. Tais práticas promoveram o envolvimento dos estudantes com a realidade socioambiental da comunidade, integrando, para isso, conhecimentos científicos, sociais, econômicos, históricos e culturais locais.

4 Considerações finais

A análise multitemporal da mata ciliar do rio Potengi permitiu verificar as mudanças ocorridas nas áreas pesquisadas nos períodos de 1978, 1986 e 2017. Possibilitou ainda compreender a evolução do processo antrópico, através da dinâmica populacional e das atividades produtivas locais, juntamente com estudantes do ensino médio, constituindo assim, importantes atividades de educação ambiental.

A urbanização da cidade e a construção da barragem Campo Grande são dois fatores que contribuíram para o desmatamento e a ocupação das margens do Potengi.

A degradação da mata ciliar apontou para uma tendência recorrente de inundações em áreas urbanas, principalmente quando essas áreas apresentam ocupação desordenada em planícies de inundação, fato em que os habitantes dessas localidades e suas moradias tornam-se vulneráveis ao aumento do nível dos rios.

Nas áreas de estudo inseridas na zona rural, apesar de maior intensidade de atividades agrícolas e pecuárias, foram as que apresentaram maior densidade e diversidade florística, incluindo espécies nativas da Caatinga como a jurema e a craibeira.

Verifica-se a necessidade de um monitoramento constante dessas áreas, a fiscalização de atividades de uso e ocupação do solo, a implementação de projetos de recuperação da mata ciliar e o desenvolvimento de políticas de educação ambiental visando a sensibilização e a efetiva participação das comunidades no processo de discussão, deliberação e execução de projetos e ações.

Assim, o processo de educação ambiental, como realizado nesta pesquisa, deve fomentar a integração da comunidade com o seu ambiente de vivência por meio de práticas que estimulem os indivíduos a raciocinar complexamente, perceber e interpretar as diferentes situações ambientais, promovendo o desenvolvimento socioambiental capaz de difundir seus conhecimentos frente as crescentes problemáticas das áreas pesquisadas.

Referências

ABE, D. S.; *et al*. Importância das florestas ripárias na melhoria da qualidade da água em bacias hidrográficas: estudos de caso na região central do estado de São Paulo. In: MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas**. Ilhéus: Editus, 2016.

ALMEIDA, R. C. Levantamento histórico e ocupação urbana da unidade de estudo. In: SCHIEL, D. et al. (Org.). **O estudo de bacias hidrográficas**: uma estratégia para educação ambiental. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2003, p. 31-36.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA. Secretaria de Desenvolvimento Territorial – SDT. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Potengi**. Brasília: MDA/SDT, 2010. Disponível em < http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio123.pdf>. Acesso em 13 dez. 2017.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166- 67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 maio 2012.

CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C (Orgs.). Práticas para restauração da mata ciliar. Porto Alegre: Catarse, 2012.

CHAGAS, K. K. N. **Por uma educação ambiental corporalizada**: a emoção em trilhas interpretativas. Natal: IFRN, 2011.

COSTA, E. S.; PINHEIRO, D. K. Imagens de satélites no auxílio da educação ambiental: o estudo da sub-bacia do rio Vacaí-Mirim com alunos da Escola Estadual Professora Margarida Lopes. **Monografias Ambientais**, Santa Maria, v.6, n.6, p.1405-1413, 2012.

DIAS, R. M.; SALVADOR, N. N. B.; BRANCO, M. B. C. Identificação dos níveis de degradação de matas ripárias com o uso de SIG, **Rev. Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 140-161, 2014.

ESTEVES, H.; VASCONCELOS, C.; FERNANDES, I. A Geologia numa perspectiva de Educação Ambiental: Ocupação antrópica nas vertentes do rio Minho (entre Melgaço e Monção). In: XII Encontro Nacional de Educação em Ciências, 2007, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, **Anais**... Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2007. p. 504-509.

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Árvore**, v.28, n.4, p.617-623, 2004.

GOMES, D. D. M. et al. Análise multitemporal do processo de degradação da vegetação da bacia hidrográfica do rio Jaibaras no estado do Ceará, **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 2, p. 41-62, 2011.

IBGE. **Evolução da Divisão Territorial do Brasil 1872-2010**. Documentos para Disseminação. Rio de Janeiro, 2011.

LIKENS, G. E. **The ecosystem approach. Its use and abuse.** Excellence in Ecology. Germany: EcologyInstitute/Oldendorf-Luhe, 1992. v. 3.

NASCIMENTO, C. R.; SODRÉ-NETO, L.; OLIVEIRA, G. B. Conscientização ambiental por meio da divulgação científica de dados sobre qualidade da água no semiárido paraibano. **Educação Ambiental em Ação**, n. 44, 2013.

POLETO, C. Bacias hidrográficas urbanas. In: _____ (Org.). **Bacias hidrográficas e recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014, p. 29-47.

_____. Alterações morfológicas em um canal fluvial urbano no contexto antrópico, social e ambiental: um estudo de caso. **Acta ScientiarumTechnology**, v. 33, n. 4, p. 357-364, 2011.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Boletim diário de monitoramento hidrometeorológico**: boletim diário nº 034. Acesso em 14 out. 2017. Disponível em <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000141062.PDF>.

SÃO PAULO DO POTENGI. **Leitura Técnico-comunitária de São Paulo do Potengi "A cidade que temos"**: produto 2. São Paulo do Potengi, 2005.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de São Paulo do Potengi-RN**. São Paulo do Potengi, 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos: relatório síntese**. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000150878.PDF>. Acesso em 12 dez. 2017.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

_____. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop**., v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**: volume Rio Grande do Norte. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2013.

WRUBLACK, S. C. et al. As ferramentas de geoprocessamento como recurso didático e suas possíveis contribuições para a educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. especial, p. 201-213, 2014.

A qualidade ambiental do rio Potengi em trechos do município de São Paulo do Potengi-RN, é discutida neste livro a partir dos olhares de estudantes do ensino médio da Escola Estadual Maurício Freire, buscando-se a compreensão da relação comunidade-rio Potengi ao longo dos últimos anos na localidade.

Reunimos em seis capítulos resultados da qualidade da água do rio Potengi e suas causas e efeitos, no qual, refletimos sobre sua relação com processos históricos, ambientais, sociais e econômicos.