



VIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe

23 a 25 de março de 2015
Aracaju, SE

Promoção:



SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO
AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

VIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe

Marcos Aurélio Soares Cruz
Editor Técnico

*Embrapa
Brasília, DF
2016*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250

49001-970 Aracaju, SE

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

www.embrapa.com.br

https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Ana Veruska Cruz, Carlos Alberto da Silva, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Normalização bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Projeto gráfico: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Editoração eletrônica: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

1ª edição

CD-ROM (2016): 50 exemplares

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Encontro de Recursos Hídricos, em Sergipe (8: 2015 : Aracaju, SE) / Marcus Aurélio Soares Cruz, editor técnico. – Brasília, DF : Embrapa, 2016.
PDF (166 p.) : il.

ISBN: 978-85-7035-552-2

1. Seminário. 2. Pesquisa. 3. Iniciação Científica I. Marcus Aurélio Soares Cruz. II. Título.

CDD 630

©Embrapa 2016

Editor Técnico

Marcus Aurélio Soares Cruz

Engenheiro Civil, doutor em Recursos Hídricos e
Sensoriamento Remoto, pesquisador da Embrapa
Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Comissão Organizadora

Ailton Francisco da Rocha

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Marcus Aurélio Soares Cruz

Embrapa Tabuleiros Costeiros

André Quintão de Almeida

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Pedro de Araújo Lessa

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

João Carlos Santos da Rocha

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Renilda Gomes de Souza

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Noemia Lobão

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Comissão Técnico-Científico

Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado do
Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

André Quintão de Almeida

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Antenor de Oliveira Aguiar Netto

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Carlos Alexandre Borges Garcia

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Francisco Adriano de C. Pereira

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Gregorio Guirado Faccioli

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Jeamylle Nilin Gonçalves

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Inajá Francisco de Sousa

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

João Carlos Santos da Rocha

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado do
Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

José Antonio Pacheco Almeida

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

José Patrocínio Hora Alves

Instituto Tecnológico de Pesquisas do Estado de
Sergipe (ITPS)

Julio Roberto Araujo de Amorim

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Laura Jane Gomes

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Marcus Aurélio Soares Cruz

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Maria Nogueira Marques

Universidade Tiradentes (Unit)

Marinoé Gonzaga da Silva

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Neuma Rúbia Figueiredo Santana

Faculdade Pio Décimo

Comitê Técnico-Científico

Pedro de Araújo Lessa

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Raimundo Rodrigues Gomes Filho

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Renilda Gomes de Souza

Superintendência de
Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado
do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
(Semarh)

Ricardo de Aragão

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Silmara de Moraes Pantaleão

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Tatiana Máximo Almeida Albuquerque

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Apresentação

O *VIII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe (VIII ENREHSE)* foi realizado de 23 a 25 de março de 2015, tendo como tema “Água e Desenvolvimento Sustentável”, em consonância com a linha de debates do Dia Mundial da Água, instituído pela ONU. O *VIII ENREHSE* é uma realização conjunta da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), através da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), da Empresa Tabuleiros Costeiros e Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Esta edição contou com a participação de 250 participantes inscritos e também com a presença da Coordenação da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), com a realização da primeira Reunião preparatória para o XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, que deverá ocorrer em Aracaju em novembro de 2016.

Foram realizadas 36 apresentações de trabalhos técnicos e 5 palestras com especialistas de relevância nacional e internacional. As sessões técnicas agruparam trabalhos nas áreas de gestão de recursos hídricos, hidrologia, controle da erosão fluvial, qualidade da água, impactos ambientais e educação ambiental, apresentando boa qualidade e grandes interfaces entre as ações desenvolvidas pelos autores.

Assim como na edição anterior do evento, promoveu-se a premiação dos três melhores resumos expandidos apresentados durante o Encontro. Dessa forma, os trabalhos intitulados “Efeito coagulante do extrato das sementes de moringa oleífera LAM no tratamento de água para abastecimento público”, “Regionalização das Vazões de Permanência para a bacia hidrográfica do Rio Japaratuba para Fins de Outorga de Direito de Uso da Água” e “Produção de Cana-de-açúcar e Fertilidade do Solo Após Irrigação Via Gotejamento Subsuperficial com Aplicação de Esgoto Doméstico Tratado” tiveram seus autores contemplados com um tablet cada.

Espera-se que estes anais do *VIII ENREHSE* constituam-se em um elemento agregador do conhecimento gerado em recursos hídricos no Estado de Sergipe nos últimos anos e que sirva ao propósito de promover as discussões e a integração de ações neste setor entre as diversas instituições locais.

Manoel Moacir Costa Macêdo
Chefe-Geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA EM ÁREAS INSTÁVEIS E SEUS REFLEXOS NA EROÇÃO HÍDRICA: O CASO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO MORRO DO URUBU, ARACAJU, SE.....	10
ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA EM DOIS PERÍODOS NA BACIA DO RIO JAPARATUBA, SE.....	16
ANÁLISE DAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DA ENCHENTE DO RIO GANHAMOROBA EM 2008, NO ESPAÇO URBANO DO BAIRRO COELHO DO MUNICÍPIO DE MARUIM, SE.....	21
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA DISTRIBUÍDA PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) II EM GASPAS, SC.....	26
ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA DO RIO CAIÇÁ NO PERÍMETRO URBANO DE SIMÃO DIAS, SE: RESULTADOS PRELIMINARES	30
ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO, SE: ELEMENTOS PARA O PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ÂMBITO LOCAL.....	35
APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE DISSIPACÃO DO TIPO USBR	40
AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA.....	46
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARIPE NO MUNICÍPIO DE INDIAROBA NO ESTADO DE SERGIPE	51
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA COSTEIRA.....	56
AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS EM PLANTIO PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR NO RIO PIAUITINGA, LAGARTO, SE	61
COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: PARTICIPAÇÃO DOS SEGMENTOS NAS DENÚNCIAS DOS CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS	66
COMPARAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIAS DE SIMULAÇÃO-OTIMIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DINÂMICA ESTOCÁSTICA PARA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS.....	71
CONCENTRAÇÕES DE NITRATO E NITROGÊNIO TOTAL NO RIO SIRIRI EM SERGIPE EM PERÍODO SECO: RESULTADOS PRELIMINARES.....	76

CONTAMINAÇÃO HÍDRICA DE ÁGUA DE POÇO POR CEMITÉRIOS CLANDESTINOS NA ZONA DE EXPANSÃO DE ARACAJU.....	80
EFEITO COAGULANTE DO EXTRATO DAS SEMENTES DE MORINGA NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO	86
EFEITOS DE UM SANGRADOURO NA MACROFAUNA BENTÔNICA DE UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL	92
GESTÃO E COMBATE DA SECA COMO DESASTRE NATURAL NO CONTEXTO DE PÃO DE AÇÚCAR, ALAGOAS, BRASIL.....	103
MAPEAMENTO DO FLUXO ÍDRICO SUPERFICIAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MORRO DO URUBU	107
POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS ARACAJU	112
PRESENÇA DE AGENTES MICROBIOLÓGICOS EM ÁGUA DE CONSUMO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO.....	117
PRESENÇA DE CONTAMINANTES NA SUB-BACIA DO RIO SIRIRI, SE, POR MEIO DO TESTE SMART EM ASA DE <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i>	121
PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E FERTILIDADE DO SOLO APÓS IRRIGAÇÃO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL COM APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO.....	127
PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO NO MORRO DO URUBU EM SERGIPE.....	132
PROPOSTA DE MODELO PARA DIMENSIONAMENTO ÓTIMO DE RESERVATÓRIOS CONSIDERANDO RISCOS.....	136
PROPOSTA PARA A GOVERNANÇA DA ÁGUA NO BRASIL.....	141
RECUPERAÇÃO FLORESTAL DAS MATAS CILIARES DO ASSENTAMENTO JOSÉ EMÍDIO DOS SANTOS E ÁREAS DO ENTORNO	144
REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES DE PERMANÊNCIA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA PARA FINS DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA	150
SIMULAÇÃO DO USO DE TECNOLOGIAS POUPADORAS EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL	154
SIMULAÇÃO DO USO DE TELHADOS VERDES EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ARACAJU, SE	158
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ, SERGIPE	162

AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA EM ÁREAS INSTÁVEIS E SEUS REFLEXOS NA EROÇÃO HÍDRICA: O CASO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO MORRO DO URUBU

Anezia Maria Fonseca Barbosa¹

Felippe Pessoa de Melo²

Geisedrielly Castro dos Santos³

Luana Santos Oliveira⁴

Rosemeri Melo e Souza⁵

Resumo

A prática de agricultura de subsistência nas encostas da Área de Proteção Ambiental (APA) do Morro do Urubu gerou um cenário de desequilíbrio ambiental que transcende a área em questão. Dessa forma, os impactos negativos no espaço pesquisado são variados, ou seja, os sedimentos transportados pelos corpos d'água são depositados fora dos limites da APA, promovendo em especial os deslizamentos. Ambos fenômenos, transporte e sedimentação, são ocasionados ou relacionados com o aumento da capacidade do poder erosivo das águas. Assim, o objetivo principal deste estudo foi analisar o desenvolvimento da prática da agricultura de subsistência e suas inter-relações com a erosão hídrica com auxílio do geoprocessamento.

Palavras-chave: desequilíbrio ambiental, fenômenos, geoprocessamento.

Introdução

De acordo com BRASIL (2000), a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) dispõe no artigo 14 que as áreas de proteção ambiental devem ser enquadradas dentro das unidades de uso sustentável. Contudo, a lei prevê que os órgãos fiscalizadores locais devem possuir um plano de manejo específico para cada unidade, a fim de viabilizar a realização de estudos científicos, formas de uso sustentável dos recursos e implantação de programas que visem a educação ambiental.

A APA do Morro do Urubu está localizada na zona norte do Município de Aracaju. Entretanto, não foram dadas as devidas condições de gestão de ordenamento do espaço local, o que tem favorecido o desenvolvimento de práticas agrícolas de subsistência e em detrimento a isso, a remoção da cobertura vegetal original, ampliando a suscetibilidade natural das encostas aos processos de erosão hídrica. De forma que é de fácil percepção ao longo da paisagem, formação de sulcos, ravinas e movimento de massas (deslizamentos).

Cabe considerar que esses deslizamentos são resultantes da pressão hídrica recebida pelo solo, especialmente nos períodos em que o acúmulo das precipitações, favorecem o movimento das massas embebidas de água, movendo blocos de solos de vários centímetros ao longo dos anos, o que provoca a instabilidade da encosta do ponto de vista geomorfológico e contribui dessa maneira para a modelagem do sítio da vertente verificado in loco (JATOBA; LINS, 2003).

¹ Graduada em Licenciatura Plena em Geografia, Doutora em Geografia, professora da Universidade Federal de Sergipe (UFS) São Cristóvão, SE

² Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE

³ Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE

⁴ Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE

⁵ Graduada em Geografia, Pós-Doutora em Geografia Física, Professora Associada da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE

Material e Métodos

Os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do presente estudo consistiram em: trabalho de campo, elaboração do banco de dados e interpolação das informações, confecção das cartas temáticas e análise e interpretação dos dados.

No trabalho de campo, foram coletados 30 pontos de controle, com auxílio do GPS, objetivando traçar a poligonal fechada da área (Figura 1). Devido as singularidades do modelado da APA do Morro do Urubu, optou-se por representar trechos das áreas circunvizinhas. Em termos geométricos formou-se um retângulo de 1,64 km (norte-sul) e 1,42 km (leste-oeste).

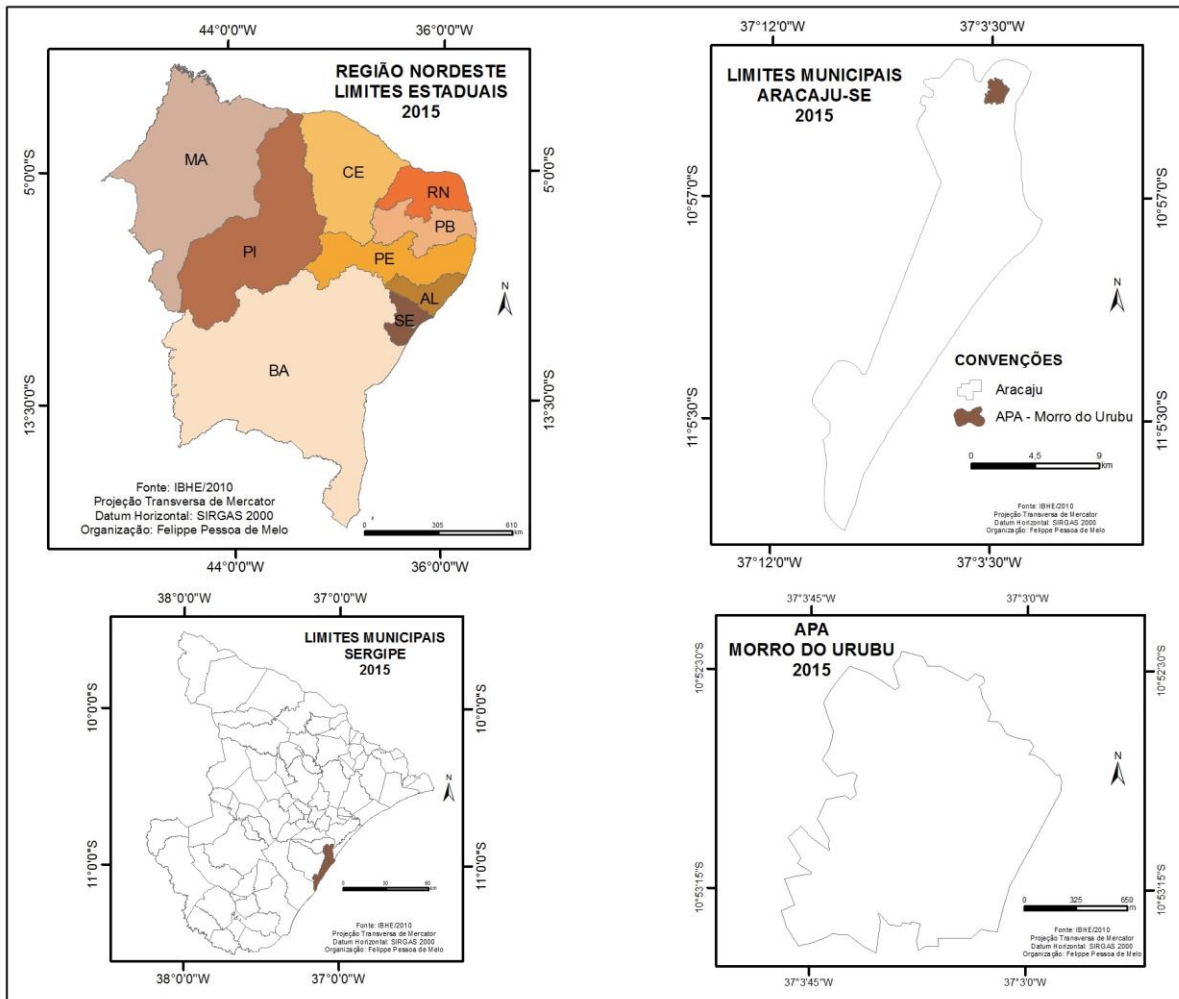


Figura 1. Localização da Área de Proteção Ambiental (APA) do morro do Urubu.

Por meio do Excel, os dados obtidos foram associados as colunas A1 An, B1 Bn e C1 Cn. Em seguida incluíram-se 986 pontos de controles, provenientes da cena 10S375, do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (INPE, 2011), no formato geotiff, com resolução espacial de 30 m. Utilizando-se o programa software Surfer v.12, gerou-se um grid a partir da tabela confeccionada anteriormente o que possibilitou a elaboração do modelo 3D (new 3D surface), o mapeamento do fluxo hídrico superficial (map - add - grid vector layer) e a extração dos perfis topográficos (map - add - profile).

Resultados e Discussão

Durante a realização do trabalho de campo, verificou-se que a área em questão apresenta uma topografia diferenciada na paisagem aracajuana (Figura 2). No transcurso da pesquisa, identificaram-se as principais pressões antropicas sobre a APA do Morro do Urubu. Nas Figuras 3 e 4 é possível se visualizar a prática de agricultura de subsistência em parte da vertente, nas proximidades da Avenida Euclides Figueiredo. Mesmo não sendo uma prática de agricultura do tipo extensiva, que se caracteriza pela remoção da cobertura vegetal para utilização do solo para plantios diversos, esse tipo de prática agrícola encontrada na APA não é compatível com o que regulamenta a legislação federal e não representa um uso sustentável. É perceptível que uma clareira foi aberta para o plantio de milho, contribuindo para a diminuição das poucas espécies da flora da Mata Atlântica que existem no local.

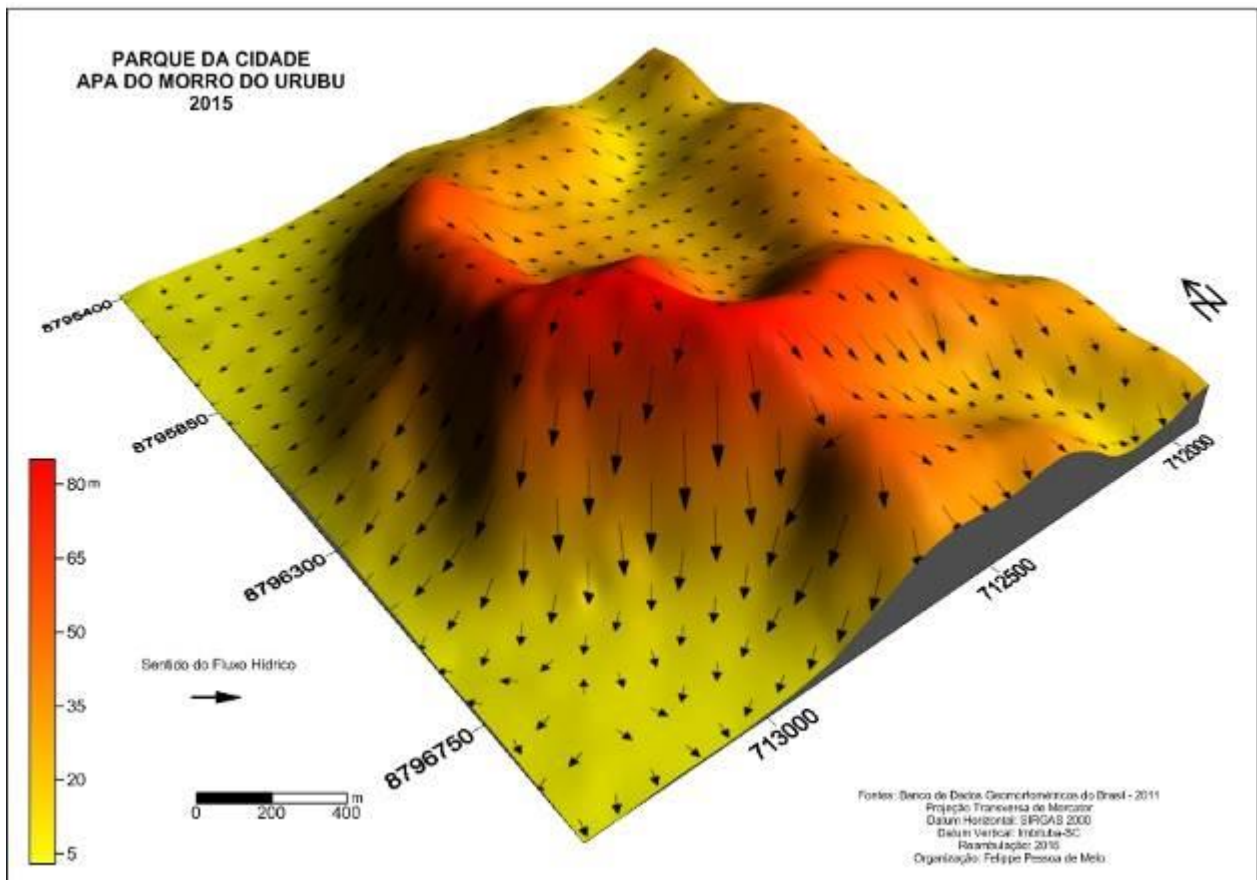


Figura 2. Ilustração 3D da Área de Proteção Ambiental (APA) do morro do Urubu com seus reconvos.



Figura 3. Agricultura de subsistencia no sope da vertente.
Foto: Anezia Maria Fonseca Barbosa



Figura 4: Agricultura de subsistencia no segmento da encosta
Foto: Anezia Maria Fonseca Barbosa

Identificaram-se também alguns processos erosivos instalados em áreas de vertentes devido a retirada da cobertura vegetal original, como se pode visualizar nas Figuras 5 e 6. Não foram observadas no local quaisquer medidas efetivas para amenizar os processos verificados ou de recomposição da cobertura vegetal nesse trecho do Morro do Urubu.

Fica evidenciado que o uso inadequado da encosta tem potencializado a força de arrasto da água, tendo como consequências principais: perda de solo; desestabilização da encosta; aumento do fluxo de sedimentos para os corpos hídricos e risco de vida para a população local.

Deve-se ressaltar que a prática da agricultura familiar tem um importante papel na sociedade brasileira, porém quando praticada em locais inadequados pode vir a desequilibrar a dinâmica ambiental local como foi constatado na APA em questão.



Figura 5. Visão panorâmica da encosta
Foto: Anezia Maria Fonseca Barbosa



Figura 6. Deslizamento na encosta
Foto: Anezia Maria Fonseca Barbosa

Conclusões

A APA do Morro do Urubu apresenta uma suscetibilidade natural a erosão hídrica; As práticas agrícolas realizadas no local ampliam essa predisposição natural, ou seja, quando ocorre um fluxo torrencial aprofunda as ravinas nas vertentes da encosta e arrasta (dissolução ou solifluxão) o solo, acumulando-o no pé da encosta; O uso de geotecnologias contribuiu para mapear o fluxo hídrico e geração do modelo em 3D da área.

A partir dos trabalhos de campo realizados na APA Morro do Urubu, é possível avaliar que o desenvolvimento de atividades agrícolas de subsistência naquela região é inadequado para a manutenção do equilíbrio natural do espaço questionado.

Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisa Geoecologia e Planejamento Territorial (GEOPLAN) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Referências

BRASIL. Lei nº 9.985 Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Brasília, 18 de Julho de 2000. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-norma-pl.html>> Acesso em: 10 jan. 2015.

INPE. **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. 2011. Disponível em:
<<http://www.dsr.inpe.br/topodata>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

JATOBA, L.; LINS, R. C. **Introdução à geomorfologia**. 4. ed. rev. e ampl. Recife: Bagaço, 2003. 166 p.

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA EM DOIS PERÍODOS NA BACIA DO RIO JAPARATUBA, SE

Meggie Karoline Silva Nascimento¹

Paulo Vinicius Melo da Mota ²

Marcus Aurelio Soares Cruz³

Ricardo de Aragao⁴

Resumo

A aplicação de sistemas de informações geográficas associado a ferramentas que caracterizam o uso da terra em um determinado local e relevante, pois permite acompanhar e identificar as transformações sofridas na área seja ela por avanços das atividades antropicas, ou modificações de ordem natural, sendo fundamentais para o entendimento das transformações atuais e futuras. Nesse sentido, este estudo analisou as alterações do uso da terra na Bacia do Rio Japaratuba entre os anos de 1987 e 2009. Foi gerado um mapa de uso da terra da bacia, a partir da classificação não supervisionada da imagem de satélite LANDSAT 5, de Novembro de 1987 e comparada com uma imagem já classificada de 2009, por meio do software ENVI 4.7. Os resultados apontam mudanças de uso da terra ocorridas na região, havendo um aumento das atividades agrícolas e diminuição das áreas de pastagens na Bacia do Rio Japaratuba. É importante que haja mais análises nessa temática, fornecendo assim subsídios para acompanhar as mudanças e os impactos ambientais que estejam ocorrendo nessa área assim como orientar políticas de manejo de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: classificação, geoprocessamento, uso da terra.

Introdução

A análise do uso da terra utilizando técnicas de geoprocessamento e uma importante ferramenta que auxilia na identificação das transformações sofridas em uma determinada área, seja ela causada por avanços das atividades antropicas ou modificações de ordem natural (PIROLI et al., 2002).

Essas técnicas associadas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) vem sendo amplamente utilizadas em mapeamento do uso e cobertura do solo. Entre suas utilidades estão: auxílio no monitoramento dos possíveis impactos ambientais e acompanhamento do desenvolvimento socioeconômico de um local, tanto em escala municipal, regional e até mesmo global (MONTEBELO et al, 2005).

A classificação do uso da terra pode ser definida como um processo que consiste em agrupar pixels, a partir de suas características, em classes pre-estabelecidas ou não pelo usuário. O conhecimento da distribuição e quantificação da área ocupada pela vegetação natural, pastagem, agricultura, ocupação urbana, entre outros, são informações fundamentais para o entendimento das transformações atuais e futuras (ROSA, 2003).

Neste contexto, o estudo avaliando as alterações do uso da terra na Bacia do Rio Japaratuba entre os anos de 1987 e 2009 e de grande importância, uma vez que permite uma melhor compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, já que esta área está em constante transformação, graças a mudanças de caráter natural, e por atividades antropicas.

¹ Graduanda em Ecologia (UFS), Estagiária, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

² Graduando em Geologia (UFS), Bolsista PIBIC/FAPITEC Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

³ Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

⁴ Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, professor Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB

Materiais e método

A bacia do Rio Japaratuba (37°19' O, 10°13' S e 36°47' O, 10°47'S) localiza-se no Estado de Sergipe, englobando 18 municípios. É a menor bacia classificada como principal em extensão territorial, com aproximadamente 1.700 km², o que representa aproximadamente 7,8% da área do Estado de Sergipe. Seus principais afluentes são o Rio Siriri, na margem direita, e o Rio Japaratuba Mirim, pela margem esquerda (ARAGÃO; ALMEIDA, 2009).

Embora possua uma baixa disponibilidade hídrica, abastece diversas atividades encontradas na região como exploração mineral de petróleo/gás e potássio, abastecimento humano e irrigação. A bacia do Rio Japaratuba apresenta uma população com cerca de 200.000 habitantes, sendo 62% localizados em áreas urbanas e 38% em área rural. A precipitação na bacia apresenta valores anuais médios de 1.270 mm, com cerca de 900 mm/ano na sua porção extrema noroeste e 1.500 mm/ano junto a sua foz (ATLAS..., 2012).

O mapa de uso das terras da bacia do Japaratuba foi gerado a partir de processamentos, interpretação e classificação não supervisionada da imagem de satélite LANDSAT 5, de Novembro de 1987 e comparada com uma imagem já classificada de 2009, por meio do software ENVI 4.7. O método de classificação, utilizado foi Máxima Verossimilhança (Maxver) que baseia-se no princípio de que a classificação errada de um pixel particular não tem mais significado do que a classificação errada de qualquer outro pixel.

A imagem foi classificada em 9 classes, sendo elas: Solo construído, Florestas, Corpos d'água, pasto de gramíneas, Pastos de arbustos, Terra estéril, Terras alagáveis, Terras agrícolas e Nuvens. A classe Terras agrícolas agrupa tanto culturas de cana-de-açúcar como outras culturas.

Resultados e discussão

Os mapas de uso da terra gerados de 1987 em comparação com o mapa já existente de 2005 estão na Figura 1. Segundo a classificação do Uso da Terra realizada na Bacia do Japaratuba, entre o período de 1987 e 2009, foi observada a diminuição das áreas de pastagem (arbustos e gramíneas) de 64,6 para 55,9% (8,6%), este fato pode ser justificado pela mudança das atividades pecuárias realizadas na área por atividades agrícolas, já que as terras destinadas à agricultura aumentaram de 13,0 para 22,1% (9,1%), potencializando assim este tipo de atividade na região. Na classe de Terras Alagáveis, houve um aumento destas áreas em 7,6%, podendo ser justificado pela diferença entre a época do ano (período seco e chuvoso) em que as imagens foram tiradas.

Com relação às classes Corpos d'água e Terra estéril analisadas na região entre o período de 1987 a 2009, pode-se observar que não houve uma grande alteração, diminuindo 1,22 e 1,15%, respectivamente. Entretanto, ocorreu uma diminuição de 1,65% na classe Solo construído. Vale ressaltar que esta classe é passível de alguma imprecisão, visto que tem uma semelhança espectral com outras classes. A classe floresta não apresentou uma diminuição expressiva, apenas 0,56%, este resultado pode ser devido à influência das datas das imagens, pois a de 2009 foi obtida em diferentes épocas do ano e a de 1987 só no mês de Novembro.

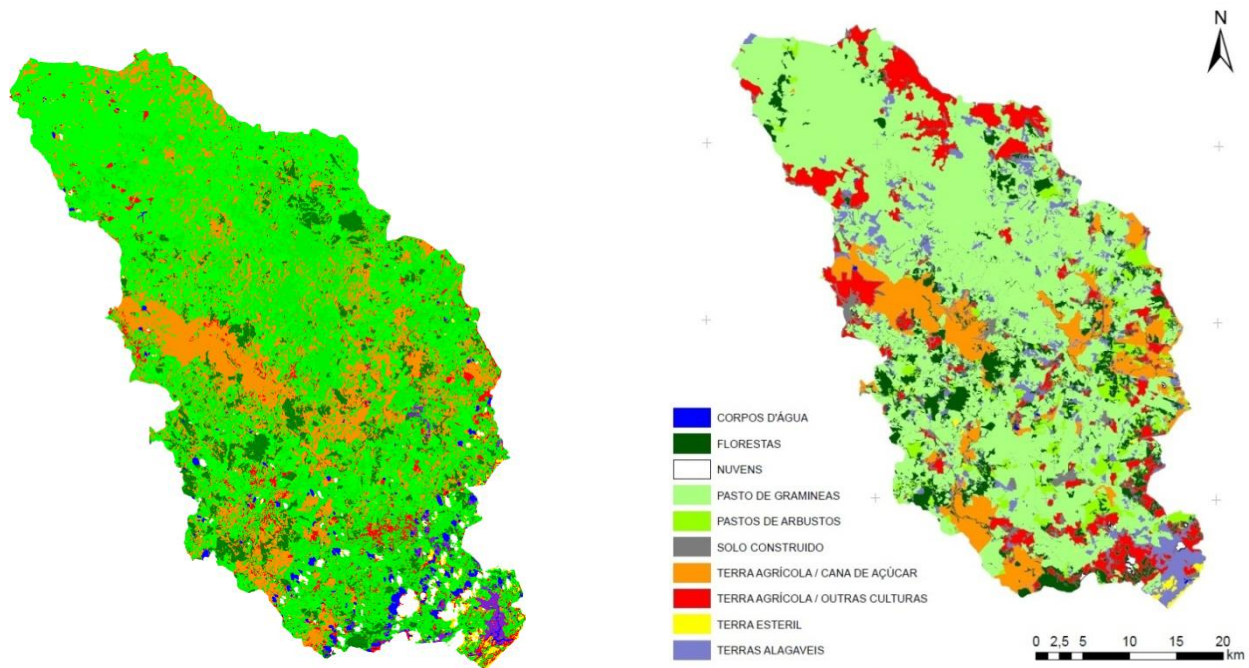


Figura 1. Mapa do Uso da Terra na Bacia do Rio Japaratinga no ano de 1987 e 2009.

Com relação as mudanças de uso da terra ocorridas na região entre as duas datas, verifica-se que houve um aumento das atividades agrícolas e diminuição das áreas de pastagens na Bacia do Rio Japaratinga (Figura 2), provocando maiores pressões antropicas em sua extensão. É importante que haja mais análises nessa temática, fornecendo assim subsídios para acompanhar e avaliar as mudanças e os impactos ambientais que estejam ocorrendo nessa área assim como orientar políticas de manejo de bacias hidrográficas.

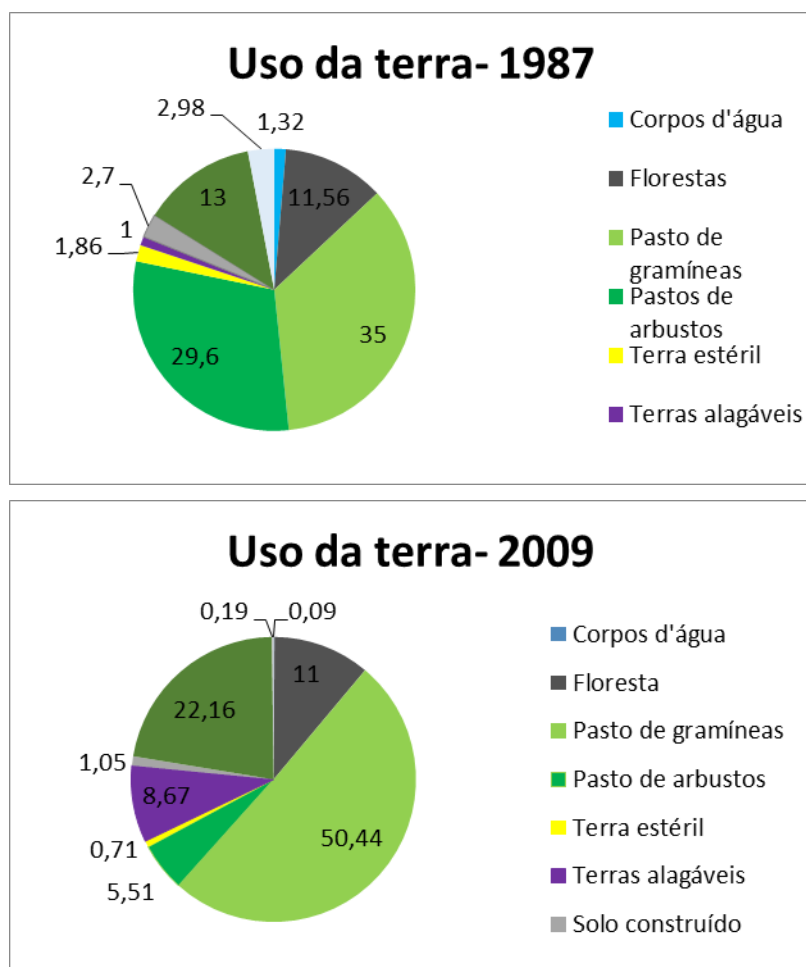


Figura 2. Porcentagem da classificação do uso da terra na Bacia do Japarutuba no ano de 1987 e 2009.

Conclusões

A avaliação da mudança do uso da terra na Bacia do Japarutuba do ano 1987 a 2009 mostraram um aumento das áreas com atividades agrícolas e terras alagáveis e uma diminuição da área de pastagem assim como corpos d'água, terra estéril e florestas. A utilização de técnicas de geoprocessamento se mostrou uma eficiente ferramenta, permitindo uma melhor compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas na Bacia do Japarutuba.

Agradecimentos

A Embrapa pela oportunidade do estágio curricular.

Referências

ARAGAO, R.; ALMEIDA, J. A. P. Avaliação espaço-temporal do uso do solo na área da bacia do Rio Japarutuba - Sergipe através de imagens LANDSAT. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009. 1 CD-ROM.

ATLAS de recursos hídricos do Estado de Sergipe. Aracaju: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2012.

MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M. A. R.; VICTORIA, R. L.; CUTOLO, A. P.A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do Ribeirão dos Marins Piracicaba-SP. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiania. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. P. 3829-3836.

PIROLI, E. L.; BECKER, E. L. S.; BOLFE, E. L. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio - Santa Maria-RS, por sistema de informações geográficas e imagens de satélite. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 407-413, 2002.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 69 p.

ANÁLISE DAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DA ENCHENTE DO RIO GANHAMOROBA EM 2008 NO ESPAÇO URBANO DO BAIRRO COELHO DO MUNICÍPIO DE MARUIM, SE

Itamar Prado Barros¹

Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas²

Maria do Socorro Ferreira da Silva³

Resumo

Historicamente, a maioria das cidades foram construídas às margens de rios. As enchentes urbanas podem ser provocadas por uma série de fatores, como a ocupação urbana acelerada e as crescentes obras de engenharia. A pesquisa emerge de inúmeras inquietações em virtude das causas e consequências da enchente de 2008 em Maruim, no bairro Coelho e no conjunto João Paulo II. Maruim é um município brasileiro de Sergipe. Foram feitos levantamento bibliográfico, visitas *in loco* ao bairro Coelho, ao conjunto João Paulo II, ao Rio Ganhamoroba e a Secretaria de Ação Social de Maruim. Foram destruídas 52 casas. Inúmeras pessoas residem às margens do rio. Diversos moradores jogam seus resíduos no leito do rio; retiram as vegetações e árvores das margens do rio; aterram o mangue para construir casas. Conclui-se que é preciso reaproveitar os terrenos baldios, transformando-os em espaço de lazer para os moradores; plantar árvores às margens do rio; dar continuidade à revitalização do Rio Ganhamoroba; elaborar e desenvolver ações de conscientização para que as pessoas não joguem resíduos na rua e no leito do rio.

Palavras-chave: destruição, urbanização, desabrigados.

Introdução

O tema desta pesquisa emerge de inúmeras inquietações em virtude das causas e consequências da enchente de 2008 em Maruim, e em especial no bairro Coelho e no conjunto habitacional João Paulo II, frente ao papel e responsabilidade dos poderes públicos municipais e estaduais e as profundas reflexões provenientes dos problemas urbanos e das vivências a partir dos relatos dos moradores e o avanço da degradação ambiental do Rio Ganhamoroba.

A questão que norteia o trabalho refere-se à necessidade de entender como uma determinada parcela de pessoas do espaço urbano se comporta e quais relações sociais que comandam essa brusca e repentina situação que esses moradores tiveram que encarar. O espaço atual apresenta, de um lado, as famílias e suas residências que sobreviveram após esse fenômeno da natureza (enchente), e de outro um cenário de destruição, inúmeros terrenos desocupados com sobras de construção. A enchente acelerou o processo de separação dessas famílias, deixando sequelas que talvez já mais sejam recuperadas.

Segundo o relatório Brundtland Comissão, 1987, (DIAS, 2010) "Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades".

Sustentabilidade é um termo utilizado para explicar ações e atividades humanas que busquem prover as necessidades dos seres vivos, sem causar danos às gerações futuras, isto é, esta

¹ Graduado em Licenciatura em Geografia, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Engenheiro-agrônomo, Doutor em Ecologia Aplicada, professor Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Geógrafa, Doutora em Geografia, professora Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

diretamente ligado ao desenvolvimento econômico e material, sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma consciente para no futuro, poder contar com eles (LEFF, 2006; DIAS, 2010).

Com o surgimento do capitalismo e a busca incessante pelo acúmulo de capital, os recursos naturais foram sendo apropriados, de forma impulsiva, sem a preocupação de preservá-los. Para Leff (2006, p. 134), a proteção do meio ambiente é considerada como um custo e condição do processo econômico, cuja “sustentabilidade” depende das possibilidades de valorização da natureza.

Conforme Sanchez (2008, p. 18), “degradação ambiental é geralmente uma redução percebida das condições naturais ou do Estado de um ambiente, tendo como agente causador sempre o ser humano”. A degradação está sempre associada à ideia de perda de qualidade. A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente define degradação ambiental como “alteração adversa das características do meio ambiente”. Pode ser percebida em diferentes graus, aquela que se recupera espontaneamente e ou aquela que precisa de um prazo muito longo com a retirada da fonte de perturbação (SANCHEZ, 2008).

Durante a segunda metade do século 19 e todo o século 20 ocorreu um intenso processo de industrialização e urbanização da população mundial. Com o rápido e, em muitos casos, desordenado crescimento das cidades, em países desenvolvidos e subdesenvolvidos elas passaram a acumular problemas ambientais. Em especial nos países mais pobres, a continuidade do crescimento urbano desordenado acarretou diversos impactos ambientais, provocando até mesmo perdas materiais e de vidas humanas. Nesses países, os danos ambientais são mais alarmantes nas grandes cidades, onde a densidade populacional é alta, as condições de vida são precárias e os investimentos públicos são insuficientes. Historicamente, a maior parte das cidades foram construídas às margens de rios. Devido ao rápido processo de urbanização, com a ocupação desordenada do solo, sobretudo nos países subdesenvolvidos, as inundações causadas pelas chuvas têm sido cada vez mais frequentes, e pequenas quantidades de chuva já são suficientes para causar sérios danos ambientais, algo que já aconteceu com o Município de Maruim, no próprio Rio Ganhamoroba (Figura 1).

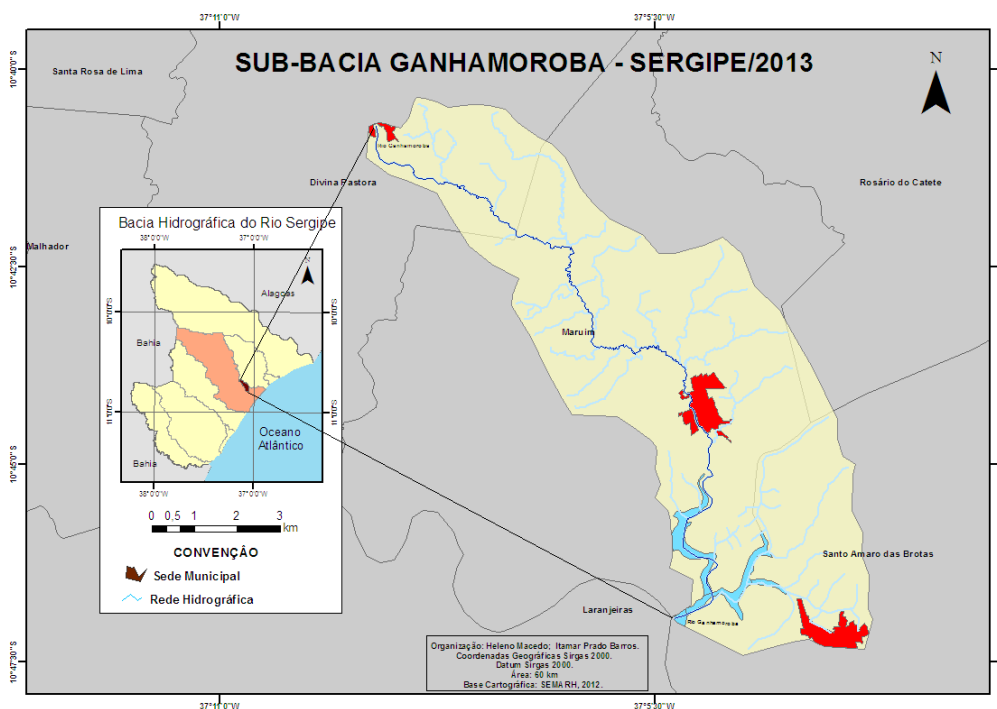


Figura 1. Sub-bacia Hidrográfica do Rio Ganhamoroba.
Fonte: Semarh (2013).

As enchentes urbanas podem ser provocadas por uma série de fatores, entre os quais destaca-se a ocupação urbana acelerada, com crescentes obras de engenharia, realizadas muitas vezes até mesmo pelos próprios moradores, intensificando as modificações na geometria dos canais, rios ou correios, causando a diminuição de sua capacidade de retenção das águas das chuvas em diversos pontos, o que facilita o transbordamento das águas.

Com as precipitações, o volume das águas superficiais é ampliado pela impermeabilização do solo na cidade, pavimentação de ruas, avenidas, estacionamentos, quintais e calçadas, como também prédios e casas, entre outros, que não permite a sua infiltração: como as águas superficiais dirigem-se para os vales fluviais em maior quantidade, modificam o regime fluvial, aumentam as descargas fluviais locais e provocam enchentes.

A redução de área verde, muito comum em grande parte do percurso do Rio Ganhamoroba, contribui para o aumento dos processos erosivos. Ao tempo em que os materiais transportados pelas águas das chuvas são depositados na calha ou vale dos rios, acabam provocando o assoreamento, ou seja, a deposição dos sedimentos nos rios contribuindo assim para intensificar as periódicas inundações, sobretudo nas áreas mais baixas.

Rotineiramente construção de casas pelas classes mais pobres em áreas de grande risco nas cidades é comum e são as principais vítimas, embora as inundações também atinjam as classes médias e altas.

Por todos esses aspectos surgidos e cada vez mais intensificados nos últimos anos, fica clara a degradação crescente do rio. Não se trata, portanto, de visões terroristas preconizar o risco de no futuro se presenciar uma catástrofe igual ou maior a presenciada em 2008, caso não se proceda a uma consistente revitalização do rio. Basta lembrar as drásticas cenas de inúmeras famílias tendo que abandonar suas casas construídas após muitos anos e em poucos segundos presenciar todo seu trabalho ser levado pela enchente. Não se pode confiar, até porque a natureza não obedece as rigorosas leis matemáticas, porém, pode-se garantir que há uma probabilidade não desprezível disso ocorrer, caso o atual estágio de degradação no trecho do rio entre o Povoado São Vicente e o bairro São José continue a ocorrer.

A pesquisa tem como objetivo geral, levantar as causas e consequências da enchente de 2008 nas comunidades do Bairro Coelho e do Conjunto João Paulo II do Município de Maruim. Os objetivos específicos estabelecidos são: i) analisar as condições de degradação e preservação do trecho do leito do Rio Ganhamoroba que corta a cidade de Maruim; ii) analisar as condições econômicas e socioambientais (esgotamento sanitário, disposição de resíduos sólidos, condições de moradia, nível educacional e situação econômica do logradouro).

Materiais e Métodos

Maruim é um município brasileiro do Estado de Sergipe, localizado na microrregião do Baixo Cotinguiba, situado na macrorregião do leste sergipano, a 30 km de Aracaju, com uma área de 94,293 km² e uma população com 17.076 habitantes (IBGE, 2014). O clima do município é classificado como tropical quente úmido, com uma temperatura média anual de 25°C, com o período chuvoso de março a agosto, um relevo dissecado dos tipos colina e tabular, e uma vegetação predominante do tipo, Mata Atlântica, manguezais e caatinga (SERGIPE, 1997).

O Rio Ganhamoroba nasce no antigo Engenho Mato Grosso de Cima em Divina Pastora e depois de percorrer pouco mais de 21 km, desagua no Rio Sergipe.

O Bairro Coelho, localizado em Maruim, na zona oeste da cidade, é uma localidade que serve como via de saída e entrada da cidade.

Para realização da pesquisa inicialmente fez-se um levantamento bibliográfico acerca da temática abordada, em seguida foram realizadas visitas *in loco* ao bairro Coelho, ao conjunto habitacional João Paulo II, ao Rio Ganhamoroba e a Secretaria de Ação Social do Município de Maruim.

Foram realizadas entrevistas com os moradores das duas comunidades. Foram aplicados formulários em 25 residências do bairro Coelho e 25 residências no conjunto João Paulo II, totalizando 50 famílias visitadas, contemplando cerca de 150 pessoas, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012.

Resultados e Discussão

Nas décadas de 60, 70 e 80 houve outras enchentes, porém a de maio de 2008 foi a que causou mais impacto. O cenário era de destruição, podendo ser comparado a um tsunami (ondas gigantes) que saiu arrastando diversos animais, como porco e galinha, móveis (cama, geladeira, mesa, fogão) e até botijão de gás. Essa foi a maior catástrofe natural já vista em Maruim.

Em entrevista ao coordenador geral da Defesa Civil de Sergipe, 52 casas ficaram totalmente destruídas, e mais vinte moradias foram atingidas parcialmente. No total, foram 410 pessoas desalojadas, mas esse número vai para mais de 900 se considerarmos as famílias que precisaram de auxílio.

Em entrevista com o representante da Defesa Civil de Maruim, das mais de 200 pessoas que lotaram a Escola Municipal de Ensino Fundamental Cel. Sabino Ribeiro, na cidade de Maruim, após o evento, muitas alugaram casa e outras passaram a viver em casas de parentes. Das 900 vítimas da enchente, 138 foram morar no Centro Educacional Maruimense (CEMA). Para minimizar os efeitos dessa catástrofe natural, a Secretaria de Estado da Inclusão, Assistência e do Desenvolvimento Social e a Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas (CEHOP), **construíram 79 casas no Conjunto Residencial João Paulo II**, no centro do município, e as entregou em agosto de 2010. Foram entregues também as famílias desabrigadas fogões, leiteiros, mesas, colchões, camas de casal e solteiro, frigideiras, pratos e outros utensílios (SERGIPE, 2009).

Parte dos moradores que foram para o abrigo, relataram que as condições no local eram precárias, apresentando um ambiente insalubre, banheiros eram de forma coletiva, não tinham, portanto, privacidade, as divisórias entre as famílias eram a base de lençol dentre outros. Inicialmente a alimentação era fornecida pela Prefeitura de Maruim, porém essa alimentação foi suspensa após quarenta dias, tendo os moradores em alguns momentos por falta de recursos, que receber doações de parentes e amigos.

Segundo alguns moradores a situação do alojamento era bem precária e insalubre, só conseguiram conviver porque tinham perdido tudo na enchente e não tinham para onde ir. De acordo com os relatos das mesmas e de alguns moradores, os piores dias de sua vida. Um morador desabrigado comenta que antes da forte chuva, alugou a sua residência para morar com a mãe deficiente, no intuito de aumentar a renda familiar, contudo, averiguando o cadastro do Governo, descobriu que, quem pagava aluguel teria direito a receber uma casa do governo, mas o dono não. Diversos desabrigados vivenciavam a mesma situação. Outra moradora desabrigada salienta que duas semanas antes de sua casa ir ao chão, ela se mudou para o lar da sogra, pois seu marido havia sido demitido do emprego. “Fiquei revoltada quando falaram que eu não teria esse direito. Sou pobre, recebi a casa de herança, era meu único bem e agora não tenho mais nada. A enchente deu minha casa de presente pro meu inquilino”.

Em meio a tantos prejuízos e destruições, pouco mais de seis anos após a enchente, inúmeras pessoas ainda estão residindo às margens do Rio Ganhamoroba, sujeitando-se a outras catástrofes iguais ou parecidas com a de 2008. A população que mora às margens do rio precisa ser conscientizada com o propósito de preservar e garantir tanto a sobrevivência do rio, quanto a sobrevivência das espécies presentes no mesmo. Habitualmente diversos moradores jogam seus resíduos no leito do rio, resíduos esses que provocam transtornos; retiram as escassas vegetações e árvores das margens do rio, provocando assim o

assoreamento do mesmo. Observa-se atualmente que varias pessoas estao aterrando o mangue para construir casas de forma irregular a jusante do Rio Ganhamoroba, resultando no estreitamento do leito do rio, o que pode ocasionar na ocorrencia de chuvas intensas, alagamentos e inundações.

Conclusões

As analises evidenciam que a enchente de 2008 trouxe para esses moradores preju zos de ordem socioeconomica e ambiental, desestruturando essas fam lias que ja conviviam com baixos salarios e n veis educacionais e precario atendimento de saude.

Reaproveitar os terrenos baldios as margens do rio como espaço de lazer para os moradores;
Plantar arvores as margens do rio.

Dar continuidade a revitalização do Rio Ganhamoroba.

Elaborar e desenvolver ações de conscientização para que as pessoas nao joguem res duos na rua e no leito do rio, entre outros.

Referências

DIAS, R. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. 5 ed. Sao Paulo: Atlas, 2010.

IBGE. Censo Demografico 2010. Dispon vel em:

< www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010 > . Acesso em: 19 set. 2015.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciencia e Tecnologia.Superintendencia de Estudos e Pesquisas. **Perfis Municipais**. Aracaju, 1997. 75 v.

LEFF, H. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e metodos. Sao Paulo, 2008. Oficina de Textos.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA DISTRIBUÍDA PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) II EM GASPAR, SC

Camila Guessser¹
Matheus Leandro Gonçalves²
Marcio Watanabe³
Kleber Renan de Souza Santos⁴

Resumo

A água é um elemento essencial no meio ambiente e cobre aproximadamente 70% da Terra, sendo responsável pelo equilíbrio da vida. É um bem precioso para a humanidade, porém, ela se torna cada vez mais um bem escasso devido ao mau uso humano. Com a perda da qualidade, a água pode se tornar perigosa, pois pode causar sérios problemas à saúde. Sendo assim, a água necessita de maior atenção e tratamento eficaz antes de ser usada pelo ser humano. No Município de Gaspar/SC, a água é captada no Rio Itajai-Açu e é tratada pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs), sob responsabilidade do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE). Até chegar à residência do consumidor a mesma passa por um tratamento para se tornar potável. A pesquisa teve como objetivo coletar e comparar a água do Rio Itajai-Açu com a água tratada que chega da rede e a que passa pela caixa d'água das residências de moradores dos bairros pesquisados. O presente trabalho mostrou através de análises microbiológicas, utilizando os principais indicadores biológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas (FUNASA, 2013) que o processo de tratamento mostrou-se adequado para as amostras analisadas.

Palavras-chave: tratamento de água, abastecimento público, indicadores biológicos.

Introdução

A água é um elemento essencial no meio ambiente e cobre cerca de 70% da superfície da Terra, sendo responsável pelo equilíbrio da vida, além disso, a água está presente em diversos lugares, como em nosso corpo, que é constituído também por cerca de 70% de água (MIRANDA, 2004). O Brasil possui grande abundância de água doce, e cerca de 12%-16% da água doce superficial do planeta corre nos rios e lagos de nosso país (TUNDISI, 2003). A água é um bem precioso para a humanidade, porém, com o aumento do consumo, ela se torna cada vez mais um bem escasso. Nossa sociedade utiliza a água principalmente para irrigação na agricultura, seguido do uso industrial e doméstico, o qual culmina, na maioria das cidades brasileiras com a diluição de esgoto sem tratamento sendo despejado nos mananciais comprometendo a qualidade da água (MIRANDA, 2004). Com a perda da qualidade, a água pode se tornar perigosa, pois pode causar sérios problemas à saúde, como cólera, leptospirose, hepatite A e esquistossomose. Sendo assim, a água necessita de maior atenção e tratamento eficaz antes de ser usada pelo ser humano. O presente trabalho mostrou como se encontra a qualidade da água tratada distribuída pela

¹ Graduanda do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar, SC

² Graduando do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar, SC

³ Licenciado em Química, Mestre em Ensino de Ciências, Professor Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar, SC

⁴ Biólogo, Doutor em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Professor Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar, SC

autarquia SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) ao qual a ETA II (Estação de Tratamento de Água), faz o tratamento e a distribuição, através de análises microbiológicas, utilizando os principais indicadores para parâmetros biológicos, os coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas.

Materiais e Métodos

Foram coletadas amostras da água tratada distribuída pela ETA II, que abastece cerca de 5 mil pessoas no bairro Bela Vista e parte do bairro Figueira no Município de Gaspar/SC, e uma amostra do Rio Itaja-Açu em Gaspar, manancial que fornece água para a ETA.

Os critérios de seleção dos pontos de coleta foram: pontos mais distantes da estação de tratamento, água que chega diretamente na residência e água que tenha contato com a caixa d'água da residência, dividindo as amostras em: 1A – Água que não tem contato com a caixa d'água, coletada diretamente no cavalete, 1B – Água que tem contato com a caixa d'água, utilizando esse método de separação para todas as outras amostras. Foram escolhidos quatro pontos, totalizando oito amostras de água tratada mais uma amostra do Rio Itaja-Açu, e os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros microbiológicos exigidos por lei (BRASIL..., 2011).

As análises microbiológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas) foram realizadas pelo método da membrana filtrante no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus Gaspar, de acordo com o Manual da Funasa (FUNASA, 2013).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos das análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes e bactérias heterotróficas foram negativos em todas as amostras de água tratada. Apenas para a amostra do Rio Itaja-Açu o resultado foi positivo para todos os parâmetros analisados (Tabela 1). Nossos resultados indicam que o tratamento realizado pelo SAMAE Gaspar/SC está de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação brasileira para água potável (BRASIL..., 2011).

Tabela 1. Parametros microbiologicos da agua tratada distribu da pela ETA II do Munic pio de Gaspar/SC (amostras coletadas em junho/2014).

Pontos	Bactérias heterotróficas ^(#)	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais
1A	Negativo	Negativo	Negativo
1B	Negativo	Negativo	Negativo
2A	Negativo	Negativo	Negativo
2B	Negativo	Negativo	Negativo
3A	Negativo	Negativo	Negativo
3B	Negativo	Negativo	Negativo
4A	Negativo	Negativo	Negativo
4B	Negativo	Negativo	Negativo
5	Positivo	Positivo	Positivo

^(#) O Numero Mais Provavel (NMP) de bacterias heterotroficas na amostra 5 (Rio Itaja -Açu) foi de 9,2 MNP/100 mL.

Os resultados mostraram que o problema que motivou a pesquisa - o tratamento realizado pelo SAMAE consegue eliminar os microrganismos presentes na agua, em especial os coliformes? - foi esclarecido, visto que partimos do pressuposto que a agua consumida nas areas de abrangencia da ETA II e tratada corretamente na mesma, mas ao longo do percurso perde as caracter sticas de potabilidade por alguns fatores de infraestrutura publica (vazamentos) ou contaminação nas residencias (caixa d'agua). No entanto, os resultados indicaram que isso nao ocorreu ao menos no per odo de realizacão da pesquisa (junho/2014). Ao compararmos nossos resultados com outros trabalhos verificamos que alguns autores encontraram resultados positivos para ao menos um dos indicadores microbiologicos, por exemplo, Ribeiro et al., (2012), encontraram resultados positivos para bacterias heterotroficas, apesar de terem constatado ausencia de coliformes totais e coliformes termotolerantes nas amostras de agua tratada do Munic pio de Açailandia/MA. A presença de um desses indicadores em n veis acima do permitido indica que a agua esta inadequada para consumo humano, pois apresentam riscos de contaminação.

Conclusões

A agua tratada pela ETA II do SAMAE Gaspar, SC esta de acordo com os parametros microbiologicos exigidos pela legislaçao em vigor, considerando as amostras analisadas no per odo de junho de 2014.

Nao foram constatados ind cios de contaminação por coliformes no percurso da ETA ate as residencias, bem como na agua que passa pela caixa d'agua das mesmas.

Agradecimentos

Agradecemos ao SAMAE e aos moradores por todo o apoio na realização da pesquisa.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 21 mar. 2014.

FUNASA. **Manual prático de análise de água**. Brasília, DF: FUNASA, 2013. 150 p.

GOMES, G. C.; OLIVEIRA, K. F. F.; SANTOS, F. J. dos; VIERIA, A. J. D; SILVA, I. J. da. **Qualidade da água para o consumo humano**. Disponível em:

<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/arquivos/jovem/82qualidade.pdf>>. Acesso em: 19 de mar. 2014.

MIRANDA, E. E. de. **A água na natureza e na vida dos homens**. Aparecida: Ideias & Letras, 2004. 141p.

RIBEIRO, C. L.; PEREIRA, F. O.; SOUZA, I. M. de; MARTINS, A. G. L. A.; **Análise microbiológica da qualidade da água abastecida no Município de Açailândia-MA**. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3261/3021>>. Acesso em: 26 jun. 2014.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Editora RiMa, 2003. 256 p.

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA MICROBACIA DO RIO CAIÇÁ NO PERÍMETRO URBANO DE SIMÃO DIAS, SE: RESULTADOS PRELIMINARES

Andreia Reis Fontes¹
Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas²
Marcia Eliane Silva Carvalho³

Resumo

Este estudo teve como objetivo identificar as pressões antropicas na microbacia do Rio Caiçá, Município de Simão Dias, em Sergipe, visando avaliar a qualidade hídrica no trecho urbano desta e analisar os usos múltiplos desse recurso hídrico em âmbito local. A metodologia da pesquisa é de natureza quali-quantitativa e o levantamento dos dados socioeconômicos foi realizado a partir de dados primários e secundários, além do subsídio de imagens de satélite e de mapas temáticos elaborados. Entre os componentes ambientais, a análise de água se baseou no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), na qual os parâmetros puderam ser comparados com a portaria do MS 2914/2011 e a resolução Conama 357/2005. A avaliação da vegetação e do uso do solo foram realizados por meio de georeferenciamento e de acordo com o Atlas Digital de Sergipe (SERGIPE, 2014). Os resultados preliminares apontaram que as pressões antropicas (urbanização, presença do matadouro público, degradação da vegetação ciliar e despejo de afluentes domésticos), exercem influência negativa sobre o Rio Caiçá, que tem papel importante para o abastecimento do Município de Simão Dias, necessitando, portanto, de ações efetivas no tocante a gestão hídrica em âmbito local.

Palavras-chave: qualidade hídrica, uso do solo, vegetação.

Introdução

A água, elemento essencial à vida dos seres na Terra, é um bem natural de importância primordial nas diferentes atividades realizadas pelo homem. Seu uso engloba desde o consumo humano e das biocenoses até os da produção energética, navegação, aquicultura, produção industrial, agropecuária, mineração, entre outras infinitas de setores que dependem diretamente desse recurso natural (TUNDISI et al., 2006).

A qualidade dessas águas varia de acordo com o ambiente de gênese, o percurso, geologia, interferência humana e em que são armazenadas. A cada dia o homem passa a exercer influência nessa qualidade, a medida que interfere e utiliza o recurso. Isso se dá pelo modo como tem dominado a natureza e a tecnologia, contribuindo para a expansão das cidades, na maioria das vezes por meio de construções impróprias, sem infraestrutura e planejamento adequado, fazendo emergir um problema de proporções gigantescas, revelado, sobretudo, na forma como o meio ambiente tem respondido aos efeitos dessa dominação.

¹Graduada em Licenciatura em Geografia, Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

²Engenheiro-agrônomo, Doutor em Ecologia Aplicada, Professor Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

³Bióloga, Doutora em Geografia, Professora Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

A presença de rios, junto as zonas urbanas, sempre se constituiu num desafio ambiental, principalmente a medida que essas apresentam um elevado grau de desenvolvimento. Nos dias hodiernos, não diferente disso, as pequenas cidades já demonstram os mesmos problemas, como poluição, desmatamento e degradação dos recursos hídricos. Esse é o caso do Município de Simão Dias, em Sergipe.

O estudo teve como objetivo geral realizar, ao final de sua execução, uma análise socioambiental da microbacia do Rio Caiçã no perímetro urbano de Simão Dias e de seus reflexos sobre a qualidade de vida da população local. Além disso, visou o levantamento de informações secundárias para identificar as pressões antropicas na área em estudo, avaliar a qualidade hídrica no trecho urbano da microbacia e caracterizar os usos múltiplos desse recurso hídrico em âmbito local.

Materiais e Métodos

A área de estudo compreende a microbacia do Rio Caiçã, localizada na sub-bacia do Rio Jacaré, na bacia hidrográfica do Rio Piau, Município de Simão Dias, Sergipe, representada pela Figura 1. O município possui uma população de 38.702 habitantes, e possui uma área territorial de 564,690 km² (IBGE, 2010). A pesquisa engloba a sede municipal, mais precisamente três conjuntos habitacionais. São eles: Rivalda Silva Matos, José Neves da Costa e Caçula Valadares.

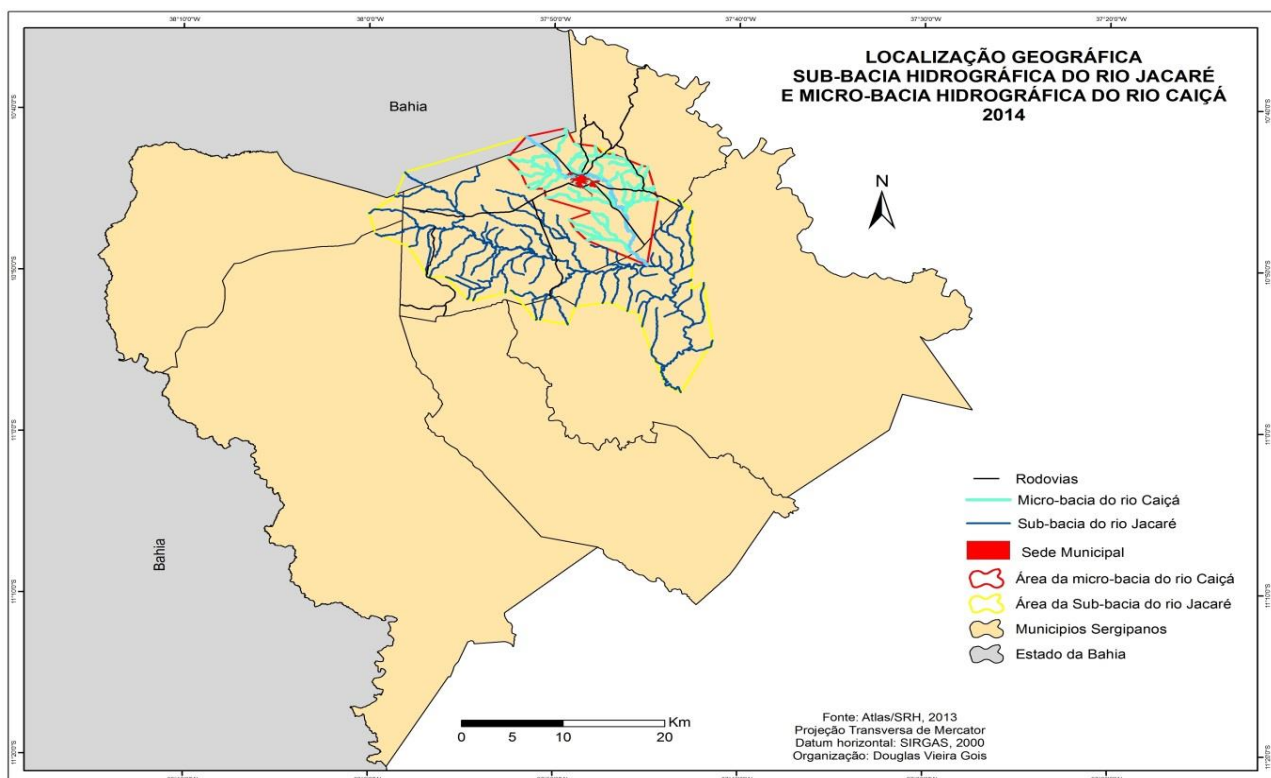


Figura 1. Localização espacial da microbacia do Rio Caiçã no Município de Simão Dias, em Sergipe.

O presente estudo tem um caráter quali-quantitativo, com visão holística, pois leva em conta o todo e uma gama de variáveis socioeconômicas e ambientais envolvidas. Por isso, está sendo executado em duas fases:

Levantamento de dados socioeconômicos, envolvendo a aplicação de roteiros de entrevistas com a população, nas quais as amostras contemplam 158 famílias ribeirinhas, selecionadas

em razão do nível de proximidade do objeto de estudo. Além disso, entrevistas feitas com dois gestores públicos municipais, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria de Planejamento Urbano do Município, visando perceber a ação dos agentes que põem em risco a manutenção dos recursos hídricos, neste caso, o Rio Caiça. Por meio de entrevistas, está levantando-se o nível de conhecimento da população sobre o lançamento dos esgotos domésticos e do matadouro público municipal.

Os componentes ambientais estão sendo avaliados mediante análises de água, com coletas realizadas bimestralmente, ao longo do curso do Rio Caiça, efetuando-se duas amostragens: uma no período seco e outra no chuvoso, com vistas a identificar os fatores responsáveis pelos impactos na qualidade do recurso hídrico da bacia. As coletas estão sendo realizadas em seis pontos, escolhidos conforme a quantidade de habitantes, fornecimento de água pela concessionária responsável pela distribuição e áreas com maior despejo de efluentes e resíduos sólidos: Ponto 01: Nascente, localizada no povoado Caiça (o recurso é utilizado pela comunidade residente); Ponto 02: Matadouro Público Municipal (despejo dos resíduos no curso fluvial); Ponto 03: Trecho urbano, no Conjunto Caçula Valadares (lançamento de efluentes); Ponto 04: Estação de tratamento da Companhia de Abastecimento (meio de verificar a água que está sendo distribuída pela concessionária); Ponto 05: Residência no Conjunto José Neves da Costa (água da torneira, disponibilizada pela Deso); e Ponto 06: Encontro do Rio Caiça com o Rio Jacaré - Povoado Quilombo, Lagarto-SE. Os usos dos recursos hídricos na microbacia do Rio Caiça estão em fase de levantamento de dados. As análises de água constituem-se dos seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, alumínio, potássio, ferro, entre outros. As análises estão sendo realizadas em dois laboratórios: Instituto Tecnológico de Pesquisa de Sergipe (ITPS) e Laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Para a realização das análises, os laboratórios estão empregando a metodologia recomendada pelos Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN..., 2005). Os resultados dos parâmetros serão comparados com a portaria do MS 2914/2011 e a resolução Conama 357/2005, estabelecidas por bases legais. As coletas serão realizadas em seis pontos, escolhidos estrategicamente conforme seu contexto social, ambiental e econômico, isso a fim de compreender o estado atual de conservação ou degradação do recurso hídrico da bacia. Outro ponto que está sendo avaliado é a Área de Preservação Permanente (APP) no entorno do Rio Caiça, de modo a observar se a conservação das matas ciliares está conforme a legislação vigente, com base no novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Assim, a análise da vegetação quanto a sua ocorrência e degradação ou não é critério relevante para a avaliação do ambiente, tendo como ação potencialmente impactante o crescente processo de urbanização desordenado. Isso está sendo realizado com auxílio de um receptor de GPS para o georeferenciamento de pontos observados. Dessa forma, os diagnósticos dos empreendimentos de risco estão sendo levantados para ajudar a compreender sua influência direta no Estado de conservação fluvial, visto que se tornou comum a construção de habitações irregulares, principalmente nas áreas menos favorecidas economicamente.

Em análise prévia da cobertura vegetal, ficou evidenciado que essa necessita passar por recuperação, especialmente nos trechos urbanos, visto que a ocupação desordenada tem contribuído para seu desaparecimento.

Os dados secundários estão sendo levantados em diversas entidades e órgãos ambientais do Estado, e complementados por meio de revisão da literatura que tratam da temática.

Resultados e Discussão

A população de Simão Dias é de 38.702 habitantes, com uma densidade demográfica de 68,54 hab/km² (IBGE, 2010). A agricultura se destaca na produção do milho, mandioca, feijão, laranja e o maracujá, além da forte presença da pecuária.

O abastecimento de água da sede municipal fica a cargo da Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso), que tem no Rio Piauítinga a principal fonte de captação do recurso hídrico. Apenas alguns povoados dispõem do abastecimento de água, enquanto outros se beneficiam de poços tubulares. O esgotamento sanitário é feito por meio de fossas sépticas e comuns, enquanto o lixo urbano coletado é transportado e depositado a céu aberto (BOMFIM et al., 2002).

O clima local é seco e úmido. A vegetação é composta de Capoeira, Caatinga, Campos Limpos, Campos Sujos e vestígios de Mata Atlântica.

A geologia do município é formada por litotipos da Faixa de Dobramentos Sergipana e do Embasamento Gnáissico, com presença de arenitos, metargilitos, calcários, dolomitos, gnáisses, siltitos, entre outras. Os solos que ocorrem são Planosol, Litólicos Distrofélicos, Cambisol, Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico e Regosol.

A hidrografia simão-diense contempla duas bacias hidrográficas, a do Rio Vaza-Barris e a do Rio Piauí. A microbacia do Rio Caiçá está inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Piauí, a qual apresenta problemas relacionados ao despejo de afluentes no corpo hídrico, bem como a visível degradação da vegetação no entorno da área de estudo (BOMFIM et al., 2002).

Por conseguinte, a microbacia do Rio Caiçá apresenta um planejamento inadequado, no qual o lançamento de esgotos domésticos é uma das principais fontes de contaminação do curso fluvial. Outro ponto diz respeito à notória ausência total de mata ciliar em alguns trechos do rio, bem como o desrespeito às exigências do novo Código Florestal Brasileiro, em outros pontos.

Agradecimentos

A Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE), pelo suporte financeiro ao estudo.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. Washington D. C.: Water American Public Health Association, 1995. 2198 p.

BOMFIM et al. **Projeto cadastro da infraestrutura hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe, diagnóstico do Município de Simão Dias**. Aracaju: CPRM, 2002. Disponível em: <www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/Sergipe/Simaodias.pdf>. Acesso em: 6 Set. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 1 Set. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005: Brasília/DF: MMA, 2005a. Disponível em: <[providencias.http://www.mma.gov.br/port/legiabre.cfm?codlegi=459](http://www.mma.gov.br/port/legiabre.cfm?codlegi=459)>. Acesso em: 15 ago. 2014.

_____. Planalto. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Brasília/DF: MMA, 2005.
Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 27 ago. 2014.

IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 13 de fev. 2015.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Observatório de Sergipe**. Disponível em: <http://www.observatorio.se.gov.br/images/especiais/Perfis_Municipais/Centro_Sul_Sergipano/Simao_Dias.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2014.

TUNDISI et al. Os recursos hídricos e o futuro: síntese. In: **ÁGUAS doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 739-748.

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO CRISTÓVÃO, SE: ELEMENTOS PARA O PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM ÂMBITO LOCAL

Marcia Eliane Silva Carvalho¹
Lohan Lima Oliveira²
Rosilene Bonifacio³

Resumo

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise socioambiental do Município de São Cristóvão/SE visando conhecer a realidade das interações físicas e das ações antropicas que irão repercutir sobre os recursos hídricos. Para tal, foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo. A população de São Cristóvão totalizava, em 2010, 78.864 habitantes, sendo 66.665 residentes na zona urbana e 12.199 na zona rural, com uma densidade demográfica de 180,52 hab/km², IDHM de 0,662 e índice de pobreza de 57,14%. Em termos físicos, está inserido no Clima Megatérmico Úmido com boas condições de armazenamento de água superficial e subterrânea. Os múltiplos usos dos recursos são: abastecimento humano, dessedentação animal, manutenção da biodiversidade, diluição de efluentes domésticos e uso agroindustrial. Somente 39,8% dos domicílios estão ligados a rede geral de esgoto, sem tratamento pós-coleta. Dentre as formas de abastecimento de água 87,7% dos domicílios particulares estão ligados a rede geral de distribuição. De acordo com as pesquisas realizadas, foram diagnosticadas doenças de veiculação/transmissão hídrica (amebíase, giardíase, gastroenterite, esquistossomose, ascariíase, ancilostomíase e dengue). Este quadro revela a necessidade de ações de planejamento ambiental e de gestão hídrica em âmbito local associando os setores de saneamento, habitação, saúde e educação.

Palavras-chave: pressões antropicas, planejamento ambiental, saúde coletiva

Introdução

Ao descrever seu percurso ao longo da bacia, os rios deixam registrados o seu caráter geográfico, não somente enquanto componente da paisagem, mas também como componente social, fonte de usos múltiplos pela sociedade. A análise dos componentes sociais, econômicos, políticos, institucionais, ambientais e de saúde em âmbito local, bem como a identificação das diferentes formas de utilização dos recursos hídricos e seus principais usuários são aspectos fundamentais para a gestão hídrica, pois podem ser avaliados quais componentes tem proporcionado uma maior pressão/degradação dos corpos hídricos.

Ao mesmo tempo, defende-se o fato de que a base municipal deve ser o ponto de partida da gestão hídrica, visto que é no cotidiano deste recorte espacial que as relações socioambientais se concretizam e que os planos de ordenamento territorial (plano diretor, gestão hídrica, do saneamento, da saúde, dentre outros) se efetivam.

Neste sentido, este artigo tem como objetivo realizar uma análise socioambiental do Município de São Cristóvão/SE visando conhecer a realidade das interações físicas e das ações antropicas que irão repercutir sobre os recursos hídricos em âmbito local. São Cristóvão, pertence ao Território da Grande Aracaju e foi escolhido por apresentar corpos hídricos pressionados pelo crescimento urbano e pelos usos múltiplos.

¹ Bióloga, Doutora em Geografia, Professora Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

² Graduando em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

³ Graduanda em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

Materiais e Métodos

Para atingir o objetivo proposto, foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo. A base teórica está alicerçada em Ribeiro (2008), Rebouças (2006), Carrera-Fernandez e Garrido (2002), Abers (2010), Aliesi e Pinese (2013), Junqueira (2009), Mendonça (2010) e Canfalonieri (2003), dentre outros. Os dados socioeconômicos foram baseados nas informações constantes no Sistema de Atenção Básica de Sergipe (SIAB, 2013), dados do IBGE (2010), Censos Demográficos do IBGE de 1991 e 2000 e nos Perfis Municipais provenientes da SEPLAG (2013), Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, 2013), Censo Agropecuario do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006) e do Anuário Estatístico de Sergipe (2005). Dados sobre saúde foram coletados na Prefeitura de São Cristóvão, baseando-se também no Programa de Controle da Esquistossomose e no DATASUS. Os dados referentes à base física basearam-se em trabalhos de Carvalho (2010), Oliveira e Carvalho (2014), CPRM (2002) e do Atlas da SRH (2014), associados com as atividades de campo.

Resultados e Discussões

A população de São Cristóvão totalizava, em 2010, 78.864 habitantes, sendo 66.665 residentes na zona urbana (84,5%) e 12.199 na zona rural (15,5%), com uma densidade demográfica de 180,52 hab/km². O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM 2010) era de 0,662, sendo que a população residente alfabetizada totaliza 61.537 pessoas apresentando um índice de pobreza de 57,14%.

Na agricultura destaca-se a produção da cana-de-açúcar (66.526 t), seguido pela produção da mandioca (1.200 t), milho (80 t) e feijão (18 t). O município ainda se destaca no efetivo de galináceos (708.636 cabeças), seguido pelo de bovinos (11.800 cabeças) (IBGE, 2010). Na mineração registra-se a exploração e lavra de argilas, areias e saibros, bem como a produção de petróleo e gás. A aquicultura tem despontado no cenário municipal principalmente com o cultivo de camarão e mais recentemente tem crescido também a silvicultura.

Em termos físicos, o município apresenta clima do tipo megatérmico úmido e sub-úmido, temperatura média no ano de 25,2°C, precipitação pluviométrica média anual de 1.331,4 mm com período chuvoso de março a agosto. O contexto geológico do município compreende sedimentos cenozoicos (Formações Superficiais Continentais), bacia sedimentar mesozoica/paleozoica (Bacia de Sergipe) e em menor proporção litotipos neo a mesoproterozoicas da Faixa de Dobramentos Sergipana. Derivados da base geológica, em associação com o clima e a vegetação, destacam-se os Argissolos Vermelho Amarelo, os solos Aluviais Eutróficos e Distróficos, os Espossolos e os solos Indiscriminados de Mangues. A vegetação está caracterizada predominantemente de capoeira, com áreas de preservação permanente associada à Mata Atlântica e a vegetação do manguezal e da restinga. O relevo está caracterizado pela presença da Planície Litorânea (marinhas, flúvio-marinhas e flúvias) e Tabuleiros Costeiros. Em termos hidrogeológicos podem-se distinguir principalmente as Formações Superficiais Cenozoicas (80%) e Bacias Sedimentares. Com relação à hidrografia, o município está inserido em duas bacias hidrográficas: a do Rio Vaza-Barris e a do Rio Sergipe. A drenagem principal é composta pelos rios Vaza-Barris, Comprido, Pitanga, Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Paramopama, que em função de seus diversos usos e da efetivação de ações de gestão hídrica, vários empreendimentos já apresentam outorga para uso da água, mas ainda carece de monitoramento dos efluentes gerados e da poluição causada.

No recorte espacial em estudo os múltiplos usos dos recursos hídricos classificados como de água doce estão relacionados principalmente com o abastecimento humano, dessedentação animal, manutenção da biodiversidade, diluição de efluentes, uso agroindustrial. Os usos relacionados ao lazer, pesca esportiva e aquicultura (piscicultura e carcinicultura) são mais

expressivos na região estuarina, Nesta mesma porção ocorrem descargas dos efluentes da aquicultura e o lançamento *in natura* de esgotos domésticos. O abastecimento de água da sede e de responsabilidade do SAAE (Sistema Autônomo de Águas e Esgoto) e a captação ocorre no Rio Comprido e no Riacho da Besta, além de abastecimentos via aquífero subterrâneo.

Em estudo realizado por Oliveira e Carvalho (2014), São Cristóvão apresenta suas maiores pressões sobre as áreas com cobertura vegetal (consideradas muito baixas) e sobre os domicílios cujos esgotos não são tratados (elevado percentual). Tais indicadores apontam para a necessidade de efetiva gestão ambiental para o território, bem como a (re)estruturação de estações de tratamento de esgoto. De acordo com a metodologia utilizada, na abordagem aos indicadores de resposta referente a qualidade serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e de lixo, São Cristóvão obteve um dos piores índices, necessitando de ações efetivas, uma vez que tais serviços são basilares para a sobrevivência da população, bem como para atenuar as pressões antropicas nos recursos hídricos.

Na área de saúde, a população dispõe 17 unidades de saúde distribuídas em diversos povoados e na sede municipal que ofertam serviços de atendimento em clínica geral, odontologia, vacinação, dentre outros. Estas unidades estão localizadas no centro, no conjunto Luiz Alves I, nos bairros Rosa Elze e Rosa Maria e nos povoados Cabrita, Cardoso, Rita Cacete, Caípe Velho, Colônia Miranda, Pedreiras, Alto da Divineia, Feijão, Parque Santa Rita e Varzea Grande.

No município em estudo, o tipo de esgotamento sanitário de banheiros exclusivos dos 21.710 domicílios particulares permanentes (2010), 8.644 estão ligados a rede geral de esgoto ou pluvial ou fossa séptica e 13.066 domicílios estão ligados a outras formas (SEPLAG/2013). Isto significa que somente 39,8% dos domicílios estão ligados a rede geral de esgoto, o que não significa necessariamente que os mesmos são tratados antes de serem liberados no curso fluvial, e que 60% dos domicílios estão ligados a fossa e ou a esgoto a céu aberto, o que demonstra maiores pressões sobre os recursos ambientais, em especial o hídrico.

Outro importante indicador ambiental e de recursos hídricos é a forma de abastecimento de água. Dentre as formas de abastecimento de água de 22.377 domicílios particulares permanentes (2010), 19.626 (87,7 %) estão ligados a rede geral de distribuição; 904 (4%) a poço ou nascente na propriedade e 1.847 (8,3%) domicílios a outras formas de abastecimento (SEPLAG/2013). Este quadro torna-se preocupante a medida em que não há monitoramento constante das águas subterrâneas, nem quantitativo e nem qualitativo que abastece estas comunidades, sendo que novos poços e novas fossas são constantemente instaladas sem análise das condições topográficas e geológicas, há sempre uma possibilidade de contaminação e consequente possibilidade de serem transmissoras de doenças de veiculação hídrica.

A associação entre baixa qualidade do saneamento ambiental e variações climáticas em aglomerados de áreas urbanas tem revelado números elevados de casos de doenças de veiculação hídrica. De acordo com dados do DATASUS, no período de 2003 a 2012 foram registrados aproximadamente 8.500 casos de diarreia em crianças menores de dois anos para o referido município. De 2003 a 2012 o total de famílias acompanhadas foi ampliado de 179.111 para 202.074 e o número de casos foi reduzido. No entanto, ao analisar os dados mensais totais de 2003 a 2012, mesmo tendo reduzido o número de casos, observa-se a prevalência da diarreia ao longo de todos os meses, com leve aumento do número de casos nos meses de abril, maio, junho e julho meses mais chuvosos. Outras doenças de veiculação hídrica ainda prevalecem, principalmente nas comunidades ribeirinhas, como no caso da ascarirose (160 casos em 2010, 320 em 2011 e 40 em 2012) e da esquistossomose (60 casos em 2010, 210 em 2011 e 99 em 2012), cuja prevalência no ambiente são indicadores de contaminação local (PROGRAMA..., 2014). Para estes casos, faz-se necessário ampliar a série temporal e espacial para diagnosticar se há correlação com a pluviosidade ou se a

ausência do saneamento local e a base para a prevalência destas doenças na comunidade. Estes dados estão sendo pesquisados.

Conclusões

O crescimento populacional do município não foi acompanhado de melhorias no sistema de saneamento básico, principalmente no tocante à coleta e tratamento dos efluentes gerados. A base física se traduz em boas condições de armazenamento de água superficial e subterrânea, embora a degradação do uso do solo e da vegetação tem comprometido a qualidade hídrica.

Os múltiplos usos dos recursos são o abastecimento humano, dessedentação animal, manutenção da biodiversidade, lazer, diluição de efluentes domésticos e uso agroindustrial. De acordo com as pesquisas realizadas, foram diagnosticadas Doenças de Veiculação/Transmissão Hídrica (amebíase, giardíase, gastroenterite, esquistossomose, ascariíase, ancilostomíase e dengue). Pesquisas ainda serão ampliadas para diagnosticar a prevalência das referidas doenças em termos espaço-temporal com fins às ações de planejamento local.

Este quadro revela a necessidade de ações de planejamento ambiental e de gestão hídrica em âmbito local associando os setores de saneamento, habitação, saúde e educação.

Agradecimentos

A Capes, UFS e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica.

Referências

ABERS, R. N. (Org.) *Água e política: atores, instituições e poder nos organismos colegiados de bacia hidrográfica no Brasil*. São Paulo: Annablume, 2010.

ALIEVI, A. A.; PINESE, J. P. P. Aproximações entre geografia da saúde e saúde ambiental: o papel dos recursos hídricos nos agravos à saúde coletiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFOS, 16., Porto Alegre, 2010. *Anais...* Porto Alegre, 2010.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002. 458 p.

CARVALHO, M. E. S. **A questão hídrica na bacia sergipana do rio Vaza Barris**. 2010. 371 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

CPRM. **Projeto cadastro da infra-estrutura hídrica do Nordeste**: São Cristóvão. 2002.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidades social e saúde no Brasil. *Terra Livre*, São Paulo, a. 19, v.1, n. 20, p. 193-204, jan./jul. 2003.

DATASUS. Sistema de Informação de Atenção Básica - SIAB
Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?siab/cnv/SIABSSE.def>>. Acesso em: 21/11/2014.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Sergipe, 2006.

_____. **Censo demográfico**. Sergipe, 2010.

JUNQUEIRA, R. D. Geografia Médica Geografia da Saúde, **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, MG, v. 5, n. 8, p. 57-91, Jun. 2009.

MENDONÇA, F. de A. **Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática**, **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

OLIVEIRA, L.; CARVALHO, M. E. S. **Indicadores socioambientais e de recursos hídricos na grande Aracaju**. Relatório do PIBIC. São Cristóvão, SE: UFS, 2014.

PROGRAMA de controle da esquistossomose em Sergipe. Secretaria de Estado da Saúde. 2014.

PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil, 2013**. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 21/11/2013.

PORTO GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. 461 p..

REBOUÇAS, B. B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008. p. 162.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Observatório de Sergipe**. Disponível em: <<http://www.observatorio.se.gov.br/geografia-e-cartografia-de-sergipe.html>>. Acesso em: 20/09/2013.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Atlas digital de recursos hídricos**. 2014.

APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA DIMENSIONAMENTO DE BACIAS DE DISSIPACÃO DO TIPO USBR

Wagner Dary da Silva¹
Ana Paula Barbosa Avila Macedo²

Resumo

As planilhas eletrônicas, em conjunto com as linguagens de programação, tem permitido a automatização de cálculos relativos ao dimensionamento de várias estruturas da Engenharia Hidráulica, possibilitando aos usuários dispor de respostas rápidas e seguras. Seguindo esta linha, este trabalho teve por objetivo desenvolver um aplicativo computacional para o dimensionamento de bacias de dissipação do tipo USBR (United States Bureau of Reclamation). A ferramenta foi concebida a partir do software Microsoft Office Excel 2010 em linguagem de programação Visual Basic (VBA). A partir da inserção dos parâmetros de entrada, o aplicativo seleciona a bacia USBR adequada ao escoamento em questão e exibe os valores dos parâmetros referentes ao dimensionamento através de um relatório de saída.

Palavras-chave: bacias USBR, ressalto hidráulico, engenharia hidráulica.

Introdução

A energia cinética inerente ao escoamento a jusante dos vertedores de barragens chega a níveis bastante elevados. Torna-se necessário, então, a construção de dispositivos dissipadores de energia que compatibilizem a velocidade do escoamento com as características de resistência do meio físico a jusante, de modo a não causar danos à própria estrutura de dissipação e em obras anexas ou ao canal que restitua as vazões de cheia ao curso de água natural.

As bacias de dissipação de energia desenvolvidas pelo organismo de investigação *United States Bureau of Reclamation* (USBR) são estruturas bastante usadas para este fim. São resultantes de estudos desenvolvidos durante vinte e três anos de pesquisa baseados em várias estruturas existentes e investigações em modelos reduzidos.

Tratam-se de estruturas padronizadas que efetuam a dissipação de energia por meio do conceito do ressalto hidráulico. São dotadas de acessórios (blocos de queda, blocos de amortecimento e soleira terminal) que as tornam eficientes e compactas.

As planilhas eletrônicas, em conjunto com as linguagens de programação, tem permitido a automatização de cálculos relativos ao dimensionamento de várias estruturas da Engenharia Hidráulica. Seu emprego permite que o dimensionamento seja conduzido de modo rápido, com diminuição da incidência de erros, possibilitando, ainda, a realização de simulações (ZIEMER, 2003).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo computacional, denominado *BaciaCalc*, idealizado para selecionar e dimensionar a bacia de dissipação do tipo USBR adequada para dado escoamento.

¹ Engenheiro Civil, D&L Construções Ltda, Aracaju, SE;

² Engenheira Civil, Mestre em Hidráulica e Saneamento, Professora Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE.

Materiais e Métodos

Os projetos de bacias dissipadoras estão diretamente relacionados com o *Numero de Froude* da seção de montante do ressalto (Fr_1). Este parâmetro é dado pela relação:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g y_m}} \quad (1)$$

em que v é a velocidade média do escoamento (m/s), g é a aceleração da gravidade (m/s^2) e y_m é a profundidade média do escoamento (m), dada pela relação entre a área molhada e a largura superficial. Para canais retangulares, a profundidade média do escoamento é igual a profundidade d'água.

O valor de Fr_1 define o tipo de bacia USBR: Bacia tipo I - para $1,2 < Fr_1 < 2,5$; bacia tipo II - para $Fr_1 \geq 4,5$ e velocidade superior a 20 m/s; bacia tipo III - para $Fr_1 \geq 4,5$ e velocidade inferior a 20 m/s e bacia tipo IV - para $2,5 < Fr_1 < 4,5$.

O dimensionamento das bacias de dissipação USBR consiste na determinação dos valores das profundidades do escoamento nas seções de montante e jusante do ressalto (y_1 e y_2), cota de fundo (z_1) e comprimento (L) da bacia e dimensões dos acessórios contidos na estrutura. Este procedimento requer o conhecimento dos seguintes parâmetros: vazão específica de projeto (q), velocidades do escoamento nos canais de entrada e de restituição (v_0 e v_3), profundidades do escoamento nos canais de entrada e de restituição ou de fuga (y_0 e y_3) e cotas do fundo dos canais de entrada e de restituição (z_0 e z_3) (Figura 1).

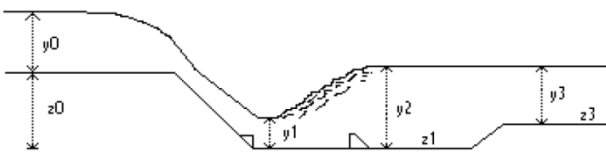


Figura 1. Esquema de uma bacia de dissipação.

Fonte: TURELLA (2010).

Para o cálculo de y_1 utiliza-se a Equação 2, cujo desenvolvimento é apresentado por Silva (2013):

$$\frac{y_1}{y_c} = \frac{1}{1,0097 + 1,3010 \left(\frac{\Delta E}{y_c}\right)^{0,5}} \quad (2)$$

onde ΔE é a quantidade de energia dissipada (m) e y_c é a profundidade crítica (m), calculadas, respectivamente, por:

$$\Delta E = \left(z_0 + y_0 + \frac{v_0^2}{2g}\right) - \left(z_3 + y_3 + \frac{v_3^2}{2g}\right) \quad (3)$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \quad (4)$$

A profundidade a jusante do ressalto y_2 pode ser calculada a partir da equação das profundidades conjugadas do ressalto:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1 \right) \quad (5)$$

A cota de fundo (z_1) pode ser determinada por:

$$z_1 = \left(z_0 + y_0 + \frac{v_0^2}{2g}\right) - \left(y_1 + \frac{v_1^2}{2g}\right) \quad (6)$$

A altura do ressalto (y_r) é obtida através da diferença entre as profundidades do escoamento

a jusante (y_2) e a montante do ressalto (y_1).

De acordo com Turella (2010), os muros laterais da bacia devem apresentar coroamento horizontal com uma folga (f) relativamente ao nível d'água de jusante dada por $f = 0,1 (y_1 + y_2)$.

Logo, a cota superior dos muros laterais (CML) pode ser calculada por $CML = z_3 + y_3 + f$.

O aplicativo foi desenvolvido a partir do *software Microsoft Office Excel 2010*, em linguagem de programação *Microsoft Visual Basic (VBA)*, no sistema operacional Windows 7. Ele está disponibilizado através de um arquivo único, com aproximadamente 800 KB, com extensão *.xlsm*.

A Figura 2 apresenta a série de operações executadas pela ferramenta.

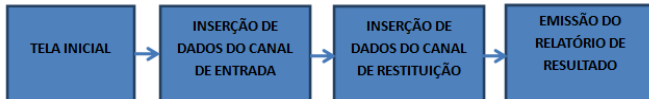


Figura 2. Série de operações executadas pelo aplicativo *BaciaCalc*.

O aplicativo é constituído por sete abas: Tela Inicial, Canal de Entrada, Canal de Restituição, Rel. Tipo I, Rel. Tipo II, Rel. Tipo III e Rel. Tipo IV. Navega-se no aplicativo pelos botões de opção inseridos no mesmo ou pelas abas, posicionadas na borda inferior do programa.

A Tela Inicial exibe informações relativas ao aplicativo, como nome, versão, objetivo e nomes do desenvolvedor e do orientador. No canto inferior esquerdo encontra-se o botão *Início*, que conduz o usuário à tela Canal de Entrada.

Nas telas Canal de Entrada e Canal de Restituição encontram-se caixas para inserção dos parâmetros de entrada relativos a estas estruturas, a saber: q , y_0 , z_0 , y_3 e z_3 . No lado direito das telas visualiza-se o desenho esquemático da bacia. Abaixo das telas, encontram-se três botões: *Voltar* e *Limpar*, comum às duas telas, e *Avançar* ou *Calcular*.

A partir da inserção dos parâmetros de entrada, o aplicativo definirá o tipo de bacia USBR que se adequa ao caso de acordo com o valor de Fr_1 (Equação 1) e v_1 . Para tanto, realiza o cálculo dos seguintes parâmetros previamente: v_0 e v_3 (através da equação da continuidade aplicada a canal retangular com a utilização do conceito de vazão específica), DE (Equação 3), y_c (Equação 4), y_1 (Equação 2) e v_1 (de modo semelhante ao conduzido para v_0 e v_3).

Os seguintes cálculos relativos ao ressalto também são realizados pelo aplicativo: y_2 (Equação 5), y_r , v_2 (através do mesmo procedimento usado no cálculo de v_1) e Fr_2 (Equação 1).

Finalmente, a ferramenta executa o cálculo das variáveis referentes ao dimensionamento da mesma, tais como cota de fundo (z_1) (Equação 6), cota superior dos muros laterais (CML), segundo descrito anteriormente, e comprimento (L). Esta última variável, bem como as dimensões dos acessórios, é calculada conforme os valores estabelecidos para cada tipo de bacia.

Após a execução dos cálculos, o aplicativo exibe a tela de relatório correspondente à bacia selecionada, com o desenho esquemático da bacia e os parâmetros de entrada, do ressalto hidráulico e do dimensionamento.

Resultados e Discussão

A fim de comprovar a funcionalidade da ferramenta, selecionou-se um exemplo de aplicação presente em uma publicação que aborda o tema em questão. Observou-se que os resultados gerados pelo aplicativo são idênticos aqueles apresentados na publicação.

Apresenta-se, a seguir, o exemplo selecionado e as telas de inserção dos parâmetros de entrada (Figuras 3 e 4) e de relatório correspondente (Figura 5).

Exemplo: Dimensionar uma bacia de dissipação, retangular, de fundo horizontal, conhecendo-se: $q = 3 \text{ m}^3/\text{s.m}$, $y_0 = 1,2 \text{ m}$, $z_0 = 100 \text{ m}$, $z_3 = 90 \text{ m}$ e $y_3 = 3 \text{ m}$, Porto (1986).

PARÂMETROS DE ENTRADA

CANAL DE ENTRADA

Vazão específica (q) m²/s/m

Profundidade (y_0) m

Cota (z_0) m

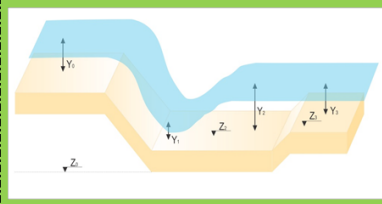


Figura 3. Parametros de entrada - canal de entrada no aplicativo BaciaCalc.

PARÂMETROS DE ENTRADA

CANAL DE RESTITUIÇÃO

Profundidade (y_2) m

Cota (z_2) m

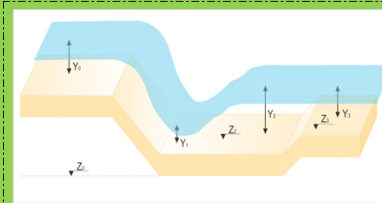


Figura 4. Parametros de entrada - canal de restituição no aplicativo BaciaCalc.

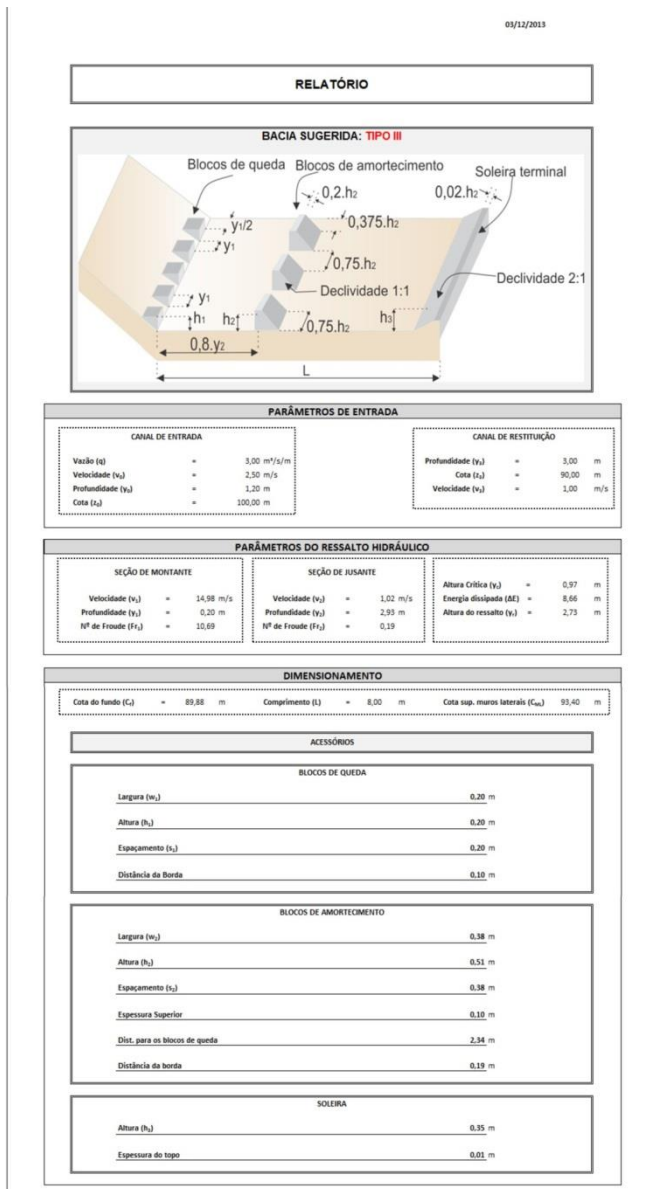


Figura 5. Relatório - Bacia Tipo III – Sa da no aplicativo BaciaCalc.

Conclusões

O aplicativo revelou-se uma ferramenta de fácil entendimento e manejo.

A ferramenta apresentou resultados concordantes quando comparado com os exemplos de aplicação selecionados.

O aplicativo pode ser útil tanto para fins profissionais quanto para fins didáticos. Nesta última situação, os estudantes de engenharia poderão realizar diferentes simulações.

O aplicativo calcula e apresenta no relatório final, para todos os tipos de bacia, os parâmetros do ressalto hidráulico, fenômeno de grande interesse na Hidráulica.

Referências

PETERKA, A. J. **Hydraulic design of stilling basins and energy dissipators**. Washington: United States Government Printing Office, 1984. 226 p.

PORTO, R. de M. **Tópicos de hidráulica aplicada**. São Carlos, EESC, 1986. 86 p. Apostila.

SILVA, W. D. da. **Aplicativo computacional para dimensionamento de bacias de dissipação do tipo USBR**. 2013. (Trabalho de Conclusão de Curso). Aracaju- Faculdade Pio X, Aracaju, 2013.

TURELLA, D. S. **Critérios de dimensionamento para bacia de dissipação por ressalto hidráulico tipo I**. 2010. (Trabalho de Diplomação) - Porto Alegre, UFRGS, 2010.

ZIEMER, A. H. **Aplicativo computacional para dimensionamento de canais e estruturas hidráulicas**. 2003. 108 f. Mestrado (Dissertação) - Lavras, UFLA, 2003.

AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA

Isabella Ferreira Nascimento Maynard¹
Marcus Aurelio Soares Cruz²
Laura Jane Gomes³

Resumo

O Brasil é detentor de grande quantidade de água doce do planeta, entretanto, a população de grandes estados como São Paulo, Rio de Janeiro e do Nordeste brasileiro, vem sofrendo, recentemente, os efeitos da falta de água. Com o objetivo de analisar a evolução da eficiência do uso da água nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba, foi feito o levantamento do índice de perdas na distribuição de água (%) nos anos 2005, 2010 e 2013. O cenário encontrado foi de progressão acentuada de perdas na distribuição de água, com destaque para os municípios de Barra dos Coqueiros e Maruim que alcançaram em 2013 o índice de 73,31% e 76,63%, respectivamente.

Palavras-chave: abastecimento de água, crise hídrica, gestão ambiental.

Introdução

Com 12% a 16% da água doce disponível do planeta, o Brasil é um país rico nesse recurso que a natureza prove de graça a população e a economia. Soem aparência, contudo, é confortável a situação brasileira. Em primeiro lugar, há o problema da distribuição: o litoral é tanto mais abundante onde menor é a população e mais preservadas são as florestas, como na Amazônia. No litoral do país, assim como nas regiões Sudeste e Nordeste (onde se concentram 70% da população), muitos centros urbanos já enfrentam dificuldades de abastecimento – agravados por secas como as que se abateram sobre São Paulo, neste ano, e sobre o semiárido nordestino em 2012/13 (LEITE, 2015)

O índice de perdas na distribuição de água faz a comparação entre o volume de água disponibilizado para distribuição e o volume consumido. Os índices de perdas estão diretamente associados a qualidade da infraestrutura e a gestão dos sistemas. Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser levantadas, tais como: falhas na detecção de vazamentos; redes de distribuição funcionando com pressões muito altas; problemas na qualidade da operação dos sistemas; dificuldade no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrometros; ausência de programa de monitoramento de perdas (BRASIL, 2010).

O valor médio de perdas na distribuição de água do Brasil, para todo o conjunto de prestadores de serviços, no ano de 2010, foi de 38,8%. O Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto mostrou também, que o Estado de Sergipe através da prestadora de serviços de abrangência regional, a Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso), possui um índice de perdas na distribuição acima da média nacional, com 59% (BRASIL, 2010).

¹ Engenheira Ambiental, Mestrado em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

² Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE;

³ Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Agrícola, professora da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

Quando se compara os índices de perda do Brasil com o de países desenvolvidos, é notável o grande espaço para mudanças. Algumas cidades da Alemanha e do Japão possuem 11% e da Austrália possui 16%. O elevado índice de perdas de água reduz o faturamento das empresas e, conseqüentemente, sua capacidade de investir e obter financiamentos. Além disso, gera danos ao meio ambiente na medida em que obriga as empresas de saneamento a buscarem novos mananciais (ASSOCIAÇÃO..., 2013).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o cenário do Índice de Perdas na Distribuição de Água nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba em Sergipe, com o intuito de qualificar de acordo com Tsutiya (2006) os valores encontrados e assim contribuir com informações relevantes de forma clara para a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Materiais e Métodos

A análise da evolução da eficiência do uso da água nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba consistiu na realização de um levantamento dos Índices de Perdas na distribuição de água (%), disponível a nível municipal no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) através de planilhas com dados operacionais publicadas no Diagnóstico Anual dos Serviços de Água e Esgoto do Ministério das Cidades (BRASIL, 2005; 2010; 2013).

Esta análise foi realizada para três anos disponíveis no SNIS: 2005, 2010 e 2013; sendo a publicação 2013, a mais recente.

O índice de perdas na distribuição de água é fornecido para todos os municípios atendidos por prestadores de serviços de abrangência local - na bacia em estudo - o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) para os municípios de Capela e Carmópolis; e pelos prestadores de serviços de abrangência regional, Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso), para os demais municípios da bacia em estudo.

A Tabela 1 é uma adaptação realizada para qualificar quanto ao percentual do Índice de Perdas (TSUTIYA, 2006).

De acordo com Tsutiya (2006), esta é uma tentativa de classificação dos sistemas de abastecimento de águas em relação às perdas, e também, procura dar uma referência da ordem de grandeza dos números percentuais geralmente encontrados.

Os mapas foram confeccionados a partir da atribuição dos valores de perdas ao centroide dos polígonos em formato *shapefile* no software ArcGIS 10.1.

Resultados e Discussão

Com base nas informações obtidas no banco de dados do SNIS, foram elaborados três mapas representando a evolução da eficiência do uso da água nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba em 2005 (Figura 1), 2010 (Figura 2) e em 2013 (Figura 3) de modo a facilitar a visualização do cenário de perdas na distribuição de água na bacia hidrográfica do Rio Japaratuba.

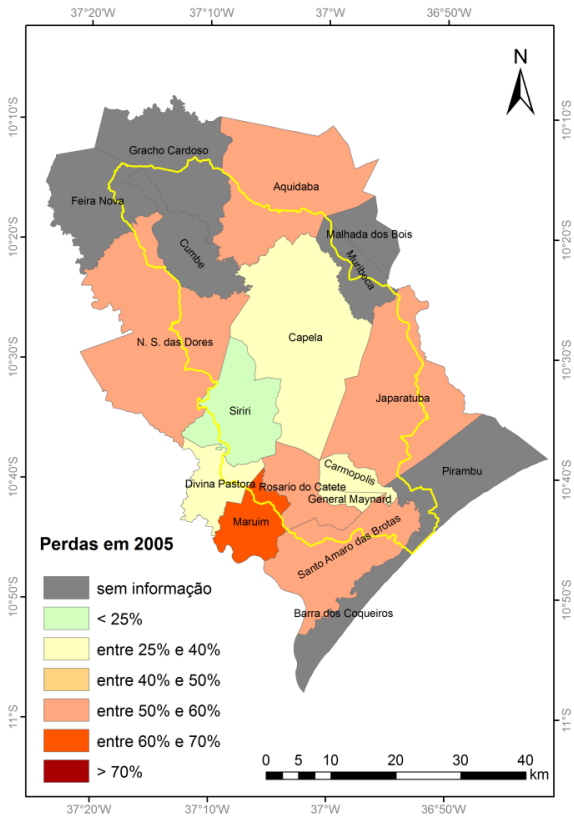


Figura 1. Perdas na distribuição de água nos municípios inseridos/parcialmente inseridos na bacia hidrográfica do Rio Japaratuba em 2005.

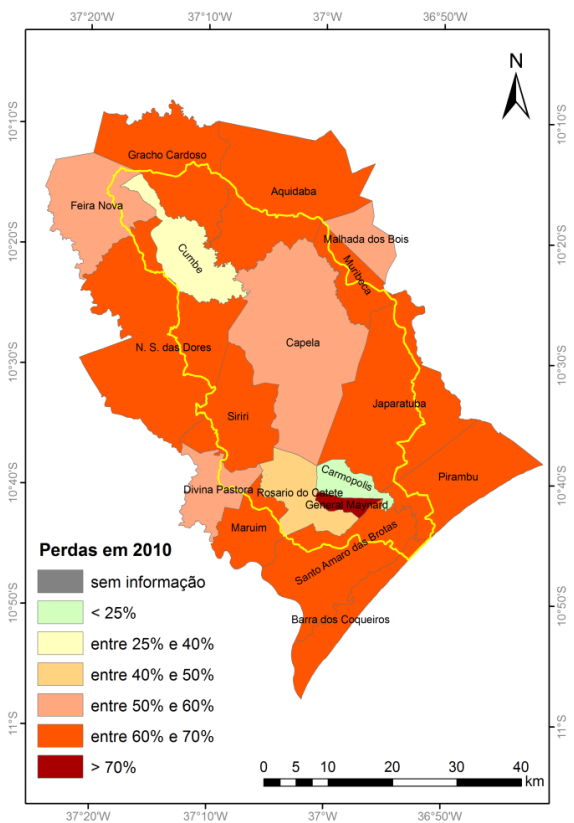


Figura 2. Perdas na distribuição de água nos municípios inseridos/parcialmente inseridos na bacia hidrográfica do Rio Japaratuba em 2010.

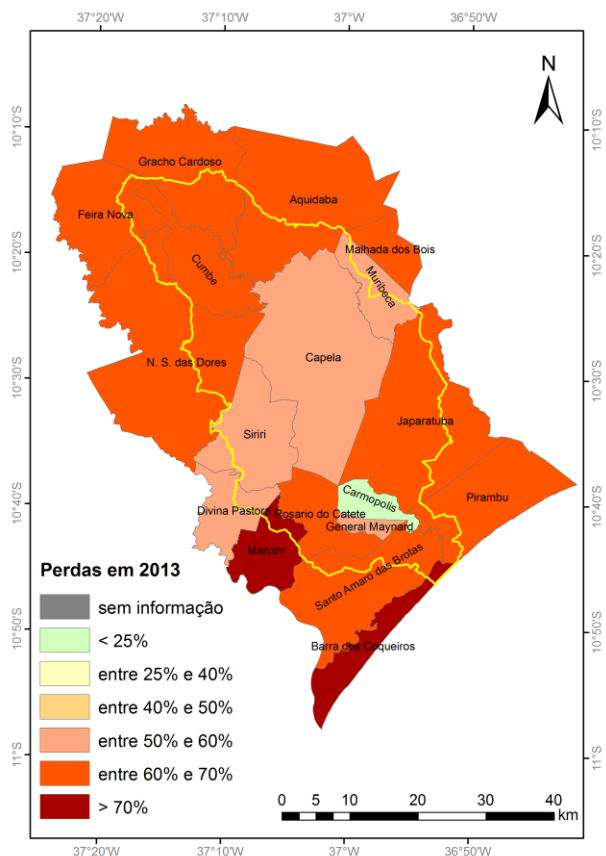


Figura 3. Perdas na distribuição de água nos municípios inseridos/parcialmente inseridos na bacia hidrográfica do Rio Japarutuba em 2013.

O Índice Médio de Perdas na distribuição de água nos municípios inseridos na bacia, no ano de 2005 foi de 44,83%; em 2010 foi igual a 56,25% e de 59,14% em 2013; sendo possível notar que houve um aumento desse índice refletido negativamente no sistema de gestão. De acordo com a qualificação de Tsutiya (2006) (Tabela 1), todas as médias analisadas estão classificadas como ruins. Destacam-se como os piores índices de perdas dentre os analisados, os dos municípios de Barra dos Coqueiros e de Maruim que alcançaram em 2013, os índices de 73,31% e 76,63%, respectivamente.

Tabela 1: Classificação quanto ao Índice de Perdas.

Índice total de perdas - P (%)	Classificação do sistema
$P < 25 \%$	Bom
$25 \leq P < 40$	Regular
$P \geq 40$	Ruim

Fonte: Adaptado de Tsutiya (2006).

De acordo com o Diagnóstico analisado, os valores elevados dos índices de perdas na distribuição de água indicam que os investimentos em curso no país não conseguiram reduzir, de maneira significativa, as perdas de água nos sistemas de abastecimento. Assim, a proposta de ampliar as ações estruturantes consiste em propor investimentos para melhoria da gestão, sustentabilidade da prestação de serviços, modernização de sistemas e apoio ao aperfeiçoamento da gestão. O estabelecimento de ações contínuas de redução e controle de perdas, a partir de investimentos concretos nesta área, pode assegurar benefícios com eficiência e eficácia (BRASIL, 2010).

Conclusões

Foi possível identificar um cenário negativo, com os índices médios de perdas qualificados como ruins em todos os anos analisados; e ainda uma evolução negativa do índice de perdas na distribuição de água.

Necessidade de um Programa de monitoramento de Perdas no sistema e maiores investimentos em infraestrutura e fiscalização de ligações clandestinas e/ou vazamentos; Elaboração de diagnósticos indicativos das principais causas das perdas existentes na região estudada.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Sergipe, a Embrapa e a Capes.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água**: diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate. Rio de Janeiro, 2013. 45 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília, DF, 2010. 448 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa de Modernização do Setor Saneamento. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília, DF, 2005. 338 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa de Modernização do Setor Saneamento. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**: diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília, DF, 2013.

LEITE, M.; ALMEIDA, L. de; GERAQUE, E.; CANZIAN, F.; GARCIA, R.; AMORA, D. L. Lquido e incerto: o futuro dos recursos hídricos no Brasil. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 15 set. 2014. Disponível em: <<http://arte.folha.uol.com.br/ambiente/2014/09/15/crise-da-agua/>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARIPE NO MUNICÍPIO DE INDIAROBA NO ESTADO DE SERGIPE

Cristina dos Santos Esteves¹
Marinóe Gonzaga da Silva²
Anderson Nascimento do Vasco³
Antenor de Oliveira Aguiar Netto⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio Paripe, fonte importante de água para abastecimento público para o Município de Indiaroba (Sergipe, Brasil), utilizando o Índice de Qualidade da Água – IQA. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados foram pH, turbidez, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total e coliformes termotolerantes. Os valores de pH, turbidez, OD, fósforo total, apresentaram-se normais em comparação com os valores estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) para as classes 1 e 2 de água doce. Os valores de condutividade elétrica variaram entre 0,133 a 0,119 mS.cm⁻¹ e 0,201 a 0,397 mS.cm⁻¹. Já para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e os coliformes termotolerantes os resultados encontrados não estão de acordo com a Resolução 357/2005 do Conama, para as águas doces classe 2. Considerando os parâmetros avaliados e possível indicar que a qualidade da água do Rio Paripe está sendo afetada por excesso de matéria orgânica, portanto práticas agroecológicas de manejo do solo e tratamento de efluentes são fundamentais para a manutenção da qualidade da água.

Palavras-chave: monitoramento ambiental, recursos hídricos, degradação.

Introdução

A falta de organização e de planejamento das cidades ocasiona impactos negativos ao ambiente, levando a degradação da qualidade da água, o que afeta diretamente a sociedade e a natureza. De acordo com Miranda et al. (2009) a poluição das águas é causada por um conjunto de ações humanas e afeta reservatórios superficiais e subsuperficiais, a interferência humana no ambiente e provocada principalmente pelo lançamento de efluentes agrícola e urbano. Estas ações são responsáveis pela contaminação dos recursos hídricos e consequentemente sua inutilização (BARRETO; GARCIA, 2010). Por isso a qualidade da água vem reduzindo a cada dia. Neste sentido, avaliar a qualidade da água de um manancial é de fundamental importância no manejo de uma bacia hidrográfica, fornecendo subsídios para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Muitos trabalhos têm utilizado o Índice de Qualidade da Água - IQA para avaliar a qualidade da água de um manancial. Pinto et al. (2009) estudou o comportamento da qualidade da água uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG, e constatou que o parâmetro coliforme é o principal fator limitante da qualidade da água, e em menor escala o OD e a DBO. Zazini et al. (2010) avaliaram a qualidade da água da microbacia do Corrego Rico, que abastece a cidade de Jaboticabal (SP) e concluiu que as atividades antropicas às margens do correjo reduzem a qualidade de sua

¹ Graduanda em Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Licenciatura em Química, Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Engenheiro-agrônomo, Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁴ Engenheiro-agrônomo, Pós-Doutor em Engenharia Ambiental, professor da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

água, durante os diferentes períodos do ano, tornando-se adequada para abastecimento urbano após tratamento convencional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do Rio Paripe, fonte importante de água para abastecimento público para o Município de Indiaroba no Estado de Sergipe-Brasil.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica Rio Paripe, localizada na região sul do Estado de Sergipe, tendo sua nascente localizada no Município de Umbaúba, apresenta grande importância para o sul sergipano, principalmente por possibilitar atividades como produção agrícola, abastecimento público e industrial, atividade pesqueira e de lazer. Contudo, além do elevado nível de exploração, uma série de transformações na sua dinâmica possibilitam alterações ecossistêmicas e socioeconômicas na região que comprometem a qualidade da água e consequentemente o abastecimento e a saúde pública. O monitoramento foi realizado durante o período chuvoso e seco do ano (de julho de 2014 a janeiro de 2015). As amostragens foram realizadas em seis campanhas diferentes nos dias: 13 de julho, 17 de agosto, 23 de setembro, 19 de outubro, 16 de novembro e 11 de janeiro, do ano de 2014 e 2015, em dois pontos de coleta (Ponto 1, em um areal e Ponto 2, sob a ponte da rodovia linha verde), dessa forma garantiu-se verificar o efeito espacial e sazonal sobre as características físicas, químicas e biológicas da água do rio. Os pontos foram escolhidos de acordo com característica local e suas possíveis interferências na qualidade dos recursos hídricos. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total e coliformes termotolerantes.

A preservação das amostras e as análises dos parâmetros estudados foram efetuadas utilizando a metodologia analítica descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association. 22th ed. 2012. No momento da coleta, foi determinada a temperatura da água. As análises foram realizadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS).

A análise dos dados de qualidade de água foi realizada a partir de estatística descritiva e comparações com a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, a análise de variabilidade espacial e temporal para verificar a variação sazonal foi realizada por meio de tabelas e gráficos.

Resultados e Discussão

Os descritores estatísticos calculados para as variáveis da qualidade da água do Rio Paripe estão representados na Tabela 1. Os valores de temperatura variaram entre 24°C e 28°C (Tabela 1), sendo que a temperatura máxima foi verificada em novembro de 2010, e a mínima foi verificada no mês de julho de 2011. A temperatura é uma variável que está diretamente relacionada com a solubilidade dos gases nos corpos d'água, em especial do oxigênio dissolvido, assim como as variações de pH (SILVA et al., 2014).

Nos ecossistemas aquáticos o pH é um parâmetro fundamental, entretanto, o grande número de fatores que o influenciam tornam sua interpretação difícil (ESTEVES, 2011). Os valores variaram entre 6,90 e 7,56, e todas as amostras estiveram dentro do limite estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), entre 6,0 a 9,0, para as classes 1 e 2 de água doce.

A turbidez é uma variável de importância fundamental no monitoramento de bacias hidrográficas, sendo um indicador em programas de manejo e conservação do solo. (HERMES et al., 2006). Os valores de turbidez mantiveram-se dentro dos limites da Resolução nº 357/2005 do Conama para classe 2 (100 UNT).

A condutividade elétrica da água doce, varia de 0,01 a 1 mS cm⁻¹, também pode ser

considerado um parametro indicador de poluição, altos valores de condutividade podem estar associados tanto a fontes não pontuais de poluição (águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas) como a fontes pontuais (lançamento de efluentes de áreas residenciais/urbanas) que liberam altos teores de íons dissolvidos (ALVES et al., 2007; HERMES et al., 2006). Os valores de condutividade elétrica variaram entre 0,133 a 0,119 mS.cm^{-1} e 0,201 a 0,397 mS.cm^{-1} , nos períodos chuvosos e seco respectivamente, Silva et al. (2014) encontraram resultados semelhantes, ou seja a redução da condutividade elétrica no período chuvoso, atribuída ao aumento da vazão dos rios nesta estação, reduzindo assim a concentração dos sólidos dissolvidos.

Com relação ao parametro oxigênio dissolvido (OD), as concentrações variaram entre 5,73 a 9,69 mg.L^{-1} , a concentração média para o período de estudo foi de 8,23 mg.L^{-1} (Tab. 1), durante o período estudado todos os valores encontrados para o OD foram de acordo com a Resolução 357/2005 do Conama para as águas doces classe 2, acima de 5 mg.L^{-1} (Figura 1a). Silva et al. (2014), afirmam que o oxigênio dissolvido é um dos principais parametros para se determinar a qualidade das águas, sua presença é essencial para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e autodepuração dos mananciais.

Já para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), os resultados encontrados não estão de acordo com a Resolução 357/2005 do Conama, para as águas doces classe 2, até 5 mg.L^{-1} de O_2 (Figura 1b), apenas na coleta do mês de julho foram encontrados valores de acordo com a supracitada resolução. A elevação da concentração da DBO está associada a presença de matéria orgânica que pode ser proveniente de efluentes domésticos e agrícolas.

Todos os valores do fósforo total estiveram de acordo com o limite para este parametro estabelecido na Resolução 357 do Conama para águas doces classe 2, 0,1 mg.L^{-1} (Figura 1c). Silva et al. (2014) também encontraram baixos valores de fósforo total para o Rio Poxim. Este parametro é um dos mais importantes na eutrofização dos corpos d'água.

Os valores para os coliformes termotolerantes variaram entre 39 e 16000 NMP.100 mL^{-1} , e média de 3719 NMP.100 mL^{-1} , (Tabela 1). Referente a Resolução 357/2005 do Conama para águas doces classe 2, o limite é de 1000 NMP.100 mL^{-1} , dessa forma os valores foram excedidos nas campanhas de julho, setembro e novembro, ou ainda 50% das amostras tiveram valores acima do valor estabelecido pela supracitada resolução (Figura 1d). A presença de coliformes está relacionada a contaminação por efluentes sanitários e também através de excremento de animais. A água contaminada com esses efluentes fornece riscos de veiculação de doenças, mesmo após o tratamento (ALVES; GARCIA, 2006).

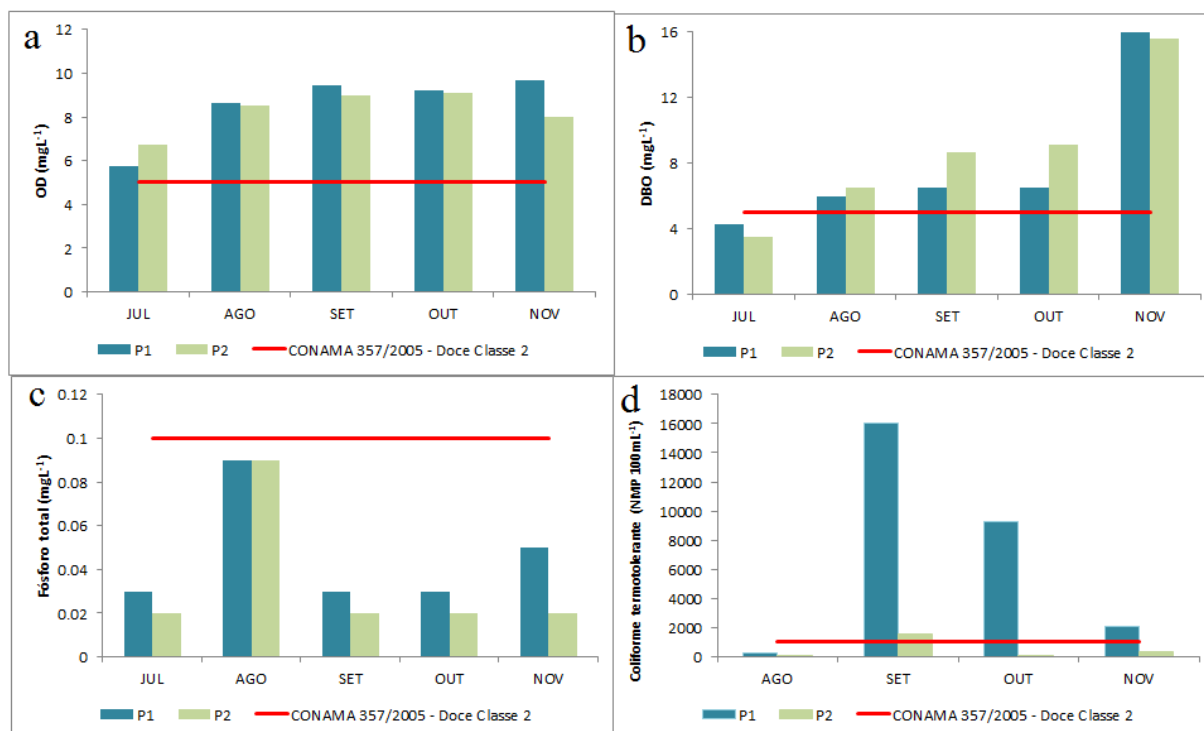


Figura 1. Variação do oxigênio dissolvido (a), demanda bioquímica de oxigênio (b), fósforo total (c) e coliformes termotolerantes (d) da água do Rio Paripe (julho a novembro de 2014).

Tabela 1. Descritores estatísticos dos parâmetros de qualidade da água do Rio Paripe para o período de julho a novembro de 2014.

Parâmetros	P1			P2		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
pH	6.90	7.56	7.27	7.01	7.50	7.28
Temperatura (°C)	24.0	28.0	26.0	24.0	26.0	24.5
Turbidez (UNT)	2.90	65.50	21.88	10.90	89.90	29.88
Sólidos totais (mgL ⁻¹)	152.00	987.40	351.00	116.80	188.40	137.52
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	0.14	0.40	0.27	0.13	0.23	0.20
Oxigênio dissolvido (mgL ⁻¹)	5.73	9.69	8.54	6.75	9.10	8.28
Demanda bioquímica de oxigênio (mgL ⁻¹)	4.30	17.80	8.22	3.50	15.60	8.68
Fósforo total (mgL ⁻¹)	0.03	0.09	0.05	0.02	0.09	0.03
Coliformes termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	270.00	16000.00	6917.50	39.00	1600.00	520.50

Conclusões

A qualidade da água encontra-se fora do padrão estabelecido pela Resolução 357/2005 do Conama para a demanda bioquímica de oxigênio e coliformes termotolerantes, denotando a necessidade de se tratar efluentes domésticos.

Considerando os demais parâmetros avaliados indicam que a qualidade da água do Rio Paripe é boa.

A adoção de práticas de manejo agroecológicas do solo são fundamentais para a manutenção da qualidade da água deste manancial.

Ação de conscientização com os moradores e poder público sobre a importância de redução do lançamento de efluentes domésticos.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe pela concessão de bolsa de apoio a pesquisa (Edital IFS/PROPEX nº 08/2014)

Referências

- ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da água. In: AGUIAR NETTO, A. O. et al. **Diagnóstico e avaliação ambiental de sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim**. Relatório Interno UFS/FAPESE, Aracaju, 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington: APHA, 2012. 1368 p.
- BARRETO, P. R.; GARCIA C. A. B.; Caracterização da qualidade da água do açude Buri–Frei Paulo/SE, **Scientia Plena**, Aracaju, v. 6, n. 9, 2010.
- BRITTO, F. B. et al. Herbicidas no alto Rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 390-398, abr./jun. 2012.
- HERMES, L. C. et al. Considerações gerais e monitoração de qualidade de água. In: FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. **Índice do uso sustentável da água (ISA-ÁGUA) região do sub-médio São Francisco**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. p. 17-41.
- MIRANDA, R. G.; PEREIRA, S. F.; ALVES, D. T. V.; Qualidade dos recursos hídricos da amazonia Rio Tapajos: Avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos. **Ambi-Agua**, Taubate, SP, v. 4, n. 2, p. 75-92, 2009.
- PINTO, D. B. F. et al. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na Região Alto Rio Grande, MG-Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, jul./ago. 2009.
- SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana-BA. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.
- SILVA, M. G. et al. A qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Poxim. In: NASCIMENTO, A. V. do; WANDERLEY, L. de L.; SILVA, M.G. da. (Org.). **Rio Poxim, o rural, o urbano e o ambiental na bacia hidrográfica**. Aracaju: EDIFS, 2014. v. 1, p. 206-228.
- SANTOS, E. A. Perfil de concentração das espécies do fósforo e do nitrogênio nas águas das bacias do Rio Bacanga e Anil, São Luís – MA e sua relação com a qualidade da água, Dissertação **Mestrado**, Programa de Pós-Graduação em Química, UFMA, 2011. 96 f.
- ZANINI H. L. H. T et al. Caracterização da água da microbacia do córrego Rico avaliada pelo Índice de Qualidade de Água e de estado trófico, **Engenharia Agrícola**, Botucatu, SP, v. 30, n. 4, p. 732-741, jul./ago. 2010.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS DA BACIA HIDROGRÁFICA COSTEIRA

Rosa Cecília Lima Santos¹
Barbara Amanda Caldas Cardoso²
Claudia Moura de Melo³,
Alvaro Silva Lima⁴
Maria Nogueira Marques⁵

Resumo

O Estado de Sergipe localizado na porção oriental da região nordeste do Brasil, possui atualmente oito bacias hidrográficas: Rio São Francisco, Rio Vaza Barris, Rio Real, Rio Japaratuba, Rio Sergipe, Rio Piau e as Bacias Costeiras 1 e 2. A área de estudo é a Bacia Costeira 1 - BC1 localizada entre a Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba e do Rio São Francisco, nos municípios de Japaratuba e Pirambu, tem área total de 119,02 km², constituída pelas bacias hidrográficas dos rios Sapucaia e Aningas, possui um elevado potencial hídrico subterrâneo e discretas demandas em decorrência do baixo nível de ocupação socioeconômica atual. A degradação da qualidade dos mananciais pode afetar a oferta de água, além de gerar graves problemas de desequilíbrio ambiental. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água dos rios da Bacia Hidrográfica Costeira 1 no período de agosto de 2014 a julho de 2015. Durante o ano de 2014 foram realizadas duas coletas e analisadas 16 amostras, as quais o resultado do cálculo do índice de qualidade da água variou entre 51 a 76.

Palavras-chave: recursos naturais, índice de qualidade das águas, monitoramento.

Introdução

As sociedades, desde as antigas civilizações consideram a água como fonte de sobrevivência. Povos do mundo inteiro estruturam as suas edificações próximas de rios e nascentes para o acesso facilitado a este recurso, (FONSECA; PRADO FILHO, 2006).

A população mundial de maneira geral utiliza a água de forma irracional e não sustentável este problema é agravado pela distribuição heterogênea dos recursos hídricos e da população. Uma forma de promover a gestão das águas de rios e lagos e a pesquisas, planejamento, envolvendo o uso e a disponibilidade de recursos hídricos (BRAGA et al., 2005).

A bacia como um todo é afetada pelo ciclo hidrológico. Pois, a precipitação que ocorre na área de captação de água a Bacia Hidrográfica, convergem os escoamentos para um único ponto de saída, o exutório (TUCCI, 1997). Deste modo, toda e qualquer atividade antropica que ocorra na região irá influenciar na qualidade hídrica. (ALVES et al., 2012).

A propriedade solvente da água pode torná-la um meio de transporte de determinadas substâncias e elementos químicos tóxicos, além de microorganismos patogênicos, restringindo seu consumo. Água de qualidade insatisfatória pode ser o meio propício as doenças de transmissão hídrica ou de origem hídrica. Os riscos para a saúde relacionados com a água podem ser pela ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias,

¹ Bióloga, Mestranda do Curso de Pós-Graduação Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju, SE;

² Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Tiradentes, Aracaju, SE;

³ Bióloga, Doutora em Parasitologia, Pesquisadora ITP/UNIT, Aracaju, SE;

⁴ Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia de Alimentos, Pesquisador ITP/UNIT, Aracaju, SE;

⁵ Bacharel em Ciências, Doutora em Tecnologia Nuclear, Pesquisadora ITP/UNIT, Aracaju, SE.

virus e parasitos), pelo contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico ou por poluentes químicos e radioativos, geralmente efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais (FUNASA, 2006).

A BC 1 localizada na porção norte do Estado entre as bacias hidrográficas do Rio Japarutuba e São Francisco, nos municípios de Pirambu e Japarutuba, apresenta dois rios principais o Rio Aningas e Sapucaia. A Figura 1 apresenta o mapa de localização da BC 1.

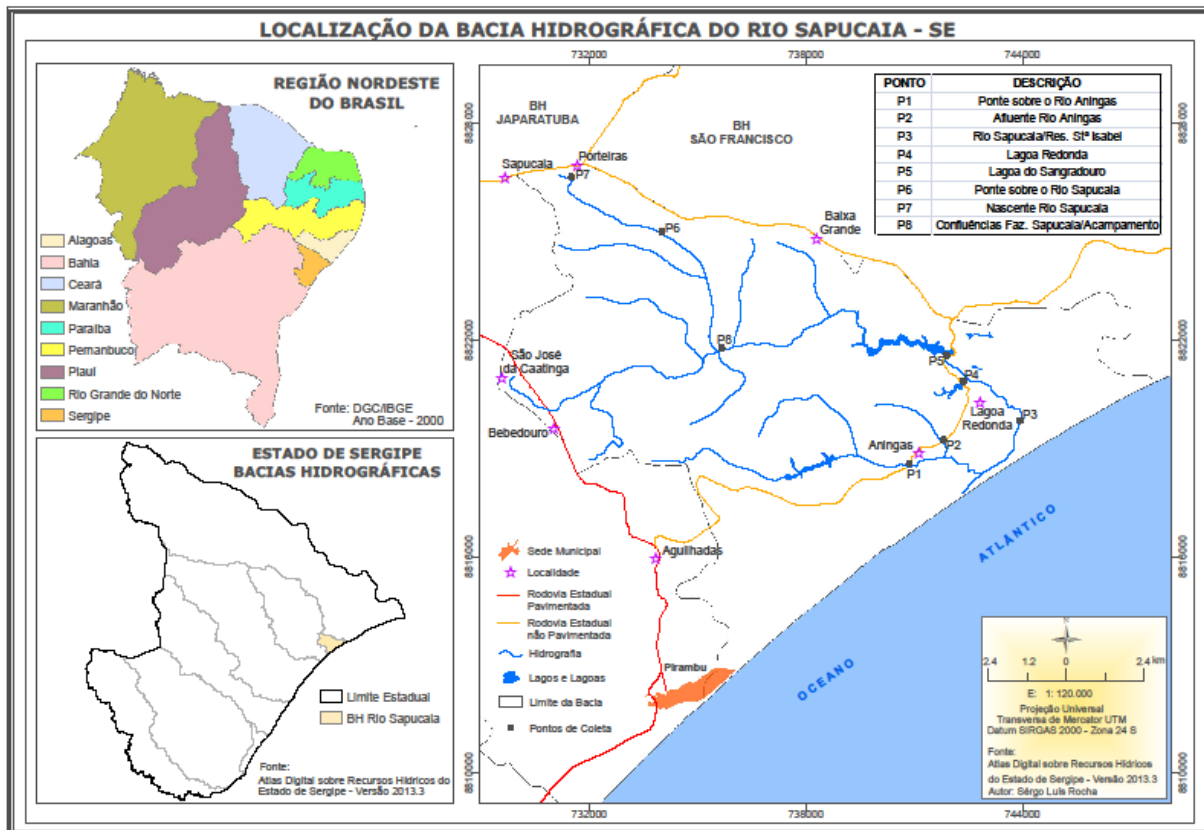


Figura 1. Localização da Bacia Costeira 1 no Estado de Sergipe.

Materiais e Métodos

Para avaliação foram escolhidos oito pontos de coletas distribuídos na área de drenagem da BC 1. Até o momento foram realizadas duas amostragens uma no mês de agosto e outra no novembro de 2014. Optou-se por utilizar o índice de qualidade de água (IQA) adotado pela Agência Nacional de Água (ANA). O IQA é um número que exprime a qualidade da água para os diversos fins, obtidos a partir da agregação de dados físicos, químicos e bacteriológicos por meio de metodologia específica.

Este avalia nove parâmetros que indicam, principalmente, a contaminação do corpo hídrico por esgoto doméstico, são estes: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, turbidez, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, temperatura. Estes parâmetros são combinados em um cálculo numérico para produzir um único valor de 0 a 100 que descreva a qualidade de água, relacionando-a com categorias que classificam as amostras como: ótima (80-100), boa (52-80), aceitável (37-52), ruim (20-37) e péssima (0-37). As análises foram realizadas no Instituto Tecnológico de Pesquisa no Laboratório de Ensaio Ambientais. As coletas foram realizadas de acordo com o método descrito pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB, 2012). As

variáveis temperatura da água, pH, turbidez e OD foram medidas *in situ* utilizando uma sonda multiparamétrica.

Resultados e Discussão

Os resultados do IQA para todas as amostras analisadas no mês de agosto variaram entre 63 e 71 e as do mês de novembro entre 51 a 76. Das 16 amostras analisadas somente a amostra do ponto 3 com a identificação: Rio Sapucaia Reserva Santa Isabel coletada no mês de novembro apresentou o IQA 51 classificando a água como aceitável nesse ponto e os demais como boa.

Os parâmetros que mais influenciaram no cálculo do IQA foram o pH, coliformes termotolerantes e sólidos totais. Os parâmetros que influenciaram na mudança de faixa do IQA de boa para média são em ordem decrescente o pH (muita influência), oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, nitratos e DBO_{5,20}, esta última com influência mínima. Os resultados calculados do IQA das amostras estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do IQA das amostras analisadas da Bacia Costeira 1 no ano de 2014.

Ponto	Descrição	IQA/ago/14	IQA/nov/14
P1	Ponte sobre o Rio Aningas	65	74
P2	Riacho afluente do Rio Aningas	63	69
P3	Rio Sapucaia na Reserva Santa Isabel	66	51
P4	Lagoa Redonda	71	76
P5	Lagoa de Sangradouro	69	73
P6	Ponte sobre o Rio Sapucaia	70	70
P7	Nascente do Rio Sapucaia e Ponto	66	70
P8	Fazenda Simbaíba (Acampamento)	65	70

Os resultados obtidos estão de acordo com os dados Macedo et al. (2014), do monitoramento dos recursos hídricos do Estado de Sergipe. De modo que os autores verificaram que as águas da BC 1, apresenta intervalos de IQA's no período chuvoso 78 e no período seco 65 classificando a água como boa. Desse modo, fica claro que os resultados obtidos nas análises desse estudo, tem o comportamento de IQA similar as analisadas por (MACEDO et al., 2014).

Serão realizadas novas coletas de amostras de água em outros períodos de forma a permitir uma análise mais aprofundada do índice da qualidade da água dos rios Aningas e Sapucaia.

O trabalho encontra-se em fase de desenvolvimento e que outros índices serão gerados, constatou-se que a pesquisa até o momento demonstra a importância da análise da qualidade das águas da BC 1, notório na contribuição para a gestão pública no tocante às questões hídricas.

Conclusões

As análises das coletas indicam que a qualidade da água da bacia hidrográfica costeira 1 é boa nas 15 amostras e somente uma ficou fora dessa classificação, a do ponto 3 do Rio Sapucaia na Reserva Santa Isabel. Tendo por base as observações durante a coleta de água no mês de novembro do referido local o qual apresentou índice aceitável para o IQA, vale

ressaltar que é um espaço muito frequentado como área de lazer em finais de semana e feriados.

É importante observar que, durante a realização das coletas, ocorreram mudanças na área de drenagem da BC 1, que podem ter influenciado sobre alguns parâmetros e conseqüentemente nos resultados. Cabe citar inúmeras construções às margens dos rios.

Embora, o pH das amostras tenha influenciado no cálculo do índice por ser ácido com valores na faixa de 5,31 a 5,86, na primeira análise e 5,19 a 6,01 na segunda, este fato não significa que a região está impactada pelas atividades antropicas, pois pode ser uma característica proveniente da dinâmica geomorfológica da região.

Em síntese, a avaliação da qualidade de água proporciona um diagnóstico eficiente das condições dos rios. Como propostas para a melhoria da qualidade de vida da população que se utiliza dessas águas, campanhas de conscientização sobre o lançamento de dejetos e formas seguras de utilização das águas da BC 1, o monitoramento trimestral dos recursos hídricos através de parcerias e convênios são necessárias e urgentes. Quando adotadas essas medidas espera-se que a qualidade das águas se tornem satisfatória atendendo assim a legislação.

Agradecimentos

Sheila Patrícia, Sérgio Rocha, A equipe do LEA, a Roneval, ITP, SEMARH, RESAG.

Referências

ALVES, I. C. C. et al. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). [s.l.]: **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 115-124, mar. 2012.

ANA. **Relatório da Conjuntura dos Recursos Hídricos**. 2013. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: nov. 2014.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CETESB - Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guasSuperficiais/42-%C3%8Dndice-de-Qualidadedas%C3%81guas-iqa>>. Acesso em: 24 de set. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2005. Resolução nº. 357, de 17 de mar. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e das outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.

FONSECA, A. de F. C.; PRADO FILHO, J. F. do. Um importante episódio na história da gestão dos recursos hídricos no Brasil: o controle da Coroa Portuguesa sobre o uso da água nas minas de ouro coloniais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 5-14, jul./set. 2006.

FUNASA. **Manual técnico saneamento**. Brasília, DF, 2006.

MACEDO, L. C. B. de et al. Monitoramento dos recursos hídricos do Estado de Sergipe. CONGRESSO ENQUALAB, 14., 2014, São Paulo. **Saneamento e abastecimento de água, e**

qualidade em metrologia: anais. Sao Paulo: Resag, 2014. Disponível em: <<http://www.resag.org.br/congressoresagenqualab2014/>>. Acesso em: 03 fev.2014.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Plano estadual de recursos hídricos de Sergipe.** Aracaju: Semarh/SRH, 2012. (1 CD ROOM).

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS, EM PLANTIO PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR NO RIO PIAUITINGA, LAGARTO, SE

Drauzio Correia Gama¹

Janisson Batista de Jesus²

RobeRio Anastacio Ferreira³

Resumo

Especies arboreas em fase jovem desenvolvem-se diferenciadamente da fase adulta, adquirindo intensa taxa de incremento no crescimento primario e secundario. Avaliações de crescimento em altura e diametro e suas correlações tem sido bastante utilizadas na compreensão da estrutura de comunidades vegetais. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento em altura e diametro a altura do solo e a correlação destas variáveis de mudas florestais em área de recuperação de mata ciliar da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, em Lagarto-SE. O experimento foi implantado em Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro repetições. Foram testadas especies florestais: *Genipa americana* L., *Sapindus saponaria* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Tapirira guianensis* Aubl. e *Kielmeyera* sp. Empregou-se planilha Excel 2010 para processamento dos dados e estatisticamente compararam-se as medias pelo Teste de Tukey através do SISVAR. As especies *G. ulmifolia* e *T. guianensis* apresentaram, resultados superiores, em crescimento nas duas variáveis, seguida por *S. saponaria*.

Palavras-chave: taxa de incremento, correlação linear e unidade de planejamento.

Introdução

Especies arboreas em fase jovem desenvolvem-se diferenciadamente da fase adulta, adquirindo intensa taxa de incremento no crescimento primario e secundario, devido ao intenso metabolismo dos tecidos meristemático e cambial nessa fase, relacionados as diferentes taxas de respiração de crescimento (RG) e respiração de manutenção (RM) (MARENCO; LOPES, 2009). Para Fontes (1999), indivíduos de maior porte tendem a estabilizar a proporção de altura para uma dada circunferencia. Ou seja, crescimento intenso na fase jovem, tornando-se contínuo nas duas dimensões quando em maior porte. Pina-Rodrigues et al. (1990), enfatizam que as populações vegetais proporcionam diversas estratégias de estabelecimento consideradas como o conjunto de características genéticas que facilitam sua sobrevivência e/ou reprodução no ambiente. Martins (2010) enfatiza, considerando o uso de especies para processos de recuperação de área degradada, que o sombreamento proporcionado por especies de rápido crescimento e necessário ao estabelecimento e desenvolvimento de especies mais tardias na sucessão. Segundo Fontes (1999), avaliações de crescimento em altura e diametro e suas correlações tem sido bastante utilizadas na compreensão da estrutura de comunidade. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a taxa de incremento no crescimento e a correlação das variáveis altura (h) e diametro a altura do solo (DAS) de cinco

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

²Engenheiro Florestal, mestrando em Agricultura e Biodiversidade Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

³Engenheiro Florestal, Doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

especies florestais, tanto pioneiras quanto secundarias, plantadas por meio de mudas, para fins de recuperação de área degradada, em área de mata ciliar, no Rio Piauitinga, no Município de Lagarto, SE.

Materiais e Métodos

Realizou-se o presente estudo em área de mata ciliar em processo de recuperação no Rio Piauitinga, localizado no Município de Lagarto-SE, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga (Figura 1). O Município de Lagarto possui clima tropical sub-úmido (SANTOS; ANDRADE, 1992), precipitação média de 1.180mm/ano (SERGIPE, 2004), temperatura média anual de 28°C (SEPLANTEC, 2008). Os solos da região classificam-se como Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Distrofícos e Neossolo Fluvíco (SANTOS, 2006).

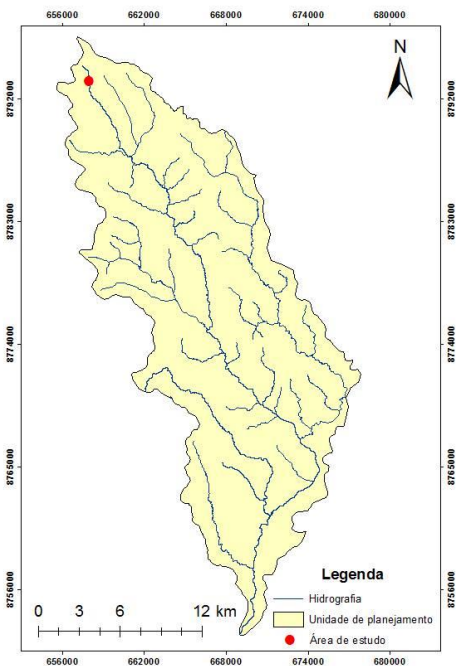


Figura 1. Localização do experimento na bacia do Rio Piauitinga, Lagarto, SE.

Foi realizado um experimento, implantado em Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro repetições. Foram testadas cinco espécies florestais: *Genipa americana* L. (jenipapo), *Sapindus saponaria* L. (saboneteira), *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutamba), *Tapirira guianensis* Aubl. (pau-pombo) e *Kielmeyera* sp. (pau-santo) em sistema de plantio de mudas. Suas alturas e diâmetros do caule a altura do solo (DAS) foram medidas, respectivamente, com vara métrica e paquímetro mensalmente até 210 dias após o plantio. A primeira avaliação foi realizada no trigesimo dia de plantio. Em seguida, analisou-se a correlação das variáveis mensuradas com a finalidade de inferir possíveis tendências de crescimento. Para isto, utilizou-se planilha do Microsoft Excel 2010. Estatisticamente, as variáveis foram submetidas a análise de variância e teste de significância das médias, por meio do teste de Tukey a 5%, sendo analisadas no programa SISVAR (FERREIRA, 2006).

Resultados e Discussão

Avaliando-se a taxa relativa do crescimento em altura e diâmetro a altura do solo (ADS) aos 210 dias de monitoramento, *T. guianensis* apresentou maior ganho em altura com 130,7% seguida por *G. ulmifolia* com (65,4%) e *S. saponaria* (43,3%). (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de crescimento inicial, final e percentual de incremento em altura e diâmetro a altura do solo de *S. saponaria*, *T. guianensis*, *Kielmeyera sp.*, *G. americana* e *G. ulmifolia*, durante 210 dias de avaliação, em área de mata ciliar no Rio Piauitinga, Lagarto-SE.

Espécies	Crescimento em altura			Crescimento em diâmetro		
	30 dias (cm)	210 dias (cm)	Incremento (%)	30 dias (mm)	210 dias (mm)	Incremento (%)
<i>S. saponaria</i>	60,0	86,0	43,3%	11,8	18,0	52,5%
<i>T. guianensis</i>	26,0	60,0	130,7%	6,0	13,0	116,6%
<i>Kielmeyera sp.</i>	19,0	15,0	-21,0%	14,3	9,0	-37,0%
<i>G. americana</i>	53,0	55,0	3,8%	11,6	15,7	35,3%
<i>G. ulmifolia</i>	81,0	134,0	65,4%	14,1	28,0	98,5%

Em diâmetro, *T. guianensis* obteve 116,6% de incremento no mesmo período, seguida por *G. ulmifolia* (98,5%) e *S. saponaria* (52,5%).

Por meio do teste de Tukey (Tabela 2), realizado para comparação das médias obtidas em 210 dias, observa-se *G. ulmifolia* com maior incremento no crescimento tanto em altura quanto em diâmetro, seguida por *S. saponaria* em incremento em altura. Em diâmetro, *G. ulmifolia* foi seguida por *S. saponaria* e *G. americana*, uma vez que ambas, estatisticamente, não tiveram diferenças significativas entre si.

Tabela 2. Análise de crescimento em altura e diâmetro a altura do solo de *S. saponaria*, *T. guianensis*, *Kielmeyera sp.*, *G. americana* e *G. ulmifolia*, durante 210 dias de avaliação, em área de mata ciliar no Rio Piauitinga, Lagarto, SE.

Tratamentos	Crescimento em altura		Crescimento em diâmetro	
	Medias (cm)	Resultados do teste	Medias (mm)	Resultados do teste
<i>Kielmeyera sp.</i>	15.055000	a1	8.125000	a1
<i>G. americana</i>	54.407500	a1 a2	15.742500	a1 a2
<i>T. guianensis</i>	60.222500	a1 a2	13.321250	a1
<i>S. saponaria</i>	85.435000	a2	17.875000	a1 a2
<i>G. ulmifolia</i>	134.217500	a3	28.477500	a2

Medias seguidas pelo mesmo número não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 2, observa-se o incremento absoluto das espécies durante o período de avaliação. *G. ulmifolia* e *S. saponaria*, comportaram-se com constante crescimento em altura, o que pode proporcionar expressivo e rápido sombreamento na área. *G. americana* manteve-se, aparentemente, sem incremento na altura, podendo-se observar por meio da baixa taxa de crescimento relativo (3,8%), sendo mais relevante o seu crescimento em diâmetro.

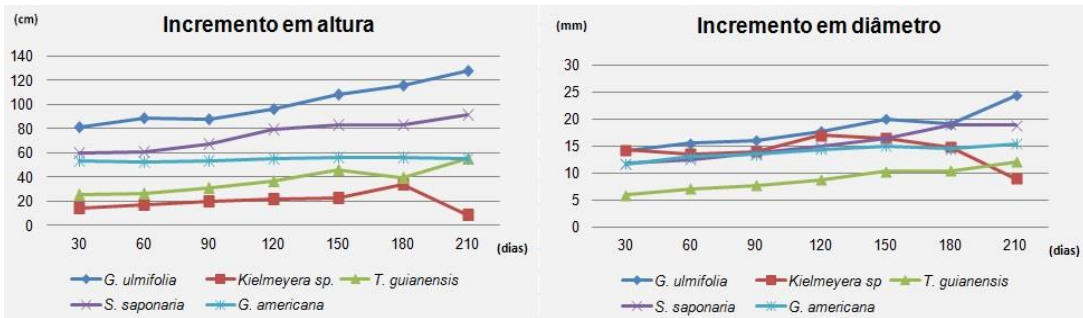


Figura 2. Incremento absoluto mensal das variáveis altura (h) e diâmetro a altura do solo (DAS) de *S. saponaria*, *T. guianensis*, *Kielmeyera sp.*, *G. americana* e *G. ulmifolia*, durante 210 dias de avaliação em área de mata ciliar, no Rio Piauitinga, Lagarto-SE.

Com relação a *Kielmeyera sp.* em incremento absoluto, não houve crescimento considerável durante o período de avaliação. Porém com um pico entre 150 e 180 dias, diminuindo em seguida, provavelmente, por perda do ápice por ataque de formigas. Dessa forma, ainda considerando-se esse pico, sua taxa relativa foi negativa, observado pela queda de crescimento.

Quanto ao incremento em diâmetro, pode-se notar um baixo ganho, mas constante em praticamente todas as espécies. Com exceção de *Kielmeyera sp.* com considerável perda, observado a partir dos 120 dias de avaliação.

Quanto a correlação das variáveis altura (h) e diâmetro a altura do solo (DAS), observa-se um comportamento linear (Figura 3). *T. guianensis* (0,914) e *G. ulmifolia* (0,92) obtiveram correlações fortes, indicando crescimento contínuo e significativo em ambas as variáveis, as quais foram seguidas por *G. americana* com uma correlação relativamente fraca (0,634). *S. saponaria* (0,36) e *Kielmeyera sp.* (0,23) obtiveram fraca correlação. E ainda que *S. saponaria* tenha ficado com uma correlação fraca, sua tendência a crescimento em altura foi marcante.

Já com *Kielmeyera sp.* não é possível atribuir qualquer tendência possível a algum tipo de crescimento, devido a dispersão da nuvem de pontos.

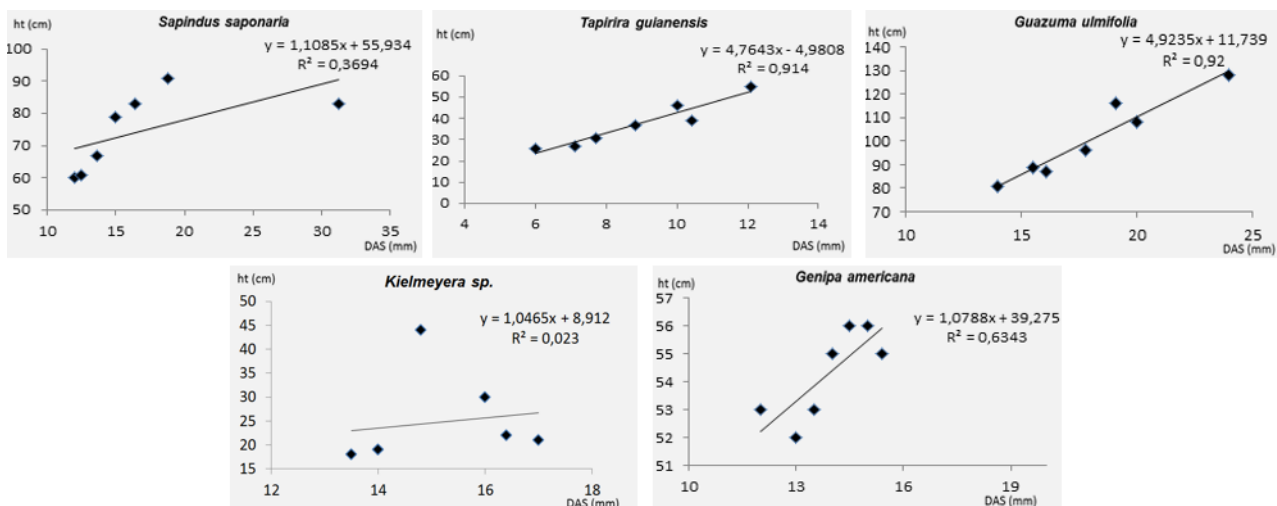


Figura 3. Correlação linear entre variáveis altura (h) e diâmetro a altura do solo (DAS) de *S. saponaria*, *T. guianensis*, *Kielmeyera sp.*, *G. americana* e *G. ulmifolia*, em área de mata ciliar no Rio Piauitinga, Lagarto, SE.

Conclusões

T. guianensis e *G. ulmifolia* mostram os melhores resultados, destacando-se *G. ulmifolia* com forte correlação linear e *T. guianense* com a segunda mais forte correlação linear e taxas relativas de crescimento superior. Ambas seguidas por *S. saponaria*.

Kielmeyera sp. com crescimento nulo e fraca correlação, possivelmente não é indicada para processos de recuperação de mata ciliar na área de estudo.

G. ulmifolia, *S. saponaria* e *T. guianensis* apresentam bom desenvolvimento, sendo recomendadas para uso em processo de recuperação de áreas degradadas na referida unidade de planejamento.

Referências

FERREIRA, D. F. **Sisvar - Sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA, 2006.

FONTES, A. L. Padroes alométricos em espécies arbóreas pioneiras tropicais, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 55, p. 79-87, jun. 1999.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. V. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. 2. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010.

PINA-RODRIGUES, F. C. M.; COSTA, L. G. S.; REIS, A. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, SP: SBS-SBEF, 1990. p. 676-684.

SANTOS, A. F.; ANDRADE, J. A. **Delimitação e regionalização do Brasil semiárido**. Aracaju: UFS, 1992.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Recursos Hídricos. **Sergipe: atlas digital sobre recursos hídricos**. Aracaju: SEPLANTEC, [2004]. 1 CD-ROM.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERGIPE: PARTICIPAÇÃO DOS SEGMENTOS NAS DENÚNCIAS DOS CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

Lanna Caroline Dorea Santos¹
Julieta Augusto Nhampossa²
Cristiano Cunha Costa³
Laura Jane Gomes⁴

Resumo

O papel dos comitês de bacia hidrográfica é fundamental no desdobramento dos conflitos socioambientais, já que atuam em sua prevenção e arbitragem com base na avaliação das diferentes visões de seus membros, buscando realizar o tratamento destas divergências. Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo fazer uma análise da atuação do colegiado do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, entre os anos de 2002 a 2012, no que se refere a este tipo de contenda. Para isso, a partir da listagem de todos os conflitos presentes nas atas de suas reuniões nesse período, examinou-se como se deu a participação dos segmentos constituintes do Comitê com relação às denúncias e ao encaminhamento destes. A maior atuação registrada foi do segmento poder público, enquanto o segmento usuários apresentou a menor. O membro com maior número de abordagens foi um representante do segmento sociedade civil, já o maior número de encaminhamentos foi feito por um membro do poder público.

Palavras-chave: gestão ambiental, recursos hídricos, políticas públicas

Introdução

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são fóruns regulamentados na Lei 9.422/97, que reúnem grupos de pessoas representantes de vários segmentos da sociedade com a finalidade de discutir as questões relacionadas a recursos hídricos na região delimitada pela bacia hidrográfica. Como conta com os pontos de vista de diversos agentes envolvidos com a gestão das águas, o comitê se torna um ambiente favorável à resolução dos conflitos entre os distintos interesses dos segmentos que compõem a bacia. Desta forma, é essencial que os comitês englobem todos os grupos de interesse existentes na bacia, que compreendem os usuários diretos de recursos hídricos, os poderes públicos e as organizações civis (BRASIL, 1997; BRASIL, 2011).

Como uma de suas atribuições, o comitê tem a responsabilidade de prevenir que os conflitos se estabeleçam através da motivação de debates e da articulação da atuação das entidades envolvidas. Quando não puderem ser evitados, o comitê deve atuar como primeiro órgão administrativo, agindo na arbitragem de tais conflitos, que se dá de forma participativa, a partir da análise de estudos técnicos sobre a questão, sendo posteriormente posta em prática a avaliação política pelo comitê de forma pública, transparente e democrática na busca de uma solução para a contenda (BRASIL, 2011).

¹ Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Engenheiro Florestal, Mestre em Agroecossistemas, UFS, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁴ Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Agrícola, professora Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe foi instituído através do Decreto Estadual nº 20.778 de 21 de junho de 2002, e é constituído por três segmentos: poder público, que tem direito a doze representantes, sociedade civil e usuários, que juntos tem direito a mais doze representantes. No total, considerando titulares e suplentes, o Comitê tem uma composição total de 48 membros e suas deliberações dependem da aprovação de no mínimo dois terços destes.

Entre suas atribuições, o Comitê tem a responsabilidade de decidir, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com o uso dos recursos hídricos, tendo uma série de encargos que influenciam tanto no surgimento quanto no tratamento de conflitos no âmbito da bacia hidrográfica, como, por exemplo, propor planos e programas para a utilização dos recursos hídricos, promover o debate das questões relacionadas com estes recursos e articular a atuação das entidades intervenientes, dentre outros (SERGIPE, 2002).

Tendo em vista o exposto, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe quanto a temática dos conflitos socioambientais, no período compreendido entre o ano de 2002, quando foi instalado, até 2012, através das atas das reuniões deste colegiado, analisando a participação dos segmentos constituintes e seus membros na abordagem desse tipo de conflito e em seu tratamento.

Materiais e Métodos

A área de estudo compreende a região da bacia hidrográfica do Rio Sergipe, localizada entre as latitudes 10°08'00" e 11°04'00" Sul e longitudes 36°50'00" e 37°50'00" Oeste, totalizando uma área de 3.753,81 km², da qual 3.673 km² estão situados no Estado de Sergipe, o equivalente a 16,7% de seu território. São abrangidos 26 municípios no âmbito da bacia, sendo que destes, oito estão inseridos em sua totalidade, e 18 parcialmente (SERGIPE, 2010; AGUIAR NETTO; MOURA JUNIOR, 2011).

A análise da atuação do colegiado do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se deu por meio de consulta às atas de suas reuniões, desde o ano de sua instalação, 2002, até a última ata registrada no ano de 2012, obtidas através do banco de dados da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh). A partir destas atas, foram identificados todos os conflitos socioambientais discutidos, listando qual segmento integrante do comitê foi responsável por realizar sua denúncia, para todos os anos analisados.

Resultados e Discussão

Foi registrado um total de 50 atas compreendidas entre os anos de 2002 a 2012, englobando reuniões ordinárias, extraordinárias e temáticas. Nestas atas, observou-se um total de 53 registros de discussões de conflitos levantadas, com destaque para o ano de instalação do comitê (2002) com 16 registros e 2004, com 15. Por outro lado, em 2006 e 2010 não houve nenhum registro de conflito socioambiental.

Através da presente pesquisa, no que concerne às ações de denúncia e tratamento de conflitos dos segmentos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, foi possível identificar as entidades que compõem o poder público, a sociedade civil e os usuários que participaram nesse aspecto. Desse modo, as entidades que estiveram presentes na denúncia de conflitos compreenderam as seguintes, classificadas de acordo com o segmento ao qual pertencem:

- Poder público: Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (IBAMA), Secretaria de Estado do Planejamento de Sergipe (SEPLANTEC), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh), Departamento Estadual de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe (Dehidro), Prefeitura de

Nossa Senhora do Socorro, Prefeitura de Aracaju, Prefeitura de Laranjeiras, Camara de Vereadores de Aracaju e Camara de Vereadores de Barra dos Coqueiros;

- Sociedade civil: Sociedade Ambiental Uruçuca (SAU), Associação dos Moradores do Robalo (AMOR), Sociedade Semear, Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Sergipe (CREA), Universidade Tiradentes (UNIT), Instituto Acaua e Sindicato dos Trabalhadores da Companhia de Saneamento de Sergipe (SINDISAN);

- Usuários: Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso), Associação de Pequenos e Medios Empreendedores Rurais de Malhador, Associação dos Produtores Organicos do Agreste de Itabaiana e ASMANA/Socorro.

Quanto aos membros responsaveis pela denuncia de conflitos, os que tiveram participação mais ass dua foram: um representante do SINDISAN (sociedade civil), com um total de sete conflitos abordados; um representante da Sociedade Semear (sociedade civil), com quatro abordagens e um representante da Camara de Vereadores de Aracaju (poder publico), tambem com quatro denuncias. Apesar de o segmento poder publico nao ter a maior quantidade de denuncias por membro espec fico, sua maior porcentagem na participação total se deve ao maior numero de instituicoes envolvidas, cujos membros, reunidos, apresentaram maior numero de denuncias que os demais segmentos.

Ja no que se refere aos encaminhamentos, ou seja, as resoluções que o Comite apresentou para os conflitos em questao, as instituicoes presentes foram:

- Poder publico: SEPLANTEC, SRH, Dehidro, Semarh, IBAMA, Prefeitura de Aracaju, Camara de Vereadores de Aracaju;

- Sociedade civil: Sociedade Semear, SINDISAN;

- Usuários: Deso, Fabrica de Fertilizantes Nitrogenados (FAFEN).

O membro mais atuante nos tratamentos dos conflitos realizados foi um representante da Semarh/SRH (poder publico), com um total de tres encaminhamentos. Alem desta, a unica participação que teve algum destaque foi a dos representantes da Deso (usuários), com dois encaminhamentos registrados.

No tocante a abordagem de conflitos feita pelos segmentos que constituem o Comite, percebe-se que de forma geral o poder publico teve uma atividade superior aos demais, seguido do segmento sociedade civil e, por fim, usuários. Tal fato nota-se especialmente no ano de 2004, onde, do total de 15 conflitos levantados, 12 foram abordados pelo poder publico. Existiram, ainda, os que foram abordados por visitantes que participaram das reunioes ou que foram tratados pelo colegiado como um todo, que juntos foram classificados como "Outros" (Figura 1).

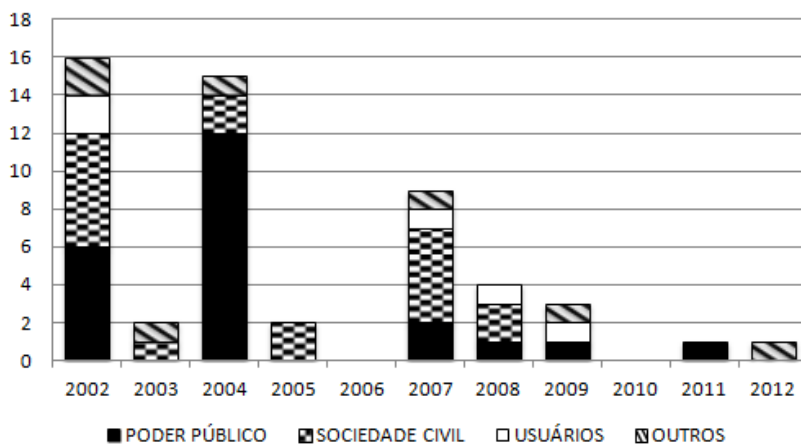


Figura 1. Numero de conflitos por segmento denunciante contidos nas atas das reunioes do Comite da Bacia Hidrografica do Rio Sergipe, entre os anos de 2002 a 2012.

Desta forma, a partir da Figura 2, dentro do per odo estipulado para a pesquisa, observou-se

que o segmento de maior participação foi o poder público (43%), seguido de sociedade civil (24%), usuários (10%) e outros (13%).

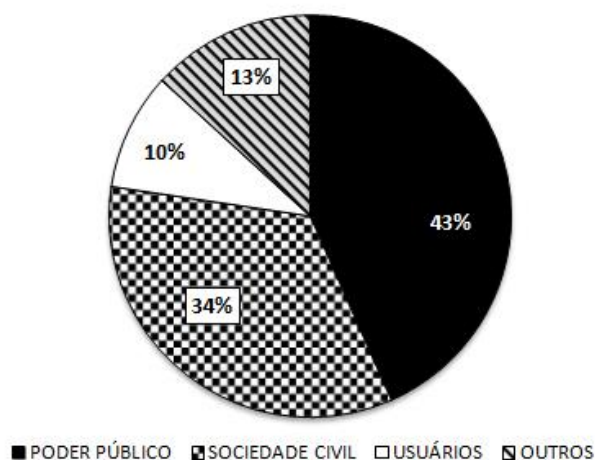


Figura 2. Participação dos segmentos nos conflitos levantados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, entre os anos de 2002 a 2012.

Em análise realizada com a gestão 2008 – 2010 do mesmo comitê, Figueiredo (2011) comprovou, da mesma maneira, o envolvimento mais efetivo dos segmentos poder público (federal e estadual) e sociedade civil nas reuniões do Comitê e, em contrapartida, a contribuição menos significativa do segmento usuários.

Conclusões

O segmento poder público apresenta a maior participação nas denúncias de conflitos, com 43% do total, enquanto o segmento usuários contribuiu com a menor expressividade, com 10%;

O maior número de denúncias registradas um membro representante do SINDISAN, do segmento sociedade civil, num total de sete;

A maior quantidade de encaminhamentos vem via um representante da Semarh/SRH, do segmento poder público, totalizando três;

As atas mostram ser um instrumento adequado para a análise desse tipo de questão na bacia, fornecendo informações pertinentes para a realização de seus tratamentos.

Agradecimentos

A Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), pela cessão das atas que foram o objeto de estudo do trabalho, em especial a Jackson Leite, pelos esclarecimentos necessários para o andamento desta análise.

Referências

AGUIAR NETTO, A. O.; MOURA JUNIOR, E. M. B. Conflitos ambientais e processos judiciais na bacia hidrográfica do Rio Sergipe. *Scientia Plena*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2011.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de

março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

_____. Agência Nacional de Águas. **O comitê de bacia hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília, DF: SAG, 2011. 64 p.

FIGUEIREDO, A. V. A. **Percepção ambiental na gestão da bacia hidrográfica: olhar do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe**. 2011. 198 f. São Cristóvão, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

SERGIPE. Decreto n. 20.778, de 21 de junho de 2002. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, e das providências correlatas. **Diário Oficial**, n. 24.060, 25 jun. 2002. Disponível em: <<http://www.semrah.se.gov.br/comites/bacias/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid=1>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos: Caracterização e Diagnóstico Ambiental do Estado**. [Aracaju]: Semrah, 2010. 50 p.

COMPARAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIAS DE SIMULAÇÃO-OTIMIZAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DINÂMICA ESTOCÁSTICA PARA OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Luísa Almeida Ventura¹

Alcigeimes B. Celeste²

Resumo

A operação de reservatórios é frequentemente realizada com base nas chamadas curvas-guia, que decidem a percentagem de demanda a ser atendida em função da situação atual do reservatório. Essa pesquisa avalia o desempenho da modelagem de parametrização-simulação-otimização (PSO) através de uma modificação na política de operação padrão (SOP) de reservatórios para considerar o racionamento. Para efeito de comparação, são utilizadas regras geradas pelo conhecido método de programação dinâmica estocástica (PDE). Esses modelos são aplicados para operar o reservatório da barragem do Rio Poxim, no Município de São Cristóvão, sob diversos cenários de 100 anos de aflúncias mensais. A SOP e um modelo de otimização determinística sob previsão perfeita (ODPP) também são usados na operação do reservatório, sendo este último referência de desempenho. Os resultados mostram que, na maioria dos cenários utilizados, o modelo PSO-SOP, mesmo sendo bastante simples, alcança performances melhores que o complexo método da PDE.

Palavras-chave: regras operacionais, curvas-guia, barragens

Introdução

A água é um recurso vital para o ser humano. O crescimento da população e da demanda hídrica gera a necessidade de estudos sobre estratégias de preservação e otimização do seu uso. Reservatórios resultantes da construção de barragens são obras hidráulicas que trazem muitos benefícios para a população, mas só são efetivos quando operam de acordo com regras de liberação sustentáveis. Aprimorar tais regras é uma forma eficiente de planejar e gerir os diversos usos dos recursos hídricos.

Os métodos de simulação, muito usados por serem simples e eficientes, criam representações do comportamento hidrológico do reservatório. No entanto, uma vez que há um grande número de políticas viáveis, técnicas de otimização matemática são preferíveis para identificar a melhor alternativa já que analisam implicitamente todas as opções possíveis (YEH, 1985).

Labadie (2004) fez uma ampla revisão sobre otimização operacional de sistemas de reservatórios. Em seu artigo, ele examina métodos estocásticos implícitos e explícitos e programação heurística assim como descreve a formulação do problema de otimização incluindo funções objetivo e restrições do sistema. Modelos de programação linear, não linear e dinâmica também são expostos.

El-Shafie et al. (2014) revisaram modelos de otimização estocásticos e determinísticos com base em suas vantagens e desvantagens e avaliaram os níveis de risco associados com decisões ótimas de liberação. Além disso, eles apresentaram uma abordagem baseada em redes neurais artificiais com o objetivo de desenvolver um modelo de otimização para representar de forma mais completa esses riscos.

¹ Graduanda em Engenharia Civil, Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

² Engenheiro Civil, Doutor em Engineering for Productions Professor da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

A otimização estocástica explícita (OEE) incorpora modelos probabilísticos de vazão diretamente no problema de otimização. Porém, muitos operadores de reservatório preferem continuar usando simulação e rejeitam a OEE devido a sua complexidade matemática (LABADIE, 2004; WURBS, 1993; YEH, 1985). Por causa disso, modelos mais simples surgiram, tais como a otimização estocástica implícita (OEI) e a parametrização-simulação-otimização (PSO), que embora menos complexos, são capazes de considerar as incertezas das aflúncias e de fornecer curvas-guia (CELESTE; BILLIB, 2009).

Celeste e Billib (2009) compararam o desempenho de seis modelos de OEI e PSO com a programação dinâmica estocástica (PDE), um modelo de OEE. Os resultados obtidos por otimização determinística sob previsão perfeita foram utilizados com referência. Esses modelos foram aplicados para operar o reservatório Epitácio Pessoa, no estado da Paraíba.

Nesta pesquisa, alguns dos modelos usados por Celeste e Billib (2009) são aplicados ao reservatório da barragem do Rio Poxim (SE), entre eles a parametrização-simulação-otimização e a programação dinâmica estocástica. O objetivo é verificar o desempenho de cada modelo e comparar os resultados com os encontrados por Celeste e Billib (2009).

Material e métodos

A técnica de parametrização-simulação-otimização utiliza uma curva-guia pre-estabelecida controlada por alguns parâmetros (KOUTSOYIANNIS; ECONOMOU, 2003; KOUTSOYIANNIS et al., 2002). Durante o processo de otimização, uma combinação inicial de parâmetros é definida. Em seguida, o processo de simulação é responsável por operar o reservatório de acordo com a regra parametrizada sob uma determinada série de aflúncias e medir seu desempenho (função objetivo). Os parâmetros são recalibrados de modo a melhorar a função objetivo e mais uma vez o reservatório é operado sob o mesmo cenário. Esse processo se repete até que seja encontrada uma combinação final de parâmetros que forneça o melhor desempenho operacional.

Nesta pesquisa, o modelo PSO utiliza uma variação na chamada política de operação padrão (SOP: *standard operating policy*) como curva-guia e, portanto, é chamado de PSO-SOP. A SOP é a regra de operação de reservatório mais simples, a qual prioriza a liberação imediata de água para atender toda a demanda (DRAPER; LUND, 2004). Nesse caso, a água não é retida para uso futuro podendo causar períodos de escassez. Já o método PSO-SOP (Figura 1), define dois parâmetros para delimitar um intervalo no qual a liberação é restringida com o objetivo de conservar água e minimizar futuros déficits: *starting water availability* (SWA) e *ending water availability* (EWA).

A regra de liberação do modelo PSO-SOP inclui, portanto, três situações: 1) se o volume de água disponível for menor do que SWA, libera-se toda a água disponível (neste caso, menor do que a demanda, conforme Figura 1); 2) se o volume de água disponível for maior do que SWA e menor do que EWA, aplica-se racionamento (processo chamado de proteção ou *hedging linear*, conforme Figura 1); 3) se o volume de água disponível for maior do que EWA, atende-se toda a demanda (em caso de excesso da capacidade de armazenamento ocorrerá vertimento).

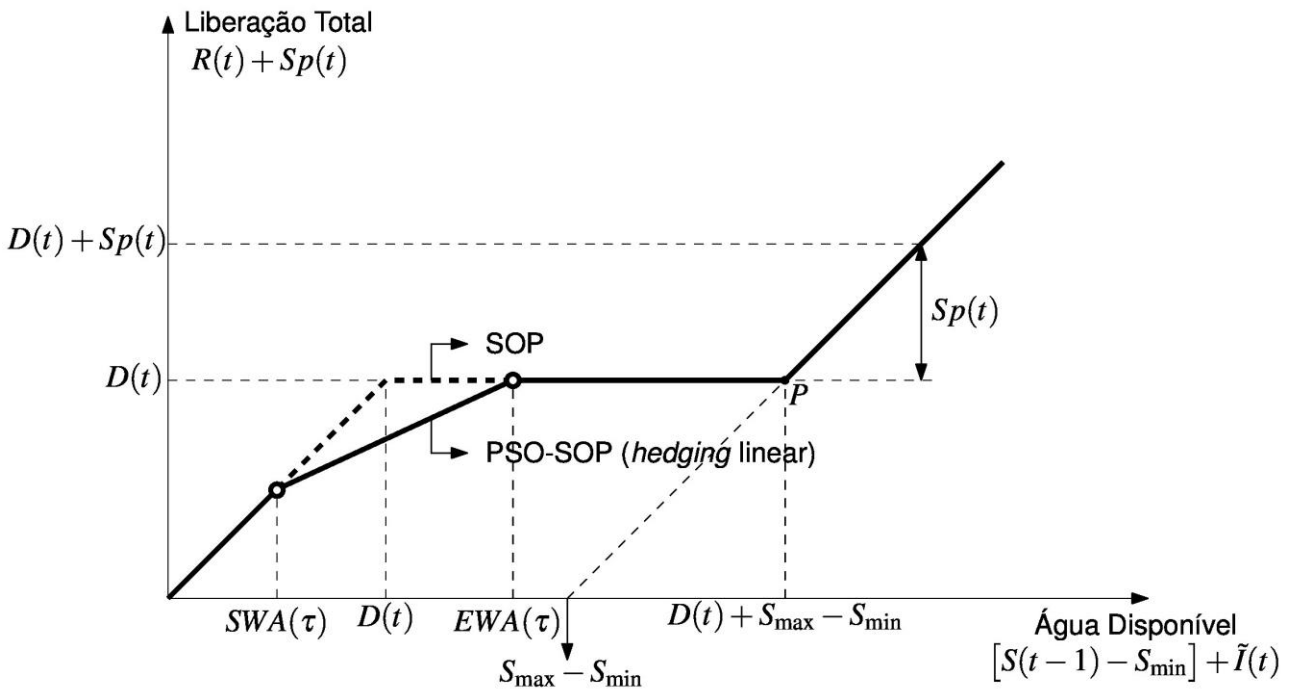


Figura 2. Curvas-guia dos modelos SOP e PSO-SOP. $R(t)$: liberação no mes t ; $D(t)$: demanda; $S(t)$: armazenamento; $Sp(t)$: vertimento; $\tilde{I}(t)$: afluencia (descontando evaporação); S_{min} : armazenamento mínimo; S_{max} : armazenamento máximo.

O reservatório usado como estudo de caso foi o do Rio Poxim, localizado no povoado de Timbo em São Cristóvão, SE. A demanda foi considerada constante e igual a afluição média de longo período de $1,56 \text{ m}^3/\text{s}$. Essa demanda corresponde a uma garantia de 74% e foi adotada com o objetivo de observar o comportamento dos modelos diante de cenários críticos.

A calibração das curvas-guia da PDE foi feita utilizando a série histórica. Para a PSO-SOP, foram geradas 100 séries de afluições sintéticas, cada uma com 100 anos de dados mensais. Para o processo de validação, outros 100 cenários de 100 anos foram gerados e usados na operação do reservatório por todos os quatro métodos, i.e., PSO-SOP, SOP, PDE, e um modelo de otimização determinística sob previsão perfeita de afluições (ODPP). A ODPP fornece a operação ideal devido ao conhecimento das vazões afluentes futuras, mas não é aplicável na prática uma vez que não há como prever tais vazões. Neste trabalho, a ODPP foi usada para obter a política de operação ótima sendo esta uma referência para os outros métodos.

A aplicação da modelagem matemática dos modelos citados acima foi feita com auxílio do software de computação Matlab, cada modelo era representado por um programa previamente elaborado. Os dados foram obtidos junto à Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso) responsável pela operação da barragem.

Resultados e Discussão

A partir de análise estatística dos resultados de todos os 100 cenários de calibração para o modelo PSO-SOP, o valor ótimo de SWA foi de 69% da demanda enquanto o de EWA foi a demanda completa mais o volume útil ponto P da (Figura 1).

Após a calibração das curvas-guia, a PSO-SOP foi aplicada para operar o reservatório sob os cenários de validação e teve seu desempenho comparado com a SOP, PDE e ODPP. As

vulnerabilidades de todos os modelos para os 100 cenários podem ser observadas na Figura 2. A vulnerabilidade foi definida como o desvio quadrático medio entre alocação e demanda durante todo o horizonte operacional.

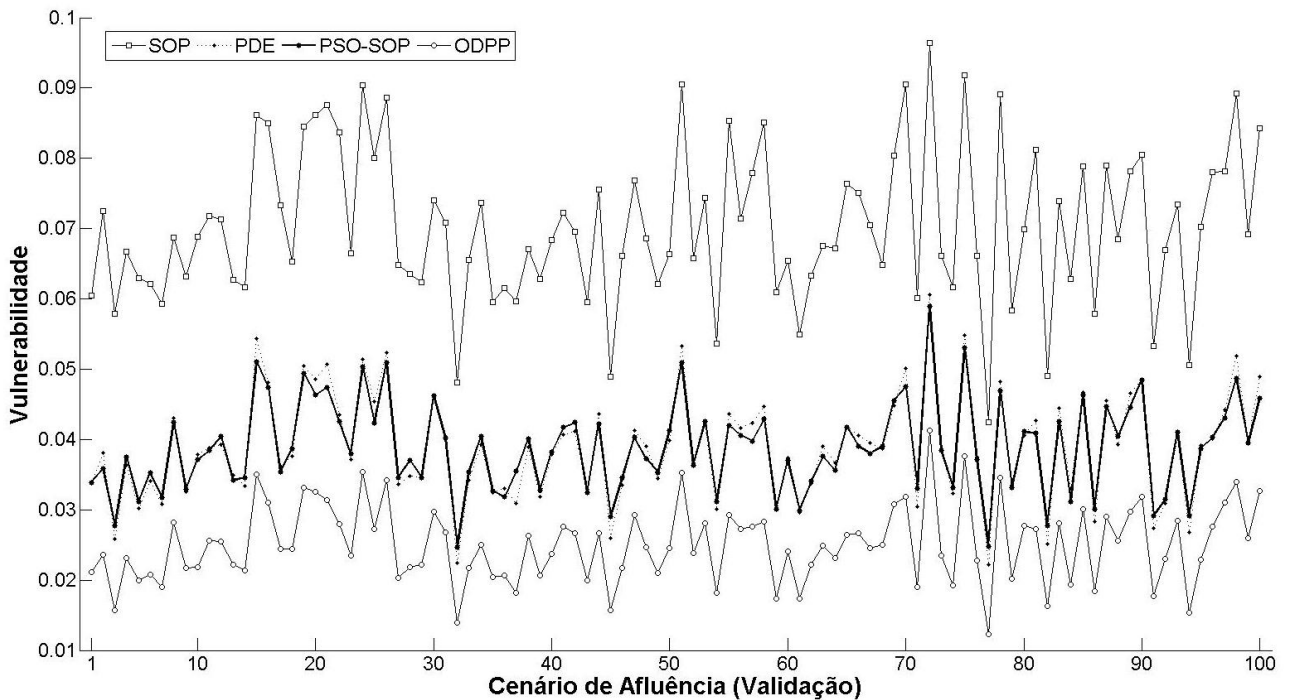


Figura 2. Comparação de vulnerabilidades para todos os modelos e cenários de validação.

Foi possível inferir dos resultados que a operação baseada na SOP, embora satisfaça grande parte da demanda, possui alta vulnerabilidade nos períodos de seca visto que não considera reter água para minimizar o efeito da escassez. Por outro lado, a ODPP é capaz de prever as secas e restringir a liberação de água com o intuito de diminuir a vulnerabilidade nos períodos críticos. A PSO-SOP e a PDE também têm como objetivo minimizar a vulnerabilidade e, como esperado, apresentaram um desempenho melhor do que o da SOP.

Considerando a média das vulnerabilidades obtidas para todos os cenários, observou-se que a SOP apresentou-se em torno de 180,37% mais vulnerável do que a ODPP, enquanto que, para os modelos PDE e PSO-SOP, essa taxa foi de 55,45% e 54,87%, respectivamente.

Um aspecto importante a se observar é o fato de os modelos PSO-SOP e PDE terem apresentado resultados muito similares, sendo que, em termos gerais, a PSO-SOP superou a PDE. Devido à complexidade matemática da PDE, muitos operadores de reservatório preferem usar estratégias de simulação que são de fácil compreensão. Este estudo mostrou que a PSO-SOP pode ser uma boa alternativa, uma vez que é um modelo simples com apenas dois parâmetros a calibrar e produz regras de liberação equivalentes às geradas pela PDE.

No tocante ao desempenho da PDE em relação a PSO-SOP, os resultados desta pesquisa corroboram os encontrados por Celeste e Billib (2009). Em seu artigo, o modelo PSO-SOP apresentou vulnerabilidades menores do que a PDE e gerou regras de liberação similares às obtidas pela ODPP.

Conclusões

A PSO-SOP e a PDE apresentam desempenho melhor do que a SOP, como esperado.

A PSO-SOP apresenta as menores vulnerabilidades considerando todos os cenários simulados.

As regras de liberação geradas pela PSO-SOP são similares as obtidas pela PDE. Devido a sua simplicidade, a PSO-SOP pode ser mais aceita entre os operadores de reservatórios se comparada a PDE.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Pesquisa (COPES) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências

CELESTE, A. B.; BILLIB, M., Evaluation of stochastic reservoir operation optimization models. **Advances in Water Resources**, Istanbul, v. 32, p.1429-1443, 2009.

DRAPER, A. J.; LUND, J. R., Optimal hedging and carryover storage value. **Journal of Water Resources Planning Management**, New York, NY, v. 130, n. 1, p. 83-87, 2004.

EL-SHAFIE, A.; EL-SHAFIE, A. H.; MUKHLISIN, M., New approach: integrated risk-stochastic dynamic model for dam and reservoir optimization. **Water Resources Management**, Istanbul, v. 28, p. 2093-2107, 2014.

KOUTSOYIANNIS, D.; ECONOMOU, A., Evaluation of the parameterization-simulation-optimization approach for the control of reservoir systems. **Water Resources Research**, Istanbul, v. 39, n. 6, p. WES2.1-WES2.17, 2003.

KOUTSOYIANNIS, D.; EFSTRATIADIS, A.; KARAVOKIROS, G., A decision support tool for the management of multi-reservoir systems. **Water Resources Research**, Istanbul, v. 38, n. 4, p. 945-958, 2002.

LABADIE, J. W., Optimal operation of multi-reservoir systems: state-of-the-art review. **Journal of Water Resources Planning Management**, New York, NY, v. 130, n. 2, p. 93-111, 2004.

WURBS, R. A., Reservoir-system simulation and optimization models. **Journal of Water Resources Planning Management**, New York, NY, v. 119, n. 4, p. 455-472, 1993.

YEH, W. W. G., Reservoir management and operations models: a state-of-the-art review. **Water Resources Research**, Istanbul, v. 21, n. 12, p. 1797-1818, 1985.

CONCENTRAÇÕES DE NITRATO E NITROGÊNIO TOTAL NO RIO SIRIRI EM SERGIPE EM PERÍODO SECO: RESULTADOS PRELIMINARES

Amanda de Azevedo Gonçalves¹

Marcus Aurelio Soares Cruz²

Julio Roberto Araujo de Amorim³

Ricardo de Aragao⁴

Paulo Vinicius Melo da Mota⁵

Resumo

A bacia hidrográfica do Rio Siriri, afluente da bacia do Rio Japaratuba, destaca-se por sua diversidade no uso da terra e do solo, possuindo: atividades de exploração mineral, com extração de petróleo e potássio; agropecuária, com plantio de cana-de-açúcar e pastagens; industrial, com produção de fertilizantes e agroenergia; e, zonas urbanas. As concentrações de nutrientes nas águas dos rios podem ser utilizadas como um indicativo de como as atividades antropicas desenvolvidas na bacia hidrográfica vem alterando a sua qualidade ambiental. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a variação intra-anual das concentrações de nitrato e nitrogênio total no Rio Siriri, buscando relações com as alterações de uso da terra na sub-bacia hidrográfica. As análises laboratoriais foram realizadas pelo Instituto Tecnológico de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) segundo *Standard Methods* para Nitrato e Nitrogênio Total. Os valores médios de nitrato e nitrogênio total elevam suas concentrações ao longo dos cinco meses de coleta, resultado esperado devido a presença de poluição difusa proveniente de atividades agrícolas.

Palavras-chave: sub-bacia do Rio Siriri, qualidade da água e concentração nitrogênio total.

Introdução

A presença de nitrato e nitrogênio total orgânico, em valores elevados, no corpo hídrico desfavorece o desenvolvimento e funcionamento dos organismos aquáticos, bem como na sua variedade e abundância. São produzidos principalmente, por fontes naturais, lançamento de esgoto doméstico e industrial, atividades antropicas, excreção de animais e fertilizantes para agricultura, do uso e ocupação do solo.

A bacia hidrográfica do Rio Japaratuba - terceira menor bacia hidrográfica do Estado de Sergipe – nasce na Serra da Boa Vista, entre Feira Nova e Graccho Cardoso e desagua no oceano Atlântico, no Município de Pirambu (SANTOS et al., 2011). Esta bacia apresenta ao longo da última década uma forte intensificação nas atividades agrícolas, com consequentes impactos sobre os nutrientes presentes na água de seus rios, principalmente no Rio Siriri, afluente do Japaratuba pela margem direita.

Essas atividades geram impactos negativos na qualidade da água e na população. Elevando a presença de nutrientes no corpo hídrico, diminuição de oxigênio, formação de algas, formação de bancos de sedimentos no leito, redução da vazão, proliferação de doenças, impacto visual, odor no período seco e elevação no custo do processo de tratamento da água para abastecimento humano (CRUZ, et al., 2014).

¹ Engenheira Ambiental, Mestranda em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE;

² Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE;

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem, Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE;

⁴ Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Professor Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB;

⁵ Graduando em Geologia, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE.

A sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri tem apresentado sinais de queda de sua qualidade ambiental, principalmente relacionados aos impactos sobre os recursos hídricos da bacia, como alterações de regimes hidrológicos e da qualidade das águas. Principalmente, por apresentar atividades agrícolas e de extração mineral presentes na bacia (CRUZ et al., 2014). Os solos predominantes na sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri são os Argissolos, com ocorrência de Latossolos, Vertissolos e Gleissolos. O uso do solo é caracterizado pela existência de áreas urbanas e rurais, polos industriais e intensa exploração de petróleo do Estado e da exploração de potássio.

Este trabalho busca avaliar as concentrações de nitrato e nitrogênio total no Rio Siriri, por meio de coletas de amostras de água e testes laboratoriais, buscando fornecer subsídios para a determinação de relações com as alterações de uso da terra na sub-bacia hidrográfica.

Materiais e métodos

A sub-bacia hidrográfica do Rio Siriri divide-se em Siriri Vivo e Morto. Localiza-se nos municípios de Divina Pastora, Maruim, General Maynard, Santo Amaro das Brotas, Carmópolis, Pirambu, Nossa Senhora das Dores, Siriri e Rosario do Catete e destaca-se por sua diversidade de uso e ocupação do solo, citando: cultivo de cana-de-açúcar, de capim de corte, pastagem, atividades agrícolas, centros urbanos e atividades de exploração mineral. A água é utilizada principalmente para a lavagem de roupas, de animais, abastecimento humano, dessedentação de animais, irrigação e supressão da mata ciliar.

Para analisar a qualidade das águas no Rio Siriri, foram selecionados cinco pontos para a coleta de amostras de água, incluindo os dois onde há monitoramento de vazão pela Agência Nacional de Águas, estações Siriri (cod. 50046000, 140 km²) e Rosario do Catete (cod. 50047000, 300 km²). Na Tabela 1 está apresentada a localização dos pontos de coleta na bacia do Rio Siriri e suas características principais. As coletas mensais já foram iniciadas em outubro/2014, sendo realizadas cinco campanhas até o presente momento.

Os frascos para as coletas foram três recipientes de 1,5 litros. As amostras coletadas foram analisadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). Os nutrientes foram analisados em laboratório seguindo as metodologias recomendadas por *Standard Methods* (CLESCERI; GREENBERG, 2005).

Tabela 1. Localização dos pontos de coleta de amostras de água no Rio Siriri em Sergipe.

Ponto	Descrição	Município	Latitude	Longitude	Área (km ²)
1	Riacho Sangradouro	Siriri	10° 31' 46.4'' S	37° 6' 18.9'' W	46.65
2	Rio Siriri	Siriri	10° 36' 34.2'' S	37° 5' 54.6'' W	156.13
3	Rio Siriri	Siriri	10° 38' 15.4'' S	37° 5' 18.5'' W	228.08
4	Rio Siriri	Rosario do Catete	10° 41' 2.2'' S	37° 4' 45.6'' W	286.1
5	Rio Siriri	Rosario do Catete	10° 41' 49.0'' S	37° 2' 8.7'' W	307.77

No momento da coleta, foram realizadas medidas de temperatura da água, e pH por meio de uma sonda multiparametro modelo Aquared AP 2000. A Resolução Conama 357/05 foi utilizada como dispositivo de avaliação ambiental da qualidade dos recursos hídricos para a caracterização do estado das águas ao longo do ano.

Resultados e Discussão

Para Nitrogênio Total, as concentrações médias dos cinco pontos foram: 0,96 mg/L (Out.); 1,22 mg/L (Nov.), 1,54 mg/L (Dez.), 1,70 mg/L (Jan.), 2,42 mg/L (Fev.). Todas estas se mostraram inferiores ao limite da resolução Conama 357/05 para águas doces Classe 1 (3,7 mg/L para pH < 7,5), demonstrando que em período seco, as concentrações de Nitrogênio estão dentro de limites aceitáveis nestes locais (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados para concentrações de nitrogênio total e nitrato nas amostras do Rio Siriri.

Mês de Coleta	Nitrogênio Total (mg N/L)	Nitrato (mg N-NO ₃ /L)
Outubro/2014	0,96	0,57
Novembro/2014	1,22	0,66
Dezembro/2015	1,54	0,58
Janeiro/2015	1,70	0,80
Fevereiro/2015	2,42	1,56

Para Nitrato, observou-se: 0,57 mg/L (Out.), 0,66 mg/L (Nov.) e 0,58 mg/L (Dez.), 0,80 mg/L (Jan.), 1,56 mg/L (Fev.), como valores médios dos cinco pontos no Rio Siriri. Em comparação aos limites constantes na Resolução, para águas doces Classe 1 (10 mg/L), comprovando que as concentrações de Nitrato estão enquadrados nos limites de qualidade da água nos pontos monitorados. Para águas doces enquadradas como Classe 2 são submetidas condições e padrões estabelecidos para a Classe 1 (Tabela 2).

Conclusões

No período seco a concentração de Nitrato e Nitrogênio total condiz com o Conama 357/05 de classe 1.

Aparentemente, as atividades econômicas existentes na bacia não tem provocado alterações significativas nas concentrações de nutrientes na água do Rio Siriri em período seco.

As análises a serem realizadas em período úmido provavelmente demonstrarão a existência de carreamento de nutrientes por sedimentos durante os eventos chuvosos.

Agradecimentos

Ao Programa de Recursos Hídricos (PRORH) da UFS e a Capes por ter me beneficiado com uma bolsa, podendo me dedicar exclusivamente ao mestrado. A Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo financiamento e apoio a pesquisa. Aos seus pesquisadores Julio Amorim e Marcus Cruz e ao estagiário de graduação Paulo Mota, pela companhia e orientação em todas as coletas das amostras de água.

Referências

ARAGAO, R. de; ALMEIDA, J. A. P. de. Avaliação Espaço Temporal do Uso do Solo na Área da Bacia do Rio Japarutuba – Sergipe Através de Imagens LANDSAT. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2009, Aracaju. **Anais...** São Cristóvão, SE: Universidade Federal de Sergipe, INPE, 2009. p. 1231-1238.

ATLAS digital de recursos hídricos do Estado de Sergipe. Aracaju, 2004. 1 CD-ROM.

AZEVEDO, L. G. T.; PORTO, R.L.L.; PORTO, M. F. A. Sistema de apoio a decisão para o gerenciamento integrado de quantidade e qualidade da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 3, p. 21-52, 1998.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2005. Resolução nº. 357, de 17 de mar. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 10 Out. 2014.

CLESCERI, L.; GREENBERG, A. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Editora Pharmabooks, 2005. 300 p.

CRUZ, M. A. S.; ARAGAO, R. de; AMORIM, J. R. A. de; PANTALEAO, S. de M.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E. de. Avaliação da Influência do Uso do Solo sobre a Qualidade da Água do Rio Siriri-Sergipe. In: SIMPOSIO DE RECURSOS HIDRICOS DO NORDESTE, 7., 2014, Natal, **Anais...** Natal: ABRH; UFRN, 2014. p. 6.

MORAES, J. M. Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 61-70, 2003.

SANTOS, M. A.; ROCHA, D. ALMEIDA, M. G. B. de; LIMA, J. F. dos S.; CAVALCANTI, E. B.; SANTOS, A. F. C. dos. **Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba – Sergipe**. In: ENCONTRO DE RECURSOS HIDRICOS EM SERGIPE, 4., 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju: 2011.p. 5.

CONTAMINAÇÃO HÍDRICA DE ÁGUA DE POÇO POR CEMITÉRIOS CLANDESTINOS NA ZONA DE EXPANSÃO DE ARACAJU

Ana Celia Goes Melo Soares¹

Vania Fonseca²

Maria Nogueira Marques³

Resumo

Os cemiterios tem muitas conotações por serem repositórios de corpos em decomposição, apresentam riscos de poluição ambiental, exigindo cuidados técnicos na sua implantação e operação. O objetivo desse estudo é avaliar o processo de estruturação da zona de expansão de Aracaju e os cenários de risco à saúde devido ao uso de água de poço e sua potencial contaminação por fossas e cemiterios clandestinos. É de cunho exploratório, com dados primários, observação direta, e dados secundários disponíveis ao público sobre a área de estudo. Os dados mapeados analisados com normas técnicas vigentes, estimado risco de contaminação das fontes de abastecimento de água por matéria resultante da decomposição de corpos enterrados sem qualquer cuidado com o ambiente. Os resultados obtidos para o conjunto de parâmetros bacteriológicos e físico-químicos analisados em conjunto, para a verificação da contaminação por necrochorume, o que pode gerar poluição da água sem que os usuários desse recurso hídrico tenham conhecimento dessa possibilidade. Até o momento foram localizados sete cemiterios clandestinos, mas apenas seis ainda estão em funcionamento, como também os poços artesianos e a proximidade entre cemiterios e poços, observando as características dos cemiterios clandestinos e da área do entorno.

Palavras-chave: necrochorume; uso do solo; expansão urbana

Introdução

Água subterrânea é considerada aquela que caminha para o nível hidrostático se infiltrando nos solos e nas rochas. Sua utilização apresenta vantagens em relação à água superficial, por não ocupar espaço em superfície, sofrer menor influência nas variações climáticas, ser passível de extração perto do local de uso, ter temperatura constante, ter maior quantidade de reservas, ter melhor qualidade (física, química, biológica), ter proteção contra agentes poluidores. As redes de esgoto, as fossas sépticas, os aterros sanitários, as atividades industriais, postos de armazenamento e distribuição de combustíveis, cemiterios, drenagens superficiais poluídas e deposição de resíduos sólidos não autorizados são as principais fontes poluidoras antropogênicas em meios urbanos (CASTRO, 2008). A essas fontes se soma a contaminação pelos cemiterios, de forma silenciosa e contínua e muitas vezes não percebida pela população. O corpo humano inicia a decomposição no momento da morte e após cinco meses do sepultamento, se transforma, passando a ser um ecossistema de populações de microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica produzindo lentamente pequenas quantidades de necrochorume ao longo de dois anos e meio (MATOS, 2001; CASTRO, 2008) gerando gases e líquidos putrefeitos, H₂S, CH₄, NH₃, CO₂ e H₂O, responsáveis pelo odor de putrefação e por pequena quantidade de mercaptana. O necrochorume, produto desta decomposição, ao se infiltrar no subsolo raso pode provocar um

¹ Graduação em Serviço Social, Mestre em Saúde e Ambiente, Professora de Universidade Tiradentes, Aracaju, SE

² Graduação em Ciências Sociais, Doutora em Geografia, Pesquisadora do Núcleo de Gestão de Infraestrutura, Aracaju, SE

³ Graduação em Química, Doutora em Tecnologia Nuclear, Pesquisadora da Universidade Tiradentes e Instituto de Tecnologia e Pesquisa, Aracaju, SE

aumento dos teores de sais dissolvidos na água subterrânea, o que permite, a priori, sua detecção com métodos de investigação indireta, devendo ser ressaltado que a contaminação de águas subterrâneas por cemitérios está relacionada a alteração da qualidade química das águas e a presença de microrganismos existentes nos corpos em decomposição (ANA, 2011), embora essa decomposição também dependa das particularidades do solo onde o cemitério instalado. O potencial contaminador dos efluentes da decomposição cadavérica envolve principalmente os lençóis freáticos, conseqüentemente sua exploração para o consumo humano, em áreas próximas de cemitérios (CASTRO, 2008), exige constantes fiscalização municipal, pela Vigilância Sanitária e pelas Companhias de Saneamentos Ambientais, o que não vem ocorrendo.

A implantação de cemitérios no Brasil não considerava, até o final do século XX, os aspectos técnicos necessários à proteção do solo e das águas subterrâneas, o que implicava em elevados riscos de contaminação. A primeira legislação sobre águas foi a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 2005, que estabelecia a classificação das águas doces, salobras e salinas, listando as substâncias potencialmente prejudiciais das águas. Mas somente em 2003 o Conama lançou a Resolução nº 335, posteriormente complementada pela Resolução nº 368 de 2006 e Resolução nº 402 de 2008, dispendo sobre o licenciamento ambiental de cemitérios de seres humanos e de animais, exigindo licença prévia e de instalação, vinculada a estudos de impacto ambiental. A Resolução nº 402 também estabelece que os órgãos ambientais dos estados e municípios deverão, até dezembro de 2010, promover a adequação dos cemitérios que já existiam em abril de 2003. Os planos diretores municipais, obrigatórios para cidades com mais de vinte mil habitantes a partir de 2006, também devem se responsabilizar pelo planejamento do uso do solo, inclusive visando estabelecer as áreas onde poderão ser instalados cemitérios (Conama, 2003; 2006; 2008).

Esse conjunto de normas, embora em vigor há mais de dez anos, não vem sendo obedecidas na zona de expansão urbana de Aracaju, que abrange cerca de 40% do território municipal. Na área são muitos os cemitérios clandestinos, fruto da tradição cultural da população que até recentemente era considerada rural, de manter os seus mortos perto do lugar em que vivem (SOARES, 2012). A inclusão dessa área na zona urbana do município não alterou a utilização dos cemitérios clandestinos, que vêm recebendo novos corpos periodicamente. Essa situação preocupa, pois continuam sendo utilizados os poços já existentes e novos poços vêm sendo perfurados, embora haja disponibilidade de água fornecida pela companhia responsável pela distribuição na zona urbana de Aracaju.

Este trabalho apresenta e discute resultados da pesquisa voltada para a contaminação da água de poço utilizada pela população residente na zona de expansão de Aracaju, devido à proximidade de cemitérios. Entende-se que o abandono do poder público com relação aos cemitérios clandestinos, juntos ao potencial poluidor desses, é algo preocupante para a sociedade justificando, dessa maneira, a realização deste estudo que visa identificar os impactos ambientais decorrentes das necrópoles, sugerindo medidas de gerenciamento ambiental em relação à adequação, implantação e operação dos cemitérios já existentes, bem como de um processo de divulgação da situação e dos cuidados que a população deve tomar com a água que consome nessa área. O interesse dessa pesquisa ultrapassa o fenômeno da contaminação, pois envolve também a análise do comportamento da população residente na área e da relação rural-urbano na zona de expansão de Aracaju, além do papel do governo na organização do espaço que foi tornado urbano pela legislação, mas que guarda, ainda, características de espaço rural, com significativa especulação imobiliária e alterações inadequadas em ambiente de equilíbrio frágil (SOARES, 2012).

Para um entendimento das relações entre Saúde Pública e modelo de planejamento foram identificados os cemitérios clandestinos, os poços artesianos em funcionamento além do sistema de esgotamento local, na compreensão das relações entre saneamento, saúde pública

e meio ambiente, entendendo a importância de se dar uma visibilidade a problemática, e que projetos como esse sejam precursores para o desenvolvimento de um modelo de planejamento de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário na zona de expansão de Aracaju.

Materiais e Métodos

O estudo, exploratório e qualitativo, levantou as relações entre saúde e ambiente na Zona de Expansão de Aracaju, através de dados secundários, dados primários e observação direta. As informações extraídas de fontes secundárias foram levantadas através de formulário específico junto a Secretaria de Saúde do Município de Aracaju Secretaria Municipal de Planejamento de Aracaju (mapeamento das condições geográficas da base territorial de Aracaju), Instituto de Tecnologia e Pesquisa – Laboratório de Planejamento e Promoção da Saúde (dados socioambientais dos bairros de Aracaju), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (dados populacionais) para retirada de dados de cadastros, relatórios e estudos realizados sobre a temática visando elaboração e análise da relação entre algumas doenças e as condições socio-geoambientais. Com base na localização dos cemitérios, e estabelecida uma área de influência direta estabelecida com raio de 500 metros, conforme orientação adotada por técnicos da Administração Estadual do Meio Ambiente de Sergipe (ADEMA), para a elaboração de estudos de impacto ambiental. As informações levantadas junto a população que reside na área foram colhidas com a aplicação de questionários (preenchidos pelos pesquisadores a fim de evitar problemas com analfabetos e analfabetos funcionais). Os dados levantados através de questionários foram categorizados, quando necessário e, assim como os dados levantados em fontes secundárias, foram tratados com estatística descritiva, com o uso de tabelas de frequência. O conjunto de dados sobre existência e localização de poços e fossas mapeado para permitir análise de proximidade espacial e o estabelecimento dos pontos de coletas para retirada de amostras de água dos poços, dos residentes dentro da área de influência direta, visando a realização de análises físico-químicas e biológicas. Serão coletadas amostras de água dos poços e realizadas análises dos parâmetros bacteriológicos e físico-químicos Também será avaliado o potencial de ocorrência de problemas de saúde pública decorrentes da proximidade de poços e cemitérios, o que pode gerar poluição da água sem que os usuários desse recurso hídrico tenham conhecimento dessa possibilidade.

Resultados e discussão

A execução do estudo, iniciado no final de 2014, já teve as seguintes etapas concluídas: levantamento da existência de cemitérios clandestinos na área; triagem para excluir aqueles que não estão ativos há mais de 5 anos; mensuração da localização dos cemitérios que estão em atividade, mesmo que esporádica, via GPS; mapeamento dos cemitérios; estabelecimento do perímetro de 500 metros no entorno dos cemitérios; registro fotográfico dos cemitérios e entorno; entrevista com agentes de saúde que atuam na área; registro das condições da ocupação da área em caderneta de campo. Foram localizados sete cemitérios clandestinos, mas apenas seis ainda estão em funcionamento, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Cemiterios clandestinos localizados na Zona de Expansão de Aracaj, 2015.

Ponto de localização	Identificação
1	Rodovia Jose Sarney – vizinho ao sítio Camuri
2	Condomínio Portal do Sol (desativado)
3	Cemitério Mosqueiro
4	Cemitério dos Naufragos vizinho a UBS Niceu Dantas
5	Cemitério do Nelito
6	Cemitério do Pov. Areia Branca “Cemitério Maria Rosa”
7	Cemitério do Robalo (entrada dos três porquinhos)

Conclusões

O crescimento da capital sergipana com a ocupação da área da Zona de Expansão, transformada em bairro, ao mesmo tempo em que atende os objetivos das políticas públicas vinculadas à habitação, traz uma série de problemas porque outras políticas públicas não foram contempladas, como é o caso da dotação de infraestrutura física, especialmente saneamento e escoamento de águas pluviais.

O caso da Zona de Expansão de Aracaju permite observar o conflito entre a concepção e a execução das políticas públicas, pois não há cuidado em adequar as várias políticas umas às outras, nem há cuidado na execução de cada uma delas.

A falta de conhecimento sobre as doenças de veiculação hídrica faz com que os residentes da área estudada se sintam seguros, embora essa seja uma sensação falsa, podendo levar a complicações e gerar problemas distintos, especialmente na época de chuvas.

A falta de programas de erradicação dos cemitérios clandestinos e esclarecimento/conscientização da população, vem prejudicando a saúde pública e permitindo a manutenção de uma situação que poderá, muito em breve, trazer consequências danosas e irreversíveis para a população residente na área.

O conjunto de condições socioeconômicas e sanitárias da Zona de Expansão se mostra bastante propícia à ocorrência e expansão de doenças de veiculação hídrica, tanto pelo uso de águas contaminadas como pela exposição a vetores de outras doenças, conferindo a este espaço urbano uma característica de ruralização com condições estruturais precárias.

Agradecimentos

Ao Programa de Qualificação Docente da Universidade Tiradentes.

Referências

ALMEIDA, A. M. de; MACEDO, J. A. B. de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: Instituto Viana Junior, 2005. p. 1-12. Disponível em: <<http://jorgemacedo.pro.br/TRABALHO%20SOBRE%20necrochorume.pdf>>. Acesso em: 07/02/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cuidando das águas:** soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília, DF, 2011. 154 p.

CASTRO, D. P. de. **Auditoria e controle interno na administração pública:** evolução do controle interno no Brasil: do código de contabilidade de 1922 até a criação da CGU em 2003. 2. Ed. rev. e atual. São Paulo: Atlas, 2009. 325 p. Guia para atuação das auditorias e organização dos controles internos nos estados, municípios e ONGs.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/pt-br.php> >. Acesso em: 07/02/2015.

CASTRO, D. L. de. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim Fortaleza – CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 251-271, set. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2005. Resolução nº. 357, de 17 de mar. 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e das outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> >. Acesso em: 10 Nov. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2003. Resolução nº. 335, de 24 de abr. 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 101, p. 98-99, 28 maio 2003. Alterada pelas Resoluções nº 368, de 2006, e nº 402, de 2008. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359> >. Acesso em: 10 Nov. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2006. Resolução nº. 368, de 28 de mar. 2006. Altera dispositivos da Resolução Nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 61, p. 149-150, 29 mar. 2006. Alterada pela Resolução nº 402, de 2008. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=488> >. Acesso em: 10 Nov. 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE 2008. Resolução nº. 402, de 17 de nov. 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 224, p. 66, 18 nov. 2008. Altera a Resolução nº 368, de 2006. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=590> >. Disponível em: 10 Nov. 2014.

FEITOSA, F. A. C.; Manoel Filho, J. (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicação**. 2. Ed. Fortaleza: CPRM, LABHID, UFPE, 2000.

LEITE, E. B. Análise físico-química e bacteriológica da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade de Santana, Ilha de Mare, Salvador-BA. **Revista Candomba**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 132-148, jul./dez. 2009.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismo no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cahoeirinha Município de São Paulo**. 2001. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2001.

SOARES, A. C. G. M. **Doenças de notificação compulsória: saúde e ambiente na zona de expansão urbana de Aracaju.** 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Universidade Tiradentes, Aracaju, 2012.

EFEITO COAGULANTE DO EXTRATO DAS SEMENTES DE MORINGA NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Patrícia Santos da Silva¹
Helena Maria Bezerra de Oliveira²
Laura Vevnia da Costa Brandão³
Elvira Maria Bezerra de Alencar⁴

Resumo: No tratamento de água para consumo humano, a coagulação é uma etapa crucial para a eficácia de todo o processo. Como coagulante, empregam-se, predominantemente, sais de alumínio e ferro, produtos de obtenção e custo acessíveis. Porém, esses produtos geram resíduos que, em altas concentrações, podem ser tóxicos. Alguns países têm avançado em pesquisas para aprimorar o uso da *Moringa oleifera*, uma planta tropical, cujas sementes apresentam características coagulantes. O objetivo deste estudo foi comparar, mediante ensaios de jarros ("Jar Test"), o efeito coagulante do extrato aquoso de sementes da *M. oleifera*, com o do sulfato de alumínio, no tratamento de água, tendo como variáveis analisadas as concentrações dos coagulantes e o tempo de decantação. Foram testadas seis diferentes concentrações (20,30,40,50,60 e 70 mg/L para o sulfato; 50,100,200,300,400 e 500 mg/L para a moringa) e os seguintes intervalos de tempo de decantação: 5, 15, 30 e 45 min. A eficácia do tratamento foi avaliada pelos parâmetros físico-químicos (turbidez, cor aparente, pH, alcalinidade, ferro, manganês e alumínio), cujos melhores resultados foram obtidos com a concentração de 70 mg/L para o Sulfato de alumínio e 300 mg/L para o extrato de *M. oleifera*, no tempo de decantação de 30 e 45 minutos, respectivamente.

Palavras-chave: coagulação, extrato vegetal, tempo de decantação.

Introdução

Para a obtenção de água tratada diversos processos são aplicados à água bruta, proveniente de um manancial. Esses processos visam obter um produto de qualidade físico-química e microbiológica de tal modo que, esteja livre de organismos e quaisquer substâncias orgânicas ou inorgânicas capazes de prejudicar a saúde dos consumidores (BRASIL, 2011).

Entre as etapas de tratamento, a coagulação é uma etapa crucial para a eficácia de todo o processo, pois ela consiste na adição, à água, de uma substância que atua sobre o material solubilizado, partícula em suspensão e coloides, formando agregados maiores, comumente chamados de flocos. Esses flocos, sob agitação lenta, vão se aglomerando, ganhando massa e volume, que lhes conferem densidade suficiente para promover sua decantação, por ação da gravidade. Nessa etapa a maior parte das impurezas se precipita, e o líquido sobrenadante torna-se mais límpido.

Como coagulantes, empregam-se, predominantemente, sais de alumínio e ferro, produtos de obtenção e custo acessíveis. Porém, esses produtos geram resíduos que, em altas concentrações, podem ser tóxicos. O sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ é obtido a partir do

¹ Bióloga, Especialização em Microbiologia Clínica Universidade de Pernambuco- UPE, Recife, PE

² Biomédica, Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, Recife, PE

³ Graduação em Farmácia e Bioquímica, Doutora em Microbiologia Aplicada, professora Universidade de Pernambuco, Recife, PE

⁴ Graduação em Ciências Biológicas, Doutora em Biologia, professora Universidade de Pernambuco, Recife, PE

tratamento de refugo de minérios de bauxita com ácido sulfúrico, tendo portanto, algum teor de contaminantes. Os compostos formados no processo de coagulação com sulfato de alumínio, irão depender do pH do meio, da presença de impurezas, ligantes e hidróxidos na água bruta (CORDEIRO; CAMPOS, 1999). O $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ reage com a matéria orgânica e com os sais naturalmente encontrados na água bruta, geralmente formando hidróxido de alumínio, sulfato de cálcio e de sódio. A *Moringa oleifera* é um vegetal da família Moringaceae, originária do nordeste indiano, e vem sendo utilizada como agente coagulante no tratamento de água, em substituição aos sais de alumínio. Alguns países como Reino Unido, Índia e Brasil, têm avançado em pesquisas para aprimorar o uso das sementes dessa planta, as quais contêm, em cerca de 40% de sua massa, proteínas com propriedades coagulantes (GALAO et al., 2006).

Diante do exposto, este estudo foi realizado com o objetivo de comparar, por meio de ensaios de jarros (Jar Test), o efeito coagulante do extrato aquoso de sementes da *M. oleifera*, com o do sulfato de alumínio, no tratamento de água e a influência do tempo de decantação no tratamento.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no laboratório de controle de qualidade da Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), localizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) Castelo Branco, em Jaboatão dos Guararapes, PE. Utilizou-se uma amostra de água bruta (Tabela 1), proveniente da Barragem Tapacura, localizada no Município de São Lourenço da Mata, PE. As dosagens de sulfato de alumínio foram preparadas a partir de uma solução aquosa a 2%, em que 1 mL = 10 mg de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Preparou-se o extrato de moringa, juntando-se 2 g de semente a 100 mL de água destilada e, em seguida, triturando em liquidificador. Após a trituração, o extrato foi filtrado a vácuo, de acordo com Cardoso et al. (2008).

Os ensaios de floculação foram realizados seguindo o procedimento do equipamento Jar Test da marca Phippsbird, com seis jarros, em mistura rápida na velocidade de 300 rpm por 10 s, e agitação na floculação em duas etapas: 35 rpm por 20 minutos, seguida de 22 rpm por mais 20 minutos. As dosagens de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ foram: 20, 30, 40, 50, 60 e 70 mg/L, enquanto as concentrações do extrato de *M. oleifera* testadas foram: 50, 100, 200, 300, 400 e 500 mg/L, e quatro intervalos de decantação: 5, 15, 30 e 45 min., para ambos os agentes coagulantes.

Com o aparelho de Jar test ligado em 300 rpm, adicionou-se cada coagulante, obedecendo a sequência de dosagens mencionada, a cada um dos seis jarros. Passados 10 segundos, reduziu-se a velocidade para 35 rpm, promovendo assim, a primeira etapa da floculação durante 20 minutos, e 22 rpm na segunda etapa, por mais 20 minutos. Concluído o tempo total, desligou-se o equipamento e os jarros foram mantidos em repouso, de acordo com cada tempo de decantação testado. Ao final de cada tempo de decantação, amostras do sobrenadante foram colhidas a uma profundidade de cerca de 10 cm, a partir da superfície do líquido em repouso.

Os ensaios foram realizados em triplicata e os parâmetros avaliados foram: turbidez, cor aparente, pH, alcalinidade, ferro, manganês e alumínio (AMERICAN..., 1995; BRASIL, 2011).

Tabela 1. Parâmetros referenciais de qualidade para água bruta utilizada nos ensaios.

pH	I. COR (mg PtCo/L)	II. TURBIDEZ (NTU)	III. ALCALINIDADE (mg/L de CaCO ₃)	IV. ÍONS DE FE V. (mg/L)	VI. ÍONS DE MN VII. (mg/L)
VIII. 7,5	IX. 62	X. 9	XI. 65,0	XII. 0,4	XIII. <0,3

Resultados e discussão

Entre as concentrações testadas do extrato da semente de *Moringa oleifera*, a que apresentou os melhores resultados foi a de 300 mg/L, com taxas de redução da turbidez de 72% e da cor aparente de 70%, após o tempo de sedimentação de 45 min. (Figura 1D). Já para o sulfato de alumínio líquido, a concentração mais eficiente foi a de 70 mg/L, reduzindo a turbidez em 90% e a cor aparente em 82%, no intervalo de decantação de 30 min. (Figura 2C). Não foi observada grande diferença no percentual de redução desses dois parâmetros, em relação ao aumento do tempo de decantação, de 30 minutos para 45 minutos, quando se trata da aplicação do sulfato de alumínio como coagulante, visto que os percentuais de redução foram bem próximos, mostrando que o aumento no tempo de decantação, no uso deste coagulante, não traz vantagem alguma. Por sua vez, os tratamentos com o extrato de *M. oleifera* mostraram-se cada vez mais eficientes à medida que o tempo de decantação aumentava, corroborando com os resultados obtidos por Cardoso et al., (2008). Observou-se que os flocos formados por esse coagulante natural são menores e mais leves que os formados nos tratamentos com o sulfato de alumínio, necessitando de um tempo maior para sua formação e sedimentação. Com ambos os coagulantes foram observadas reduções significativas no teor de íons de ferro e manganês, apresentando resultados idênticos (0,1 mg/L para o teor de ferro e <0,3 mg/L para o teor de manganês). Em se tratando do extrato de *M. oleifera*, foi observada a vantagem na utilização deste, em relação à alcalinidade e ao pH da água tratada, visto que ele não reduz a alcalinidade da água e, conseqüentemente, o pH, ao contrário do sulfato de alumínio. O tratamento com extrato de moringa, na concentração de 300 mg/L, apresentou o valor de alcalinidade de 64 mg/L de CaCO₃ e pH de 7,4, enquanto o tratamento com sulfato de alumínio, na concentração de 70 mg/L, reduziu bastante esses valores, apresentando alcalinidade de 35,1 mg/L de CaCO₃ e pH 6,5. Outro parâmetro avaliado foi o poder residual de íons alumínio observado na água tratada com sulfato de alumínio (0,2 mg/L), sendo esse o valor máximo permitido, devido ao risco de neurotoxicidade e relação com o aceleramento do processo degenerativo do mal de Alzheimer (CLAYTON, 1989; BRASIL, 2011). O extrato de moringa não deixa esse tipo de resíduo.

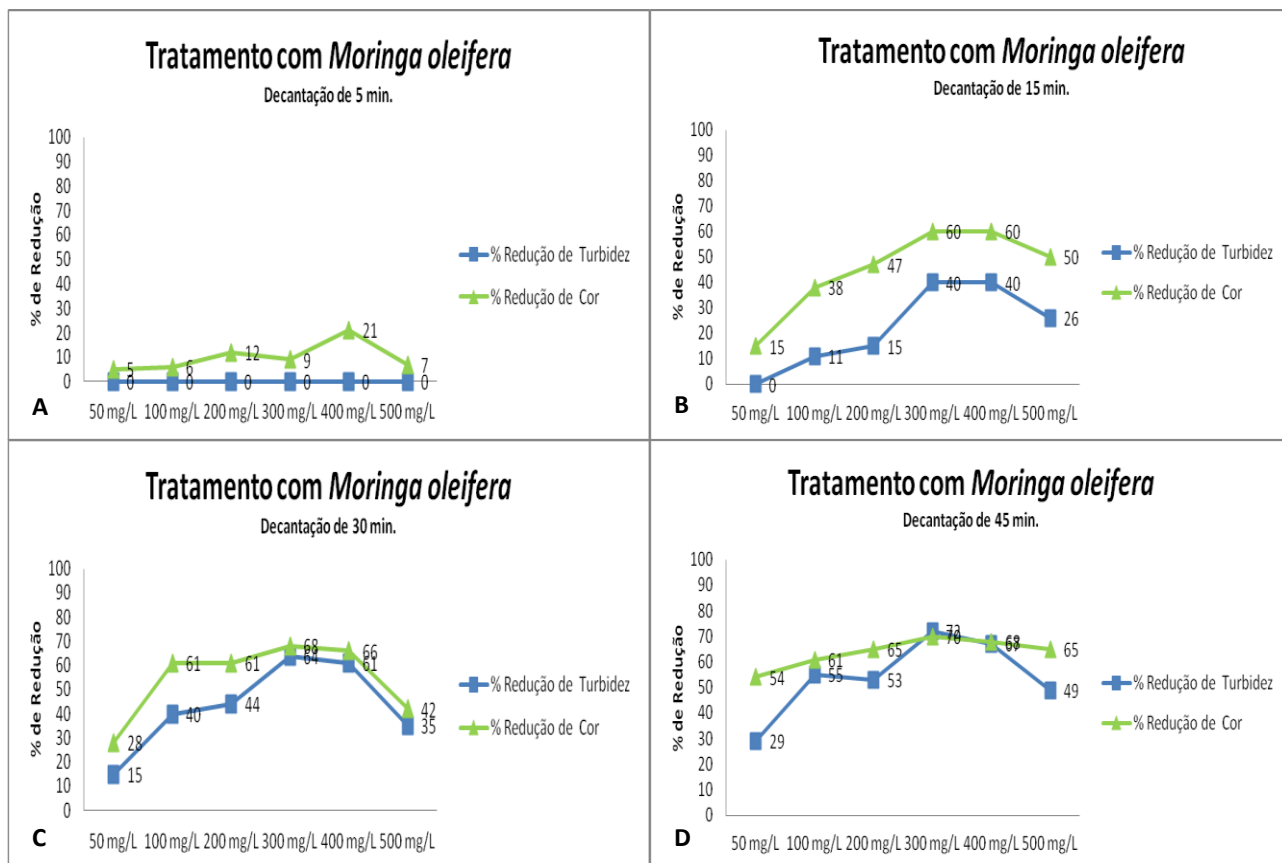


Figura 3. Tratamento com extrato de *Moringa oleifera*, e com tempos de decantação de 5 (A), 15 (B), 30 (C) e 45 (D) minutos.

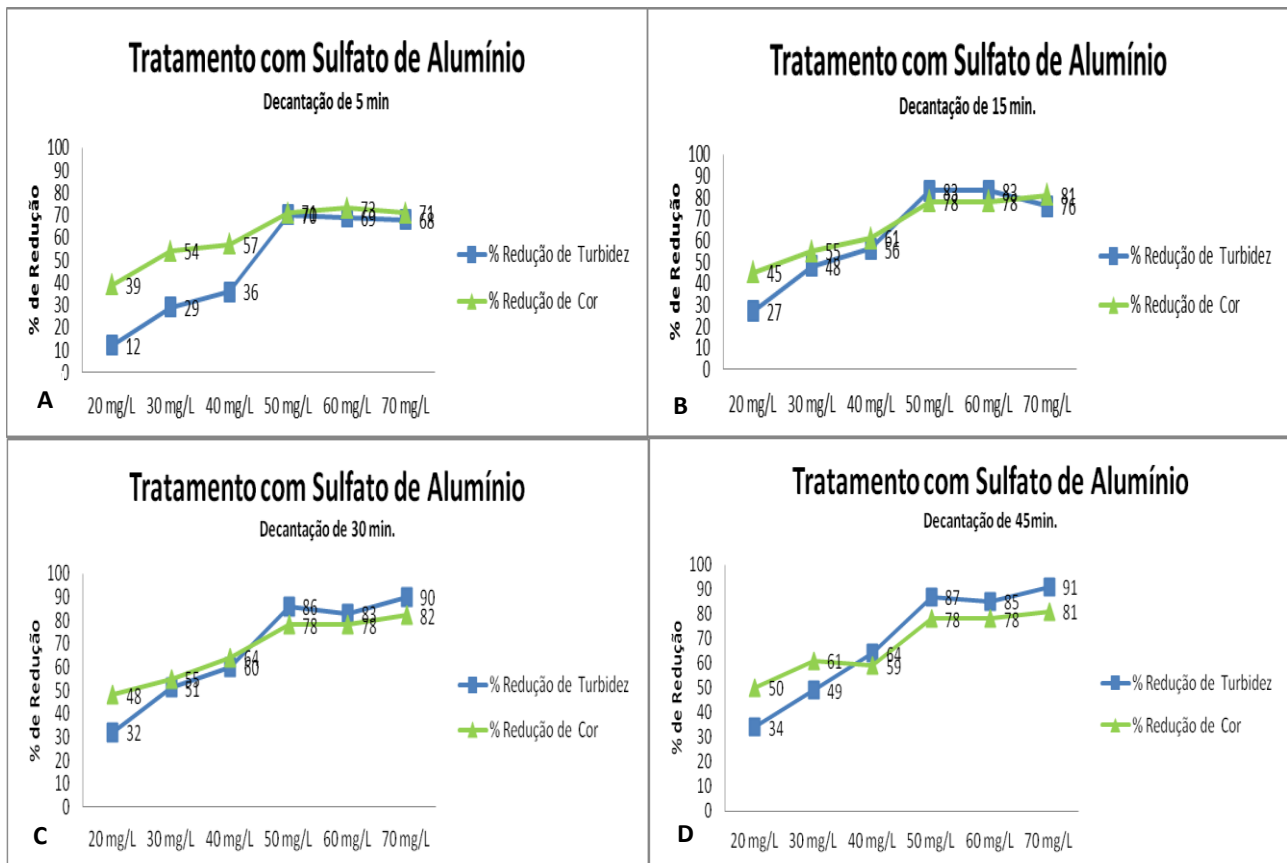


Figura 4. Tratamento com sulfato de alumínio, e com tempos de decantação de 5 (A), 15 (B), 30 (C) e 45 (D) minutos.

Conclusões

Os melhores resultados são obtidos com a concentração de 70 mg/L para o Sulfato de alumínio e 300 mg/L para o extrato de *M. oleifera*, no tempo de 30 e 45 minutos, respectivamente.

O extrato das sementes da *Moringa oleifera* mostra-se uma alternativa promissora e vantajosa para uso como coagulante no tratamento de água, em substituição ao sulfato de alumínio. Técnicas para produção e uso dessas sementes devem ser aprimoradas.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington, DC, 1995.

BORBA, L. R. **Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 de dez. 2011.

CARDOSO, K. et al. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/ floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 30, n. 2, p.193-198, 2008.

CLAYTON, B.E. Report of the Lower moor Incident Advisory Group. **Journal of Industrial Medicine**, London, v. 40, n.3, p. 301-304, 1989.

CORDEIRO J. S; CAMPOS J. R. Remoção natural de água de lodos de etas utilizando leitos de secagem e lagoas de lodo. In: REALI. M. A. P. (Ed.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 125–140.

GALLAO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. de. Avaliação Química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1; p. 106–109, 2006.

EFEITOS DE UM SANGRADOURO NA MACROFAUNA BENTÔNICA DE UMA PRAIA ARENOSA TROPICAL

Pablo Ferreira Santana¹
Leonardo Cruz da Rosa²

Resumo

Sangradouros são cursos d'água doce que fazem parte da drenagem da planície costeira, dando escoamento às águas pluviais coletadas no pós-duna. Podem desempenhar importante papel no transporte de sedimentos e alterar os padrões de distribuição da macrofauna na praia, reduzindo valores de abundância e riqueza de espécies próximo à sua descarga. Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos de um sangradouro na macrofauna bentônica de uma praia arenosa tropical. Para isso, foram realizadas duas campanhas amostrais na praia da Aruanda (Aracaju, SE). Foram coletadas amostras biológicas, do sedimento e da água do lençol freático em 4 transectos perpendiculares à linha da costa distando 0, 25, 50 e 100 metros do sangradouro. O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças significativas somente para salinidade entre as variáveis ambientais ($H = 9,30$; $p < 0,05$ e $H = 18,84$; $p < 0,001$, na primeira e segunda campanha, respectivamente). Na primeira campanha, a abundância aumentou conforme nos distanciávamos do sangradouro, um padrão que foi percebido também para o número de espécies. Contudo, na segunda campanha, um pico de *Donax gemmula* no sangradouro tornou esse o ponto mais abundante. Apesar disso, a Permanova não mostrou diferenças significativas na composição da comunidade entre os transectos.

Palavras-chave: salinidade; Sergipe; gradiente.

Introdução

Um dos efeitos das mudanças climáticas globais que afetam as áreas costeiras, sobretudo as praias, é a alteração na frequência e intensidade das chuvas. Acredita-se que eventos de precipitação intensa sejam mais comuns no futuro, resultando em mais inundações e alterando o padrão das descargas de água doce nos oceanos (SCHLACHER et al., 2008). Quando essas descargas provêm da drenagem da planície costeira, dando escoamento às águas pluviais coletadas em banhados ou depressões no pós-duna, são chamadas sangradouros (FIGUEIREDO; CALLIARI, 2005).

O surgimento dos sangradouros naturais está associado primariamente à combinação do nível alto do lençol freático e do acúmulo de água das chuvas em áreas atrás das dunas frontais (FIGUEIREDO; CALLIARI, 2005; 2006; GANDARA-MARTINS et al., 2014). Eles cumprem um papel importante no transporte de sedimento do pós-praia para a zona de surfe, tornando-o disponível para a deriva litorânea (FIGUEIREDO; CALLIARI, 2005; FIGUEIREDO et al., 2007; GANDARA-MARTINS et al., 2014). Seus efeitos na comunidade bentônica estão relacionados principalmente à redução da salinidade, o que limita a distribuição de muitas espécies (LERCARI; DEFEO, 1999; LERCARI et al., 2002; LERCARI; DEFEO, 2003; GANDARA-MARTINS et al., 2014; OLIVEIRA, 2014).

¹ Graduação em Ciências Biológicas, Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Graduação em Ciências Biológicas, Doutorado em Oceanografia Biológica, Professor da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

A região melhor estudada, até o momento, é o Canal Andreoni no Uruguai (LERCARI; DEFEO, 1999; LERCARI et al., 2002; LERCARI; DEFEO, 2003; BERGAMINO et al., 2009). Contudo, as dimensões desse sangradouro são imensas quando comparadas às dos cursos mais comuns (FIGUEIREDO; CALLIARI, 2005; 2006). Além disso, os poucos trabalhos no Brasil foram realizados na região sul, ou seja, não há estudos sobre comunidades bentônicas de sangradouros tropicais. Este trabalho pretende contribuir para o preenchimento dessa lacuna do conhecimento ao avaliar os efeitos de um sangradouro urbano na macrofauna bentônica de uma praia arenosa tropical. A principal hipótese é que o sangradouro influencia negativamente os valores de abundância e riqueza da macrofauna.

Materiais e Métodos

A área estudada está localizada na cidade de Aracaju, SE, bairro Aruanda, no cruzamento da Av. Dr. Silvio Cabral Santana e a Rod. Pres. José Sarney (11°01'13.66" S, 37°04'16.95" O). O sangradouro pertence à malha de drenagem pluvial urbana e sua ocorrência na praia é limitada às épocas chuvosas.

Foram realizadas duas campanhas amostrais (agosto e dezembro de 2013) durante a maré baixa de sizígia. Em cada campanha foram traçados 4 transectos perpendiculares à linha da costa com distâncias de 0, 25, 50 e 100 metros da fonte da perturbação (T0, T25, T50 e T100), seguindo a corrente costeira (sentido norte-sul). Em cada transecto foram definidas 10 unidades amostrais (UA) na zona entre-mares. Em cada UA foram realizadas coletas biológicas, de sedimento e de água. As coletas biológicas foram realizadas em duplicata com auxílio de tubos de PVC com 20 cm de diâmetro enterrados a 20 cm de profundidade. O conteúdo foi peneirado numa malha de nylon de 0,5 mm e a fauna fixada em formalina 5%. A coleta do sedimento, para análises granulométricas, foi feita com um tubo de PVC com 5 cm de diâmetro enterrado a 10 cm. Em cada UA foram escavados buracos profundos o suficiente para encontrarmos a água do lençol freático. Nos pontos onde o sangradouro estava presente foram coletadas amostras da água superficial. A salinidade de cada amostra foi verificada com um refratômetro óptico ao chegar ao laboratório. Também foi obtido o perfil topográfico com auxílio de teodolito e régua metrada e, também foram medidas a altura e a frequência de ondas através de estimativas visuais.

O sedimento foi analisado de acordo com o método de peneiramento (SUGUIO, 1973). Os organismos obtidos foram identificados, contados com auxílio de um microscópio estereoscópico e adicionados à coleção do Laboratório de Ecologia Bentônica da UFS. A identificação foi feita até o nível taxonômico mais baixo possível de acordo com a literatura pertinente. Abundância total em cada transecto foi estimada em indivíduos por metro linear (ind. m^{-1}) de acordo com a equação proposta por Brazeiro e Defeo (1996).

Os dados foram analisados individualmente para cada amostragem. As diferenças no tamanho do grão do sedimento e seu grau de seleção entre as distâncias amostradas, assim como os valores de salinidade, foram testadas através de testes de Kruskal-Wallis e o teste pareado de Mann-Whitney, quando verificadas diferenças significativas. A riqueza e abundância da macrofauna entre os transectos foram comparadas através de ANOVA e análise pareada de Tukey. Similaridades na composição das espécies entre os transectos foram determinados por nMDS, utilizando os dados transformados por $\log + 1$ e o índice de similaridade de Bray-Curtis. Diferenças significativas na estrutura da comunidade entre os transectos foram testadas através de uma PERMANOVA (CLARKE; WARWICK, 2001).

Resultados e Discussão

A praia estudada foi classificada como dissipativa ($\Omega = 7,26$) levemente influenciada pela maré ($RTR = 3,14$). Dos dados abióticos coletados, somente a salinidade apresentou

diferenças significativas entre transectos na mesma campanha amostral (primeira campanha: $H = 9,303$; $p < 0,05$ e segunda campanha: $H = 18,84$; $p < 0,001$), onde menores valores foram registrados no sangradouro (T0) comparado as demais distancias.

Em todos os estudos existentes, a variação na salinidade foi a principal responsável pelas alterações nos padrões de distribuição da macrofauna bentônica, exceto o artigo de Santos (1991), onde o autor concluiu que a erosão era a principal variável. No entanto, de modo geral, a extensão do efeito do sangradouro está intimamente ligada às suas dimensões. Nos estudos do Canal Andreoni no Uruguai foi verificado um gradiente de salinidade ao longo de uma faixa de 9km de praia (LERCARI; DEFEO, 1999). Em um estudo no sul do Brasil a redução da salinidade foi verificada até 27 m (GANDARA-MARTINS et al., 2014). No presente estudo, a 25 m do sangradouro já não havia esse efeito.

A comunidade bentônica reagiu de forma diferente em cada campanha amostral. O padrão observado na primeira foi semelhante aos estudos uruguaios, menor abundância e riqueza próximo ao sangradouro ($F = 24,06$; $p < 0,05$) e maiores valores nas áreas onde não há redução da salinidade (LERCARI; DEFEO, 1999; LERCARI et al., 2002; LERCARI; DEFEO, 2003; 2006; BERGAMINO et al., 2009) (Figura 1a). Na segunda, foi verificado um pico de densidade de *Donax gemmula* junto ao sangradouro (T0), o qual correspondeu a 41,8% do total de indivíduos coletados nessa campanha, resultando num maior valor de abundância total nesse transecto quando comparado aos demais (Figura 1b). Algo semelhante foi observado por Gandara-Martins et al. (2014), os quais observaram elevadas densidades de um isópode junto ao sangradouro. Acredita-se que tal fato ocorra devido ao aporte de nutrientes provenientes do sangradouro (LERCARI et al., 2002; GANDARA-MARTINS et al., 2014).

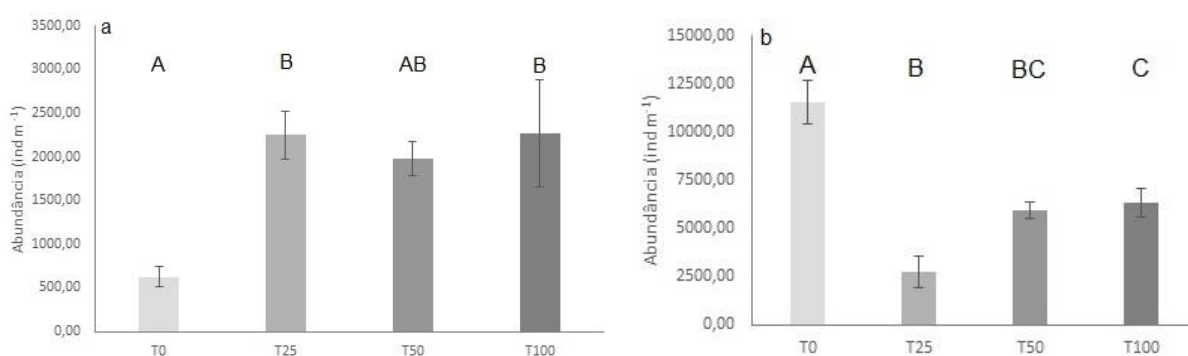


Figura 5. Abundância total da macrofauna em cada transecto amostrado na primeira (a) e na segunda campanha (b). Letras maiúsculas diferentes representam diferenças significativas entre os transectos.

As ordenações do nMDS separaram as amostras do sangradouro das demais (Figura 2), no entanto, a PERMANOVA não revelou diferenças significativas na composição bentônica entre os transectos em nenhuma campanha.

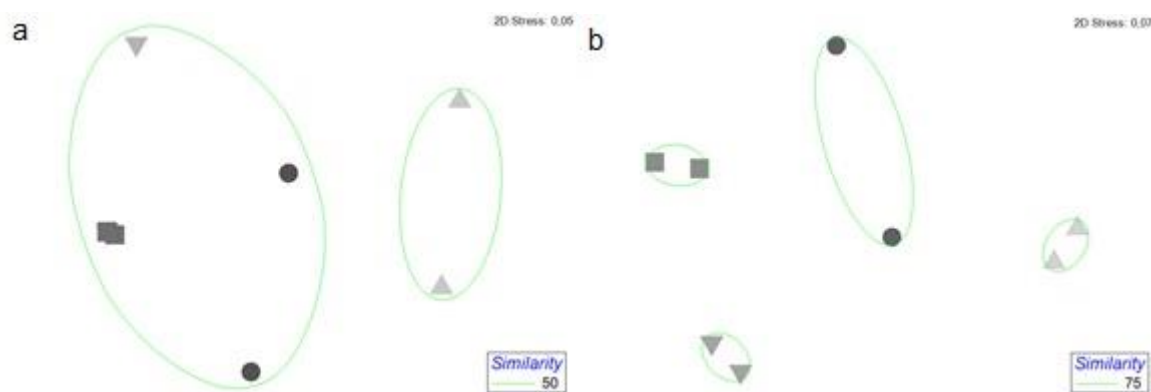


Figura 6. Configurações nMDS das matrizes de similaridade com índice de similaridade de Bray-Curtis e dados transformados em $\log + 1$. ▲: T0; ▼: T25; ■: T50; ●: T100. a) primeira campanha; b) segunda campanha

Conclusões

Redução da salinidade provocada pelo sangradouro reduz a riqueza total de espécies próximo ao seu curso d'água;

A influência negativa na abundância total foi clara na primeira campanha amostral, mas na segunda o resultado diferiu do esperado;

Pico de *Donax gemmula* na segunda campanha possivelmente ocorreu devido ao aporte de nutrientes realizado pelo sangradouro;

Ausência de diferenças significativas na composição das comunidades de cada transecto podem estar relacionadas ao número limitado de réplicas ou as dimensões reduzidas do sangradouro.

Ainda há a necessidade de mais estudos abordando os efeitos dos sangradouros, sobretudo os de longa duração, para que se obtenha um melhor entendimento do fenômeno.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a equipe do Laboratório de Ecologia Bêntonica (DEPAQ/UFS) pela indispensável ajuda durante as amostragens em campo.

Referências

BERGAMINO, L.; MUNIZ, P.; DEFEO, O. Effects of a freshwater canal discharge on polychaete assemblages inhabiting an exposed sandy beach in Uruguay. **Ecological Indicators**, Kiel, GER, v. 9, p. 584–587, 2009.

BRAZEIRO, A.; DEFEO, O. Macroinfauna zonation in microtidal sandy beaches: is it possible to identify patterns in such variable environments? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Gainesville, US, v. 42, p. 523–536, 2006.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. 2. ed. Plymouth: Primer-E, 2001. 174 p.

FIGUEIREDO, S. A. de; CALLIARI, L. J. Sangradouros: distribuição espacial, variação sazonal, padrões morfológicos e implicações no gerenciamento costeiro. **Gravel**, Porto Alegre, v. 3, p. 47–57, 2005.

FIGUEIREDO, S. A. de; CALLIARI, L. J. Washouts in the central and northern littoral of Rio Grande do Sul state, Brazil: distribution and implications. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, US, v. Special Issue 39 , p. 366–370, 2006.

FIGUEIREDO, S. A. de; COWELL, P.; SHORT, A. Intermittent backbeach discharge to the surfzone: modes and geomorphologic implications. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, US, v. Special Issue 50, p. 610–614, 2007.

GANDARA-MARTINS, A. L.; BORZONE, C. A.; GUILHERME, P. D. B.; VIEIRA, J. V. Spatial effects of a washout on sandy beach macrofauna zonation and abundance. **Journal of Coastal Research**, Fort Lauderdale, US, 2014. DOI:10.2112/JCOASTRES-D-13-00154.1

LERCARI, D.; DEFEO, O. Effects of freshwater discharge in sandy beach populations : the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Gainesville, US, v. 49, p. 457–468, 1999.

LERCARI, D.; DEFEO, O. Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Gainesville, US, v. 58S, p. 17–24, 2003.

LERCARI, D.; DEFEO, O. Large-scale diversity and abundance trends in sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Gainesville, US, v. 68, p. 27–35, 2006.

LERCARI, D.; DEFEO, O.; CELENTANO, E. Consequences of a freshwater canal discharge on the benthic community and its habitat on an exposed sandy beach. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, GB, v. 44, p. 1397–1404, 2002.

OLIVEIRA, P. L. de. **Influência de sangradouros nos migradores mareais de praias arenosas do litoral do Paraná, Brasil**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SANTOS, P. J. P. dos. Influence of a temporary freshwater stream on the population dynamics of *Scolelepis gaucha* (polychaeta: spionidae) on a sandy beach in southern Brazil. **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, US, v. 48, p. 657–664, 1991.

SCHLACHER, T. A.; SCHOEMAN, D. S.; DUGAN, J.; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; MCLACHLAN, A. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. **Marine Ecology**, Berlin, DE, v. 29, p. 70–90, 2008.

SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. Sao Paulo: Edgard Blucher: Sao Paulo, 1973.

A RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E O USO RACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS: A EXPERIÊNCIA DA SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE ARACAJU, SE (SEMA)

Cleverton Costa Silva¹

Alana Danielly Vasconcelos²

Resumo

O uso racional dos recursos naturais é tema pertinente a toda a sociedade, e em especial aos órgãos públicos da área ambiental. Portanto, através de uma política interna de responsabilidade socioambiental, pode-se abordar a problemática em torno do uso racional dos recursos hídricos, das alternativas para promover a economia aos hábitos de consumo de água. Neste contexto, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju, SE (Sema) está estudando a adoção de medidas relacionadas à gestão de recursos hídricos dentro do seu programa de responsabilidade socioambiental, que brevemente integrará a Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P, programa gerido nacionalmente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Realizados de outubro a dezembro de 2014, os respectivos Diagnóstico e Plano de Gestão Socioambiental do órgão, quase prontos para vir a público, revelaram a necessidade de uma gestão integrada com outros órgãos e do empenho dos servidores nos cuidados com este importante recurso natural.

Palavras-chave: A3P, medidas de economia, educação ambiental.

Introdução

A Sema, como órgão central da gestão ambiental aracajuana no âmbito público, foi criada pela Lei municipal de número 4.359, de 8 de fevereiro de 2013. A citada lei explicita em seu artigo 3º, §1º, II, que compete a Sema se integrar à execução da política de recursos hídricos. Desta forma, cabe a um dos mais recentes órgãos ambientais da esfera pública em Sergipe dar bons exemplos ao mesmo tempo em que orienta outros órgãos e a sociedade aracajuana naquilo que se refere à gestão eficiente das águas, especificamente o consumo e os hábitos a ela associados. Nas dependências da Sema, o seu corpo técnico é naturalmente composto por consumidores de recursos hídricos em seus diversos fins. De forma evidente, as atividades da Secretaria são desenvolvidas em prédio público dotado de banheiros e copa, acompanhados de seus equipamentos como torneiras, caixas de descarga, pias, lavabos e bebedouros. Copos plásticos, canecas e squeeze são os bens públicos ou particulares necessários ao consumo deste recurso natural. Assim sendo, na SEMA se encontram pessoas que cumulativamente exercem os papéis de gestores e consumidores, evidenciando a necessidade de um trabalho interno para mitigar vícios e incentivar virtudes (CASTRO et. al., 2014).

¹ Tecnólogo em Gestão de Turismo, Analista Ambiental, Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju – PMA, Aracaju, SE

² Graduada em Pedagogia, Coordenadora Geral de Educação Ambiental, Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju – PMA, Aracaju, SE

Desse forma, tendo por foco a instituição e aqueles que a integram, a Sema busca aderir a A3P e desenvolver um trabalho interno seguindo o disposto no Eixo 10 do Programa Aracaju Sustentável - PAS, que orienta a política de educação ambiental do órgão (VASCONCELOS, 2014). Os passos seguintes, ocorridos em 2014, foram a busca por informações, qualificação e contatos com o MMA, órgãos públicos que já são parceiros da A3P em Sergipe e a adesão da SEMA ao programa gerido nacionalmente pelo MMA mediante assinatura do Termo de Adesão.

Concomitante a este processo, se constituiu uma Comissão Gestora pela Portaria Sema nº 20/2014, grupo de trabalho transversal, composto por servidores de diversos setores que estão conduzindo os trabalhos desde junho de 2014, e que no final do mesmo ano finalizou o diagnóstico e o plano de gestão socioambiental do órgão. A expectativa para 2015 é que as medidas do plano de gestão sejam viabilizadas e os resultados obtidos venham a ser divulgados a sociedade sergipana e aos órgãos públicos interessados, especialmente aqueles relacionados ao território aracajuano.

Materiais e Métodos

Os dados relativos ao consumo dos recursos hídricos na Sema são extraídos do documento Agenda Ambiental na Administração Pública Sema – A3P/Sema: Diagnóstico e Plano de Gestão Socioambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju (CASTRO et al., 2014), trabalho que se utilizou de diversas técnicas de abordagem da problemática relativa à implantação da A3P no órgão, mas que também trabalha a temática aqui proposta.

Para o levantamento de dados como o consumo de água, a medida foi de natureza técnico-financeira. Assim, a Comissão Gestora da Sema solicitou ao Departamento de Administração e Finanças – DAF do órgão uma Comunicação Interna com pedido de dados relativos a bens patrimoniais e de consumo.

Em resposta, o DAF forneceu as contas de água de duas unidades descentralizadas do órgão: o Centro de Triagem José Bautista Vidal e o Centro de Educação Ambiental Manoel Bomfim Ribeiro, o Museu do Mangue. Não foi possível ao DAF fornecer as contas de água da unidade central da Sema, onde estão lotados os servidores, o motivo será explicitado como resultado deste trabalho. Outros dados não pertinentes ao tema foram fornecidos pelo DAF.

Para a abordagem ao corpo técnico e gestores da Sema, utilizou-se um formulário de análise de cenários denominado *SWOT*, Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats; que em língua portuguesa correspondem a Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças - FFOA, instrumento participativo anteriormente implementado para o planejamento estratégico pela Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional – Asplandi/Sema, que estimulou uma percepção coletiva dos ambientes da SEMA e possibilitou a plena participação em grupos das diversas equipes de trabalho no órgão sem prejudicar sensivelmente o ritmo dos trabalhos ordinários. O formulário *SWOT*, embora tivesse como tema genérico as práticas ambientalmente corretas e a gestão de resíduos na Sema, teve questões relacionadas à água como um dos pontos abordados pelos servidores.

Paralelamente aos instrumentos acima, o levantamento de dados incluiu também o registro de bens patrimoniais alternativos ao patrimônio oficialmente administrado

pelo Almojarifado do órgão. Esses bens foram organizados em planilha eletrônica intitulada Patrimônio 3R, por serem estes bens capazes de gerar economia de recursos naturais e bens patrimoniais que representam onus ao patrimônio público, pois estes bens ajudam na redução, reutilização ou ganham nova utilidade por meio de reciclagem. Neste contexto, destaque-se a medida do DAF de disponibilizar a parte dos servidores canecas de porcelana personalizadas, em substituição aos copos descartáveis, que gerou significativa economia ao erário aracajuano.

O conjunto destes instrumentos e técnicas deliberados nas reuniões da Comissão Gestora da "A3P/Sema" subsidiou o documento no qual se baseia a produção deste trabalho, constituindo um verdadeiro estudo de caso, já que o foco de estudo foi o conjunto das dependências onde a Sema aloca todo o seu pessoal.

Resultados e Discussão

No período compreendido entre os meses de outubro e dezembro de 2014, a Comissão Gestora encarregada pelo diagnóstico socioambiental da Sema teve como uma das suas preocupações a gestão e o uso de recursos hídricos no contexto da cultura organizacional. Dessa forma, serão relatados os seguintes aspectos: histórico de consumo em metros cúbicos por mês - m^3/M , caracterização e situação de banheiros e copa, estimativa de economia com a disponibilização das canecas para parte significativa dos servidores e hábitos de consumo na instituição.

Para a aferição do histórico de consumo, recorreram-se às faturas mensais da Companhia de Saneamento de Sergipe (Deso) fornecidas pelo DAF/Sema. A Comissão Gestora constatou que a Sema não arca com as despesas de água e energia na sua unidade central, no Bairro Salgado Filho, pois o imóvel anteriormente abrigava uma escola e um prédio residencial, sendo os medidores individualizados. O imóvel não possui equipamentos que promovam a eficiência de água nos banheiros, benfeitorias e possíveis adaptações carecem de certos cuidados e anuência expressa dos locatários. O pagamento das faturas cabe à Secretaria Municipal de Defesa Social e Cidadania (Semdec).

Porém, a Sema arca com as despesas de água de duas unidades descentralizadas citadas no item anterior. Sendo as faturas do mês de setembro, o histórico de consumo compreende o período entre março e agosto de 2014, como exposto na Figura 1.

Depreende-se da Figura 1 que o Centro de Triagem apresenta um histórico de consumo mais estável que o Museu do Mangue, tendo ocorrido picos de consumo apenas nos meses de março e julho e um baixo consumo em abril. O Museu do Mangue, por sua vez, baixou progressivamente o consumo, sendo os seus picos nos meses de março e abril, que se deram devido ao furto de água dos encanamentos. Cabe salientar que estas unidades não estão em plena operação, mas podem vir a ser melhor aproveitadas futuramente. O histórico do consumo será monitorado semestralmente a partir de março de 2015, concomitantemente ao acompanhamento de situações e fatos que ocorrerem nestas unidades.

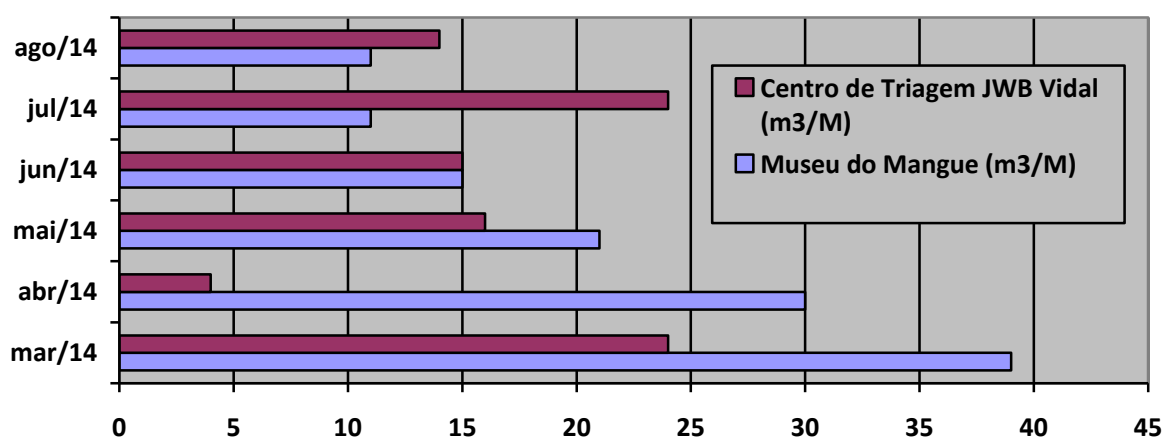


Figura 1. Histórico de consumo de água nas unidades descentralizadas da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju (Sema).

Fonte: DAF/Sema.

Considerada a situação na unidade central, a solução proposta no Plano de Gestão Socioambiental consiste, a curto prazo, na sensibilização dos servidores através de ações da A3P referentes ao uso racional dos recursos naturais e bens públicos e a médio prazo propor uma parceria com a Semdec visando a gestão de recursos hídricos em todas as dependências que abrigam os respectivos órgãos, buscando soluções para reduzir desperdício viabilizando melhorias que forem necessárias e sensibilizando pessoal sistematicamente.

No tocante ao comportamento dos servidores quanto ao consumo de água, a equipe do diagnóstico estudou os comportamentos e as práticas cotidianas, alguns vícios de comportamento observados foram constatados ao analisar um dos formulários da análise *SWOT*, como é possível constatar na Tabela 1.

Tabela 1. Percepção dos servidores da Sema sobre questões relacionadas ao uso racional dos recursos hídricos no órgão, adaptada de quadro com análise SWOT/FOFA.

Forças (fatores internos)	Fraquezas (fatores internos)
Utilização de canecas de porcelana e plástico	Uso de copo descartável em excesso
Adoção de squeezes pela EA	Não uso das canecas fornecidas pela Sema
Adoção de um copo descartável por dia	Não prática da redução do papel e do copo descartável
	Elevado consumo de água e energia
	Banheiros em péssimas condições de uso (deprecação, vazamento e falta d'água)
	Restrições de espaço físico e carencia de pias, banheiros e geladeiras
Oportunidades (fatores externos)	Ameaças (fatores externos)
Nenhuma especifica sobre recursos hídricos	Nenhuma especifica sobre recursos hídricos

Fonte: Castro et al., 2014.

Cabe comentar que no caso em tela esta metodologia agregou os formulários de todos os setores em apenas um, fazendo com que haja dicotomia entre forças e fraquezas, cabendo a Comissão Gestora reconhecer, por exemplo, que se por um lado muitos servidores contam com canecas cedidas pela Sema ou voluntariamente as substituem por outros recipientes, por outro lado ainda há resistências e pouco apoio a esta medida por parte de alguns.

Para lidar com a problemática do desperdício e dos maus hábitos de consumo da água, a equipe de Educação Ambiental – CEA/Sema, através de uma abordagem teatral, promoveu no dia 20 de janeiro de 2015 uma ação que consistiu na simulação de uma discussão entre servidor e estagiário, motivada pelo uso abusivo de copos descartáveis. A atividade surpreendeu os servidores, que passaram o expediente inteiro discutindo questões relativas ao uso do copo descartável e as relações interpessoais no ambiente de trabalho. Na manhã seguinte, a dupla de educadores passou em cada setor para explicar melhor a ação (PECA, 2015).

A médio prazo, a pretensão é a de que o órgão forneça canecas a todos os servidores, orientando-os a não utilizarem os copos descartáveis. Corrobora para esta ação uma estimativa de que a adoção de canecas para os servidores levou a Sema a economizar R\$ 915,00, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Economia em R\$ com a adoção de canecas em substituição ao copo descartável.

Descrição	Quantidade por servidor/ano	R\$ por servidor /ano	Quantidades absolutas	Despesa em R\$/ano
Canecas de porcelana doadas	1	0,00	61	0,00
Copo descartável	250	15,00	15.250	915,00

Conclusões

No que se refere a gestão do uso racional das águas na Sema, urge uma parceria com a SEMDEC no sentido de orientar os servidores, monitorar o histórico de consumo, assim como deveria ocorrer nas outras unidades, e estudar melhorias e obras possíveis de fazer no prédio alugado.

Empiricamente se percebe uma sensibilização dos servidores quanto ao uso de copo descartável. A estratégia da encenação foi satisfatória, e há percepção de alguns servidores de que o uso do copo descartável diminuiu no órgão, embora ainda haja pontual resistência neste sentido.

Estudos da SEMA apontam para a viabilidade e atestam como medida sustentável a adoção de canecas ao invés do uso irrestrito do copo descartável.

Agradecimentos

A toda equipe da Sema e a Comissão Gestora de Responsabilidade Socioambiental da Sema, pela mobilização para o levantamento dos dados no final de 2014; ao Secretário Eduardo Lima de Matos, pelo apoio incondicional para que a Sema seja parte da A3P; as comissões gestoras da A3P que compartilharam conosco as suas experiências; a SRH/Semarh pelo espaço para a divulgação dos nossos resultados.

Referências

ARACAJU. Lei 4.359, de 8 de fevereiro de 2013. Dispoe sobre a organizaçao basica da Secretaria Municipal do Meio Ambiente – SEMA, e da providencias correlatas. [Diario Oficial de Aracaju], Aracaju, 8, fev. 2013.

_____. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Portaria SEMA nº 20, de 2 de junho de 2014. Dispoe sobre constituicao da Comissao Gestora da Agenda Ambiental na Administracao Publica e da outras providencias. Aracaju, 2014.

CASTRO et al. **Agenda ambiental na administração pública SEMA – A3P/SEMA: diagnostico e plano de gestao socioambiental da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Aracaju.** Aracaju, 2015. Texto digitado.

PEÇA teatral sensibiliza servidores sobre uso indevido de copos descartaveis. Aracaju: Prefeitura Municipal de Aracaju, 2015. Dispon vel em: <<http://www.aracaju.se.gov.br/index.php?act=leitura&codigo=63389>>. Acesso em 6 fev. 2015.

VASCONCELOS, A. D. **Programa Aracaju sustentável (PAS) educação ambiental.** 2014. Dispon vel em: <http://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/a3p_diagnostico_e_plano_Sema.pdf>. Acesso em 6 fev. 2015

GESTÃO E COMBATE DA SECA COMO DESASTRE NATURAL NO CONTEXTO DE PÃO DE AÇÚCAR, ALAGOAS, BRASIL

Ramon Santos Carvalho¹

Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto²

Resumo

Em localidades nordestinas brasileiras, as chuvas se constituem em regulador econômico, com as estações do ano distinguidas pelo ciclo sazonal da pluviometria, evidenciando dois períodos distintos: o seco e o úmido. Há consequências de ordem natural, social e econômica. O presente trabalho tem por objetivo analisar a gestão de combate à seca como desastre natural no Município de Pão de Açúcar – Alagoas, Brasil, situado no sertão semiárido alagoano, as margens da Bacia do Rio São Francisco, mas apresenta quadro socioeconômico problemático, a exemplo de outras localidades nordestinas. Os procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa seguiram as seguintes etapas: levantamento bibliográfico, pesquisa de dados e informações estatísticas e de registro oficial das políticas, interpretação e discussão dos resultados. No município tem-se conhecimento de ações públicas de combate à seca, mas não há registro de avaliação. Há deficiência hídrica, há dificuldades de convivência, há carência de informações, há perdas de safra. Enfim, há cenário de risco. Assim, a seca é um desastre natural, envolvendo água, terra e o homem. Questões de recursos hídricos aparecem na distribuição cronológica das chuvas e nas políticas de contenção da estiagem, para abastecimento, irrigação e dessedentação dos animais.

Palavras-chave: recursos hídricos, riscos, semiárido

Introdução

A água, apesar de estar ativamente presente nas mais variadas formas de atividade humana, como elemento imprescindível, não só para a existência humana, mas também para a saúde, qualidade de vida e para o desenvolvimento econômico, nem sempre recebeu o adequado e efetivo reconhecimento acerca desta sua importância.

A falsa ilusão em relação à inesgotabilidade dos recursos hídricos alimentou a cultura do desperdício e do descaso em sua utilização, evitando com que este reconhecimento fosse efetivado através de condutas e políticas públicas dirigidas à gestão e conservação das águas, prejudicando, assim, a satisfação das demandas pelo recurso.

A ausência de planejamento no setor, aliada à falta de racionalidade e de conservação no uso da água, implementaram uma crescente escassez do recurso, motivada pela indisponibilidade de água, causada tanto pelo seu desperdício, quanto por sua degradação, afetando seus aspectos qualitativos e quantitativos.

No Nordeste brasileiro, a semiáridade se configura como componente climático relativo à pluviometria. Apresenta-se como uma região de caatingas hiperxerófitas, como área de escassez de recursos hídricos, representada por rios temporários na quase totalidade e onde encontram-se solos salinos e inadequados.

A seca, ao ser considerada do ponto de vista social, passou a se apresentar como fenômeno devido às consequências da colonização brasileira, em meados do século 15, com características de problema, conforme expressões registradas a seguir:

¹ Licenciado em Geografia, Mestre em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Graduação em Geografia, Doutora em Geografia, Professora da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

A ocupação dessa região ocorreu sempre em uma perspectiva de exploração excessiva, levando inclusive a exaustão de parte dos recursos naturais. Deve-se considerar ainda que, aliada a essa exploração predatória, estabeleceu-se uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação e baixos índices socioeconômicos registrados na região (SALES, 2002, p.1).

Assim, a seca é um desastre natural que ocasiona reflexos para a população que vivem nas áreas de riscos e o governo vem adotando medidas para que os sertanejos possam conviver com a realidade do sertão. Essas ações diante do cenário surgem para suprir ou amenizar a condição de conviver com o cenário de seca.

Políticas de convivência com o semiárido tem sido adotadas para a região nordeste do Brasil, seja para preservar recursos hídricos, seja para proporcionar meios de sobrevivência com as adversidades da natureza atmosférica.

Materiais e métodos

Para realização da pesquisa e alcance dos objetivos, seguiram algumas etapas, procedidas da seguinte forma: etapa 1) levantamento bibliográfico; etapa 2) coleta do material em campo; etapa 3) análises dos dados estatísticos e elaboração dos gráficos e etapa 4) interpretação e discussão dos resultados analisados.

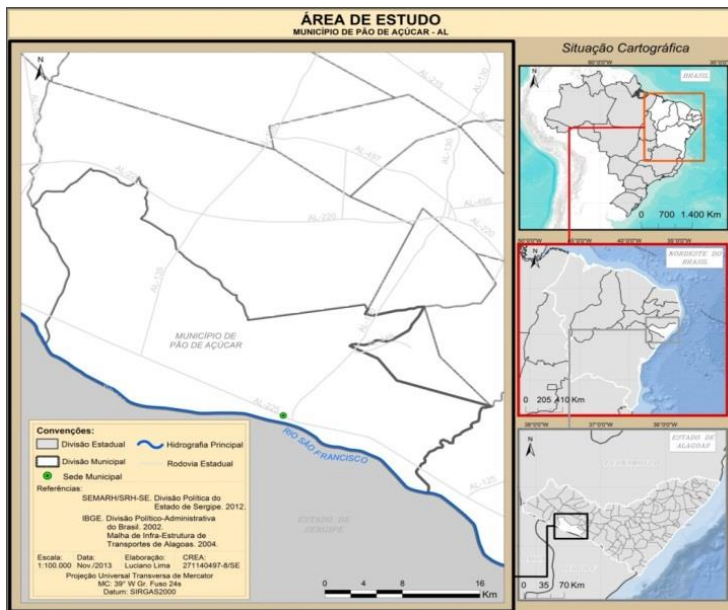


Figura 01. Localização do Município de Pão de Açúcar, Alagoas.

Pão de Açúcar está localizado na Mesorregião do Sertão Alagoano. É o município de maior área dentro da Microrregião Geográfica de Santana do Ipanema e está situado às margens do Rio São Francisco, limita-se ao norte com São José da Tapera, ao sul com o Rio São Francisco, a leste com os municípios de Palestina e Belo Monte e a oeste com Piranhas, conforme mostra a Figura 01. Ocupa uma área de 659 km² (IBGE, 2005) e está distante 239 km de Maceió.

Resultados e Discussão

Pão de Açúcar encontra-se localizada numa área cuja a distribuição da chuva é irregular e por apresentar uma precipitação abaixo do normal, Políticas Públicas vem sendo adotadas para que o sertanejo possa conviver no semiárido.

A captação, o armazenamento e a distribuição da água são procedimentos adotados que venham a garantir a convivência do sertanejo com o semiárido. Algumas alternativas de combate à seca foram implantadas como políticas públicas para município desde o ano de 1998.

Considerando a seca como um desastre natural no contexto climático, as principais políticas que o município apresenta são: cisterna de placa, cisterna de calçada, açudes, barragens, barragens subterrâneas, caminhões pipa e poços artesianos.



Figura 2. Cisterna de Placa, Assentamento Bom Conselho.

A Cisterna de Placa, como mostra a Figura 2, torna-se para o Município de Pão de Açúcar a principal política que viabiliza a captação da água da chuva nos meses de maio a agosto, período mais chuvoso na região, e que faz a população possuir uma expectativa para que a chuva desse período seja suficiente para abastecer a cisterna e que as famílias possuam água durante todo o ano.

O município possui aproximadamente 1.100 cisternas de placas, todas localizadas na zona rural, com a capacidade de armazenamento de 16.000 litros. Para obter água de qualidade e de fundamental importância a limpeza do telhado, das calhas e tubulações e manter as entradas da cisterna sempre fechadas para evitar a presença de insetos, assim a população ameniza o risco de consumir água contaminada.

Conclusões

A seca é um fenômeno climatológico relacionado à redução da precipitação hídrica que aflora no Brasil desde o período colonial. Assim as Políticas de Convivência com o Semiárido surgem para atender a suprir ou amenizar uma realidade caracterizada por clima quente e de chuvas irregulares.

No município tem-se conhecimento de ações públicas de combate à seca, mas não há registro de avaliação. Há deficiência hídrica, há problemas e dificuldades de convivência, há carência de informações, há perdas de safra. Enfim, há cenário de risco.

Tendo como base de estudo o Município de Pão de Açúcar, conclui-se que a falta de água atinge a maior parte das comunidades rurais devido à ineficiência das Políticas para Convivência com o semiárido, diante das Gestões Municipais.

Essa situação impõe aos sertanejos um descaso de cunho político, pois a população se vê obrigada em período de eleição a eleger os candidatos que atuam no descaso da troca do voto pela água.

Referências

AGUIAR NETTO, A. de O.; LUCAS, A. A. T. **Águas do São Francisco**. São Cristóvão: editora UFS, 2010.

CARVALHO, R. S. **Clima e recursos hídricos no contexto do semiárido de Pão de Açúcar – Alagoas**. Aracaju, 2014. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal de Sergipe, 2014.

CASTRO, I. E. Da seca como tragédia a seca como recurso: velhos e novos discursos, velhos e novos territórios. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 1-13, 1994.

CIRILO, J. A. C. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, p. 61-82, 2008.

PINTO, J. E. S. de S.; AGUIAR NETTO, A. de O. **Clima, geografia e agrometeorologia: Uma abordagem Interdisciplinar**. São Cristóvão: Editora-UFS, 2008.

PINTO, J. E. S. de S. **Os reflexos da seca no Estado de Sergipe**. Aracaju: UFS, 1999.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste brasileiro. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.

MAPEAMENTO DO FLUXO HÍDRICO SUPERFICIAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MORRO DO URUBU

Felippe Pessoa de Melo¹
 Rosemeri Melo e Souza²; Douglas Vieira Gois³
 Daniela Pinheiro Bitencurti Ruiz-Esparza⁴
 Geisedrielly Castro dos Santos⁵
 Luana Santos Oliveira⁶
 Eline Almeida Santos⁷

Resumo

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), é uma importante ferramenta para avaliação da dinâmica ambiental, subsidiando o planejamento urbano. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo a análise e mapeamento do fluxo hídrico superficial na área de proteção ambiental do Morro do Urubu e suas adjacências. Foi possível verificar que a área em questão, apresenta uma susceptibilidade natural à erosão hídrica, devido a grande amplitude entre as cotas altimétricas. Tal condição fisiográfica associada aos diversos graus de antropização, amplia a força de arrasto da água, aumentando o risco ambiental na área de estudo.

Palavras-chave: *sistemas de informação geográfica, risco, antropização.*

Introdução

Dentre todos os biomas existentes no território brasileiro, a Mata Atlântica se apresenta como um dos mais devastados. Em dados atualizados no ano de 2011, o portal SOS Mata Atlântica estimou que de um total de 1.315.460 km² apenas se encontram 7,9% de vegetação nativa em áreas acima de 100 ha e 13,32% em áreas acima de 3 ha (SOSMA, 2011).

O Morro do Urubu, localizado na Zona Norte do Município de Aracaju, representa o último remanescente da vegetação nativa da Mata Atlântica neste município. A área foi transformada em APA (Área de Proteção Ambiental) a partir do Decreto N.º 13.713 de 15 de Junho de 1993, com área correspondente a 213,8724 ha e um perímetro de 8.135,28 m. Incluso dentro da APA do Morro Urubu está o Parque Estadual José Rollemberg Leite (Parque da cidade) criado em 1979 e inaugurado em 1985.

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação dispõe no artigo 14 que as áreas de Proteção Ambiental devem ser enquadradas dentro das unidades de uso sustentável. Contudo, a lei prevê que os órgãos fiscalizadores locais devem possuir um plano de manejo específico para cada unidade, a fim de viabilizar a

¹ Graduado em Geografia, Mestre em Geociências, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe São Cristóvão, SE

² Graduação em Geografia, Doutora em Desenvolvimento Sustentável, Professora da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Graduado em Geografia, Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁴ Graduação em Física, Pós-Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁵ Graduação em Geografia, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁶ Graduação em Geografia, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁷ Graduação em Geografia, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

realização de estudos científicos, formas de uso sustentável dos recursos e implantação de programas que visem a educação ambiental.

Matos e Gomes (2011) ao analisar a gestão e o planejamento da APA do Morro do Urubu afirmaram que entre 1979 e 1993 cerca de 86 ha de vegetação nativa foi devastada. Os autores atribuem o desmatamento a forte especulação imobiliária na área e as ocupações irregulares existentes na comunidade do Coqueiral. Matos e Gomes (2011) ainda ressaltaram que os mecanismos de gestão não estavam sendo efetuados, uma vez que estes deveriam ser implementados pelo governo estadual para a unidade de conservação.

Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do presente trabalho transcorreram da seguinte forma: trabalho de campo, elaboração do banco de dados e interpolação das informações, confecção das cartas temáticas e análise e interpretação dos dados.

No trabalho de campo foram coletados 30 pontos de controle, com auxílio do GPS/ Garmim, objetivando traçar a poligonal fechada da área (Figura 1). Devido às singularidades do modelo da APA do Morro do Urubu, optou-se por representar trechos das áreas circunvizinhas, em termos geométricos formou-se um retângulo de 1,64 km (norte - sul) e 1,42 km (leste - oeste).

No ambiente do Excel, foram associadas as colunas A/X, B/X e C/Z. Em seguida incluíram-se 986 pontos de controles, provenientes da cena 10S375, do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, no formato geotiff, com resolução espacial de 30 m. Utilizando software Surfer v.12, gerou-se um grid a partir da tabela confeccionada anteriormente. O que possibilitou a elaboração do modelo 3D (new 3D surface), mapeamento do fluxo hídrico superficial (map - add - grid vector layer) e extração dos perfis topográficos (map - add - profile).

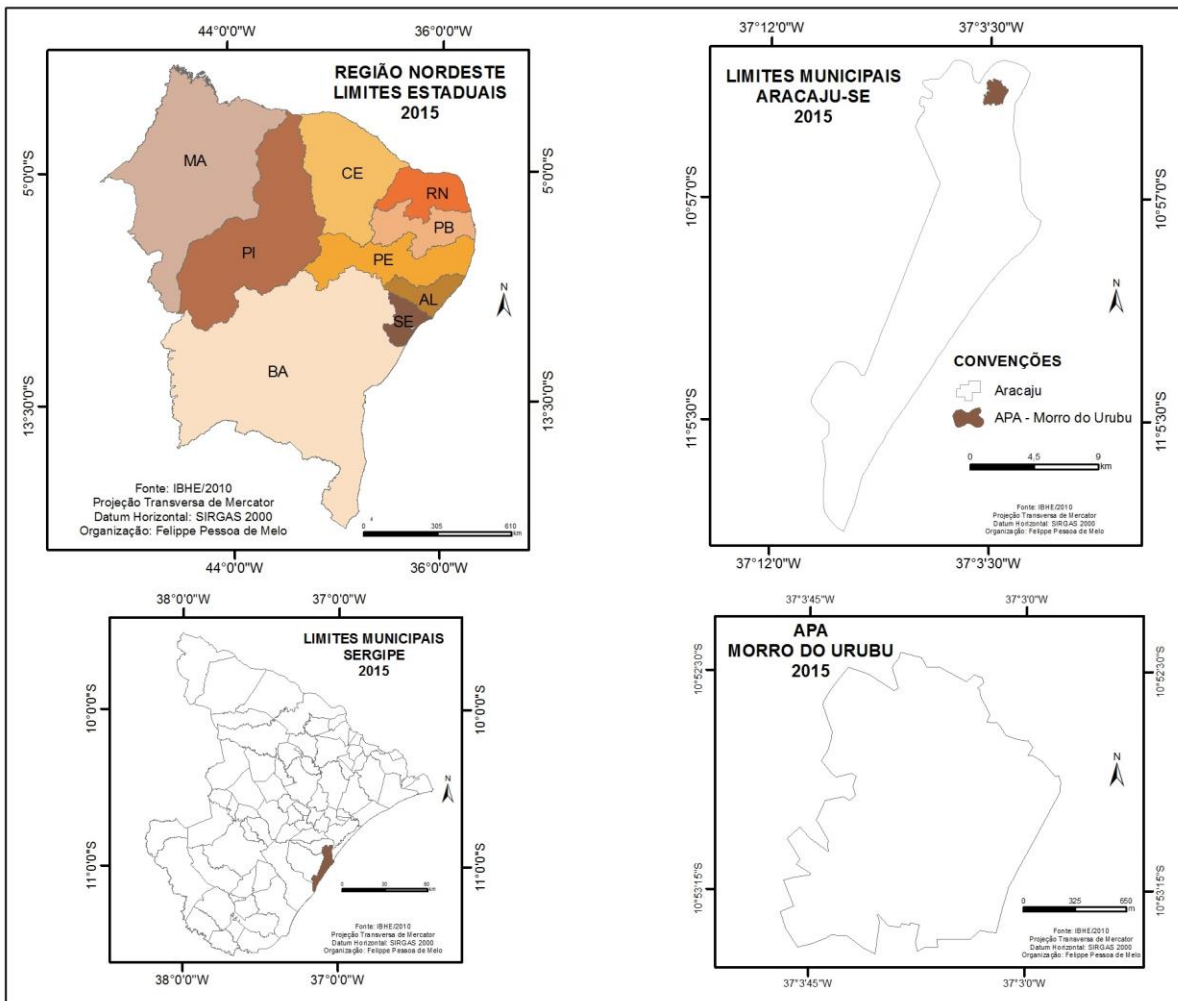


Figura 1. Localização da área de proteção ambiental (APA) Morro do Urubu.

Resultados e discussão

A área em questão possui uma topografia com cotas que ultrapassam 80 m de altitude (Figura 2), característica essa que potencializa o escoamento hídrico superficial. Adicionando a esse perfil, um processo de uso e ocupação do solo incompatível com as características fisiográficas da área, maximiza-se a vulnerabilidade e equaciona-se o risco. Entretanto o fluxo d'água apresenta padrões distintos, no transcorrer do modelado.

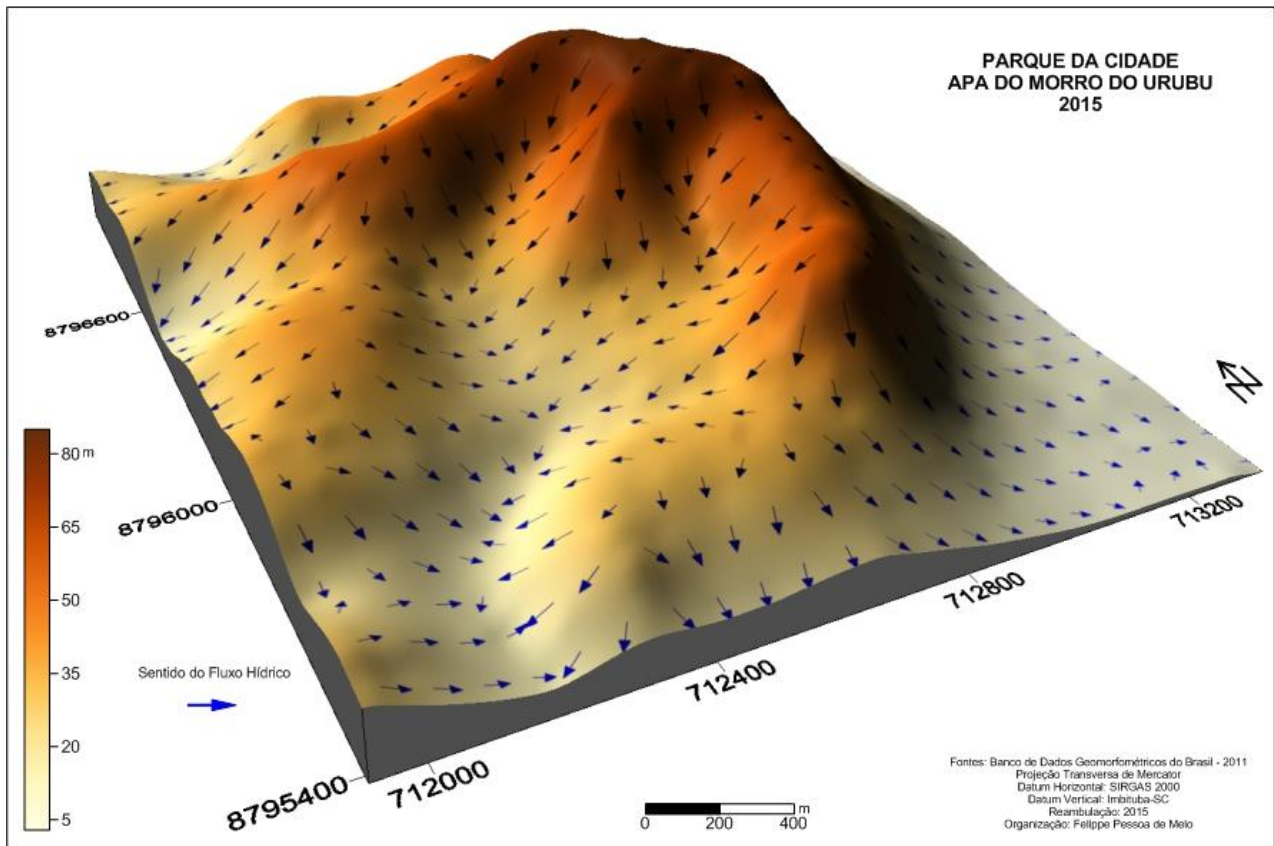


Figura 2. Representação em 3D do modelado para a APA Morro do Urubu.

A porção NE apresenta cotas altimétricas superiores a 80 m, o perfil localizado entre os pares de coordenadas $-10^{\circ} 58' 48''$ / $-37^{\circ} 3' 14''$ e $-10^{\circ} 52' 35''$ / $-37^{\circ} 2' 53''$, apresenta ângulos agudos. No segmento que perfaz do topo do perfil para a base, apresenta uma oscilação topográfica de 76m. Nesse sentido, pode-se destacar que tal decaimento das cotas topográficas, amplia a força de arrasto do corpo d'água, tal condição aliada a rarefeita presença de vegetação, potencializa a erosão laminar. Esse desequilíbrio biofísico aliado a ocupação do sítio da vertente, agrava a condição da população a vulnerabilidade. Logo o modelo arrumamento das ruas, serve de catalizador para essa dinâmica.

O quadrante SE, apresenta uma maior suavidade, quando comparado com o perfil anterior. Dos pares de coordenadas $-10^{\circ} 53' 2''$ / $-37^{\circ} 3' 5''$ a $-10^{\circ} 53' 2''$ a $-37^{\circ} 3' 53''$, do topo para a base ocorre uma redução altimétrica de 56,4 m. Essa porção do relevo é marcada por atividades agrícolas familiares (Figura 3), com plantios em linha reta. Mesmo possuindo uma menor amplitude em suas cotas, o escoamento superficial continua potencializando a erosão hídrica. Porém, devido a ocupação residencial ser menos expressiva, as condições de risco e vulnerabilidade são menos expressivas.

No segmento SO, o perfil situado entre $-10^{\circ} 53' 3''$ / $-37^{\circ} 3' 33''$ e $-10^{\circ} 53' 3''$ / $-37^{\circ} 3' 24''$, possui uma variação topográfica de 16 m, considerada modesta em comparação aos quadrantes anteriores. Mas devido ao intenso processo de ocupação residencial sem a devida infraestrutura, dinamiza os efeitos dos fluxos hídricos, colocando a população local em eminente situação de risco.

Na fração NO, o perfil localizado no segmento que alonga-se de $-10^{\circ} 52' 48''$ / $-37^{\circ} 03' 29''$ a $-10^{\circ} 52' 40''$ / $-37^{\circ} 3' 29''$, tem uma variação altimétrica de 30 m, em apenas 200 m. Adicionando a essa condição natural, um intenso processo de ocupação antropocêntrica/residencial. Essa porção do relevo é a que apresenta a mais susceptível a problemas geoambientais, destacando-se: deslizamentos, formação de ravinas, perda de nutrientes do solo.

Conclusões

A área em questão possui uma susceptibilidade natural à dinamização do fluxo hídrico superficial.

O modelo de uso e ocupação do solo implantado é incompatível com suas características fisiográficas.

A pavimentação e as práticas agrícolas estão ampliando a força de arrasto da água; o primeiro devido à impermeabilização do solo e à formação de ângulos retos; e o segundo por causa da remoção da cobertura vegetal original, e a constante necessidade de desagregação dos solos devido à manutenção das culturas/agriculturas.

A utilização das geotecnologias possibilita a compreensão da dinâmica hídrica superficial da paisagem, servindo de auxílio para o planejamento urbano.

Agradecimentos

Ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia e Planejamento Territorial (GEOPLAN), pelo incentivo à pesquisa.

Referências

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 101 p.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. A. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, n. 13, p. 93-97, 1983.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, NL, v. 80, n. 3-4, p. 213-232, oct. 1992.

MATOS, A. A.; GOMES, L. J. Participação Social: A interface ausente na área de proteção ambiental Morro do Urubu, Aracaju-SE. **Revista Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 11, p. 1-11, 2011.

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE – CAMPUS ARACAJU

Clovis Felipe Jose Guimaraes Pereira ¹

Tatiana Maximo Almeida Albuquerque ²

Resumo

O uso inapropriado dos recursos hídricos e o descaso com as consequências geradas por tal ação, tornam necessária a elaboração de estudos que visem melhorar o consumo e o manejo da água no mundo. Uma solução sustentável para este problema consiste na adoção de ações tecnológicas para redução do consumo de água visando o gerenciamento da demanda de recursos hídricos, uma dessas ações é a captação de águas pluviais. Essa medida além de promover o uso racional de água, reduz a vazão em épocas de chuva, por evitar levar um determinado volume de água nas ruas, auxilia no processo de drenagem das cidades e é uma forma de aumento da oferta de água. Esta pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju (IFS- Campos Aracaju), um órgão de ensino público e com grande quantidade de pessoas. O estudo teve como objetivo avaliar o potencial de armazenamento de águas pluviais da instituição, bem como o impacto da sua utilização na redução do consumo de água. O estudo foi feito nos anos de 2013 e 2014, observando-se os resultados foram obtidos uma capacidade de armazenamento de 1.454 m³/ano e uma redução de aproximadamente 6,75% do consumo de água total.

Palavras-chave: gerenciamento da demanda de água, redução de consumo, uso racional de água.

Introdução

Em meio a uma crise hídrica no Brasil, onde a seca que antes era associada a região Nordeste, hoje atinge a capital mais rica do país, que é São Paulo, há uma incessante busca por estratégias para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos de forma racional e integrada.

Dentre algumas medidas adotadas para gerenciar a demanda do uso, bem como aumentar a oferta de água, tem-se a captação de água de chuva. Esta técnica que é milenar vem sendo cada vez mais aprimorada através dos filtros para retirada das impurezas antes que a mesma seja armazenada. Além dos benefícios anteriormente citados, a captação de água de chuva contribui para atenuar o fluxo de drenagem em épocas de chuva. No Estado de São Paulo desde o ano 2007 a Lei Estadual 12.526/2007 tornou obrigatória a implantação de sistema de captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². E recentemente está tramitando no Senado o projeto de Lei (PSL) 15/2015 que torna obrigatória a implantação do sistema de captação de águas pluviais no Programa Minha Casa, Minha Vida (TORRES, 2015).

Diante desta problemática hídrica no Brasil que infelizmente não é recente, mas que a cada ano vem se agravando devido ao deficitário manejo dos recursos hídricos, associado a variabilidade climática, realidade esta também presente nas bacias hidrográficas de Sergipe, esta pesquisa trata de um estudo do potencial de captação de água de chuva no Campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe.

De acordo com Cruz (2010) no Estado de Sergipe, as bacias hidrográficas apresentam reduzido potencial hídrico, excetuando-se a bacia do Rio São Francisco, a disponibilidade dos

¹ Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE

² Engenharia Civil, Doutora em Recursos Hídricos, Professora do Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE

mananciais subterrâneos ainda e pouco conhecida e apresenta restrições de uso em grande parte do Estado em decorrência de seus elevados teores de sais. Já Miranda (2014) ressalta que o Rio São Francisco está com suas vazões cada vez mais reduzidas, com infiltração de crescentes cunhas salinas, e grandes bancos de areia (assoreamento) que vem dificultando seu uso para navegação.

O uso não racional e sustentável da água vem causando sua escassez, devido essa preocupação, tem levado as pessoas a estabelecer uma nova forma de pensar e agir com maior consciência ambiental, também, tem levado as empresas e órgãos públicos a promover diversas ações de conservação e uso racional da água (STEFANELLI; OLIVEIRA, 2009). A captação de água de chuva para fins não potáveis vem sendo executada há milhares de anos, sendo muito utilizada em regiões áridas e semiáridas, onde a captação ainda é feita de maneira artesanal. Há mais de 4.000 anos, na cidade de Oxkutzcab, no Monte Puuc (México), a agricultura era baseada na coleta de água de chuva, sendo que esta era armazenada em cisternas com capacidade de 20.000 a 45.000 L, as "Chultuns" (GNADLINGER, 2004). De acordo com Alves et al. (2008), o sistema de aproveitamento de água pluvial, para usos não potáveis, é formado pelos seguintes subsistemas ou componentes: captação, condução, tratamento, armazenamento, tubulações sob pressão, sistema automático ou manual de comando e utilização (Figura 1).

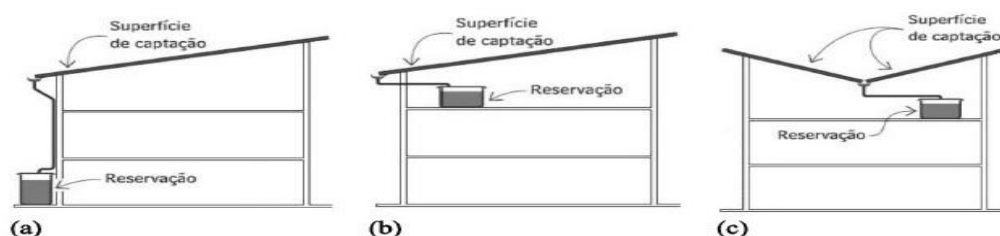


Figura 1. Sistema de captação das águas pluviais.

Fonte: Alves et al., 2008.

Algumas vantagens do Sistema de Captação Pluvial (Albuquerque 2004 *apud* Kita et alii, 1999): 1) A chuva que cai no telhado é coletada e armazenada em recipientes, evitando que esta venha a entrar nas redes de esgoto e cause inundações; 2) O suprimento de água da cidade pode ser mantido por estocagem de água, que pode ser utilizada nas regas de jardins e em vasos sanitários; 3) A água da chuva pode ser utilizada em reservas de incêndio, bem como para usos domésticos e em casos de urgência para beber (com devido tratamento). Este estudo teve por objetivo avaliar o potencial de captação de águas pluviais e seu impacto na redução de consumo de água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Aracaju (IFS-Campus Aracaju), através do cálculo de volume de água que pode ser captado e dimensionamento de reservatórios.

Materiais e Métodos

O IFS - Campus Aracaju é um ambiente de estudos que funciona nos três turnos, e tem atualmente um total de 361 servidores (efetivos e terceirizados) e 3234 estudantes (superior, técnico subsequente, médio-técnico e Educação de Jovens e Adultos (PROEJA)), totalizando aproximadamente 3600 pessoas que utilizam suas instalações diariamente. A utilização da água dentro da Instituição, bem como a qualidade exigida para cada uso, é bastante variada. Deste modo, o conhecimento do consumo é uma condição fundamental para a atuação no sentido da economia de água e preservação dos recursos naturais. O consumo médio de água no intervalo da pesquisa foi 9.807 m³ (nove mil oitocentos e sete metros cúbicos).

Esse estudo baseou-se na captação de águas pluviais e seu aproveitamento para fins não-potáveis. A captação em estudo se dá pela simples coleta por meio de calhas no telhado da área estudada onde a água será direcionada para um reservatório. A primeira água que cai vai

lavar o telhado e não deve ser aproveitada, mas o restante pode servir para várias atividades diárias na instituição.

Primeiramente foi feito todo o levantamento das áreas de cobertura da instituição, vazão nas calhas, dimensionamento das tubulações etc, através da planta baixa da mesma em conjunto com o Manual da Tigre e a NBR 10844/1989 que reje as instalações prediais de águas pluviais. Em seguida foram pesquisados métodos de dimensionamento dos reservatórios e aplicou-se dois tipos: Método de Azevedo Neto e Prático Inglês, estes foram escolhidos por motivo de comparação de resultados e por apresentarem variáveis de cálculo diferentes. O Método de Azevedo Neto (Equação 1) determina o volume de captação de chuva, sendo necessário dados como: a precipitação média anual do local, a área de captação e os meses de pouca chuva ou seca (FENDRICH, 2002). Já no Método Prático Inglês, necessita-se conhecer apenas a precipitação média anual e a área de coleta em projeção, conforme Equação 02.

$$V = 0,042.P.A.T$$

Equação 1

$$V = 0,05.P.A$$

Equação 2

Onde:

V: o volume de água de reservatório, (litros); P: a precipitação média anual (mm); A: área de coleta em projeção, (m²), e T os meses de pouca chuva ou seca

O Método Prático Inglês é a forma mais adequada para dimensionar o reservatório de água de chuva, pois está baseado no aproveitamento da chuva média anual do local. Já o Método de Azevedo Neto é utilizado para satisfazer o consumo médio dos usuários com águas pluviais, ou seja, não é adequado para o dimensionamento do reservatório (OURIQUES; BARROSO, 2009).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados através das Tabelas 1 e 2. Na Tabela 1, observa-se um ótimo potencial de utilização de água de chuva para fins não potáveis que chega a quase 1.500 m³ anuais, que equivale a 75.000 galões de água para bebedouro ou 125.000 acionamentos de descarga numa bacia sanitária convencional. Na Tabela 2 são apresentados os dados necessários e os dimensionamentos dos reservatórios pelos Métodos de Azevedo Neto e Prático Inglês, observa-se que pelo segundo método a capacidade de armazenamento do reservatório é bem maior. Observa-se que os edifícios escolares são estruturas potenciais para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para usos não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de captação.

Tabela 1. Volume de águas pluviais que podem ser coletados no Instituto Federal de Sergipe.

Bloco	Precipitação média anual de aracaju (m)	Coefficiente de escoamento superficial	Área de superfície de coleta (m ²)	Volume de águas pluviais (m ³)
I – Reitoria	0,133	0,9	680	81,4
II – Biblioteca	0,133	0,9	329,1	39,4
III – Auditório	0,133	0,9	765	91,6
IV – Administração	0,133	0,9	765	91,6
V – Eletrotécnica	0,133	0,9	765	91,6
VI – Construção Civil	0,133	0,9	765	91,6
VII – Eletrônica	0,133	0,9	765	91,6
VIII – Química / Física	0,133	0,9	765	91,6
IX – Petróleo	0,133	0,9	765	91,6
X – Meio Ambiente	0,133	0,9	266,3	31,9
XI – Leyda Régis Térreo				
XII – Leyda Régis 1º Andar	0,133	0,9	830	99,4
XIII – Leyda Régis 2º Andar				
XIV – Segurança do Trabalho	0,133	0,9	622,4	74,5
XV – Informática/Bloco S	0,133	0,9	746,9	89,4
XVI – Refeitório	0,133	0,9	409,8	49,1
XVII – Ginásio Poliesportivo	0,133	0,9	2.906,8	347,9
TOTAL =			12.146,3	1.453,9

Tabela 2 – Dimensionamento dos reservatórios pelos Metodos de Azevedo Neto e Pratico Ingles, para o Instituto Federal de Sergipe.

Bloco	Constante de Azevedo Neto	Precipitação média de aracaju (mm/ano)	Número de meses de pouca chuva ou seca	Área de superfície de coleta (m ²)	Capacidade do reservatório – Azevedo Neto (I)	Constante do método prático inglês	Capacidade do reservatório – prático inglês (II)
I – Reitoria	0,0042	1.330	7	680	2.658,9	0,05	4.522,0
II – Biblioteca	0,0042	1.330	7	329,1	1286,8	0,05	2.188,5
III – Auditório	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
IV – Administração	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
V – Eletrotécnica	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
VI – Construção Civil	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
VII – Eletrônica	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
VIII – Química / Física	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
IX – Petróleo	0,0042	1.330	7	765	2.991,3	0,05	5.087,3
X – Meio Ambiente	0,0042	1.330	7	266,3	1.041,3	0,05	1.770,9
XI – Leyda Régis Térreo							
XII – Leyda Régis 1º Andar	0,0042	1.330	7	830	3.245,5	0,05	5.519,5
XIII – Leyda Régis 2º Andar							
XIV – Segurança do Trabalho	0,0042	1.330	7	622,4	2.433,7	0,05	4.139,0
XV – Informática/Bloco S	0,0042	1.330	7	746,9	2.920,5	0,05	4.966,9
XVI – Refeitório	0,0042	1.330	7	409,8	1.602,4	0,05	2.725,2
XVII – Ginásio Poliesportivo	0,0042	1.330	7	2.906,8	11.366,2	0,05	19.330,2
TOTAL =				12.146,3	47.494,5		80.772,9

Conclusões

Se a captação de águas pluviais for adotada no IFS - Campus Aracaju haverá uma significativa redução de consumo de água em 6,75%, considerando o consumo medido no intervalo da pesquisa que foi 9.807 m³/ano.

O estudo de captação de águas pluviais revelou um ótimo potencial de utilização de água de chuva para fins não potáveis que chega a quase 1.500 m³ anuais, que equivale a 75.000 galões de água para bebedouro ou 125.000 acionamentos de descarga numa bacia sanitária convencional.

O gerenciamento da demanda de água é uma ferramenta muito importante no uso racional dos recursos hídricos.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), pela bolsa concedida.

Referências

ABNT. **NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda urbana de água na escala de bairro**. 2004. 220 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, 2004.

ALVES, W. C.; ZANELLA, L.; SANTOS, M. F. L. (2008). Sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. **Revista Técnica**, São Paulo, ed. 133, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/133/artigo77982-1.asp>>. Acesso em: abril 2014.

CRUZ, M. A. S. (2010). Vamos cuidar das águas de sergipe. In: ENCONTRO DE RECURSOS HEDRICOS EM SERGIPE, 3., 2010, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/anais3_enrehse/>. Acesso em: 10 jan. 2014.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. (2002) **Manual de utilização de águas pluviais**: 100 maneiras práticas. Curitiba: Livraria do Chain Editora. 190 p.

MIRANDA, A. (2014). São Francisco: o rio que já não bate mais no meio do mar. **BIO: Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro, a. 21, n. 72, jul./ set. 2014.

TORRES, T. R. Sistema de captação de água de chuva pode se tornar obrigatório na minha casa, minha vida. **Senado Notícias**, Brasília, DF, 2015. Disponível online em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

OLIVEIRA, M. A.; STEFANELLI, A. **Estudo sobre o uso racional de água no campus da UNIFEB**: estudo de caso do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos–SP. Monografia (Graduação) - Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

PRESENÇA DE AGENTES MICROBIOLÓGICOS EM ÁGUA DE CONSUMO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO

Neuma Rubia Figueiredo Santana¹

Antenor de Oliveira Aguiar Neto²

Jose Carlos Benicio do Nascimento Filho³

Samuel Barreto da Silva⁴

Resumo

A água é um bem público e um dos recursos naturais mais valiosos que a humanidade pode ter acesso. Porém, inúmeras pessoas em todo o Brasil ainda consomem água sem tratamento ou tratada de forma inadequada, possibilitando um risco à saúde. Por esse motivo, este trabalho tem como objetivo analisar a presença de agentes microbiológicos em águas de consumo na região do Município de Brejo Grande, Sergipe. Como processo metodológico utilizou-se análise microbiológica de água de torneira, coletada antes do armazenamento, levantamento bibliográfico e aplicação de questionário semiestruturado. Os resultados apresentaram 19 presenças de contaminação por coliformes totais e 03 para *Escherichia coli*, cujos valores encontram-se em desacordo com a Portaria do Ministério da Saúde por número de 2914/11, sinalizando ineficiência no sistema de tratamento para eliminação dos agentes patogênicos. Ressalta-se que apenas 27% das amostras apresentaram dentro do solicitado pela legislação para consumo humano e 73% apresenta-se como fonte de risco à saúde humana. Conclui-se que, a água distribuída para a população de Brejo Grande encontra-se contaminada por agentes microbiológicos comprometendo sua qualidade para consumo. Porém, a população considera a mesma segura e com qualidade.

Palavras-chave: consumo humano; contaminação; qualidade microbiológica.

Introdução

A água é um bem público e um dos recursos naturais mais valiosos que a humanidade pode ter acesso. Porém, inúmeras pessoas em todo o Brasil ainda consomem água sem tratamento ou tratada de forma inadequada, possibilitando um risco à saúde. Para minimizar esse quadro é importante o acompanhamento da qualidade da água em seus aspectos microbiológicos e garantir, de forma segura, a água distribuída para a população. Um dos possíveis riscos de contaminação para a qualidade da água são os agentes microbiológicos; dentre estes, o grupo dos coliformes totais, como a *Escherichia coli*, e são grandes indicadores das condições higiênicas e sanitárias do processo de abastecimento.

Entre as principais causas da presença destes microrganismos na água estão: a ineficiência do sistema de tratamento de água, ausência do serviço de coleta de esgoto, descarte de resíduos sólidos e habitações em áreas inapropriadas. Todos estes fatores somados ao aumento populacional e o descaso dos órgãos públicos podem afetar a potabilidade da água proporcionando um aumento de doenças de veiculação hídrica. Para Marchetti e Caldas (2011) as doenças de veiculação hídrica podem ser diminuídas ou até mesmo eliminadas pelo tratamento adequado das águas de abastecimento e a adoção de medidas adequadas de saneamento.

¹ Bióloga, Mestre e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Engenheiro-agrônomo, Pós-doutor em Engenharia Ambiental, professor da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE

³ Graduando em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁴ Graduando em Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

Garantir a qualidade microbiológica da água em cidades brasileiras é um dos desafios dos últimos anos. Ainda hoje o índice de mortalidade por ingestão de água contaminada é uma realidade em nossa região e esse quadro pode ser remediado através de monitoramento dos parâmetros microbiológicos da água distribuída para a população. No Município de Brejo Grande a água utilizada pelos moradores é distribuída pela Companhia de Abastecimento Público do Estado de Sergipe-Deso, que capta a água do Rio São Francisco, trata e distribui. Entretanto, nesse município frequentemente é possível encontrar pessoas lavando roupas, louças, talheres e banhando-se próximo ao ponto de captação. Tais ações promovem a proliferação de bactérias, proporcionando um aumento de custo no seu tratamento e restringe seu uso. Por esse motivo, este trabalho tem como objetivo analisar a presença de agentes microbiológicos em águas de consumo na região do Município de Brejo Grande com a finalidade de apresentar o nível de potabilidade da região e a percepção da qualidade da água pela população.

Materiais e Métodos

A região de estudo está localizada no Município de Brejo Grande, extremo nordeste sergipano, a 137 km de Aracaju, em zona de planície litorânea, junto a Foz do Rio São Francisco. Limita-se a uma latitude 0°25'46" sul e a uma longitude 36°27'58" oeste, estando a uma altitude de 30 metros (IPHAN, 2002). Atualmente, este município apresenta uma população estimada de 8.625 habitantes, área de 148,858km², com vegetação predominante de Mata Atlântica (IBGE, 2014). Apresenta um clima megatérmico seco e semi-úmido com pequeno ou nenhum excesso de água, com temperatura média anual de 26°C e precipitação pluviométrica média no ano de 1.200mm (IPHAN, 2002). Nesta região o sistema de abastecimento público é realizado por captação da água superficial do Rio São Francisco, em seguida tratada e distribuída para consumo na região, sendo empresa de saneamento de Sergipe (Deso) responsável por este serviço.

A coleta foi realizada no período seco, nos meses de outubro/2014 e janeiro/2015, acompanhando os procedimentos padrão para análise microbiológica. Para análise microbiológica, foi utilizada a metodologia recomendada pela *American Public Health Association* (APHA, 2012). Utilizou-se frascos esterilizados para o recolhimento das amostras de água da torneira e, em seguida, acondicionados em caixas térmicas para garantir a preservação das amostras. Após esse processo as amostras foram encaminhadas ao ITPS para determinação dos agentes microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*). Inicialmente, foram coletadas amostras em casas residenciais e de comércio, perfazendo um total de 26 amostras. Utilizou-se aplicação de questionário para obtenção de informações sobre a qualidade da água distribuída na região.

Resultados e discussões

Segundo a Tabela 1, das 26 amostras avaliadas, 19 apresentaram presença de contaminação por coliformes totais e 03 para *Escherichia coli*. Esses valores encontram-se em desacordo com a Portaria do Ministério da Saúde por número de 2914/11, sinalizando ineficiência no processo de distribuição de água, podendo possibilitar agregação dos agentes patogênicos à água distribuída. Ressalta-se que apenas 27% das amostras apresentaram dentro do solicitado pela legislação para consumo humano e 73% apresenta-se como fonte de risco à saúde humana.

Tabela 1. Resultados microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*) da água de consumo no Município de Brejo Grande, SE.

Referência padrão	Parâmetros microbiológico	
	Coliformes totais	<i>Escherichia coli</i>
Presença	19	03
Ausência	07	23

Valor padrão da água tratada para consumo, segundo a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde: VMP (Valor mais provável).

A água de consumo Município de Brejo Grande há alguns anos atrás era captada de fonte subterrânea, porém a partir do segundo semestre de 2014, a distribuição de água passou a ser captada superficialmente retirada diretamente do Rio São Francisco. Em entrevista com os moradores, percebemos em suas falas que boa parte da população não consumia dessa água subterrânea para uso direto, preferiam recolher diretamente do Rio São Francisco argumentavam que a água era escura e com gosto ruim. Entretanto, no ponto dessa captação direta havia descarte de resíduos sólidos e utilização para banhos e lavagem de roupas, fatores que podem levar a perda da qualidade da água e doenças de veiculação hídrica. Contudo, com a chegada da água de consumo por fonte superficial a população demonstrou satisfação e destacaram que a água é mais saborosa e limpa. Porém, nota-se pelos resultados que embora a população seja atendida com o acesso à água, ainda há ineficiência na etapa de tratamento biológico o que pode ser uma fonte de risco à saúde da população de Brejo Grande. Sa et al. (2005) em pesquisa detectaram contaminação microbiana em água de torneiras no Município de Belém/PA, sendo classificada como imprópria para consumo.

Siqueira et al. (2010) informam que a presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de organismos patogênicos, e sua ausência sugere uma água bacteriologicamente potável.

Conclusão

Os resultados obtidos apontam que a água para consumo na região de Brejo Grande está em desacordo com padrões de potabilidade, uma vez que os índices de coliformes totais apresentaram acima do limite permitido.

É necessário acompanhamento microbiológico no processo de tratamento da água distribuída para a população e melhoria das condições de saneamento na região.

Mesmo com o resultado indicando presença de agentes microbiológicos da água a comunidade acredita que a água fornecida é de ótima qualidade e relatam grandes avanços no acesso à água captada superficialmente do Rio São Francisco, realidade negada no processo da água consumida por fonte subterrânea.

Agradecimentos

Este estudo foi desenvolvido pelo Projeto Águas do São Francisco em apoio com a Universidade Federal de Sergipe (UFS), Sergipe Parque Tecnológico e Fapitec/SE. Cooperação acadêmica científica do Programa de desenvolvimento e meio ambiente (Prodema/SE).

Referências

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

IBGE. **Censo populacional 2013**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

IPHAN. **Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão Contextualização** 2002. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/baixaFcdAnexo.do?id=1329>>. Acesso em: 14 fev. 2015.

MARCHETTI, R. G. A.; CALDAS, E. D. Avaliação da qualidade microbiológica da água de consumo humano e de hemodialise no Distrito Federal em 2009 e 2010. **Revista Comunicação em Ciências da Saúde**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 33-40, 2011.

SA, L. L. C. de et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento - Belém do Para, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 14, n. 3, set. 2005. Disponível em: <http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?pid=S1679-49742005000300005&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 fev. 2015.

SIQUEIRA, L. P. et al. Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, jan. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232010000100011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 fev. 2015.

PRESENÇA DE CONTAMINANTES NA SUB-BACIA DO RIO SIRIRI, SE, POR MEIO DO TESTE SMART EM ASA DE *Drosophila melanogaster*

Ranna Heidy Santos Bezerra¹
Jessyca Adelle Santos²
Thalyta Rodrigues²
Danilo Menezes Santos de Jesus²
Maraisa Bezerra de Jesus²
Marcus Aurelio Soares Cruz³
Ricardo de Aragao⁴
Julio Roberto Araujo de Amorim⁵
Luciana Coelho Mendonça⁶
Silmara de Moraes Pantaleao⁷

Resumo

O potencial lesivo ao DNA que alguns contaminantes de origem antropica podem desempenhar evidencia o risco proporcionado aos ecossistemas aquaticos, quando de alguma forma estes compostos atingem os cursos d'agua. O presente estudo apresenta-se como parte do monitoramento das aguas da sub-bacia do Rio Siriri (SE), constituindo a etapa de avaliacao dos poss veis efeitos mutagenicos de contaminantes na sub-bacia, por meio do Teste SMART em marcadores da asa de *Drosophila melanogaster*. Amostras de agua de quatro pontos diferentes foram testadas. Para cada ponto foram realizados o Cruzamento Padrao (ST) e o Cruzamento de Alta Capacidade de Bioativação (HB). Os resultados obtidos para a coleta de abril mostraram-se positivos em tres dos quatro pontos de amostragem no cruzamento ST, para as manchas simples pequenas (MSP) e total de manchas (TM), que tiveram as frequencias positivas em valores entre 0,37 - 0,43 e 0,47 - 0,53, respectivamente. Na coleta do mes de junho nenhum dos pontos analisados apresentou resultado positivo, tanto para o cruzamento ST como para o HB, como esperado para um periodo onde a maior pluviosidade diminui a presença de contaminantes.

Palavras-chave: genotoxicidade, impacto ambiental, mutagenicidade.

Introdução

Os ambientes aquaticos estao sujeitos a pressoes antropogenicas constantes como a agricultura, pesca, industria e o trafego maritimo, que trazem risco a vida pela presença de agentes contaminantes, pois sao frequentemente toxicos, podendo degradar seriamente o ambiente (ANDRADE et al., 2010). Esses agentes podem interferir em varios niveis do sistema biologico, promovendo alteracoes no desenvolvimento, inducao a carcinogenese e reducao da variabilidade genetica (AZEVEDO et al., 2011). A exposicao a um genotoxico compromete primeiramente a integridade do DNA, o que torna o monitoramento, por meio de testes biomarcadores, eficiente na deteccao de alteracoes como mutacoes, anormalidades cromossomicas, erros na sintese do DNA, aductos de DNA e quebras de fitas simples ou

¹ Bióloga, Mestranda em Ecologia e Conservação na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

² Graduandas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

³ Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE;

⁴ Engenheiro Civil, Doutor em Recursos Hídricos, Professor na Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB;

⁵ Engenheiro-agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE;

⁶ Engenheiro Civil, Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Professora na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

⁷ Bióloga, Doutora em Genética e Bioquímica, Professora na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE;

duplas, tendo cada um deles sensibilidade e especificidade variáveis (SAVVA, 1998). O Teste para detecção de Mutação e Recombinação Somatica (Somatic Mutation And Recombination Test - SMART) em células de asas de *Drosophila melanogaster*, apresenta-se como um teste capaz de detectar agentes indutores de mutagenicidade, bem como de ação recombinogênica, pro-mutágenos e pro-carcinogênicos (PANTALEAO, 2007; DIHL et al., 2014).

A sub-bacia do Rio Siriri, localizado no Estado de Sergipe (Nordeste, Brasil) e um importante afluente do Rio Japarutuba, situando-se na sua porção oeste. A ocupação das margens ao longo de toda a sub-bacia, principalmente pela expansão habitacional, agricultura e agropecuária tem sido responsável tanto pela alteração da paisagem quanto a introdução de compostos de diversas origens, o que durante anos vem conferindo à área um quadro visível de degradação. O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de possíveis agentes genotóxicos disponíveis na água do Rio Siriri por meio do teste SMART em células de asas de *D. melanogaster*.

Material e Métodos

As coletas de água no Rio Siriri (SE, NE – BR) ocorreram nos meses de abril e junho de 2013, sendo quatro os pontos de amostragem delimitados ao longo da sub-bacia. O ponto 1 corresponde a uma área a jusante de usina de álcool e açúcar; o ponto 2 a uma área sob influência da estação Siriri (ANA); e os pontos 3 e 4 a áreas com poços de petróleo. Após a coleta as amostras foram acondicionadas em recipiente fechado e armazenadas no Laboratório de Genética e Conservação de Recursos Naturais – UFS, até a realização dos tratamentos.

Para o teste SMART de asa foram utilizadas 3 linhagens mutantes de *Drosophila melanogaster* 1) *multiple wing hairs* (mwh): *mwh/mwh*; 2) *flare-3* (*flr³/In (3LR)TM3, rip^o sep I(3)89Aabx^{34e} e Bd^S*; e 3) *ORR; flare-3* (*ORR/ORR; flr³/In (3LR)TM3, rip^o sep I(3)89Aabx^{34e} e Bd^S*), submetidas a dois tipos de cruzamento: o Cruzamento Padrão (ST) que identifica compostos de ação direta e o Cruzamento de Alta capacidade de Bioativação (HB), que identifica compostos que exigem metabolização para gerar atividade mutagênica (GRAF; VAN SCHAİK, 1992; GRAF et al., 1989). As larvas resultantes destes cruzamentos foram então, submetidas a tratamento com as amostras de água para cada sítio do Rio Siriri.

Os adultos emergentes foram coletados e fixados em etanol 70% e as asas analisadas, quanto a ocorrência de diferentes tipos de manchas mutantes, em microscópio. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do teste de Kastenbaum e Bowman (1970).

Resultados e Discussão

As frequências de mutação em *D. melanogaster* para os cruzamentos ST e HB estão demonstradas nas Tabelas 1 e 2. As frequências de manchas obtidas nos controles negativo e positivo, de ambos os cruzamentos, apresentaram valores dentro do esperado, concordando com os resultados obtidos por Graf e Van Schaik (1992).

Tabela 1. Frequência de manchas nas asas de *D. melanogaster*, descendentes do tipo trans-heterozigotos (*mwh/flr³*) originários do cruzamento padrão (ST) e cruzamento com alta capacidade de bioativação (HB), para coleta realizada em abril de 2013.

Genótipos e Conc (mM)	N. de Indiv. (n)	Manchas por indivíduo (nº de manchas) diag. estatístico ^a								Total Manchas <i>mwh</i> ^c (n)				
		MSP (1-2 céls) ^b <i>m</i> = 2		MSG (> 2 céls) ^b <i>m</i> = 5		MG <i>m</i> = 5		TM <i>m</i> = 2						
Cruzamento Padrão (ST)														
CN	20	0,05	(01)		0,05	(01)		0,00	(00)		0,10	(02)		02
URE	20	1,70	(34)	+	0,35	(07)	+	0,20	(04)	i	2,25	(45)	+	45
P1	30	0,37	(11)	+	0,10	(03)	i	0,03	(01)	i	0,50	(15)	+	15
P2	30	0,43	(13)	+	0,10	(03)	i	0,00	(00)	i	0,53	(16)	+	16
P3	30	0,20	(06)	i	0,10	(03)	i	0,03	(01)	i	0,33	(10)	i	10
P4	30	0,37	(11)	+	0,07	(02)	i	0,03	(01)	i	0,47	(14)	+	14
Cruzamento com Alta Capacidade de Bioativação (HB)														
CN	20	0,30	(06)		0,10	(02)		0,05	(01)		0,45	(09)		09
URE	10	8,30	(83)	+	2,90	(29)	+	1,60	(16)	+	12,80	(128)	+	128
P1	27	0,41	(11)	i	0,04	(01)	i	0,00	(00)	i	0,44	(12)	i	12
P2	30	0,20	(06)	i	0,00	(00)	i	0,03	(01)	i	0,23	(07)	-	07
P3	30	0,13	(04)	-	0,00	(00)	i	0,00	(00)	i	0,13	(04)	-	04
P4	30	0,07	(02)	-	0,10	(03)	i	0,03	(01)	i	0,20	(06)	-	06

m: fator de multiplicação para a avaliação de resultados significativamente negativos; N veis de significancia $\alpha = 0,05$;

^b = Incluindo manchas simples *flr³* raras; ^c = Considerando os clones *mwh* para as manchas simples *mwh* e para as manchas gêmeas; CN = Controle negativo; URE = Uretano; MSP = mancha simples pequena; MSG = mancha simples grande; MG = mancha gêmea; TM = tamanho da mancha.

Tabela 2. Frequência de manchas nas asas de *D. melanogaster*, descendentes do tipo trans-heterozigotos (*mwh/flr³*) originários do cruzamento padrão (ST) e cruzamento com alta capacidade de bioativação (HB), para coleta realizada em junho de 2013.

Genótipos e Conc (mM)	N. de Indiv. (n)	Manchas por indivíduo (nº de manchas) diag. estatístico ^a								Total Manchas <i>mwh</i> ^c (n)				
		MSP (1-2 céls) ^b		MSG (> 2 céls) ^b		MG		TM						
		m = 2		m = 5		m = 5		m = 2						
Cruzamento Padrão (ST)														
CN	40	0,15	(06)	0,05	(02)	0,00	(00)	0,20	(08)	8				
URE	40	0,25	(10)	i	0,15	(06)	i	0,03	(01)	i	0,43	(17)	i	17
P1	40	0,08	(03)	-	0,10	(04)	i	0,00	(00)	i	0,18	(07)	i	7
P2	40	0,15	(06)	i	0,03	(01)	i	0,00	(00)	i	0,18	(07)	i	6
P3	40	0,10	(04)	i	0,08	(03)	i	0,00	(00)	i	0,18	(07)	i	7
P4	40	0,10	(04)	i	0,00	(00)	i	0,00	(00)	i	0,10	(04)	-	4
Cruzamento com Alta Capacidade de Bioativação (HB)														
Contr. Neg.	40	0,18	(07)	0,10	(04)	0,03	(01)	0,30	(12)	12				
URE	40	0,33	(13)	i	0,18	(17)	i	0,00	(00)	i	0,50	(20)	i	20
P1	40	0,10	(04)	-	0,05	(02)	i	0,00	(00)	i	0,15	(06)	-	06
P2	40	0,25	(10)	i	0,13	(05)	i	0,03	(01)	i	0,40	(16)	i	16
P3	40	0,05	(02)	-	0,03	(01)	-	0,03	(01)	i	0,10	(04)	-	04
P4	40	0,13	(05)	i	0,03	(01)	-	0,03	(01)	i	0,18	(07)	-	07

m: fator de multiplicação para a avaliação de resultados significativamente negativos; N veis de significância $\alpha = 0,05$;

^b = Incluindo manchas simples *flr³* raras; ^c = Considerando os clones *mwh* para as manchas simples *mwh* e para as manchas gêmeas; CN = Controle negativo; URE = Uretano; MSP = mancha simples pequena; MSG = mancha simples grande; MG = mancha gêmea; TM = tamanho da mancha.

No mês de abril (Tabela 1), os valores demonstraram-se positivos para os pontos 1, 2, e 4, apenas no cruzamento padrão (ST) o que indica a presença de genotoxinas nestas áreas. Como descrito por Andrade e Lehmann (2003) valores positivos expressos pelo número total de manchas (TM) fornecem dados quantitativos sobre o potencial genotóxico do composto. Já os valores positivos para manchas simples pequenas (MSP) caracterizam tanto eventos recombinogênicos quanto mutações pontuais, mutações cromossômicas do tipo aneuploidia e/ou grandes deleções, assim como indica um efeito tardio do composto, que promove danos ao DNA apenas no estágio final do desenvolvimento da pupa.

No mês de junho (Tabela 2), os resultados mostraram-se inconclusivos para os pontos 1 (0,18), 2 (0,18) e 3 (0,18) e negativo para ponto 4 (0,10) no Cruzamento ST. Já para o Cruzamento HB, os resultados mostraram-se inconclusivos para o ponto 2 (0,40), e negativos para os pontos 1 (0,15), 3 (0,10) e 4 (0,18).

Resultados inconclusivos encontrados aqui sugerem que a frequência de mutação induzida e espontânea na amostra tratada não é maior do que a frequência de mutação no controle negativo e que a frequência de mutação induzida na amostra tratada não é menor do que a maior frequência de mutação espontânea observada no controle negativo. Resultados negativos sugerem que as amostras dos determinados pontos não foram capazes de induzir toxicidade nas moscas, ou seja, a frequência de mutação encontrada nas amostras não foi maior que a frequência de mutação encontrada nos controles negativos (FRANCHI et al., 2008).

As diferenças entre os resultados das análises com amostras de abril e junho de 2013 podem ser explicadas pelas diferenças de sazonalidade e índice pluviométrico entre as épocas de coleta, os quais podem interferir na concentração de contaminantes dissolvidos na água, alterando dessa maneira o seu potencial de genotoxicidade.

As diferenças entre as amostras de abril e junho de 2013 encontradas neste estudo podem ser explicadas pelas diferenças de sazonalidade e índice pluviométrico entre as épocas de coleta, os quais podem interferir na concentração de contaminantes dissolvidos na água, alterando o seu potencial de genotoxicidade, como já demonstrados em outros estudos como o relatado por Pimenta et al. (2008) a respeito da genotoxicidade do Rio Paraguai, o qual observou diferenças físicoquímicas claras nas amostras entre os períodos de seca e cheia e o de Abdo e Silva (2004) que encontraram variações entre os períodos de cheia e estiagem para amostras dos corpos d'água do ninhal Corutuba, Pantanal, Mato Grosso.

Conclusões

A avaliação por meio do teste SMART demonstra a presença de compostos com potencial lesivo ao DNA na área em estudo.

A atividade mutagênica verificada pode ser originária de um composto isolado ou do efeito sinérgico entre os contaminantes disponíveis.

Diferenças de sazonalidade e índice pluviométrico entre as épocas de coleta podem interferir na concentração de contaminantes dissolvidos na água alterando seu potencial de genotoxicidade.

Com a continuidade do monitoramento da área, espera-se que os próximos resultados confirmem e/ou esclareçam a presença de genotoxinas.

Agradecimentos

Este estudo faz parte do convênio FINEP 1830/10 com a parceria da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), Semarh, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba, Instituto de Tecnologia e Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS e EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Os autores agradecem a Profa. Dra. Jeanylle Nilin (UFS) pela participação nas coletas e ao apoio técnico de Marcia Barreto (UFS).

Referências

ABDO, M. S. A.; SILVA, C. J. Limnological characteristics of the water bodies of the Corutuba Nesting Site in Brazil's Pantanal. **Acta Limnologia Brasiliensia**, Rio Claro, SP, v. 16, n. 4, p. 359-368, 2004.

ANDRADE, H. H. R.; LEHMANN, M. Teste para detecção de mutação e recombinação somática (SMART) em *Drosophila melanogaster*. In: RIBEIRO, L. M.; SALVADORI, D. M. F.; MARQUES, E. K. **Mutagênese ambiental**. Canoas: Editora da ULBRA. 2003.

ANDRADE, H. H. R.; DIHL, R. R.; JACOCIUNAS, L. V.; LEHMANN, M.; REGULY, M. L. Recombinagenic activity of water and sediment from Sinos River and Araça and Garças Streams (Canoas, Brazil), in the *Drosophila wing* spot test. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 408, p. 571–577, 2010.

AZEVEDO, J. S.; FERNANDES, W. S.; DIAS, J. F.; RIBEIRO, C. A. O. Liver Damages and Nuclear Abnormalities in Erythrocytes of *Atherinella brasiliensis* (Actynopterigii, Atherinopsidae) from Two Beaches in Southeast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, Sao Paulo, v. 59 n. 2, p. 163-169, 2011.

DIHL, R. R. In vivo and in vitro genotoxicity assessment of 2-methylisoborneol, causal agent of earthy–musty taste and odor in water. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, US, v. 100, p. 282–286, 2014.

FRANCHI, L. P.; GUIMARAES, N. N.; LEHMANN, M.; ANDRADE, H. H. R.; CUNHA, K. S. Ausencia de efeito toxico-genetico de *Morinda citrifolia* (Noni) em celulas somaticas de *Drosophila melanogaster*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiania, v. 3, p. 46-53, 2008.

FREI, H.; WURGLER, F. E. Statistical methods to decide whether mutagenicity test data from *Drosophila* assays indicate a positive, negative or inconclusive result. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 203, p. 297-308, 1988.

GRAF U, FREI H, KAGI A, KATZ AJ, WURGLER FE. Thirty compounds tested in the *Drosophila* wing spot test. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 222, p. 359-373, 1989.

GRAF, U.; VAN SCHAIK, N. Improved high bioactivation cross for the wing somatic mutation and recombination test in *Drosophila melanogaster*. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 271, p. 59-67, 1992.

KASTENBAUM, M. A.; BOWMAN, K. O. Tables for determining the statistical significance of mutation frequencies. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 9, p. 527-549, 1970.

PANTALEAO, S. M.; ALCANTARA, A.V.; ALVES, J. P. H.; PAVANIN, L. A. O. ; GRAF, U.; REZENDE, A. A.; VALADARES, B. L. B.; GRAGIORGE, E. J.; SOUZA, N. C.; GUTERREZ, Z. R.; SPANO, M. A. Assessing the impact of pollution on the Japaratuba river in Brazil using the *Drosophila* wing spot test. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, Ney York, US, v. 48, p. 71-157, 2007.

PIMENTA, V. M. S. D. **Avaliação das águas superficiais do Rio Paraguai no trecho de Cáceres (MT) pelo teste de micronúcleos em peixes e testes mancha de asas de *Drosophila***. 2008. 175 f. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2008.

SAVVA, D. Use of DNA fingerprinting to detect genotoxic effects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, US, v. 41, p. 103-6, 1998.

PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR E FERTILIDADE DO SOLO APÓS IRRIGAÇÃO VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL COM APLICAÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

Ivo Zution Gonçalves¹
Eduardo Augusto Agnellos Barbosa²
Daniel Rodrigues Cavalcante Feitosa³
Aline de Azevedo Nazario⁴
Edson Eiji matsura⁵

Resumo

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, entretanto, sua produtividade é considerada baixa devido seus cultivos serem predominantemente em regiões onde há volumes precipitados insuficientes, e ainda escassez de fontes hídricas superficiais para a prática da irrigação. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produtividade e a fertilidade do solo durante a primeira e segunda soca de cultivo da cana-de-açúcar irrigada via gotejamento subsuperficial, com as fitas gotejadoras instaladas em diferentes profundidades no perfil do solo, com aplicação de esgoto doméstico tratado. Foi montado um experimento em blocos casualizados com cinco tratamentos em condições de campo sendo: sem irrigação (SI), irrigação com esgoto aplicado a 0,20 m de profundidade no perfil do solo (E20), esgoto a 0,40 m (E40), irrigação com água de reservatório superficial a 0,20 m no perfil do solo (A20) e água de reservatório a 0,40 m (A40). Para cada tratamento foi avaliado a produtividade da cultura e a fertilidade do solo até a profundidade de 0,60 m para os macronutrientes e sódio para ambas as socas. Os tratamentos irrigados apresentaram maior produtividade nos dois anos de cultivo e houve uma queda da fertilidade média do solo, os irrigados com esgoto apresentaram diferentes concentrações de sódio no solo de acordo com a profundidade de instalação da fita gotejadora. O esgoto doméstico tratado pode ser utilizado como alternativa para a irrigação no cultivo da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: reúso de água, *Saccharum officinarum* L, sustentabilidade.

Introdução

A produtividade brasileira é considerada baixa em relação aos cultivos irrigados, devido principalmente por suas áreas estarem se expandindo para regiões com baixas precipitações pluviométricas e estas áreas ainda apresentarem escassez de recurso hídrico para a irrigação. Em números, a produtividade brasileira da cana-de-açúcar estimada para a safra atual de 2014/2015 foi de 73,44 t.ha⁻¹, valor este menor em relação a safra passada, devido principalmente a falta de chuvas que afetaram a região centro-sul e sudeste do país, sendo estas os maiores polos produtores do Brasil (CONAB, 2014).

Diante do exposto, uma alternativa para o aumento da produtividade na cana-de-açúcar é o reúso de fontes alternativas de água e nutrientes de diversas fontes. Uma delas é o reúso de

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, professor na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Floresta, PE

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Hidráulica Agrícola, Professor da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP

esgoto doméstico tratado (EDT), que tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores por acarretar economia em água e fertilizantes, e ainda pela sua importância ambiental de reúso.

O reúso de EDT pode comprometer a produção agrícola se não for manejado corretamente. Os principais problemas que podem ocorrer estão relacionados principalmente à fertilidade do solo, contaminação do lençol freático e disseminação de doenças.

Em uma pesquisa feita no Estado de São Paulo, mostrou que a aplicação de esgoto doméstico tratado pode trazer problemas de salinidade e a estrutura física do solo quando aplicado visando suprir a demanda hídrica da cana-de-açúcar, mas os pesquisadores obtiveram produtividades 50% superior aos cultivos não irrigados, alcançando cerca de 200 t.ha⁻¹ (LEAL et al., 2009).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a fertilidade do solo durante a primeira e segunda soca de cultivo da cana-de-açúcar irrigada via gotejamento subsuperficial, com as fitas gotejadoras instaladas a 0,20 e 0,40 m de profundidades no perfil do solo, com aplicação de esgoto doméstico tratado em um Latossolo vermelho distroférico.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP), Campinas-SP, localizado nas coordenadas geográficas: Latitude 22°53'S e Longitude 47°05'W a uma altitude de 620 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2006).

A variedade adotada da cana-de-açúcar foi a RB867515, seu plantio foi realizado em maio de 2011 distribuindo de 15 a 18 gemas por metro linear, com profundidade de plantio de 0,30 m.

A água utilizada para a irrigação foi proveniente de duas origens, água de reservatório superficial (ARS) e EDT, este último obtido a partir do sistema de tratamento de esgoto construído no campo experimental da FEAGRI/UNICAMP.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 2 x 2 + 1 com duas profundidades de instalação da fita gotejadora no perfil do solo (0,20 e 0,40 m); duas qualidades de água (ARS e EDT) e a testemunha sem irrigação (SI), totalizando cinco tratamentos com cinco repetições.

Os tratamentos irrigados foram fertirrigados com adubação química mineral, considerando a qualidade nutricional da origem da água utilizada, e os nutrientes aplicados conforme a marcha de absorção da cana-de-açúcar, aplicando-se 120, 40 e 60 Kg.ha⁻¹ para nitrogênio (nitrato de cálcio), fósforo (fosfato monoamônico) e potássio (sulfato de potássio), já a adubação no tratamento SI foi realizada em cobertura entre as linhas de plantio (0,40 m), estas doses aplicadas foram realizadas para a primeira e segunda socas de cultivo conforme Rossetto et al. (2008)

Após a passagem pelo cabeçal de controle e filtros foram coletadas mensalmente amostras de ARS e EDT para realização das análises físicas, químicas e microbiológicas visando principalmente o manejo da fertirrigação (EATON; FRANSON, 2005).

Para os tratamentos irrigados foi instalado o sistema de gotejamento subsuperficial no centro das linhas duplas nas profundidades de 0,20 m e 0,40 m conforme Figura 1. Os gotejadores utilizados foram do tipo integrado autocompensante, com espaçamento entre emissores de 0,55 m com vazão de 1,6 L h⁻¹.

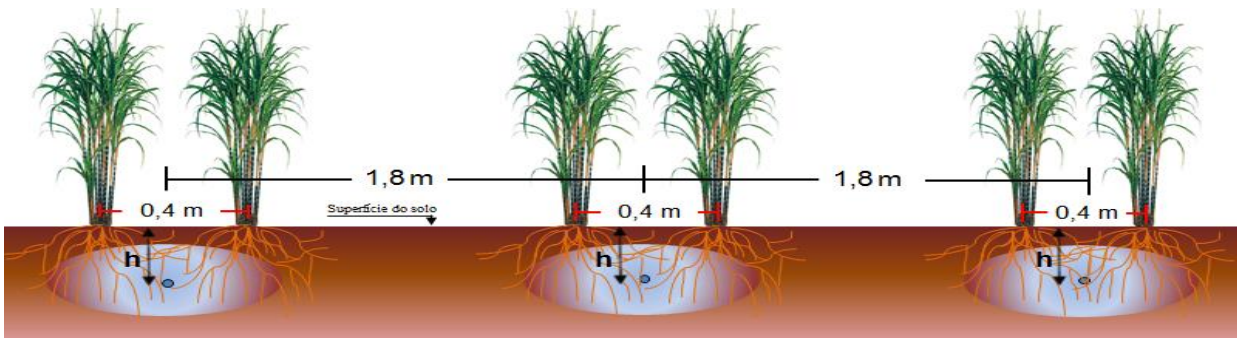


Figura 1. Instalação das fitas gotejadoras nas diferentes profundidades nos tratamentos irrigados. **h:** profundidade de instalação da fita gotejadora.

Para o manejo da irrigação foi utilizado o balanço de água no solo através do monitoramento do seu teor pela técnica TDR (reflectometria no domínio do tempo), com calibração previa para o presente solo com R^2 de 98% (SOUZA et al., 2006). Dessa forma, a partir do balanço de água no solo, pode-se inferir a quantidade de água aplicada por tratamento.

Para a análise química do solo foram realizadas no início e no final de cada corte da cana-de-açúcar coletas em todos os tratamentos a cada 0,20 m até a camada de 0,60 m no seu perfil, com auxílio de trado, dessa forma foram analisados o Ca, Mg, K, P e Na, conforme Silva (2009).

Em cada colheita foi estimada a produtividade com o corte de um metro linear de colmos e em seguida pesados e extrapolados para $t.ha^{-1}$. Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, e quando significativas as medias foram comparadas aplicando-se o teste de Skott Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o Software Sisvar.

Resultados e Discussão

Em ambas as socas, apenas o tratamento SI diferiu significativamente dos irrigados (Figura 2), pois como houve fertirrigação complementando a qualidade da água utilizada, não esperava-se diferenças entre os que receberam irrigação. Resultado este muito positivo, pois para os tratamentos irrigados com EDT houve uma economia média de mais de 80%, 50% e 50% na aplicação via fertilizantes minerais comparado aos irrigados com ARS considerando as duas socas, devido ao EDT apresentar altas concentrações de nutrientes comparado com a ARS.

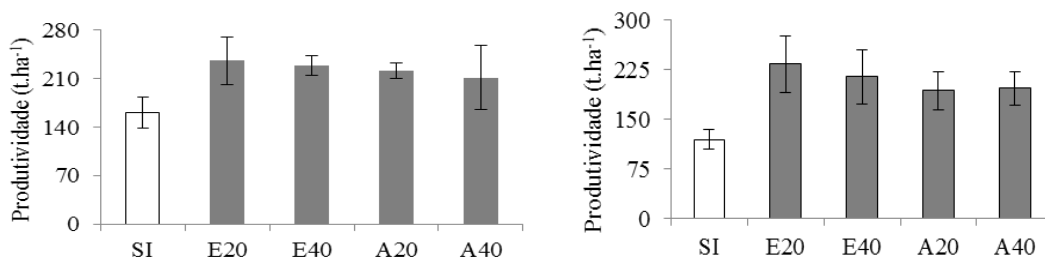


Figura 2. Produtividade da cana-de-açúcar na primeira (A) e segunda soca (B) para cada tratamento. Medias seguidas por cores iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. SI: Sem irrigação; E20: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,20 m; E40: Esgoto doméstico tratado aplicado a 0,40 m; A20: água de reservatório superficial aplicado a 0,20 m; A40: água de reservatório superficial aplicado a 0,40 m.

Entre as duas socas houve uma queda na produtividade da primeira para a segunda soca para todos os tratamentos, entretanto, o SI apresentou a maior queda, chegando a quase 15%, demonstrando que a irrigação pode aumentar a longevidade do canal aumentando o número de cortes, para os irrigados esta queda não ultrapassou os 7%. Resultados semelhantes

podem ser encontrados por Deon et al. (2010), onde o EDT aumentou a produtividade da cana-de-açúcar e ainda gerou economia em fertilizantes.

Em relação a fertilidade do solo, o K, P e Mg apresentaram um decréscimo da concentração dos mesmos em praticamente todas as camadas do solo quando é avaliado o fator tempo de forma isolada, devido ao fato da grande exigência destes nutrientes pela cana-de-açúcar.

O Na apresentou interação significativa em todas as camadas do solo, decorrente a maior concentração do cátion no EDT e influenciado pela profundidade de instalação das fitas gotejadoras. A camada de 0m a 0,20 m do solo, houve um decréscimo na sua concentração independente da qualidade da água aplicada, pois como não houve ascensão da umidade do solo via irrigação, o sódio não aumentou em superfície. Entretanto quando analisada a camada de 0,20 m a 0,40 m, apenas o tratamento E20 aumentou a concentração de Na no decorrer dos anos significativamente, devido a profundidade de instalação da fita gotejadora estar justamente a 0,20 m no perfil do solo e não ter havido ascensão da umidade via irrigação proveniente do tratamento E40.

Já para a camada de 0,40 m a 0,60 m do solo, os dois tratamentos irrigados com EDT apresentaram acréscimo significativo na concentração de Na, pois houve lixiviação do mesmo a partir da fita instalada a 0,20 m até a profundidade de 0,60 m do solo, principalmente durante a primeira soca pelas intensas chuvas e ainda as frequentes irrigações na segunda, já quando aplicado a 0,40 m de profundidade, a explicação encontra-se na profundidade de estação da fita estar a 0,40 m, justamente no limite superior da camada avaliada.

Em relação as diferenças entre os tratamentos dentro de cada período avaliado, apenas a partir de 0,20 m no perfil do solo os tratamentos com EDT apresentaram estatisticamente maiores concentrações de Na, devido a maior concentração do cátion no efluente, para o tratamento E40, somente na camada de 0,40 m a 0,60 m o mesmo apresentou maiores concentrações que as parcelas irrigadas com ARS, devido a posição de instalação da fita gotejadora.

Todavia, os níveis de Na apresentados para todos os tratamentos estão abaixo dos níveis prejudiciais ao solo, com valores menores que 7% da CTC, isso demonstra o adequado manejo da irrigação e eficiência do gotejamento subsuperficial no reuso de EDT em cana-de-açúcar.

O Ca apresentou interação significativa somente na camada mais superficial do solo avaliada, onde para todos os tratamentos irrigados apresentaram menores concentrações na segunda soca em relação aos demais períodos, já o tratamento SI não apresentou diferenças significativas, provavelmente devido a menor exportação de Ca nestas parcelas em relação as irrigadas devido suas baixas produtividades.

Segundo Raij et al. (1996), somente o P apresentou concentrações inferiores ao limite mínimo de 15 mg.dm^{-3} estabelecidos para este nutriente no solo, na primeira e segunda socas, principalmente em profundidade, podendo causar impactos negativos na produtividade ao longo dos anos seguintes.

Resultados que colaboram com esta pesquisa foram apresentados por Leal et al. (2009), onde houve acréscimo de Na e queda na fertilidade do solo com cultivo da cana-de-açúcar com aplicação de EDT em relação as condições iniciais.

Conclusões

Independente da qualidade de água aplicada, os tratamentos irrigados apresentam maiores produtividades em relação ao SI, e este último apresentaram maior queda na produtividade da primeira para a segunda soca de cultivo;

Significativa economia em fertilizantes e água com reuso do EDT em relação aos tratamentos irrigados com ARS na produção da cana-de-açúcar;

Ha uma queda média na fertilidade do solo no decorrer das socas de cultivo, e variação na concentração de Na de acordo com a profundidade de instalação da fita gotejadora.

O reuso de EDT aplicado via gotejamento subsuperficial pode ser utilizado na produção de cana-de-açúcar.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro.

Referências

- CONAB **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**: segundo levantamento de safra 2014/2015. Brasília, DF, v. 1, n. ago. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_08_28_08_52_35_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_2014-15.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2014.
- EATON, A. D.; FRANSON, M. A. H. **Standard methods for the examination for water and wastewater**. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005. 55 p.
- LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 66, p. 242-249, 2009.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronomico, 2008, 882 p.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- SOUZA, C. F.; FOLEGATTI, M. V.; MATSURA, E. E.; OR, D. Calibração da reflectometria no domínio do tempo (TDR) para a estimativa da concentração da solução no solo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 26, p. 282-291, 2006.

PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO NO MORRO DO URUBU EM SERGIPE

Shalana Santos Carvalho¹
Diego Santos de Andrade²
Camila Santana Cruz³
Daniella Rocha⁴

Resumo

O processo de urbanização acelerado e desordenado visto em diversas regiões brasileiras tem provocado a degradação dos ambientes naturais. Em que pese a degradação ambiental nas encostas e basicamente provocada pelo desmatamento da vegetação primitiva, construção desordenada de casas e acúmulo de lixo, resultantes da ação antropica no processo de modificação do meio. Dentre os principais tipos de degradação, destaca-se a erosão que pode vir a comprometer a qualidade do solo e dos recursos hídricos. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo propor medidas mitigadoras para o processo erosivo existente no Morro do Urubu, no Município de Aracaju (SE). Para isso, foi realizada uma visita ao referido morro onde foi registrada a presença desse fenômeno em diversas áreas. Pode-se constatar que a retirada de vegetação é o principal fator condicionante desse processo erosivo. Além disso, observa-se que os problemas provocados pela erosão interferem no sistema de infraestrutura básica de saneamento, ocasionando o assoreamento dos elementos de drenagem e, conseqüentemente, causando enchentes devido a falta de um sistema de esgotamento das águas pluviais eficaz. Dessa forma, propõem-se algumas medidas mitigadoras tais como: revegetação, bacia de retenção e educação ambiental.

Palavras-chave: drenagem urbana, erosão, medidas mitigadoras.

Introdução

Atividades antropicas como desmatamento, práticas agrícolas inadequadas e obras civis são potenciais agravantes dos processos erosivos, devido a ausência do manejo adequado do solo. Portanto, o processo desordenado de uso e ocupação do solo é o principal fator agravante da erosão urbana.

Definida por Salomao et al., 1998, como o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, a erosão tem como principal agente a ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (animais e plantas). Fatores como a cobertura vegetal agem como agente protetor do solo funcionando como facilitador na infiltração de águas pluviométricas.

Quando provocada pelo escoamento superficial, a erosão pode ser classificada de duas formas: a erosão laminar e a erosão linear. Segundo Infanti, a erosão laminar é causada pelo escoamento difuso das águas das chuvas, resultando na remoção dos horizontes superficiais do solo. Já a erosão linear é causada pela concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando em pequenas incisões na superfície do terreno, em forma de sulcos, que podem evoluir, por aprofundamento, para ravinas. Caso a erosão também se desenvolva por influência dos fluxos d'água subsuperficiais, tem-se a formação da voçoroca ou boçoroca com o desenvolvimento da erosão interna ou entubamento (*piping*).

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

⁴ Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil, Professora da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

Grande parte dos municípios do Brasil apresenta problemas de degradação de suas áreas urbanas por processos de erosão, ravinas e voçorocas, causados principalmente pela concentração das águas de escoamento superficial, que são lançadas em talvegues desprovidos de sistemas adequados de drenagem (SALOMAO et al., 1998).

Araújo (2003), afirma que duas unidades do relevo dominam a paisagem urbana da cidade de Aracaju: a Planície Litorânea e os morros esculpidos sobre os sedimentos do grupo barreiras. Esses morros correspondem a zona norte da cidade, com predominância das formas arredondadas mais elevadas alcançando cerca de 100m, ponto de maior cota, no morro do Urubu, e aos limites com o Município de São Cristóvão na parte oeste.

A área de estudo, a área de proteção ambiental (APA) Morro do Urubu foi instituída pela APA, Área de Preservação Ambiental, pelo então Governador do Estado de Sergipe João Alves Filho a partir do decreto Nº 13.713 de 16 de junho de 1993 a fim de assegurar legalmente a proteção, conservação, e recuperação do último remanescente de Mata Atlântica no perímetro de Aracaju.

A APA Morro do Urubu abrange uma área de 2,1387 km² e situa-se na porção norte de Aracaju - SE (já nos limites com o Município de Nossa Senhora do Socorro), no bairro Porto Dantas (área de 7,7847 km²), e faz vizinhança com o Bairro Industrial e Santo Antônio. Seu acesso principal é feito pela Av. Euclides Figueiredo, tanto para quem vem do Centro da Cidade, quanto para quem vem do Município de Nossa Senhora do Socorro pela ponte do Rio do Sal, que liga os dois municípios (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de proteção ambiental do Morro do Urubu, Aracaju, SE

Fonte: Base cartográfica Aracaju (2004), adaptado por Oliveira, 2009.

Medidas estruturais são utilizadas como solução para os problemas causados pela erosão hídrica, destaque para bacias de retenção/detenção, utilização de pavimentos permeáveis e instalação de sistemas de drenagem, e as medidas não estruturais, como programas de educação ambiental.

Materiais e Métodos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo foi composta por etapas de coleta de dados bibliográficos e coleta de dados em campo:

- Levantamento de dados bibliográficos.

- Foram levantados relatórios, mapas, artigos e monografias na biblioteca central da Universidade Federal de Sergipe (BICEN) e também através da internet, visando a elaboração da fundamentação teórico-metodológica.

- Levantamento de dados em campo.

Para a concretização do estudo, foi necessária uma visita ao Morro do Urubu, a fim de se obter informações sobre a situação atual de degradação da Área de Preservação Ambiental bem como selecionar uma potencial área a ser alocada a bacia de detenção.

Ressalte-se que durante o trabalho de campo, utilizou-se o Global Positioning System (GPS) para localização da área de estudo além de câmera fotográfica para registrar as áreas degradadas no Morro do Urubu.

Escolha do método matemático para o dimensionamento da bacia de detenção

Para obtenção da vazão de projeto, propõe-se a utilização do Método Racional, caracterizado pela Equação 1.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6} \quad 1$$

Onde Q é a vazão de projeto (em m³/s), i é a intensidade máxima da chuva, com duração igual ao tempo de concentração da bacia (em mm/h), A é a área drenada e C é o coeficiente de escoamento superficial (adimensional), determinado pela razão entre áreas impermeabilizadas e área total da bacia hidrográfica em estudo.

Através da Equação 2 obtém-se a intensidade máxima de chuva determinada por Fendrich em 1986, onde Tr é o tempo de recorrência (em geral adotado como 10 anos) e t o tempo de concentração na bacia (em minutos).

$$i = \frac{2808,67 \cdot T_r^{0,104}}{(t+33)^{0,9990}} \quad 2$$

Para o cálculo do tempo de concentração, emprega-se a Equação 3:

$$t = 57 \left(\frac{L^3}{h} \right)^{0,385} \quad 3$$

Onde L é o comprimento do talvegue da bacia (em km) e h o desnível da bacia (em m).

Revegetação

Como ação conjunta propõe-se a utilização de espécies nativas no replantio da cobertura vegetal da região, como restinga e o manguezal, ou ainda o uso de espécies não nativas, como por exemplo a espécie Feijão Guandu (*Canuscajan*), que apresenta um grande potencial de uso em diferentes regiões brasileiras por possuir alta resistência e bom desenvolvimento em solos pobres e de baixa fertilidade.

Educação Ambiental

São recomendadas ações de educação ambiental ressaltando a correta utilização e ocupação da área estudada.

Resultados e discussão

A ação da bacia de detenção ocorre quando o volume precipitado for superior a capacidade de absorção do solo, o que constitui o escoamento superficial direto. Nestes eventos, o

reservatório atua no controle do processo erosivo, uma vez que parte da vazão é retida, há o retardo do escoamento e diminuição do carreamento das partículas do solo.

Em consonância a implantação da bacia, a revegetação apresenta-se como medida potencial para a proteção da camada superficial do solo, compondo papel fundamental na restauração das funções ecológicas do meio.

Práticas de educação ambiental devem ser incentivadas a fim de que haja a manutenção do trabalho feito e a garantia da manutenção de sua eficiência. Desta forma, tanto o poder público quanto a sociedade civil devem agir como mantenedores da qualidade ambiental, principalmente no tocante a não degradação e não poluição desses ambientes.

Conclusões

Os dados coletados apresentam-se como fundamentais para a elaboração do diagnóstico e posterior proposta de medidas mitigadoras.

O processo da urbanização acelerada identificado na área de estudo compromete os fatores ambientais, que são alterados profundamente por conta da ação antropica.

Destarte, bacia de detenção, revegetação e conscientização ambiental apresentam-se como medidas mitigadoras compatíveis com os resultados do diagnóstico.

Por tratar-se do último remanescente da Mata Atlântica na cidade de Aracaju, as ameaças à manutenção do equilíbrio ambiental na região levam à necessidade de estudos de avaliação de impacto e de medidas para reparar os danos já existentes e prevenção de danos futuros.

Referências

ARAUJO, H. M. Impactos ambientais urbanos decorrentes da apropriação do relevo em Aracaju. In: CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, 2.; CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9.; CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBERICAS, 2., 2003, Recife. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos Quaternários, 2003.

OLIVEIRA, D. C. **Indicadores de qualidade ambiental como subsídio ao planejamento da área de proteção ambiental Morro do Urubu (Aracaju, SE)**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2009.

GOLÇALVES, R. M. G.; GIANNOTTI, J. D. G.; SILVA, A. A. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando a restauração ecológica da microbacia do correço da Fazenda Itaqui, no Município de Santa Gertrudes, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.

INFANTI, N. J.; FORNASARI, N. F. Processos da dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

SALOMAO, F. X.; IWASA, O. Y. **Erosão e ocupação rural e urbana**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1995.

PROPOSTA DE MODELO PARA DIMENSIONAMENTO ÓTIMO DE RESERVATÓRIOS CONSIDERANDO RISCOS

Alcigeimes B. Celeste¹

Resumo

Este trabalho propõe um novo modelo de otimização que incorpora índices de desempenho a fim de determinar o menor volume útil possível de um reservatório de abastecimento assumindo que falhas possam ocorrer durante sua operação. O modelo é capaz de encontrar a capacidade ótima do reservatório admitindo-se um número mínimo pre-definido de períodos de falha ou uma magnitude máxima de falha, ou ambos. O procedimento funciona eficientemente para um problema exemplo e mostra que altas confiabilidades e baixas vulnerabilidades necessitam de mais capacidade útil do sistema.

Palavras-chave: confiabilidade, otimização, vulnerabilidade.

Introdução

A determinação da capacidade de armazenamento de um reservatório é tradicionalmente realizada por procedimentos de curva de massa. Isso inclui o método de 1883 de W. Rippl e o comumente utilizado algoritmo dos picos sequenciais (SPA: *sequent peak algorithm*) que são, fundamentalmente, idênticos (KLEMES, 1987). Estratégias de simulação baseadas no balanço hídrico do reservatório, também chamadas de análises de comportamento (BA: *behavior analysis*), também são utilizadas (McMAHON; ADELOYE, 2005).

Adeloye et al. (2001) desenvolveram um esquema iterativo para um algoritmo dos picos sequenciais modificado a fim de determinar o volume útil de armazenamento de um reservatório considerando falhas de abastecimento. Os passos iterativos necessários em análises de simulação podem ser evitados representando-se o problema de dimensionamento por um modelo de otimização matemática capaz de encontrar automaticamente a capacidade desejada (LOUCKS et al. 2005). Técnicas de otimização têm sido aplicadas em sistemas de reservatórios por várias décadas (AHMAD et al., 2014; CELESTE; BILLIB, 2009).

Este trabalho apresenta um modelo de otimização para dimensionamento de reservatórios que incorpora índices de confiabilidade e de vulnerabilidade. O modelo proposto difere do de Adeloye et al. (2001) na medida em que não exige iterações do SPA e, em uma única execução, encontra automaticamente todos os períodos de falha. A principal diferença, no entanto, é que o processo não força um número fixo de falhas ou uma taxa fixa de vulnerabilidade tal como no esquema de Adeloye et al. (2001).

Material e métodos

A confiabilidade de abastecimento de um reservatório pode ser definida como a probabilidade de que nenhuma falha ocorra dentro do horizonte de planejamento. Uma falha ocorre quando $R(t) < Y(t)$, em que $R(t)$ é a alocação de água para atender a demanda $Y(t)$ no tempo t . A confiabilidade R_T (*time-based reliability*) é calculada por $R_T = 1 - f/N$, onde f é o número de períodos de falha e N é o horizonte de planejamento. Enquanto a confiabilidade mede a probabilidade de falha, a vulnerabilidade mede sua magnitude. A magnitude de uma falha pode ser assumida como a falta de água $Y(t) - R(t)$. Uma vez que $0 \leq R(t) \leq Y(t)$, a liberação pode ser escrita como uma fração da demanda, $R(t) = (1 - \alpha)Y(t)$, em que $0 \leq \alpha \leq 1$. Neste

¹ Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia, Professor na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

caso, o deficit é $Y(t) - R(t) = \alpha Y(t)$. Portanto, a constante α é a vulnerabilidade em termos de fração da demanda, e é chamada de taxa de vulnerabilidade.

O modelo de otimização proposto neste trabalho objetiva encontrar a mínima capacidade de armazenamento, K_a , sujeita a restrições de balanço hídrico, de confiabilidade e de vulnerabilidade. A formulação matemática é:

$$\text{minimizar } K_a \quad (1)$$

sujeito a

$$S(t) = S(t-1) + I(t) - R(t) - Sp(t) \quad \forall t, S(0) = S(N) \quad (2)$$

$$[1 - \beta(t)\alpha_{\max}]Y(t) \leq R(t) \leq Y(t) \quad \forall t \quad (3)$$

$$\sum_{t=1}^N \beta(t) \leq f_{\max} \quad (4)$$

$$K_a \geq 0 \quad (5)$$

$$0 \leq S(t) \leq K_a \quad \forall t \quad (6)$$

$$Sp(t) \geq 0 \quad \forall t \quad (7)$$

$$\beta(t) = 0 \text{ ou } 1 \quad \forall t \quad (8)$$

A Eq. (2) é para continuidade. Quanto $t=1$, o armazenamento no final do período anterior, $S(0)$, vale $S(N)$, o volume no fim do último período N . Isso assegura uma operação em estado estacionário. Modelos de dimensionamento tradicionais usam $R(t) = Y(t)$ na equação do balanço hídrico (2) para assegurar que a demanda seja sempre atendida (confiabilidade de 100%). Se, após o suprimento da demanda, ainda existir excesso de água acima da capacidade de armazenamento, tal excesso tornar-se-á vertimento, $Sp(t)$. No modelo proposto, a alocação de água não é necessariamente a demanda total $Y(t)$, mas uma liberação $R(t)$ variando de um mínimo de $[1 - \beta(t)\alpha_{\max}]Y(t)$ até um máximo igual a demanda completa $Y(t)$, como estabelecido pela restrição (3). A constante α_{\max} representa a taxa máxima de vulnerabilidade aceita. A variável $\beta(t)$ é binária (i.e., vale zero ou um, como imposto pela restrição (8)). O pressuposto é que, quando não há falha, $\beta(t) = 0$ de forma que $R(t) = Y(t)$ e, assim, toda demanda é liberada; quando há falha, $\beta(t) = 1$ de modo que $(1 - \alpha_{\max})Y(t) \leq R(t) \leq Y(t)$ e, assim, durante uma falha, a liberação pode chegar a um valor tão baixo quanto $(1 - \alpha_{\max})Y(t)$. Isso incorpora o índice de vulnerabilidade no modelo.

A incorporação do índice de confiabilidade é realizada pela restrição (4), a qual assegura que a soma das variáveis binárias não deve exceder f_{\max} , o número máximo permitido de períodos de falha. Portanto, só podem existir no máximo f_{\max} valores unitários de $\beta(t)$, i.e., até f_{\max} falhas ao longo do horizonte de planejamento $t = 1, \dots, N$.

Resultados e Discussão

Um problema exemplo com dados de afluição extraídos de McMahon e Adeloye (2005, p. 68, exemplo 3.5) foi considerado para teste. Para este exemplo, a vazão média de longo período é $\bar{I}(t) = 5$ (em unidades de volume) e a demanda foi assumida como constante e igual a $Y(t) = Y = 4,7$ ao longo de todo horizonte de planejamento. Por simplicidade, perdas por evaporação foram desprezadas. Usando o modelo para resolver o problema exemplo para o caso sem falhas (i.e., com $R_T^{\min} = 100\%$) requer uma capacidade de $K_a = 12,2$. O mesmo resultado poderia ser também alcançado por SPA ou BA.

Como teste, confiabilidade e vulnerabilidade foram calculadas para uma situação sem reservatório, ou seja, com as demandas sendo supridas apenas pela vazão natural. Os resultados foram $R_T^{\text{NF}} = 46,67\%$ e $\alpha_{\max}^{\text{NF}} = 78,72\%$, o sobrescrito NF significando deflúvio natural (*natural flow*).

Simulações foram então conduzidas para encontrar a capacidade do reservatório considerando falhas usando combinações de confiabilidade e vulnerabilidade nos intervalos

$0\% \leq R_T^{\min} \leq 90\%$ e $10\% \leq \alpha_{\max} \leq 100\%$ em passos de 10%. Isso exigiu 100 execuções do modelo. Os resultados destas simulações são apresentados na Tabela 1. Para cada combinação de R_T^{\min} e α_{\max} , a Tabela 1a mostra a melhor capacidade de armazenamento do reservatório (K_a), a Tabela 1b mostra a confiabilidade real do sistema ($R_T \geq R_T^{\min}$) para a dada K_a , e a Tabela 1c mostra a vulnerabilidade do real sistema ($\alpha \leq \alpha_{\max}$) para a dada K_a . O gráfico de K_a para cada combinação é mostrado Figura 1. A vulnerabilidade real é calculada por $\alpha = 1 - R(t)_{\min} / Y(t)$ onde $R(t)_{\min}$ é a liberação mínima em todos os períodos t e $Y(t)$ é a demanda correspondente.

Tabela 2. Resolução do problema exemplo para várias combinações de confiabilidade mínima (R_T^{\min}) e de vulnerabilidade máxima (α_{\max}) aceitas.

(a) Capacidades de armazenamento (K_a , unidades de volume) para dadas R_T^{\min} e α_{\max} .

R_T^{\min} (%)	α_{\max} (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.41	0	0	0
10	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.41	0	0	0
20	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.41	0	0	0
30	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.41	0	0	0
40	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.41	0	0	0
50	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.7	0.7	0.7	0.7
60	-	9.38	6.8	4.45	2.64	1.7	0.88	0.7	0.7	0.7	0.7
70	-	10.32	8.44	6.56	4.68	3.4	2.4	2.4	2.28	1.7	1.7
80	-	10.79	9.38	7.97	6.56	5.15	3.74	2.4	2.4	2.4	2.4
90	-	11.73	11.26	10.79	10.32	9.85	9.38	8.91	8.44	7.97	7.5
100	12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(b) Confiabilidades reais (R_T , %) para dadas R_T^{\min} e α_{\max} .

R_T^{\min} (%)	α_{\max} (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	-	40	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	46.67	46.67	46.67	46.67
10	-	40	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	46.67	46.67	46.67	46.67
20	-	40	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	46.67	46.67	46.67	46.67
30	-	40	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	46.67	46.67	46.67	46.67
40	-	40	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	46.67	46.67	46.67	46.67
50	-	50	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33	53.33
60	-	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
70	-	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
80	-	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
90	-	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(c) Vulnerabilidades reais (α , %) para dadas R_T^{\min} e α_{\max} .

R_T^{\min} (%)	α_{\max} (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
10	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
20	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
30	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
40	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
50	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
60	-	10	20	30	40	50	60	70	78.72	78.72	78.72
70	-	10	20	30	40	50	60	70	80	90	93.62
80	-	10	20	30	40	50	60	70	80	90	93.62
90	-	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A Tabela 1a e a Figura 1 revelam que o modelo define $K_a = 0$ (nenhum reservatório necessário) quando $R_T^{\min} < R_T^{\text{NF}}$ (i.e., $R_T^{\min} = 0\%, \dots, 40\%$) e $\alpha_{\max} > \alpha_{\max}^{\text{NF}}$ (i.e., $\alpha_{\max} = 80\%, \dots, 100\%$), o que faz sentido uma vez que o fluxo natural pode sozinho suprir as demandas com uma confiabilidade de R_T^{NF} tendo uma vulnerabilidade máxima $\alpha_{\max}^{\text{NF}}$. Assim, nestas faixas, a confiabilidade e vulnerabilidade assumem os mesmos valores encontrados para o caso sem reservatório (ver tabelas 1b e 1c). Alternativamente, o modelo define $K_a > 0$ quando $R_T^{\min} > R_T^{\text{NF}}$ (i.e., $R_T^{\min} = 50\%, \dots, 100\%$) e $\alpha_{\max} < \alpha_{\max}^{\text{NF}}$ (i.e., $\alpha_{\max} = 0\%, \dots, 70\%$), o que significa que deve haver um reservatório para suprir as demandas com confiabilidade maior do que $R_T^{\text{NF}} = 46,67\%$ ou vulnerabilidade menor do que $\alpha_{\max}^{\text{NF}} = 78,72\%$.

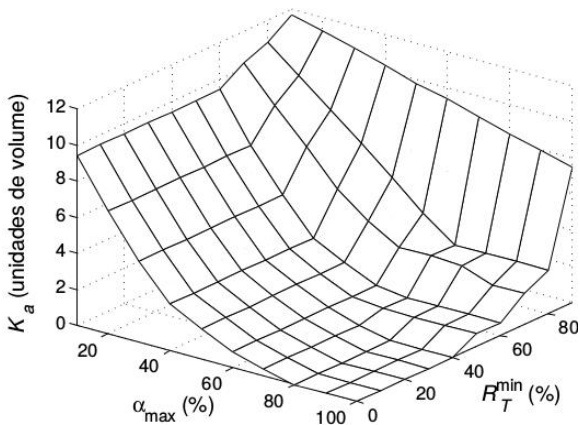


Figura 7. Capacidades de armazenamento (K_a) do problema exemplo encontradas para varias combinações de confiabilidade mínima (R_T^{\min}) e de vulnerabilidade máxima (α_{\max}) aceitas.

A Tabela 1b indica que, quando $R_T^{\min} > R_T^{\text{NF}}$, a operação do reservatório com as capacidades definidas pelo modelo faz com que os valores reais de confiabilidades atinjam os seus mínimos. Isso significa que as capacidades são escolhidas de forma a “usar” toda a confiabilidade permitida, de modo que sejam as capacidades mínimas possíveis. Da mesma forma, a Tabela 1c indica que, quando $\alpha_{\max} < \alpha_{\max}^{\text{NF}}$, a operação do reservatório com as capacidades definidas pelo modelo faz com que os valores reais das vulnerabilidades atinjam os seus máximos. Isso significa que as capacidades são escolhidas de forma a “usar” toda a vulnerabilidade permitida, de modo que sejam as capacidades mínimas possíveis.

Conclusões

Com o modelo proposto, a confiabilidade do sistema e de pelo menos R_T^{\min} e a taxa de vulnerabilidade e, no máximo, α_{\max} , como aceitas pelo usuário.

A característica acima é uma grande diferença em relação ao procedimento de Adelaye et al. (2001), que obriga um número fixo de períodos de falha f e uma proporção fixa vulnerabilidade α de modo que, para cada período de falha, $R(t) = (1 - \alpha)Y(t)$;

O modelo proposto permite qualquer número de períodos de falha com a única condição de que a confiabilidade mínima é limitada por R_T^{\min} ;

O modelo proposto permite índices de vulnerabilidade diferentes para diferentes períodos de falha com a única condição de que a vulnerabilidade máxima é limitada por α_{\max} ;

O modelo proposto pode ser visto como um modelo geral, pois pode encontrar a melhor capacidade de armazenamento do reservatório para qualquer combinação de confiabilidade ou vulnerabilidade.

Agradecimentos

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Referências

ADELOYE, A. J.; MONTASERI, M.; GARMANN C. Curing the misbehavior of reservoir capacity statistics by controlling shortfall during failures using the modified sequent peak algorithm. **Water Resources Research**, Washington, US, v. 37, n. 1, p. 73-82, 2001.

AHMAD, A.; EL-SHAFIE, A.; RAZALI, S. F. M.; MOHAMAD, Z. S. Reservoir optimization in water resources: a review. **Water Resources Management**, v. 28, n. 11, p. 3391-3405, 2014.

CELESTE, A. B.; BILLIB, M. Evaluation of stochastic reservoir operation optimization models. **Advances in Water Resources**, Southampton, UK, v. 32, n. 9, p. 1429-1443, 2009.

KLEMES, V. One hundred years of applied storage reservoir theory. **Water Resources Management**, Athens, GR, v. 1, n. 3, p. 159-175, 1987.

LOUCKS, D. P.; VAN BEEK, E.; STEDINGER, J. R.; DIJKMAN, J. P.; VILLARS, M. T. **Water resources systems planning and management: an introduction to methods, models and applications**. Paris: UNESCO, 2005.

McMAHON, T. A.; ADELOYE, A. J. Water resources yield. **Water Resources Publication**, Littleton, US, 2005.

PROPOSTA PARA A GOVERNANÇA DA ÁGUA NO BRASIL

Ailton Francisco da Rocha¹

Resumo

A Governança diz respeito a capacidade governativa em sentido amplo, envolvendo a capacidade de ação estatal na implementação das políticas e na consecução das metas coletivas. Refere-se ao conjunto de mecanismos e procedimento para lidar com a dimensão participativa e plural da sociedade, o que implica em expandir e aperfeiçoar os meios de interlocução e de administração do jogo de interesses. Pressupõe um estado dotado de maior flexibilidade, capaz de descentralizar funções, transferir responsabilidades e alargar, em lugar de restringir, o universo de atores participantes, sem abrir mão dos instrumentos de controle e supervisão. Procura demonstrar que o processo de implantação do novo sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil deve suplantar as resistências e estruturas próprias dos antigos modelos, o que demanda um tempo considerável para sua maturação e aprimoramento.

Palavras-chave: governança, incerteza, política pública.

Introdução

Ainda que o nível de incerteza sobre a magnitude e o ritmo do aquecimento global seja grande, pouca dúvida existe sobre a inexorabilidade da mudança do clima. A preocupação maior está justamente na incerteza e no risco a envolvidos: nada fazer, e se deparar futuramente com impactos gigantescos, ou tomar medidas que se mostrem precipitadas, e sacrificar recursos que poderiam ser usados em outras ações sociais e econômicas urgentes. A ciência e a arte do tomador de decisão estão em saber identificar e por em prática, com apoio no melhor conhecimento disponível, aquelas opções de políticas que sacrifiquem o mínimo possível de recursos futuros e ao mesmo tempo produzam um máximo de benefícios, com ou sem mudanças climáticas.

Associado a este cenário de incerteza climática, no Brasil 40% da água captada e desperdiçada contra 15% na Europa, 3% no Japão e próximo de 0% em Israel para efeito de comparação, tudo isto agravado pelo desmatamento descontrolado, inclusive em áreas de recarga e a poluição hídrica que comprometem assustadoramente a nossa reserva de 12% de água doce do planeta.

A água é abundante no Brasil, mas é distribuída de forma desigual entre estados e nas bacias hidrográficas. Os valores de fluxo de água médios anuais são de 267.000 m³/s ou 28.000 m³ por pessoa por ano. A disponibilidade per capita de água varia de 1.460 m³ por pessoa por ano no Nordeste a 634.887 m³ por pessoa por ano na região Amazônica.

O consumo de água está subindo, impulsionado pela demografia e crescimento econômico. As captações de água aumentaram em quase 30% nos últimos cinco anos. Como resultado, as tensões têm surgido no acesso ao recurso em algumas bacias e estados. Em 2010, o equilíbrio entre a oferta e o consumo foi considerado crítico ou muito crítico para 17% dos recursos de água doce do Brasil.

O lançamento de esgoto doméstico é o principal problema que afeta a qualidade das águas superficiais. Segundo o IBGE, 48% do esgoto doméstico é coletado e 39% deles são tratados. Nas regiões do Sul e Sudeste do País, a enorme descarga de água residual urbana e industrial prejudica a qualidade da água (OCDE, 2014).

¹ Advogado, engenheiro-agrônomo, Superintendente de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Aracaju, SE

Materiais e Métodos

O tema governança pública deve ser abordado a partir de cinco perguntas estruturantes: a) o que significa governança pública, qual é a imagem de estado contida nesse conceito e quais são seus objetivos implícitos? b) como se traduz governança pública, na prática? c) existem critérios testados que servem para verificar se a governança pública obteve sucesso ou se fracassou? d) que consequências e efeitos colaterais apresenta a nova estruturação de relações entre estado e sociedade em decorrência da governança pública? e) até que ponto a governança pública será adequada para servir como novo modelo regulatório de Estado e sociedade? (KISSLER; HEIDEMANN, 2006).

No presente contexto temático, propõe-se entender governança como uma nova geração de reformas administrativas e de Estado, que tem como objeto a ação conjunta, levada a efeito de forma eficaz, transparente e compartilhada, pelo Estado, pelas empresas e pela sociedade civil, visando uma solução inovadora dos problemas sociais e criando possibilidades e chances de um desenvolvimento futuro sustentável para todos os participantes (LOFFER, 2001).

O domínio público da água não transforma o Poder Público Federal e Estadual em proprietário da água, mas o torna gestor desse bem, no interesse de todos. O ente público não é proprietário, senão no sentido formal (tem poder de autotutela do bem), na substância é um simples gestor do bem de uso coletivo.

Buscando o aumento da coerência e consistência entre políticas a direção governamental é muito importante, garantindo que a água seja levada em consideração em todos os planos setoriais e trazendo a discussão desses planos para os colegiados (conselhos e comitês de bacias).

Resultados e Discussão

A fronteira entre as políticas de água e ambiental deve ser consolidada. Outorgas de direito de uso da água não podem estar dissociadas do licenciamento ambiental, ecossistemas hídricos, qualidade e quantidade (OCDE, 2014).

A participação dos municípios nos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e nos Comitês de Bacia deve ser fortalecida, dado seu papel chave no uso e ocupação do solo, gestão de resíduos, licenciamento ambiental local e saneamento (OCDE, 2014).

O fortalecimento da governança no Brasil deve ser, antes de tudo, o engajamento e a qualificação das instituições estaduais – conselhos e órgãos gestores estaduais – e sua melhor articulação com a Agência Nacional de Água (ANA) e com o processo nacional de melhoria da gestão da água. Maior empoderamento e qualificação dos órgãos gestores estaduais pode auxiliar para alcançar esse fim, e esses órgãos gestores devem ser totalmente responsáveis pela implementação de todas as decisões. São necessárias medidas para melhorar a capacidade técnica dos órgãos estaduais e o recrutamento deve acontecer em uma base profissional (OCDE, 2014).

O fortalecimento da governança da água não pode ser feito sem a construção de uma administração pública, em todos os níveis, que seja eficaz, responsabilizável e respeitada. Para evitar a "armadilha da abundância", uma visão de longo prazo politicamente apoiada é necessária para dar continuidade às melhorias necessárias. Descontinuidades nas lideranças e representantes de alto escalão em órgãos estaduais e comitês causam sérios danos a qualquer processo de reforço das instituições de gestão da água em nível estadual (OCDE, 2014).

A construção de amplo consenso em torno de planos e outros documentos de política é muito importante para implementar políticas de água que vão além do mandato dos dirigentes políticos. É necessário o engajamento dos interessados orientado a resultados. A ampla participação de usuários de água e da sociedade civil organizada é fundamental para alimentar

a tomada de decisões e promover uma abordagem por áreas problemáticas. Promover o intercâmbio de experiências em todos os níveis e essencial para aprender a partir de histórias de sucesso, mas também de fracassos (OCDE, 2014).

Deve-se procurar melhor comunicação entre os comitês de bacia hidrográfica e os conselhos estaduais de recursos hídricos e entre os conselhos estaduais e Conselho Nacional de Recursos Hídricos em torno de temas específicos de interesse comum.

Conclusões e Recomendações

Os principais pontos a serem abordados para o avanço na gestão das águas no país:

Aumento da coerência e consistência entre políticas.

Aumentar a importância da água na Agenda Política.

Governança em bacias hidrográficas.

Nexo governança-financiamento sustentável.

Construção de capacidades e empoderamento dos estados.

Promover a continuidade e imparcialidade das políticas públicas para uma visão de longo prazo.

Engajamento dos interessados orientado a resultados.

Os órgãos gestores avancem na agenda de melhoria da gestão dos recursos hídricos.

Estabelecer mecanismos para promover a continuidade e colher todos os benefícios das realizações.

Compartilhar experiências entre os estados e bacias.

Assegurar capacidade financeira e de recursos humanos para que os resultados do Pacto se traduzam em atuação pública.

Fornecer a estrutura de monitoramento e avaliar impactos para melhorar a prestação de contas.

Promover o compartilhamento regular de informações para maior transparência e consciência.

Referências

CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2 p. 365-382 jul.-dez. 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v13n2/v13n2a10>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

LOFFLER, E. **Governance**: Die neue generation von staats- und verwaltungs- modernisierung. *Verwaltung & Management*, Hannover, GE, v. 7, n. 4, p. 212-215, 2001.

OCDE. **Minuta da síntese do relatório da organização para cooperação e desenvolvimento econômico sobre governança da água**, 2014. 22 p.

VILAR, P. C. **Curso: Governança da água na América Latina**. Água Conhecimento para Gestão. Agência Nacional de Águas, 2014.

KISSLER, L. K.; HEIDEMANN, F. G. **Governança pública**: novo modelo regulatório para as relações entre Estado, mercado e sociedade? **RAP**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 3, p. 479-99, Maio/Jun. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n3/31252.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2015.

RECUPERAÇÃO FLORESTAL DAS MATAS CILIARES DO ASSENTAMENTO JOSÉ EMÍDIO DOS SANTOS E ÁREAS DO ENTORNO

Laysa da Hora Santos¹

Sara Juliana Santana Santos²

Geisi Azevedo Silva³

Resumo

As matas ciliares do Bioma Mata Atlântica apresentam elevado grau de endemismo. No entanto, as espécies nativas apresentam populações com número reduzido de indivíduos, o que pode acarretar na extinção de espécies mais sensíveis e de difícil propagação. Esta pesquisa objetiva analisar as ações do Projeto Recuperar, que está em fase de execução, no tocante a recuperação florestal das matas ciliares do Assentamento José Emídio dos Santos e áreas do entorno. É importante ressaltar que esse trabalho torna-se relevante, pois visa prioritariamente a recuperação das nascentes, a partir da inserção de espécies nativas do Bioma Mata Atlântica, bem como ações de sensibilização ambiental voltada a preservação dos mananciais. Por meio de trabalhos de campo possibilitou-se constatar que a maior parcela dos cursos fluviais apresenta elevado nível de degradação das matas ciliares, o que compromete diretamente na produção de água e qualidade hídrica dos cursos fluviais da região. As ações do Projeto Recuperar estão em fase de operação, sendo no referido período executadas as atividades de produção de essências florestais, com a colaboração direta da comunidade do Assentamento de Reforma Agrária José Emídio dos Santos. A recomposição florestal do quadro florístico das áreas degradadas se refletirá diretamente nas nascentes e corpos hídricos da região da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.

Palavras-chave: espécies nativas; nascentes; recomposição florestal.

Introdução

As matas ciliares são essenciais para o equilíbrio dos Biomas, e durante o processo de uso e ocupação do solo foi intensamente degradada, devido a urbanização desordenada, expansão das atividades agropecuárias e pela industrialização. Na região nordeste, grande parcela dessas matas ciliares, pertinentes ao Bioma Mata Atlântica, foram desmatadas por causa da expansão da cultura canavieira.

O quadro vegetacional do Bioma Mata Atlântica apresentam elevado grau de endemismo, no entanto, as espécies nativas que compõem o quadro florístico apresentam populações com número reduzido de indivíduos, o que pode acarretar na extinção de espécies mais sensíveis e de difícil propagação nesses habitats. A conservação das matas ciliares e de suma importância para os cursos fluviais e nascentes, pois além de proteger os mananciais dos processos erosivos, a presença da vegetação está diretamente relacionada a manutenção da qualidade da água, como também da continuidade do sistema produtor.

Esta pesquisa objetiva analisar as ações do Projeto Recuperar, que está em fase de execução, no tocante a recuperação florestal das matas ciliares do Assentamento José Emídio dos Santos e áreas do entorno. É importante ressaltar que esse trabalho torna-se relevante, pois visa prioritariamente a recuperação das nascentes, a partir da inserção de espécies nativas do

¹ Graduando em Ecologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

² Graduada em Geografia, Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE

³ Engenheira Florestal, Coordenadora Geral do Projeto Recuperar, Aracaju, SE

Bioma Mata Atlântica e cercamento das mesmas. Ressalta-se que esses cursos fluviais que terão a mata ciliar recuperada fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, como o Riacho Lagartixo.

Materiais e métodos

O Projeto Recuperar está sendo executado no Assentamento de Reforma Agrária José Emílio dos Santos, localizado no Município de Capela-SE, na área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba (Figura 1).

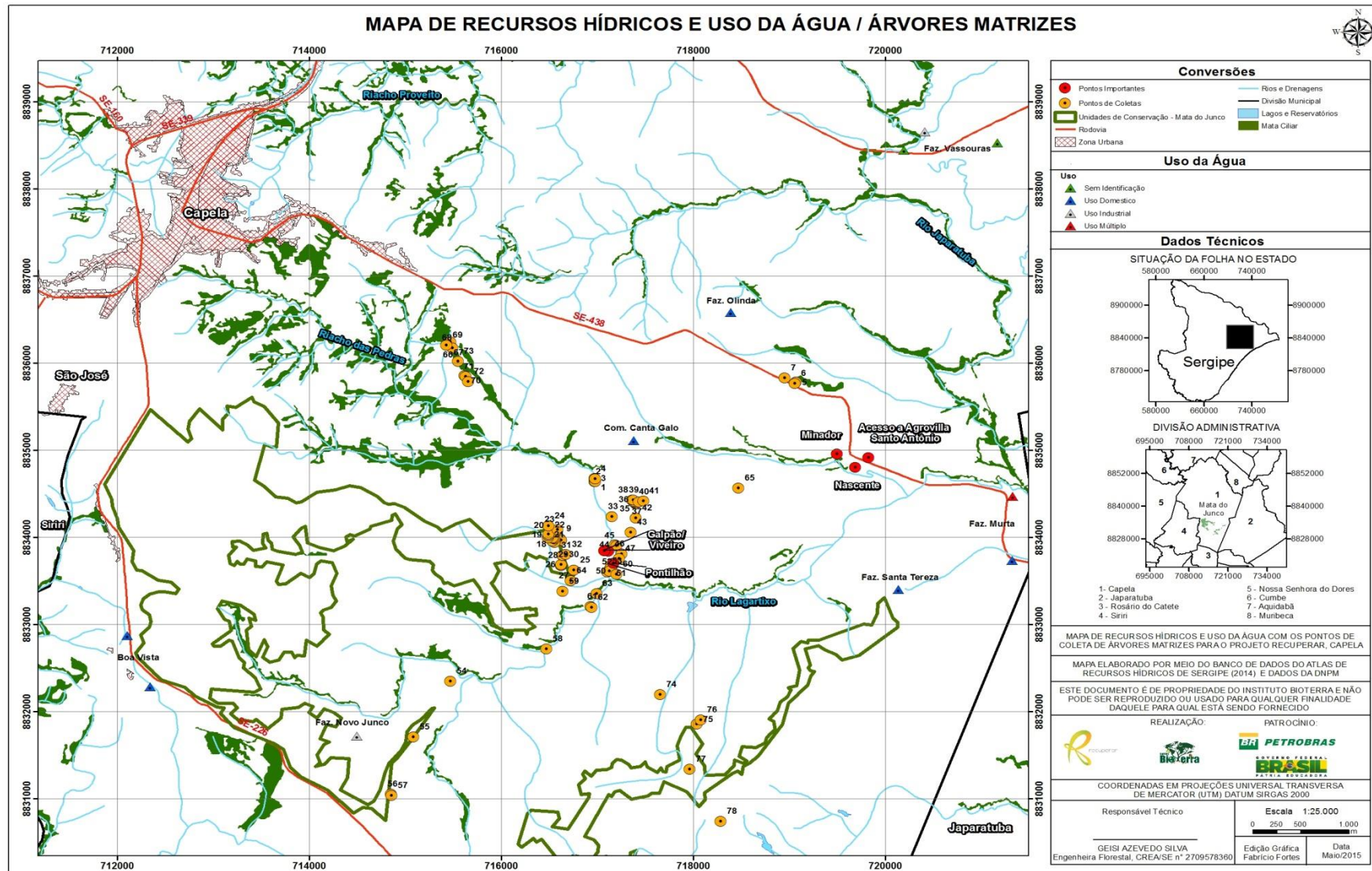


Figura 1. Mapa de recursos hídricos e das árvores matrizes da área de estudo.

A pesquisa inicialmente fundamentou-se no estudo de bases teórico-conceituais sobre recuperação de matas ciliares, recursos hídricos e desenvolvimento sustentável. O arcabouço teórico utilizado foi adquirido em livros e artigos.

O reconhecimento da área foi fundamental para diagnosticar os níveis de degradação dos cursos fluviais e nascentes das áreas de influência direta do Projeto Recuperar. Houve um contato prévio com a comunidade e a inserção, posteriormente, da mesma para que as ações do Projeto Recuperar promovessem a sensibilização ambiental desses moradores quanto a conservação da vegetação ciliar e cursos fluviais.

Como procedimentos práticos do referido trabalho foram desenvolvidas diversas atividades, juntamente com a comunidade do Assentamento de Reforma Agrária José Emílio dos Santos. Dentre as atividades realizou-se a revitalização do viveiro florestal, marcação de árvores matrizes e coleta de sementes nos fragmentos das matas do entorno do assentamento. A produção de mudas nativas específicas para plantio em mata ciliar está sendo realizada de acordo com a literatura específica sobre reflorestamento de matas ciliares.

As essências florestais são produzidas com o uso de um substrato, que se constitui em uma mistura de areia lavada, terra preta vegetal, esterco bovino curtido e um fertilizante químico NPK, nas proporções de 6:3:3:3 e vinte copos de 200 ml do composto químico. O substrato é fundamental para que as espécies se desenvolvam e não haja perdas significativas da produtividade das essências florestais. É importante destacar que as atividades práticas relacionadas a produção, monitoramento e manutenção de mudas de espécies florestais nativas visa atender a fase de plantio dessas essências florestais que estão sendo produzidas no viveiro florestal.

Resultados e Discussão

A análise da paisagem permite uma melhor aplicabilidade das estratégias conservacionistas contidas em projetos de recuperação florestal. Por meio de trabalhos de campo possibilitou-se constatar que a maior parcela dos cursos fluviais apresenta elevado nível de degradação das matas ciliares, o que compromete diretamente na produção de água e qualidade hídrica dos cursos fluviais da região.

As atividades desenvolvidas pela comunidade no Projeto Recuperar, até o momento, correspondem a produção de substrato; preenchimento de sacos de mudas com substrato; coleta, beneficiamento e semeadura das essências florestais nativas; manutenção e monitoramento do Viveiro Florestal (Figura 2); marcação de matrizes (Figura 3); e manutenção e monitoramento das áreas reflorestadas anteriormente.



Figura 2. Monitoramento do viveiro florestal do Projeto Recuperar.

Foto: Laysa Santos



Figura 3. Marcação das árvores matrizes utilizadas no Projeto Recuperar.

Foto: Laysa Santos

A manutenção da biodiversidade de espécies clímax, pioneiras e secundárias e um dos objetivos do Projeto Recuperar e no atual quadrimestre do projeto já foram produzidos indivíduos de 26 espécies do Bioma Mata Atlântica, contemplando dessa forma uma das metas do referido projeto. A produtividade das espécies também se mantém satisfatória e no atual trimestre já foram produzidas aproximadamente 13.000 essências florestais, distribuídas nessas 26 espécies de essências florestais nativas do Bioma Mata Atlântica e matas ciliares, prioritariamente da região.

Das espécies mencionadas pode-se destacar: aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), biriba (*Eschweilera ovata* (Camb.) Miers), canafistula (*Cassia grandis* L.f.), goiabeira (*Psidium guajava* L.), jenipapeiro (*Genipa americana* L.), manga-brava (*Swartzia*

masicrostachya Benth.), sapucaiu (*Lecythis lurida* (Miers) Mori), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.), araticum (*Annona* sp.), camboata (*Cupania vernalis* Camb.) e ipe-felpudo (*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bur.), jabuticabeira (*Myrciaria trunciflora* Berg.), pitomba (*Talisia esculenta* (St. Hil.) Radlk), pau-de-leite (*Himatanthus sucuuba* (Spruce) Wood), sucupira (*Bowdichia virgilioides* Kunth.), pindaíba (*Xylopia brasiliensis* Speng.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), cedro-do-brejo (*Cedrela odorata* L.), guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), ipe-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.), jatoba (*Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), jequitiba-branco (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), pau-viola (*Cytharexylum myrianthum* Cham.), sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.), bilreiro ou marinho (*Guarea guidonia* (L.) Sjeum) e oiti (*Licania tomentosa* (Bent.) Fritsch). Os nomes científicos das espécies de essências florestais nativas, todas adaptadas para recuperação de matas ciliares, foram consultados em LORENZI (1992; 1998; 2009).

O monitoramento das essências florestais é contínuo, para que sejam controladas pragas, espécies invasoras e outros fatores, como entrada de animais com maior porte. É imprescindível frisar que os resultados estão sendo construídos ao longo da execução do referido projeto.

Conclusões

O reconhecimento da área de estudo é fundamental para diagnosticar os níveis de degradação dos cursos fluviais e nascentes das áreas de influência direta do Projeto Recuperar.

A biodiversidade e a produtividade das essências florestais são metas prioritizadas no Projeto Recuperar.

Ações de recuperação florestal são essenciais para a produção de água e qualidade hídrica dos cursos fluviais da região.

Agradecimento

O Projeto Recuperar, patrocinado pela Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental, é uma realização do Instituto Bioterra - Organização para Conservação da Biodiversidade e Meio Ambiente.

Referências bibliográficas

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992. 385 p. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998. 384 p. v. 2.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2009. 385 p. v. 3.

REGIONALIZAÇÃO DAS VAZÕES DE PERMANÊNCIA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA PARA FINS DE OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA

Erwin Henrique Menezes Schneider¹
Ludmilson Abritta Mendes²

Resumo

A determinação do balanço hídrico e das necessidades de água, nos seus diversos usos, em uma bacia hidrográfica alicerça uma adequada gestão das águas. O presente trabalho tem como objetivo calcular as vazões de permanência anual e mensal para a bacia hidrográfica do Rio Japaratuba, utilizando uma técnica simplificada de transferência de informações hidrológicas, a regionalização. Na determinação da vazão de permanência $Q_{90\%}$ foi aplicado o Método Tradicional de regionalização em duas etapas: a primeira com a área de drenagem do posto fluviométrico como variável x , e a segunda, incluindo sua precipitação média acumulada como variável independente. Após determinado o modelo matemático que melhor se ajustou a região, aplicou-se a equação obtida para estimar a disponibilidade hídrica das Unidades de Planejamento desta bacia. Foi possível comparar a disponibilidade hídrica anual calculada com a apresentada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos. Também foram definidos valores sazonais de disponibilidade hídrica para cada Unidade de Planejamento. Os resultados mostraram que a bacia do Japaratuba possui uma maior disponibilidade hídrica entre os meses de maio a outubro, confirmando-se assim os benefícios da prática da outorga sazonal.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica, gestão de recursos hídricos, regionalização de vazões.

Introdução

A crescente demanda de água para satisfazer seus múltiplos usos tem contribuído para o surgimento de conflitos entre usuários em diversas bacias hidrográficas do Brasil. O estabelecimento da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica é de fundamental importância ao planejamento e gestão dos recursos hídricos. Para tanto, torna-se necessário quantificar as vazões, o que é feito a partir dos dados coletados nas estações fluviométricas encontradas em seções específicas das bacias hidrográficas. Infelizmente, a rede hidrométrica não cobre completamente toda hidrografia, deixando partes dela sem os dados necessários para a estimativa das vazões.

Uma técnica utilizada para estimar variáveis hidrológicas em locais sem dados ou com dados em quantidade insuficiente é a regionalização de vazões, que consiste na transferência de informações de um lugar para o outro de comportamento hidrológico semelhante, por meio de procedimentos matemáticos e estatísticos que relacionam os processos hidrológicos a características físicas e climáticas de uma bacia.

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos exigem não apenas o conhecimento das variáveis hidrológicas, como também uma organização institucional, jurídica e administrativa adequada (CRUZ, 2001). No Brasil, a organização legal e institucional para a gestão dos recursos hídricos ganhou força a partir da Lei Federal 9.433/97 (BRASIL, 1997), que instituiu o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e os instrumentos de gestão das águas, dentre os quais está a outorga de direito de uso do recurso hídrico.

Para que se realize um processo de outorga adequado, é necessária a determinação de duas grandezas fundamentais: disponibilidade hídrica e demanda. A demanda pode ser estimada a partir do cadastramento de usuários, dinâmico e contínuo no tempo. Já a disponibilidade

¹ Estudante de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE;

² Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia, professor da Universidade Federal de Sergipe São Cristóvão, SE.

hídrica na seção fluvial de interesse, que varia no tempo e no espaço, e estimada a partir de dados fluviométricos ou de estudos que utilizem modelos hidrológicos. Em Sergipe, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh) adota a vazão com permanência de 90% no tempo ($Q_{90\%}$) como referência para disponibilidade de hídrica para concessão de outorga.

Este trabalho teve como objetivo estimar a disponibilidade hídrica anual e sazonal da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba através do Método Tradicional de regionalização de vazões.

Materiais e métodos

A bacia hidrográfica do Rio Japaratuba possui área de 1.735 km², equivalente a 7,65% do território estadual. Seu rio principal, o Japaratuba, tem extensão de 113,21 km e seus principais afluentes são os rios Japaratuba Mirim e Siriri. Sua nascente situa-se a nordeste do Estado, entre os municípios de Feira Nova e Gracho Cardoso (SERGIPE, 2010).

Localizam-se na bacia as estações fluviométricas e pluviométricas apresentadas na Tabela 1, todas de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). As suas informações, bem como seus registros, estão disponíveis no portal HidroWeb (ANA, 2015).

A regionalização da vazão $Q_{90\%}$ foi feita em duas etapas: a primeira tendo apenas a área de drenagem da estação fluviométrica como variável independente e a segunda utilizando-se também a precipitação média acumulada como variável independente. A área de drenagem de cada estação é fornecida pelo HidroWeb. Já para os valores de precipitação média acumulada anual e sazonal, foram utilizados os dados das estações pluviométricas mais próximas das estações fluviométricas.

Tabela 1. Estações fluviométricas e pluviométricas da bacia do Rio Japaratuba presentes no estudo.

Bacia Hidrográfica	Estação	Código	Tipo da Estação	Série Histórica	Latitude	Longitude	Distância (km)
J	Japaratuba	50040000	Fluviométrica	37 anos	-10:35:22	-36:57:39	1,53
A	Japaratuba	1036014	Pluviométrica	66 anos	-10:36:00	-36:57:00	
P	Fazenda Pão de Açúcar	50042000	Fluviométrica	31 anos	-10:26:56	-36:56:16	5,81
A	Muribeca	1036052	Pluviométrica	9 anos	-10:25:00	-36:59:00	
R	Fazenda Cajueiro	50043000	Fluviométrica	33 anos	-10:34:50	-36:54:50	3,89
A	Fazenda Cajueiro	1036063	Pluviométrica	24 anos	-10:34:41	-36:54:56	
T	Siriri	50046000	Fluviométrica	33 anos	-10:35:50	-37:06:44	2,36
U	Siriri	1037047	Pluviométrica	28 anos	-10:36:00	-37:08:00	
B	Rosário do Catete	50047000	Fluviométrica	33 anos	-10:41:49	-37:02:11	9,59
A	Usina Outeirinhos	1036020	Pluviométrica	27 anos	-10:38:00	-36:58:00	

Para o processamento das séries históricas de vazão, foi utilizado o software SisCAH, uma ferramenta computacional desenvolvida pelos pesquisadores da Universidade de Viçosa (UFV). Para a determinação da curva de permanência, foi estabelecido um percentual de até 30% de falhas, tanto para dados anuais quanto mensais.

Para a regionalização da $Q_{90\%}$, foi utilizado o software SisCoRV, também desenvolvido pela UFV. Empregou-se o Método Tradicional de regionalização, que adota os modelos linear, potencial, exponencial, logarítmico e rec-proco de regressão a série de dados. Foi estabelecido que a melhor equação de regionalização seria aquela que resultasse em valores mais elevados do coeficiente de determinação (R^2) e baixos valores de erro padrão e de resíduos.

A disponibilidade hídrica de cada Unidade de Planejamento (UP) foi estimada a partir das equações obtidas no processo de regionalização. Para determinar a precipitação, partiu-se da localização geográfica das estações pluviométricas em cada UP e aplicou-se o Método dos Polígonos de Thiessen para a área de influência de cada estação. A área de drenagem de cada UP foi obtida do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-SE) (SERGIPE, 2010a).

Resultados e Discussão

Ao se calcular a vazão $Q_{90\%}$ da bacia do Rio Japarutuba, notaram-se altos valores de res duos para a estação Fazenda Pão de Açúcar (50042000) em todos os modelos matemáticos. Percebeu-se que, quando exclu da esta estação, os valores do coeficiente R^2 tiveram uma melhora significativa, como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. R^2 da bacia hidrográfica do Japarutuba, com e sem a estação Fazenda Pão de Açúcar.

		Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
Região do Japarutuba	Com a estação Fazenda Pão de Açúcar	0,2704	0,2373	0,1894	0,3495	0,1390
	Sem a estação Fazenda Pão de Açúcar	0,3625	0,5600	0,3688	0,5441	0,3718

A inclusão de uma segunda variável independente (precipitação média) melhorou os resultados da regionalização anual e mensal, a ponto de chegar a valores de R^2 próximos de 1 e valores de res duos muito baixos, quando comparados a regionalização feita apenas com a área de drenagem como variável independente.

A bacia do Japarutuba, além de apresentar uma boa rede de monitoramento, tem rios de regime hidrológico semelhante. Em razão disso, foram obtidos altos valores de R^2 no cálculo anual e mensal da $Q_{90\%}$ regionalizada, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Melhores modelos matemáticos e seus valores de R^2 para a bacia hidrográfica do Rio Japarutuba.

BACIA DO RIO JAPARATUBA					
Unidade de Planejamento	Período	Tipo da equação	R^2	Equação	
	Anual	Recíproco	0,9525	$Q = (7,601297 + (-0,00135) \times \ln A + (-0,00283) \times \ln P)^{-1}$	
	Janeiro	Logarítmico	0,6680	$Q = -0,25505 + 0,053106 \times \ln A + 0,044534 \times P$	
	Fevereiro	Logarítmico	0,9626	$Q = -0,21533 + 0,072928 \times \ln A$	
	Março	Logarítmico	0,9179	$Q = -0,12764 + 0,093018 \times \ln A + (-0,05103) \times P$	
	Abril	Logarítmico	0,6199	$Q = -0,24526 + 0,086646 \times \ln A$	
Alto Rio Japarutuba	Maió	Potencial	0,8818	$Q = 0,001803 \times A^{0,466315} \times P^{0,491518}$	
Rio Japarutuba Mirim	Junho	Potencial	0,5515	$Q = 1,95E-05 \times A^{0,458047} \times P^{1,476485}$	
Rio Siriri	Julho	Potencial	0,7181	$Q = 4,27E-09 \times A^{0,477294} \times P^{3,110041}$	
Baixo Rio Japarutuba	Agosto	Linear	0,9876	$Q = -1,03979 + 0,000745 \times A + 0,011893 \times P$	
	Setembro	Logarítmico	1,0000	$Q = -3,16804 + 0,24771 \times \ln A + 0,512596 \times \ln P$	
	Outubro	Logarítmico	0,2444	$Q = -0,39776 + 0,072715 \times \ln A + 0,096224 \times \ln P$	
	Novembro	Potencial	0,2950	$Q = 0,000364 \times A^{0,229609} \times P^{1,455336}$	
	Dezembro	Logarítmico	0,5070	$Q = -0,335275 + 0,097885 \times \ln A + (-0,19364) \times \ln P$	

Para o cálculo da disponibilidade hídrica de cada UP da bacia do Rio Japarutuba, foram aplicadas as equações de regionalização a cada UP. Embora o modelo recíproco tenha sido o que apresentou melhor R^2 e os menores res duos, a aplicação da equação levou a um mesmo valor de disponibilidade hídrica anual para todas as UP's, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação da disponibilidade hídrica anual com a do PERH-SE

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA				
Unidades de Planejamento	Área (km ²)	Precipitação (mm)	DH PERH-SE (m ³ /s)	DH calculada (m ³ /s)
Alto Rio Japarutuba	570,4	887,7	0,07	0,12
Rio Japarutuba Mirim	319,93	952,8	0,11	0,12
Rio Siriri	431,36	1166,2	0,19	0,12
Baixo Rio Japarutuba	342,92	1406,3	0,05	0,12

Os valores calculados para disponibilidade hídrica sazonal reafirmam a coerência dos modelos de cálculo da regionalização a realidade hidrológica das UP's da bacia do Japaratuba, como apresentado na Tabela 5. A disponibilidade hídrica foi maior nos meses de inverno, que apresentam vazões mais elevadas, e menor nos meses de verão.

Tabela 5. Disponibilidade hídrica calculada para a bacia do Rio Japaratuba

Bacia Hidrográfica	Unidade de Planejamento	Disponibilidade Hídrica (m ³ /s)												
		Anual	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Rio Japaratuba	Alto Rio Japaratuba	0,12	0,22	0,22	0,22	0,27	0,37	0,41	0,27	0,36	0,42	0,34	0,13	0,27
	Rio Japaratuba Mirim	0,12	0,18	0,18	0,16	0,23	0,30	0,50	0,39	0,54	0,26	0,33	0,19	0,23
	Rio Siriri	0,12	0,20	0,20	0,19	0,25	0,40	0,58	0,70	0,57	0,52	0,37	0,29	0,24
	Baixo Rio Japaratuba	0,12	0,20	0,19	0,16	0,23	0,39	0,66	0,76	0,68	0,55	0,40	0,29	0,08

Conclusões

A inclusão da precipitação média acumulada como segunda variável independente melhora significativamente os resultados obtidos na regionalização da $Q_{90\%}$;

A disponibilidade hídrica anual calculada pelo modelo de menores resíduos e melhor índice de correlação mostra-se inconsistente, visto que resulta no mesmo valor para todas as Unidades de Planejamento;

A regionalização da vazão $Q_{90\%}$ sazonal apresenta resultados coerentes a realidade hidrológica da bacia hidrográfica, com maior disponibilidade hídrica para os meses de maio a outubro e menor para o período de novembro a abril, confirmando assim a necessidade da manutenção do sistema de outorga sazonal.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio fornecido pela Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh).

Referências bibliográficas

ANA. Sistemas de informações hidrológicas, HidroWeb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>> Acesso em: 22 fev.2015, v. 1, 2006.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CRUZ, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais**. 2001. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SERGIPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe: sumário executivo**. Aracaju: Semarh, 2010a.

SERGIPE. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos: diagnóstico das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, considerando a qualidade e quantidade da água**. Aracaju: Semarh, 2010. Volume 1: Levantamento, inventário e estudo dos recursos hídricos superficiais. Tomo I: Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.

SIMULAÇÃO DO USO DE TECNOLOGIAS POUPADORAS EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL

Michelle Santos Ferreira¹
Zacarias Caetano Vieira²
Carlos Gomes da Silva Junior³

Resumo

Fatores como crescimento populacional, aumento da demanda, perdas nos sistemas de abastecimento e nas instalações prediais, dentre outros, tem levado a necessidade cada vez maior de adoção de alternativas para redução do consumo. Dentre essas alternativas podemos citar o uso de aparelhos poupadores de água. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo estimar o volume de água que seria economizado com uso de aparelhos poupadores em um condomínio residencial localizado em Aracaju, SE. Os resultados mostram que a implantação de equipamentos hidro sanitários economizadores de água implicam numa redução considerável do consumo de água na edificação.

Palavras-chave: aparelhos poupadores, instalação predial, redução de consumo.

Introdução

Os graves problemas de escassez de água enfrentados atualmente em muitas cidades brasileiras tem alertado para uma necessidade crescente de conservação dos recursos hídricos, para termos o atendimento de todas as demandas. Para Guedes (2009) e Giacchini (2010) define-se conservação de água como um conjunto de intervenções, desde a bacia hidrográfica (nível macro) passando pelos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário (nível meso) até as instalações prediais (nível micro), e que possibilitam sua economia. Dentre as várias possibilidades de intervenções nas instalações prediais, podemos citar o uso de aparelhos poupadores.

HAFNER (2007), define aparelhos economizadores de água como equipamentos e acessórios hidro sanitários que proporcionam, na sua utilização, uma maior eficiência hídrica quando confrontados aos equipamentos tradicionais. Tais aparelhos segundo MACHADO e SANTOS (2008) tem se mostrado um importante aliado na redução do consumo de água por produzir diminuição significativa nos volumes consumidos, independente da ação do usuário.

Diante do exposto, o presente artigo tem por objetivo estimar o volume de água que viria a ser economizado com a utilização de aparelhos economizadores em um condomínio residencial localizado na cidade de Aracaju – SE.

Materiais e Métodos

Para realização desse trabalho utilizamos o Condomínio Residencial Mar de Aruana II, localizado na Av Canal, Nº 1697, bairro Aruana, Aracaju – SE. O condomínio possui 11 (onze) blocos com 6 (seis) pavimentos cada, e 6 (seis) apartamentos por pavimento. Cada apartamento possui três quartos, sala, varanda, dois banheiros (chuveiro, lavatório e bacia sanitária), cozinha (pia) e área de serviço (tanque).

¹Graduanda em Engenharia Civil, Instituto Federal de Sergipe (IFS), Aracaju, SE.

² Engenheiro Civil, Mestrado em Engenharia Civil, Professor Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE;

³ Técnico em Edificações, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE.

Nesse trabalho, para estimarmos o volume de água economizado com a substituição ou adequação dos aparelhos sanitários convencionais pelos economizadores, adotaremos o percentual de redução de consumo garantido pelos fabricantes dos produtos escolhidos para a simulação.

Os produtos escolhidos para simulação neste trabalho constam todos na Revista Arquitetura & Construção, edição de Novembro de 2014.

Tabela 1. Aparelhos economizadores.

Aparelhos	Aparelho ou Dispositivo Economizador	Redução no Consumo
Chuveiro	Ducha Croma 100, linha EcoSmart, da Hansgrohe, possui um mecanismo que mistura ar as gotas, reduzindo a quantidade de água gasta.	60%
Bacia Sanitária	O mecanismo Dual, da Censi, e um conversor universal que transforma o acionamento simples em duplo.	50%
Lavatório	Torneira Ecotok, da Japi, e ligada ao ser tocada em qualquer parte. A interrupção se dá com o segundo toque ou automaticamente, em intervalos programáveis de 4, 8, 30 ou 60 segundos.	70%
Pia de Cozinha	A torneira automática Trinsic 9159T, da Delta Faucet, libera água ao ser tocada em qualquer parte de sua estrutura. Permite a escolha de dois jatos, o mais forte elimina sujeiras difíceis gastando menos, pois tem a maior pressão com a mesma vazão.	50%
Tanque	Dispositivo EcoCasa, da Lorenzetti, funciona como um regulador de fluxo. Um ajuste no parafuso, limita a vazão. A instalação é simples.	70%

Fonte: Adaptado de Arquitetura & Construção (2014).

Estimativa do Consumo

Para estimativa da população do condomínio consideramos a taxa de ocupação indicada pelo Código de Obras de Aracaju (1966) que indica para edificações de uso residencial: dois habitantes para os dois primeiros dormitórios sociais e um habitante para cada dormitório social subsequente, ou seja, teremos 05 (cinco) pessoas por apartamento. Assim sendo teremos 30 pessoas por pavimento, 180 pessoas por bloco, 1.980 pessoas) em todo o condomínio.

Para estimarmos o consumo em cada aparelho sanitário, utilizamos como base a tabela abaixo:

Tabela 2. Consumo de água por aparelho sanitário.

Aparelho	Frequência por pessoa	Consumo por uso
Bacia Sanitária	3 descargas/dia	6 L/descarga
Lavatório	3 min/dia	10 L/min
Chuveiro	10 min/dia	12 L/min
Pia de Cozinha	15 min/dia	10 L/min
Tanque	5 min/dia	10 L/min

Fonte: Adaptado de Gonçalves e Bazzarella (2005).

Com base na frequência de uso, no consumo de água por cada uso e no número de pessoas, estimamos o consumo mensal em aparelhos convencionais. Para estimar o consumo de água com uso dos aparelhos poupadores, adotamos como base de cálculo a redução percentual apresentada pelos fabricantes.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 1 a seguir:

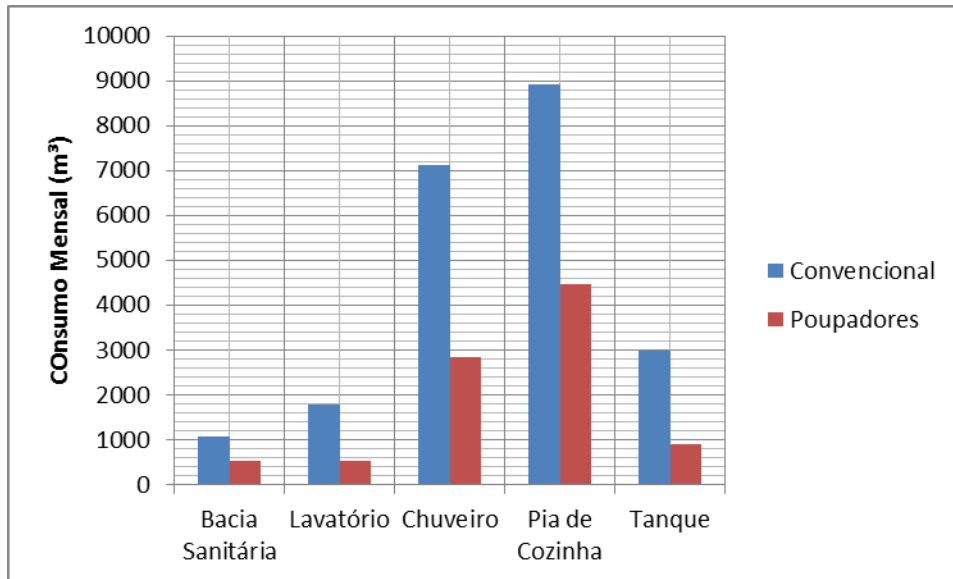


Figura 1. Consumo mensal de aparelhos sanitários.

Os resultados mostram que o consumo mensal estimado com o uso dos aparelhos convencionais foi de 21.859,2 m³ e com o uso dos aparelhos ou dispositivos poupadores, o consumo mensal caiu para 9.266,4 m³, obtendo-se uma redução de 12.592,8 m³, ou seja, 57,61%.

Conclusões

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a implantação de equipamentos hidrosanitários economizadores de água implicam num ganho significativo com redução do consumo de água na edificação.

Uma das vantagens da implantação desses equipamentos economizadores em relação a outras intervenções, tais com reúso de água e aproveitamento de água da chuva advem do fato desses equipamentos dependerem da ação do usuário.

Referências

ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. São Paulo: Abril, 2014.

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2010. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GONÇALVES, R. F.; BAZZARELLA, B. B. Reuso de águas cinzas e gerenciamento alternativo das águas amarelas (urina) em áreas urbanas. In: WORKSHOP SOBRE REUSO, **Anais...** Campina Grande: UFCG, CD-ROM, 2005.

GUEDES, M. J. F. **Gerenciamento da demanda de água: proposta de alternativas na escala de uma cidade**. 2009. 157 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações** – experiências nacionais e internacionais. 2007. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MACHADO, E. C. M. N.; SANTOS, S. F. M. Uso eficiente de água em residências: teoria e aplicações. In: DANTAS NETO, J. (Org.). **Uso eficiente da água: aspectos teóricos e práticos**. Editora Malaga, Eumed.net, 2008. p.18-39.

SERGIPE. **Código de Obras do Município de Aracaju**. Lei n. 13 de 03/06/1966. Prefeitura Municipal de Aracaju. Aracaju. 1966.

SIMULAÇÃO DO USO DE TELHADOS VERDES EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO DE ARACAJU, SE

Zacarias Caetano Vieira ¹

Rodrigo de Oliveira Barbosa²

Carlos Gomes da Silva Junior ³

Resumo:

O aumento no processo de urbanização aliado a falta de planejamento, tem provocado dentre outros problemas, enchentes, aumento da temperatura e escassez de água em várias cidades brasileiras. Diante desse quadro, tem-se procurado a implantação de tecnologias que visem atenuar a geração das enchentes urbanas. Dentre essas alternativas, apresenta-se a utilização de telhados verdes, os quais contribuem para redução do volume de água escoado para as áreas de drenagens, bem como contribuem para o conforto térmico e acústico das edificações. O presente trabalho objetiva simular a substituição dos telhados convencionais por telhados verdes em cinco escolas de Aracaju, e quantificar a redução do volume de água escoado para as áreas de drenagem. Os resultados mostram que a redução anual do volume escoado com uso de telhado verde foi de 10.302,16 m³, ou seja, 65,39%, para as áreas de cobertura e dados pluviométricos considerados.

Palavras-chave: drenagem, enchentes, escolas.

Introdução

Segundo Jobim (2013) com o acelerado processo de crescimento populacional nos centros urbanos, e conseqüente impermeabilização do solo, os sistemas de drenagem das águas pluviais se tornam insuficientes, devido ao aumento do escoamento superficial, picos de vazão, e pontos de alagamentos. Uma das alternativas possíveis para redução desse problema é a utilização de telhados verdes. Para Junior, Halasz e Mendiondo (2011) a estrutura de um telhado verde compreende laje previamente dimensionada para suportar, além do peso próprio, um determinado volume de terra com vegetação e volume de água proveniente da chuva e irrigação. Segundo esses mesmos autores, o projeto deve incluir, além dos detalhes do dimensionamento: estrutura de apoio totalmente impermeabilizada (evitar a infiltração de água pela laje), geomanta (impedir a passagem do substrato), substrato de terra (elemento suporte para formação de nutrientes) e definição de vegetação que irá compor a superfície do telhado.

Segundo Ohnuma Junior, Almeida Neto e Mendiondo (2014) a estrutura do telhado verde tem em sua concepção tradicional o retardamento do escoamento superficial das águas pluviais quando comparados com uma cobertura tradicional (telha cerâmica ou de fibrocimento), ou seja, parte da água precipitada e infiltrada na superfície e outra parte retorna ao sistema pelo processo de evaporação. Uma pequena parte é escoada ao sistema de esgoto e tratamento de águas pluviais. Na cobertura tradicional, a maior quantidade de água escorre diretamente para o sistema público de águas pluviais, ocasionando assim, um super fluxo que muitas vezes gera as famosas inundações urbanas. A relação entre volume escoado e o volume precipitado determina o coeficiente de escoamento superficial. De acordo com Robertson et al. (2005) o valor do coeficiente de escoamento superficial varia de acordo com a quantidade de chuva.

¹ Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil, Professor, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE;

² Engenheiro Civil, Universidade Tiradentes, Aracaju, SE;

³ Técnico em Edificações, Instituto Federal de Sergipe, Aracaju, SE.

Tabela 1. Variação do coeficiente de runoff em telhados verdes

Classificação	Quantidade de chuva	Coeficiente
Baixa	< 13mm	0,07
Media	13 - 25 mm	0,13
Alta	25 - 39 mm	0,25
Muito alta	> 39 mm	0,55

Fonte: Robertson et al. (2005) citado por Ferreira e Moruzzi (2007).

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva simular a substituição dos telhados convencionais por telhados verdes em cinco escolas de Aracaju e volume de água escoado para as áreas de drenagem em ambos os telhados considerados.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

Para realização desse trabalho foram escolhidas cinco escolas de Aracaju, SE. Inicialmente estimamos as áreas das coberturas dessas escolas utilizando as ferramentas Google Earth Pro e AutoCAD. Os valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Escolas selecionadas para o estudo e suas áreas de cobertura para fins de simulação de telhados verdes.

Escola	Área de Cobertura (m ²)
Governador Valadares	1953,87
Barão de Mauá	2204,64
Leandro Maciel	3687,77
Profa. Judite Oliveira	2384,66
Prof. Manoel Franco Freire	1336,41

Dados Pluviométricos

Utilizamos para nossa simulação os dados diários de chuvas do ano de 2011, obtidos no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Humanos do Estado de Sergipe, Semarh – SE.

Para determinarmos o volume de água escoado nos telhados utilizamos a equação, abaixo:

$$\text{Vol} = P \times A \times C,$$

Onde P = precipitação em mm, A = área de cobertura em m² (segundo a Tabela 02) e C = coeficiente de escoamento superficial (adotamos para os telhados convencionais, C = 0,80 e para os telhados verdes os valores de C em função da precipitação de acordo com a Tabela 1.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 3 a 6.

Tabela 3. Volume (m³) de chuva escoado para área de drenagem, para P < 13 mm.

Escola	Telhado Convencional	Telhado Verde
Governador Valadares	801,29	70,11
Barão de Mauá	904,13	79,11
Leandro Maciel	1.512,37	132,33
Profa Judite Oliveira	977,96	85,57
Prof Manoel Franco	548,07	47,96
Total	4.743,82	415,08

Tabela 4. Volume (m³) de chuva escoado para area de drenagem para 13 < P < 25 mm.

Escola	Convencional	Telhado Verde
Governador Valadares	577,36	93,82
Barao de Maua	651,46	105,86
Leandro Maciel	1.089,72	177,08
Profa Judite Oliveira	704,66	114,51
Prof Manoel Franco	394,91	64,17
Total	3.418,11	555,44

Tabela 5. Volume (m³) de chuva escoado para area de drenagem para 25 < P < 39 mm.

Escolas	Convencional	Telhado Verde
Governador Valadares	298,58	93,31
Barao de Mana	336,90	105,28
Leandro Maciel	563,55	176,11
Profa Judite Oliveira	364,41	113,88
Prof Manoel Franco	204,22	63,82
Total	1.767,68	552,40

Tabela 6. Volume (m³) de chuva escoado para area de drenagem para P > 39 mm.

Escolas	Convencional	Telhado Verde
Governador Valadares	983,97	676,48
Barao de Maua	1.110,26	763,30
Leandro Maciel	1.857,16	1.276,80
Profa Judite Oliveira	1.200,9	750,6
Prof. Manoel Franco	673,0	462,7
Total	5.825,32	3.929,85

Obtivemos nos telhados convencionais um volume anual de 15.754,93 m³ desaguados na rede de drenagem, enquanto que nos telhados verdes (mesma area e mesma precipitação) o volume anual desaguados na rede de drenagem foi de 5.452,77 m³.

Conclusões

A redução do volume de agua jogado no sistema de drenagem urbano com uso de telhado verde e de 10.302,16 m², ou seja, 65,39%, para as areas de cobertura e dados pluviometricos;

Conclui-se com os resultados obtidos que os telhados verdes podem contribuir satisfatoriamente com a redução das enchentes urbanas, desde que, seu uso seja coletivo, e inserido na urbanização das cidades.

Agradecimentos

Ao Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS) e orientador deste trabalho, Zacarias Caetano Vieira, pela dedicação e compromisso na elaboração do mesmo.

Referências

JOBIM, A. L. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial.** 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

OHNUMA JUNIOR, A. A.; HALASZ, M. R. T.; MENDIONDO, E. M. Monitoramento das águas subsuperficiais em telhados verdes como medida sustentável de combate à poluição hídrica. In: ENCONTRO NACIONAL, 6.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 4., 2011, Vitória. **O que é de fato sustentável?: anais.** Vitória: UFES, 2011.

OHNUMA JUNIOR, A. A.; ALMEIDA NETO, P. de; MENDIONDO, E. M. Análise da retenção hídrica em telhados verdes a partir da eficiência do coeficiente de escoamento. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 41-52, abr./maio 2014.

FERREIRA, C. A.; MORUZZI, R. B. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis. In: ENCONTRO NACIONAL, 4.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2007. v. 1, p. 1027 - 1036

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ, SERGIPE

Jeisikailany Santos Peixoto¹

Robson Batista dos Santos²

Tatiane Barreto de Carvalho³

Andre Quintao de Almeida⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Jacaré. Para isso foi realizada a delimitação automática da bacia hidrográfica através de usadas técnicas de geoprocessamento aplicada aos dados SRTM. As classes de uso e ocupação do solo foi determinada através do método de classificação não supervisionado (K-Means) e (Isso Cluster Unsupervised Classification) utilizando imagens orbitais de sensores do satélite RapidEye com cinco bandas espectrais Red (630-685), Green (520-590), Blue (440-510), Red Edge (700-750), Near IR (690-730) e resolução espacial de 5 metros, após correção radiométrica e geométrica. Os resultados mostraram que a bacia do rio Jacaré possui 30,7% de suas terras ocupadas pela agropecuária e 21,8% do solo encontra-se exposto, tornando esta região susceptível a alterações na dinâmica dos recursos hídricos, principalmente devido a fragilização dos leitos dos rios com a predominância da caatinga arbustiva, solo exposto e atividades agropecuárias em substituição a cobertura vegetal.

Palavras-chave: cobertura vegetal, geoprocessamento, recursos hídricos.

Introdução

O uso e ocupação do solo vem sendo utilizado de forma desordenada devido a deficiência na gestão territorial como um todo. A ocupação desordenada das áreas próximas a rios devido a retirada da vegetação nativa para implementar agricultura, pastagens e urbanização, provoca problemas como erosão, assoreamento, degradação ambiental, desaparecimento de espécies e fenômenos de desertificação, principalmente na região semiárida do Nordeste (OLIVEIRA et al., 2011). Para melhorar esse quadro, é necessário realizar zoneamento do local através de tecnologias avançadas, a fim de implementar políticas de conservação nos mananciais, sendo a cobertura vegetal o fator de maior influência sobre a perda do solo e da água. Sendo assim, a relação do uso e ocupação do solo com os recursos hídricos passam a ser uma informação primordial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica (OLIVEIRA et al., 2011; VANZELA et al., 2010). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Jacaré.

Material e métodos

A bacia hidrográfica do Rio Jacaré é uma sub-bacia do Rio São Francisco e está localizada no Município de Poço Redondo situado no Estado de Sergipe. Possui uma área de 1.212 Km² e faz divisa com os municípios de Caninde de São Francisco e Porto da Folha, no Estado de Sergipe. Esta região é caracterizada pelo grande número de assentamentos rurais, com grandes áreas demarcadas no território, sendo sua população estimada em 2013 de aproximadamente 32.949 habitantes (IBGE, 2014).

Para as análises metodológicas foi feito inicialmente a delimitação do Rio Jacaré com base na metodologia de Sobrinho et al. (2010), utilizando dados da missão Shuttle Radar Topography Mission (NASA) - SRTM. Esta metodologia foi realizada no software ArcGis 10 com procedimentos em quatro etapas: preenchimentos de falhas; direção de fluxo; fluxo acumulado e delimitação de bacia.

A obtenção dos planos de informação das classes de uso e ocupação do solo foi mediante processamento digital de mosaicos de sete imagens orbitais de sensores do satélite RapidEye datadas de setembro e dezembro de 2012 fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este satélite é capaz de apresentar imagens com cinco bandas espectrais Red (630-685), Green (520-590), Blue (440-510), Red Edge (700-750), Near IR (690-730) e resolução espacial de 5 metros, após correção radiométrica e geométrica.

Foram utilizados dois softwares para o processamento das imagens, ArcGIS 10.0 e Envi 5.0, adotando-se o método de classificação não supervisionado (K-Means) e (Isso Cluster Unsupervised Classification). Estes métodos permitem diagnosticar principalmente a situação atual de uso e ocupação do solo, especificamente a identificação das principais classes de cobertura vegetal. A estruturação, cálculos e integração dos dados, quantitativos totais, percentuais de superfície relativos a cada classe de uso e produção de mapa temático final foi realizado utilizando o software ArcGIS 10.

Resultados e Discussões

No processamento das imagens foi possível identificar cinco classes de cobertura vegetal e uso do solo, a saber: Classe I – Agropecuária; Classe II – Caatinga Densa; Classe III – Caatinga arbustiva; Classe IV – Solo Exposto e V – Urbanização (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 3. Classes de uso do solo e percentagem de ocupação da área da Bacia hidrográfica do Rio Jacaré - Sergipe.

Classe	Área (Km ²)	%
Agropecuária	288,45	30,71442
Caatinga densa	137,25	14,61482
Caatinga arbustiva	308,44	32,8431
Solo exposto	204,99	21,82765
Urbanização	-	-

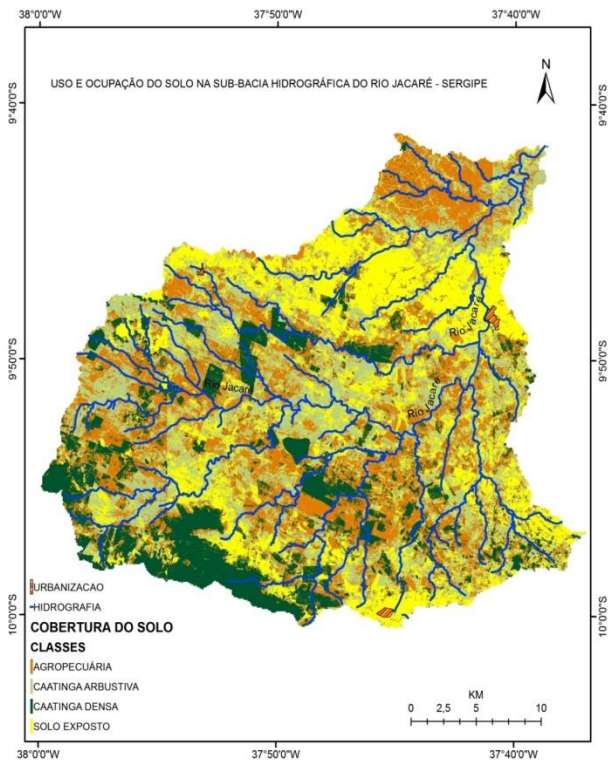


Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Jacaré.

A atividade agropecuária corresponde a classe de segunda maior abrangência espacial (30%), compreendendo pastagens para pecuária, agricultura de sequeiro no período chuvoso e agricultura irrigada. É possível visualizar esta atividade em muitas áreas próximas aos leitos dos rios, numa distância inferior a regulamentação federal (Código Florestal). A área correspondente a esta classe de cobertura vegetal pode ainda ser maior, pois Bertol et al. (2004), afirmaram que o preparo convencional do solo por arações e gradagens é caracterizado pela quase completa ausência de cobertura vegetal, baixa rugosidade superficial e maior quantidade de partículas prontamente disponíveis para o transporte, além da maior susceptibilidade do solo a erosão em sulcos. Isto aumenta a refletividade das áreas com solos preparados, no qual a fotointerpretação das imagens inclui sua classificação como solo exposto quando na verdade, é área destinada a agropecuária. A alta porcentagem desta classe de ocupação do solo está relacionada ao fato de que essa região se constitui como uma das mais importantes áreas agrícolas do estado em função do grande quantitativo de assentamentos e projetos de irrigação e da área ocupada com culturas temporárias de sequeiro, destacando-se a agricultura, pecuária, suinocultura e avicultura (SANTANA, 2006). Culturas temporárias como Fava, Feijão, mandioca e milho também predominam como unidade simples em áreas próximas aos rios Curituba, Jacaré e São Francisco, nos Municípios de Caninde e Poço Redondo (IBGE, 2011). A agropecuária, portanto, mostra sua importância para a dinâmica econômica da região, apontando a base de sua economia para o setor primário, destacando-se a pecuária leiteira e a agricultura.

O solo exposto correspondeu a uma porcentagem de 21,8%, sendo esta classe considerada de alta intensidade para potencial natural de erosão. A maior parte dos leitos dos rios nesta bacia apresenta cobertura vegetal de caatinga arbustiva e solo exposto. Isto pode estar relacionado ao extrativismo vegetal praticado na região como fonte para o aumento da renda do pequeno produtor, no qual vende madeira para lenha e carvão vegetal (LIMA, 1998). Em contrapartida, a destruição desta vegetação nativa compromete a fauna silvestre, a qualidade da água e do solo, o equilíbrio do clima e o regime hídrico da bacia (SANTANA, 2006). Além disso, as matas ciliares apresentam um importante papel, retraindo uma grande quantidade de sedimentos, agrotóxicos e nutrientes como fósforo e nitrogênio (DAVIDE et al., 2000).

A maior porcentagem do uso do solo correspondeu a vegetação da caatinga arbustiva (32%). Esta vegetação apresenta em alguns trechos uma mata rala ou mais arbustiva e, em outros, fragmentos isolados de aparência árida, principalmente na estação seca. São áreas fragmentadas com pastagens degradadas e cobertura arbustiva escassa pertencentes provavelmente a pequenos e médios produtores que podem também utilizá-las para a criação de gado na região.

Em contrapartida, a caatinga densa, apresentou uma porcentagem relativamente baixa (14%) em relação a caatinga arbustiva, mostrando que nessa bacia, muitas áreas já foram desmatadas o que torna preocupante a situação dos recursos hídricos. Algumas espécies de frutos presentes neste tipo de vegetação são utilizadas na alimentação local como araticum, pitomba, umbu, araçá, quixaba, fruto do mandacaru, jua e outros (LIMA, 1998).

A bacia do rio Jacaré não apresenta alta aglomeração urbana tendo vários núcleos populacionais pequenos difíceis de mensurar sua área total. Os principais núcleos habitacionais são Poço Redondo, Capim Grosso, Santa Rosa do Ermão, Jacaré, Pedras Grandes e Nova Vida. As maiores povoações, no entanto, estão concentradas nos leitos dos rios, o que provoca desmatamento e poluição do mesmo, infringindo o Código Florestal, na qual só permite ocupação após 30 metros do seu leito.

Conclusões

O mapeamento de uso do solo através de técnicas de sensoriamento se mostrou eficiente, permitindo concluir que a sub-bacia do rio Jacaré possui 30,7% de suas terras ocupadas pela agropecuária e 21,8% do solo encontra-se exposto, tornando esta região suscetível a alterações na dinâmica dos recursos hídricos com a taxa de infiltração, escoamento, erosão e assoreamento dos rios.

A maior parte dos leitos dos rios encontra-se fragilizada devido à predominância da caatinga arbustiva, solo exposto e atividades agropecuárias em substituição à cobertura vegetal. São recomendados trabalhos sobre ocupação territorial na bacia hidrográfica do Rio Jacaré a fim de gerar maiores informações para melhorar subsidiar a gestão e planejamento dos recursos hídricos na região.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Ministério do Meio Ambiente por ceder as imagens orbitais de sensores do satélite RapidEye. Ao programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PRORH) e a CAPES pelo apoio à pesquisa.

Referências

BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J.; BARBOSA, F. T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 28, p. 485-494, 2004.

DAVIDE, A. C.; REBOUÇAS, A. C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Ed. Escrituras, 2000.

IBGE **Censo demográfico 2014**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

IBGE. **Projeto levantamento e classificação do uso da terra**: uso da terra no Estado de Sergipe: relatório técnico. Rio de Janeiro, 2011. 195 p.

LIMA, J. H. **Estudos interdisciplinares da bacia hidrográfica do rio Jacaré (região do baixo São Francisco no sertão noroeste de Sergipe) Geoprocessamento informatizado**: relatório de pesquisa. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 1997-1998. 72 p.

SANTANA, J. L. S. **Precipitação e vazão na sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré (Poço Redondo- se) e suas relações ambientais e antrópicas.** 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e meio ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, Sao Cristovao, 2006.

SILVA, A. J. F. M.; SIMPLICIO, B. F.; FAZAN, A. J. Avaliação da qualidade geométrica das imagens RapidEyeOrtorretificadas. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 25, n. 2, p. 409-419, 2005.

SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 1, p. 46-57, jan./fev. 2010.



Tabuleiros Costeiros