



**VII Encontro de Recursos Hídricos,  
em Sergipe**

**Realização:**



SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO  
AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS



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

## **VII Encontro de Recursos Hídricos, em Sergipe**

*Embrapa  
Brasília, DF  
2014*

**Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Av. Beira Mar, 3250  
49001-970 Aracaju, SE  
Fone: (79) 4009-1344  
Fax: (79) 4009-1399  
www.cpatc.embrapa.br  
cpatc.sac@embrapa.br

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretária-executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Alexandre Nízio Maria, Ana da Silva Lédo, Ana Veruska Cruz, Élio César Guzzo, Hymerson Costa Azevedo, Josué Francisco da Silva Junior, Julio Roberto Araujo Amorim, Viviane Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo.*

Supervisão editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Projeto gráfico: *José Gabriel Santos*

Editoração eletrônica: *José Gabriel Santos*

**1ª edição**

On-line (2014)

**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 (7: 2014 : Aracaju, SE).  
VII Encontro de Recursos Hídricos, em Sergipe. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.  
On-line.

ISBN 978-85-7035-334-4

1. Seminário. 2. Recurso hídrico. 3. Água. 4. Bacia hidrográfica. 5. Gestão hídrica. 6. Poluição hídrica. 7. Qualidade da água. I. Embrapa Tabuleiros Costeiros. II. Título.

CDD 630

©Embrapa 2014

## Comissão Organizadora

Ailton Francisco da Rocha - SEMARH/SRH

Marcus Aurélio Soares Cruz - Embrapa Tabuleiros Costeiros

Ricardo de Aragão – UFS

Pedro de Araújo Lessa - SEMARH/SRH

João Carlos Santos da Rocha - SEMARH/SRH

Renilda Gomes de Souza - SEMARH/SRH

Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo - SEMARH/SRH

Noemia Lobão – SEMARH/SRH

## Comitê Técnico Científico

Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo - SEMARH/SRH

André Quintão de Almeida - UFS

Antenor de Oliveira Aguiar Netto – UFS

Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas – UFS

Carlos Alexandre Borges Garcia – UFS

Francisco Adriano de C. Pereira – UFS

Gregorio Guirado Faccioli – UFS

Inajá Francisco de Sousa – UFS

João Carlos Santos da Rocha - SEMARH/SRH

José Antonio Pacheco Almeida – UFS

José Patrocínio Hora Alves – ITPS

Julio Roberto Araujo de Amorim - Embrapa Tabuleiros Costeiros

Laura Jane Gomes – UFS

Márcia Helena Galina - Embrapa Tabuleiros Costeiros

Marcus Aurélio Soares Cruz - Embrapa Tabuleiros Costeiros

Maria Nogueira Marques - UNIT/ITEP

Neuma Rúbia Figueiredo Santana – Faculdade Pio Décimo

Pedro de Araújo Lessa - SEMARH/SRH

Raimundo Rodrigues Gomes Filho – UFS

Renilda Gomes de Souza - SEMARH/SRH

Ricardo de Aragão – UFS

Ronaldo Souza Resende - Embrapa Tabuleiros Costeiros

Silmara de Moraes Pantaleão – UFS

Tatiana Máximo Almeida Albuquerque - IFS

## Apresentação

O Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe (ENREHSE) chega à sua sétima edição no ano de 2014, tendo como tema “Água e Energia”, em consonância com a linha de debates do Dia Mundial da Água, instituído pela ONU. Levando-se em consideração, que o Brasil tem a maior contribuição da água na sua matriz elétrica e os recentes problemas associados à escassez de energia, a temática torna-se de extrema relevância e carece de informações que subsidiem o debate consistente na sociedade visando o avanço do conhecimento e solução de problemas.

O VII 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 Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, unidade Tabuleiros Costeiros e Universidade Federal de Sergipe. O evento ocorreu dos dias 19 e 20 de março de 2014 e contou com palestrantes expoentes no cenário nacional que abordaram diversos assuntos relacionados ao tema do evento, incluindo hidroenergia, eficiência de uso da água, ecopaisagens e sistemas de alerta por radar meteorológico.

O VII ENREHSE contou com mais de duzentos e cinquenta participantes inscritos, que discutiram durante cerca de dezessete horas diversos aspectos relacionados ao uso da água no Estado. Foram realizadas 33 apresentações de trabalhos técnicos, uma mesa redonda, 4 palestras com especialistas de relevância nacional e internacional e dois minicursos. 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.

Nesta edição, visando incentivar a participação de estudantes, o evento promoveu a premiação dos três melhores resumos expandidos apresentados durante o ENREHSE. Assim, foi definida uma Comissão de Premiação, composta por cinco julgadores com áreas de atuação relacionadas aos diferentes temas abordados no evento. Para tanto foram considerados como critérios para avaliação: a estruturação do resumo expandido; clareza e capacidade de síntese; impacto dos resultados; alinhamento à temática do evento e a forma de exposição. Desta forma, os trabalhos intitulados “Avaliação dos efeitos mutagênicos de contaminantes na sub-bacia do rio Siriri (SE), por meio do teste SMART em asa de *Drosophila melanogaster*”; “Qualidade da água de cisterna no semiárido sergipano” e “Análise da correlação entre dados de precipitação medidos em campo e estimados por sensoriamento remoto na bacia do rio Japaratuba/SE”, tiveram seus autores contemplados com um tablet cada.

Este CD de Anais promove a reunião de todos os resumos expandidos dos trabalhos apresentados no evento. Espera-se que esta publicação constitua-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.

## Trabalhos em Resumos Expandidos

Análise da Correlação entre Dados de Precipitação Medidos em Campo e Estimados por Sensoriamento Remoto na Bacia do Rio Japaratuba/SE.

Análise dos Impactos Ambientais Provocados pela Ação Antrópica na Sub-bacia do Riacho Jacaré no Baixo São Francisco-SE.

Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica, no Estado de Sergipe, Utilizando o Aplicativo ARCHYDRO.

Análises Preliminares da Influência do Uso da Terra na Qualidade da Água na Sub-bacia do Rio Siriri-SE.

Aplicativo Computacional para Dimensionamento de Conduitos Livres em Regime de Escoamento Permanente e Uniforme.

Aproveitamento de Águas Residuárias Tratadas na Irrigação do Girassol Destinado à Alimentação Animal.

Avaliação da Influência da Mata Ciliar na Bacia do Rio Siriri, Sergipe, sobre o Escoamento Superficial e Produção de Sedimentos via Modelo SWAT.

Avaliação da Qualidade da Água do Rio Sergipe no Município de Laranjeiras, Sergipe-Brasil.

Avaliação da Qualidade da Água Herbicidas e Coliformes Termotolerantes no Rio Fundo, no Município de Estância, Sergipe.

Avaliação dos Efeitos Mutagênicos de Contaminantes na Sub-bacia do Rio Siriri (SE), por meio do Teste SMART em Asa de *Drosophila melanogaster*.

Avaliação Socioambiental da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Ganhamoroba.

Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe.

Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Real, SE.

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (CBHS) Aspectos Legais e Estruturantes na Gestão das Águas.

Comparação das Precipitações Máximas e Mínimas nas Diferentes Zonas Climáticas de Sergipe.

Gestão das Águas Urbanas e Aspectos Ambientais dos Canais de Águas Pluviais do Conjunto Augusto Franco.

Importância da Distribuição de Chuvas para o Cultivo de Milho no Agreste Sergipano.

Indicadores de PIR (Pressão/Impacto/Resposta) na Grande Aracaju: Uma Abordagem Socioambiental.

Indicadores de Saneamento Ambiental na Gestão de Recursos Hídricos de Sergipe.

Mapeamento dos Pontos de Alagamento da Cidade de Aracaju-SE.

Metodologias de Índices para Análise da Sustentabilidade em Bacias Hidrográficas.

**Modelagem do Nível Superficial e Vulnerabilidade dos Aquíferos de Sergipe.**

**O Papel do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (CBHSE) como Espaço de Negociação no Tratamento de Conflitos Socioambientais.**

**Pagamento por Serviços Ambientais Hidrológicos para a Gestão dos Recursos Hídricos.**

**Problema Público, Atores Sociais e Arenas em Processos de Formulação de Políticas Ambientais.**

**Produção de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Siriri-SE.**

**Qualidade da Água de Cisterna no Semiárido Sergipano.**

**Qualidade da Água Superficial para Dessedentação Animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe: Diagnóstico Preliminar.**

**Redução do Consumo de Água no Instituto Federal de Sergipe através da Adoção de Ações Tecnológicas.**

**Sistema de Esgotamento Sanitário no Bairro Jabutiana, Município de Aracaju se, e Possíveis Implicações Ambientais.**

**Sustentabilidade Socioambiental na Sub-bacia do Rio Jacarecica.**

## **Análise da correlação entre dados de precipitação medidos em campo e estimados por sensoriamento remoto na bacia do rio Japaratuba/SE**

Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>1</sup>; Ricardo de Aragão<sup>2</sup>; Paulo Vinicius Melo da Mota<sup>3</sup>

**RESUMO:** *A precipitação é um fenômeno atmosférico caracterizado pela sua aleatoriedade e variabilidade espaço-temporal. O entendimento da variabilidade espacial da precipitação em uma região ou bacia hidrográfica tem grande importância para as ações ligadas ao planejamento e uso dos recursos hídricos. A baixa cobertura das bacias brasileiras com relação a estações pluviométricas com séries longas mostra-se como um problema para estudos hidrológicos. O sensoriamento remoto vem cada vez mais cobrindo esta lacuna, fornecendo valores de precipitação estimada em diferentes escalas temporal e espacial. Este estudo buscou realizar uma análise da correlação estatística entre os dados de precipitação medidos em um posto na bacia do rio Japaratuba e a informação fornecida pelo satélite TRMM em diferentes escalas temporais.*

**Palavras-chave:** precipitação; sensoriamento remoto; análise estatística.

### **INTRODUÇÃO**

A precipitação é sem dúvida uma das variáveis de maior demanda para estudos hidrológicos, tendo em vista a sua importância para as atividades relacionadas ao desenvolvimento de uma região, como agricultura, indústria e serviços urbanos diversos. Segundo Carvalho e Assad (2005), o conhecimento da distribuição espacial da precipitação é relevante no planejamento agrícola, principalmente com relação à instalação de culturas, considerando ainda a influência nos níveis d'água dos mananciais, conservação do solo e adequado dimensionamento de obras hidráulicas.

Muitos problemas estão relacionados ao desenvolvimento de estudos que considerem diferentes escalas temporais, como chuvas mensais e anuais, por exemplo, uma vez que muitas regiões no país não apresentam monitoramento contínuo, seja pela ausência de postos pluviográficos, ou ainda, pela pouca quantidade de anos de registro em virtude de falhas (Bertoni e Tucci (2007)). Atualmente, o sensoriamento remoto vem fornecendo produtos que permitem a avaliação de componentes do ciclo hidrológico em diversas escalas temporais e espaciais. Dentre estes, destacam-se estimativas de precipitação e evapotranspiração (INPE, 2014).

O TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), sigla para a missão e o satélite lançado em 1997 como parte de uma iniciativa conjunta das agências espaciais americana e japonesa, projetado para monitorar e estudar as chuvas tropicais, vem sendo largamente empregado em estudos de hidrologia e clima, uma vez que fornece dados em formato de grade com 0,25° de resolução espacial e até 3 horas de intervalo de registro, em seu produto denominado 3B42. Tais dados estão disponíveis em <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> e contém informações desde o ano de 1998 para toda região compreendida entre os paralelos 35° (NASA, 2014).

Este trabalho apresenta uma análise de correlação entre dados obtidos a partir do produto TRMM 3B42\_v6 e uma série histórica de dados de precipitação com registro diário de uma estação na bacia do rio Japaratuba no estado de Sergipe, buscando contribuir para uma avaliação da viabilidade de utilização destas informações em estudos na região.

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju,SE, CEP 49025-040, marcus.cruz@embrapa.br

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, ricardoaragao@yahoo.com

<sup>3</sup> Bolsista PIBIC/FAPITEC Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju,SE, CEP 49025-040, paulovin@live.com - apresentador

## MATERIAIS E MÉTODO

A bacia do rio Japarutuba localiza-se entre as coordenadas geográficas 37°19' O, 10°13' S e 36°47' O, 10°47'S sendo a menor bacia principal em extensão territorial, com cerca de 1.700 km<sup>2</sup>, o que representa aproximadamente 7,8% da área do Estado de Sergipe e é totalmente contida pelos limites deste. O rio Japarutuba tem aproximadamente 92 km de extensão, nasce na Serra da Boa Vista, na divisa entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Pirambu. A bacia do rio Japarutuba, assim como as demais bacias sergipanas, apresenta baixa disponibilidade hídrica, no entanto, suas águas são intensamente utilizadas nas atividades de exploração mineral, principalmente de petróleo/gás e potássio, abastecimento humano e irrigação. A bacia guarda cerca de 6% da população do estado de Sergipe (215.000 habitantes), com aproximadamente 60% vivendo nas parcelas urbanas de municípios como Capela, Japarutuba, Carmópolis, Rosário do Catete e Siriri. 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 à sua foz (SEMARH, 2012).

A análise comparativa entre precipitação medida em campo e obtida via sensoriamento remoto utilizou uma série histórica de dados diários do posto Capela (ANA, 2014), gerenciado pela Agência Nacional de Águas sob o código 01037078, localizada nas coordenadas 10° 29' S e 37° 4" O, com registros no período de janeiro de 1983 a setembro de 2013. Os valores do produto TRMM 3B42 foram baixados do site da NASA em formato binário, sendo desenvolvido um programa em linguagem FORTRAN90 para conversão a ASCII, localização espacial dos centroides da grade, recorte do retângulo envolvente da bacia do rio Japarutuba e estimativa do valor na mesma localização do posto Capela por meio de interpolação IQD (Inverso do Quadrado da Distância). Na figura 1 é apresentada a localização da estação e da grade do TRMM.

De posse dos dados diários, foram separados os períodos de registros com datas coincidentes entre o posto e o satélite, tendo em vista que o TRMM fornece dados de precipitação apenas para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2012. Separadas as séries para comparação, foi realizado o acúmulo para períodos de dez dias e mensal, resultando em três séries históricas para o posto e três para o TRMM: diária, decendial e mensal.

Para avaliação da precisão do satélite, foi selecionado o coeficiente de correlação ( $r$ ), que é estimado da seguinte forma:

$$r = \frac{\text{Covar}(P_p, P_s)}{\sqrt{\text{Var}(P_p) \cdot \text{Var}(P_s)}} = \frac{\sum (P_p - \bar{P}_p) \cdot (P_s - \bar{P}_s)}{\sqrt{\sum (P_p - \bar{P}_p)^2 \cdot (P_s - \bar{P}_s)^2}}$$

onde  $P_p$  é a precipitação registrada no posto,  $P_s$  é a precipitação fornecida pelo TRMM em mm, diário, decendial e mensal.

Para permitir uma avaliação da influência da quantidade de chuva na precisão da estimativa do TRMM, além de determinar o coeficiente de correlação para as séries completas, foi também calculado para os quartis (Q1, Q2, Q3 e Q4), que representam os valores correspondentes a 25%, 50% (mediana), 75% e 100% de cada uma das séries históricas do posto Capela.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores estatísticos calculados para as séries estudadas estão mostrados na Tabela 1. Observam-se diferenças consideráveis entre os parâmetros considerando posto e satélite, com valores médios dos postos sempre superiores aos obtidos das séries do TRMM, indicando uma possível subestimação neste posto. No entanto, considerando valores diários, o satélite apresentou maior valor máximo (Q4), não verificado nas demais durações, assim como nos demais quartis.

Os coeficientes de correlação calculados estão resumidos na Tabela 2. Neste contexto, pode-se observar que a precisão do satélite na estimativa da precipitação no posto Capela, considerando todos os quartis e a série completa variou bastante, apresentando valores extremamente baixos nos intervalos dos quartis Q1, Q2 e Q3, principalmente para a escala

temporal diária de análise, indicando que o satélite teve pouca condição de previsão das alturas registradas no posto Capela para as chuvas menores que 8,7 mm, por exemplo (valor de Q3 diário). Para os valores superiores a Q3, verificou-se melhora significativa nos valores de correlação, com o mínimo de  $r = 0,405$  nos valores diários, chegando a 0,571 na escala mensal. Tal comportamento reforça a melhor condição do satélite de previsão de valores mais altos de precipitação, em decorrência de seu algoritmo que considera altura e temperatura de topo de nuvens. Considerando as séries completas, pode-se verificar uma boa condição de uso das precipitações estimadas pelo satélite TRMM para estudos que considerem dados decendiais ( $r = 0,593$ ), melhorando ainda mais para a escala mensal ( $r = 0,668$ ). Tal comportamento também já foi verificado em outros estudos em outras regiões do Brasil, como aqueles realizados por Collischonn (2008) e Massagli et al.(2011).

## CONCLUSÕES

1. As estimativas de precipitação realizadas pelo satélite TRMM mostraram correlação de média a boa com os dados de campo do posto Capela considerando os períodos decendial e mensal;
2. A utilização do TRMM para dados diários requer muita ressalva, em virtude da baixa correlação verificada;
3. As estimativas por satélite mostraram-se melhores para os valores mais altos de precipitação em todas as escalas temporais;
4. O estudo pode ser ampliado para outras estações em outras bacias de Sergipe visando mapear a viabilidade de uso dos dados do TRMM.

## AGRADECIMENTOS

À Fapitec/SE pela cedência da bolsa PIBIC ao aluno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Portal HIDROWEB**. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 24 de fev. 2014.

BERTONI, J.C., TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: Comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384. 2005.

COLLISCHONN, B.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C.E.M. Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. **Journal of Hydrology**, 360, 207-216. 2008.

MASSAGLI, G.O.; VICTORIA, D.C.; ANDRADE, R.C. Comparação entre precipitação medida em estações pluviométricas e estimada pelo satélite TRMM. V CICC. **Anais**. Campinas, SP.2011.

NASA. **Tropical Rainfall Measure Mission: Senior Review Proposal**. National Aeronautics and Space Administration. 2007. Disponível em: <<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>>. Acesso em: 24 de fev. 2014.

SEMARH. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. 2012.

UDA, P.K.; CORSEUILL, C.W.; KOBAYAMA, M.; SILVA, F.V. Análise da evapotranspiração real diária para diferentes usos e coberturas do solo da bacia do rio Negrinho – SC por meio do modelo SEBAL e imagens ASTER. XVI SBSR. **Anais**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE.

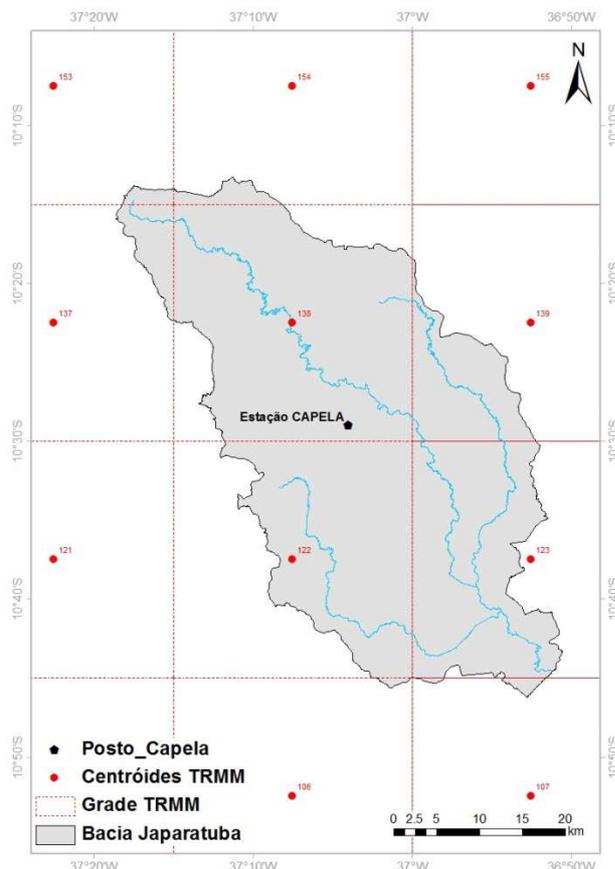


Figura 1 – Localização da estação Capela e da grade do TRMM na bacia do rio Japarutuba

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos básicos para as séries históricas de precipitação com datas coincidentes entre o posto Capela e o satélite TRMM\_3B42.

Escala Temporal	Diária		Decenal		Mensal	
	Posto	Satélite	Posto	Satélite	Posto	Satélite
Quantidade	1842	1842	3038	3038	984	984
Média	7,57	3,21	33,22	18,34	100,98	55,53
Desv. Padrão	11,67	12,10	41,82	35,32	91,14	69,54
Coef. Var.	1,54	3,77	1,26	1,93	0,90	1,25
Quartil 1	1,20	0,00	3,60	0,37	29,00	9,68
Quartil 2	3,60	0,00	19,20	4,07	76,95	31,52
Quartil 3	8,70	0,71	47,50	18,41	152,93	73,47
Quartil 4	132,20	156,09	372,90	318,26	517,60	436,32

Tabela 2 – Valores de  $r$  calculados entre dados de precipitação registrados no posto Capela e estimados pelo TRMM\_3B42 para diferentes escalas temporais e faixas de precipitação

Intervalo de precipitação	Coeficiente de correlação ( $r$ )		
	Diária	Decenal	Mensal
$P_p < Q_1$	-0,010	0,117	0,302
$Q_1 < P_p < Q_2$	-0,016	0,118	0,212
$Q_2 < P_p < Q_3$	0,025	0,013	0,086
$Q_3 < P_p < Q_4$	0,405	0,522	0,571
Séries completas	0,383	0,593	0,668

## ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVOCADOS PELA AÇÃO ANTRÓPICA NA SUB-BACIA DO RIACHO JACARÉ NO BAIXO SÃO FRANCISCO-SE

Alane Regina Rodrigues dos Santos<sup>1</sup>; Sara Juliana Santana Santos<sup>2</sup> & Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas<sup>3</sup>

**RESUMO:** *O riacho Jacaré é um dos principais afluentes do rio São Francisco presente no estado de Sergipe. Com o crescente avanço populacional causado pelo processo de urbanização na região, a Sub-Bacia hidrográfica passa por sérios impactos ambientais. Neste sentido, o presente trabalho teve como principal objetivo, analisar os impactos ambientais provocados pelas derivações antropogênicas na Sub-Bacia do Riacho Jacaré, localizado no baixo São Francisco Sergipano. O enfoque metodológico deste estudo está baseado na teoria geral de sistemas do cientista Bertalanfy (1973), utilizado em diversas ciências, mas precisamente na biologia. Os resultados deste trabalho evidenciam que a Sub-bacia sofre graves problemas no decorrer do seu leito, principalmente na sua foz onde foram constados lixo e diversos dejetos domésticos jogados abertamente nos corpos hídricos. Com a realização desta pesquisa, pode-se identificar que o riacho Jacaré está sujeito a assoreamento dos corpos hídricos, sendo necessário, além de uma recuperação hidroambiental, a promoção da educação ambiental entre os irrigantes e assentados da região.*

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica. Desenvolvimento sustentável. Qualidade da água.

### INTRODUÇÃO

A água é um dos compostos químicos mais importantes do planeta, além da função vital, a água se constitui em elemento fundamental para o equilíbrio e manutenção dos ecossistemas terrestres. De acordo com Petrella (2002), o acesso à água não é uma questão de escolha, todos precisam dela. O próprio fato de que a água não pode ser substituída por qualquer outra química faz dela um bem básico que não pode ser subordinado a um único princípio setorial de regulamentação, legitimação e valorização, ela se enquadra nos princípios de funcionamento da sociedade como um todo, sendo precisamente aquilo que se chama um bem social, um bem comum a qualquer comunidade humana.

Embora dependa da água para sobreviver e para o desenvolvimento econômico, a sociedade humana polui e degrada esse recurso, tanto as águas superficiais como as subterrâneas. A diversificação dos usos múltiplos e o despejo de resíduos líquidos e sólidos em rios, lagos e represas tem contribuído muito para a contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas da quantidade e qualidade da água no mundo (TUNDISI, 2009, p.1).

Dessa forma, este trabalho teve por finalidade analisar os impactos ambientais provocados pela ação antrópica na Sub-Bacia do Riacho Jacaré no Baixo São Francisco Sergipano.

---

<sup>1</sup> Mestranda do curso de Pós-graduação em Desenvolvimento e meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, alane-rs@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda do curso de Pós-graduação em Desenvolvimento e meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, saraju84@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor, Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, aatlucas@gmail.com

Portanto, o desenvolvimento desse trabalho justifica-se pela necessidade de colaborar com a escassa literatura científica sobre os impactos ambientais presente no Riacho Jacaré que ao longo dos anos, vem sofrendo diversos impactos aos recursos naturais provocados pela degradação e pela poluição em suas reservas hídricas, comprometendo dessa forma, a regularização da manutenção de água ao longo do seu leito.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

Localizada no Norte do Estado de Sergipe, a sub-bacia hidrográfica riacho Jacaré abrange os municípios de Malhada dos Bois, Cedro de São João em toda sua extensão, além desses municípios o riacho Jacaré abrange os territórios de Propriá, Telha, Muribeca, São Francisco e Aquidabã. O clima presente na região é classificado como sendo Semi-Árido (BShi) segundo a classificação de Köppen, apresentando temperaturas sempre superiores aos 18°C amplitude térmica mensal menor que 5°C (Brasil, 1998).

Os procedimentos metodológicos deste estudo estão baseados principalmente na Teoria Geral de Sistemas do cientista Bertalanfy (1973), aplicada em diversas ciências, sendo mais utilizada na biologia. Através da Teoria Geral de Sistemas é possível compreender as relações entre os meios físico, biótico e antrópico. Analisar o meio ambiente como um sistema, possibilita uma maior compreensão de como os impactos ambientais repercutem nos meios em diferentes amplitudes e também como os danos perturbam a dinâmica natural dos ecossistemas.

A busca por este enfoque sistêmico ocorreu justamente por possibilitar a análise conjunta dos elementos e processos que ocorrem dentro e fora de uma bacia hidrográfica e como subsídio à análise de sua sustentabilidade e gestão enquanto unidade de planejamento (AGUIAR NETTO, 2008).

É de suma importância ressaltar que a pesquisa de campo foi realizada no mês de novembro no ano de dois mil e treze, nos seguintes municípios: Malhada dos Bois, Telha, Propriá e São Francisco onde foi possível a realização de entrevistas semiestruturadas, observação sistemática e registros fotográficos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Desde os primórdios da civilização o homem vem se apoderando da natureza com o intuito de satisfazer suas necessidades. Com o surgimento da agricultura, a natureza nunca mais permaneceu a mesma, o homem tornou-se sedentário e a partir dessa nova adaptação, passou a extrair da natureza sua principal fonte de subsistência.

No decorrer dos anos, principalmente a partir da revolução industrial o homem passou a devastar cada vez mais a natureza, provocando uma maior exploração do meio natural, objetivando e impulsionando o crescimento das cidades e o aumento do capital.

Dessa forma, as expressões das ações humanas ocorrem desde seu habitat até as formas de obtenção dos recursos, os processos de produção. As cidades são consideradas por muitos autores como um ecossistema, com características próprias que diferem da conceituação tradicional de ecossistema biológico, ou seja, a cidade recebe matéria e energia de outros sistemas e a eliminação destes ocorre de modo negativo na forma de esgoto e lixo (AGUIAR NETTO, 2008).

No levantamento de campo ficou comprovado que os municípios de Propriá, Malhada dos Bois e Telha inseridos nessa sub-bacia, possuem lixões a céu aberto com diversos tipos de lixo espalhados ao longo do riacho, o que conseqüentemente, no período chuvoso é responsável pela contaminação dos corpos hídricos.

De acordo com Aguiar Netto (2008), Propriá, por ser o centro regional da região, merece bastante destaque no lançamento de efluentes, já que o seu ponto de lançamento é direto no leito do riacho Jacaré, transformando sua foz num esgoto a céu aberto.



**Figura 1 – Riacho Jacaré no município de Cedro de São João/ Nascente da sub-bacia do riacho Jacaré/SE no município de Malhada dos Bois, 20 de novembro de 2013.**

Observou-se ainda, que nos municípios de Malhada dos bois, São Francisco, Propriá e Telha, os lançamentos de dejetos domésticos e industriais ocorrem paulatinamente no riacho, contribuindo dessa forma no aumento da insalubridade da água e na redução da qualidade de água disponível para a população.

Torna-se evidente que, a Sub-Bacia riacho Jacaré passa por significativos problemas ambientais na maior parcela da área drenada por seus subafluentes. Os impactos ambientais evidenciados são comumente ocasionados pela ação antrópica na área da sub-bacia. É notório ressaltar que nos últimos anos vem aumentando esses impactos em decorrência do crescimento desordenado da população, que além de retirar a cobertura vegetal natural dos canais fluviais, é responsável pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais na sub-bacia.

## **CONCLUSÃO**

1- A Sub-Bacia hidrográfica do Riacho Jacaré passa por sérios impactos ambientais em decorrência dos lixões e dejetos domésticos lançados pela população nos corpos hídricos.

2 – O mau uso dos recursos naturais interfere na qualidade e quantidade da água disponível para consumo humano.

3- A partir dessa análise ambiental pode-se constatar que faz necessário uma (re)educação ambiental, como também a recuperação hidroambiental do riacho que cada vez mais, sofre agressões proveniente das derivações antropogênicas.

## **REFERÊNCIAS**

**AGUIAR NETTO**, A. de O.; Santos, D.; Moreira, F.D. 2008. Caminhos da Gestão de Recursos Hídricos: O caso da Sub-Bacia Hidrográfica do Riacho Jacaré, Baixo São Francisco Sergipano. Revista Irriga, 13, 1, 12-25.

**BRASIL**. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm). Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

**PETRELLA**, Ricardo. O Manifesto da água. Petrópolis: Vozes, 2002.

**TUNDISI**, José Galizia. Água no Século XXI. 3.ed. São Carlos: Rima, 2009.

# ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARECICA, NO ESTADO DE SERGIPE, UTILIZANDO O APLICATIVO ARCHYDRO

Sérgio Luís Rocha<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente estudo desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Jacarecica, localizada na porção centro-oeste da bacia hidrográfica do rio Sergipe, teve como principal objetivo a análise morfométrica a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), tendo como base de dados o projeto TOPODATA. Utilizando-se das ferramentas do *ArchHydro*, com aplicação do recondicionamento do MDE e o preenchimento de depressões, foi possível obter como resultados os mapas temáticos de hipsometria e declividade, demonstrando que as maiores altitudes estão concentradas na faixa intermediária da bacia, um pouco mais ao sul, no sentido Sudoeste-Nordeste. O comprimento dos rios permitiu constatar que a bacia apresenta uma rede de drenagem de 657,63 km, revelado através dos seus comprimentos totais de 1ª a 5ª ordem. A análise das variáveis morfométricas referentes ao coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade comprovam a forma alongada da bacia.

**Palavras-chave:** Modelo Digital de Elevação, Variáveis morfométricas, Geoprocessamento.

## INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Jacarecica, situa-se entre os paralelos 10° 32' e 10° 46' de latitude sul e os meridianos 37° 12' e 37° 29' de longitude oeste (Figura 1).

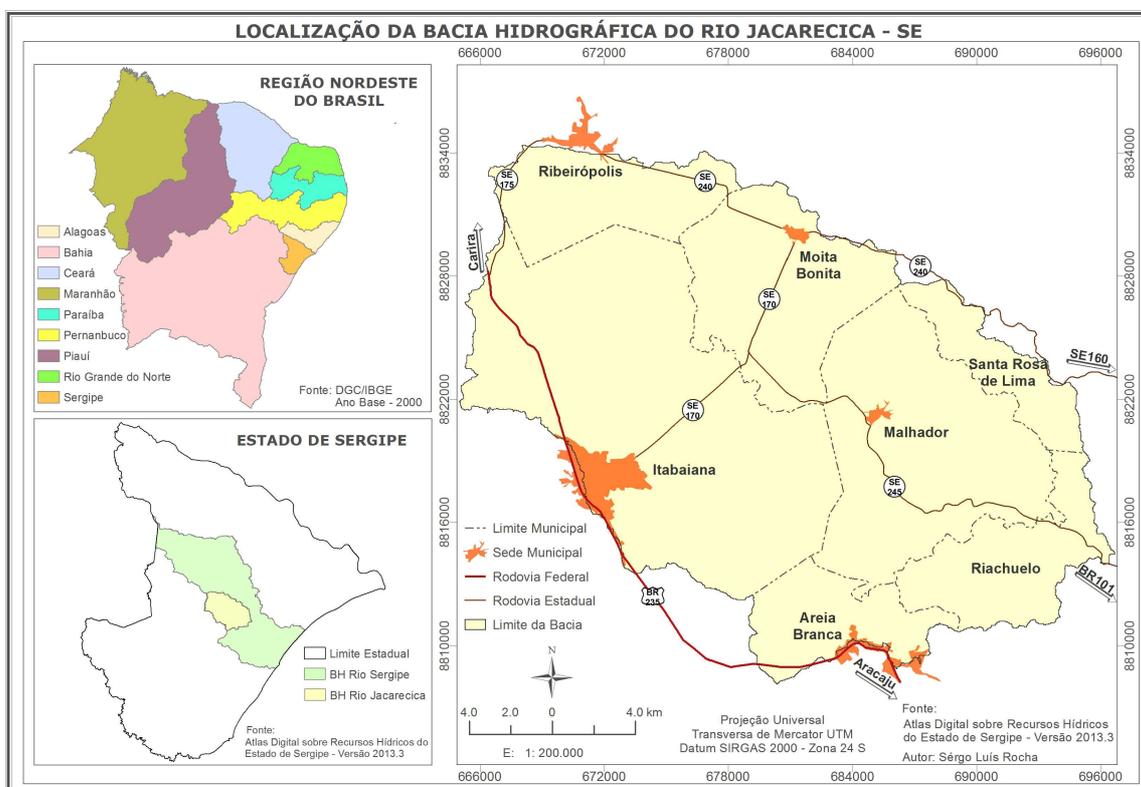


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica.

<sup>1</sup> Especialista em Gestão de Recursos Hídricos. Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, sergio.rocha@semarh.se.gov.br (apresentador do trabalho);

Neste estudo, foram utilizadas as ferramentas do *ArcHydro* incorporadas ao ArcGis 10.0 para realizar a Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica, Sergipe (ANA, 2009). As ferramentas *ArcHydro* foram usadas para obtenção de vários conjuntos de dados que coletivamente permitiram a descrição dos padrões de drenagem de uma bacia hidrográfica. A análise de varredura é realizada para gerar dados sobre direção, acumulação, definição e segmentação de fluxo, e delimitação de bacias hidrográficas. Estes dados são então utilizados para desenvolver uma representação vetorial das bacias de drenagem e linhas a partir de um ponto selecionado. A partir dessa informação, uma rede geométrica pode ser construída.

Para o processo de delineamento e caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Jacarecica e da rede de drenagem associada foi utilizada a função DEM *Reconditioning*. A função DEM *Reconditioning* modifica Modelos Digitais de Elevação (MDE), impondo características lineares para eles (*burning/fencing*). Essa função é uma implementação do método AGREE desenvolvido por Ferdi Hellweger na Universidade do Texas em Austin, em 1997.

O método AGREE - DEM *Surface Reconditioning System* é um sistema de superfície de condicionamento de Modelos Digitais de Elevação. O sistema ajusta a elevação da superfície do MDE para ser consistente com uma cobertura de vetor. A cobertura do vetor pode ser um córrego ou cobertura de linha do cume.

A base de dados utilizada para aplicação da função DEM *Reconditioning* foi o Modelo Digital de Elevação (MDE), projeto TOPODATA – Banco de dados Geomorfométrico do Brasil (INPE), disponível em: [www.dpi.inpe/topodata/](http://www.dpi.inpe/topodata/) (VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010), e a rede de drenagem disponível no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe – Versão 2013.3 (SERGIPE, 2013).

A partir desses dados é apresentado o delineamento da bacia hidrográfica que, segundo Porto & Porto (2008), é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída denominado exutório. São também determinadas as suas características fisiográficas relacionadas aos parâmetros morfométricos (planimétricos, altimétricos, morfológicos e hidrológicos).

## MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa fez uso de material cartográfico, imagens de Radar, equipamentos e softwares. Como base cartográfica, utilizou-se o Atlas Digital sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe – Versão 2013.3 arquivos *shapefiles*: rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Jacarecica, editada a partir das imagens SPOT 5, através do método de interpretação visual; divisão climática; geologia; geomorfologia e solos. Foram obtidas imagens de Radar SRTM, provenientes da NASA, através do site do INPE: [www.dpi.inpe/topodata/](http://www.dpi.inpe/topodata/), folha 10s375, formato GRD.

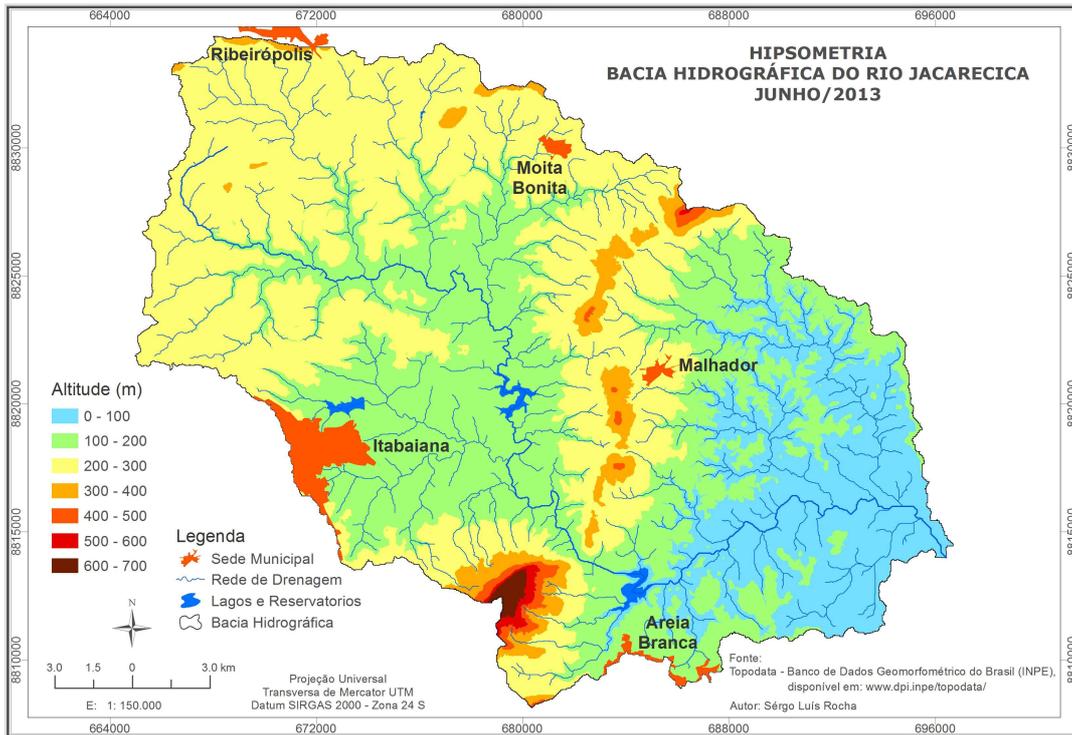
Para realização do estudo utilizou-se dois pacotes de softwares, um comercial (ArcGis), licenciado para Secretaria de Estado do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe e outro de domínio público (*ArcHydro Tools*), desenvolvido no Centro de Pesquisas em Recursos Hídricos (Center for Research in Water Resources - CRWR) da University of Texas - Austin (EUA) e distribuído gratuitamente pela ESRI: [ftp site: ftp.esri.com](http://ftp.esri.com).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos parâmetros planimétricos permitiu constatar que a área total da bacia do rio Jacarecica é de 507,29 km<sup>2</sup> e o perímetro 152,61 km. A Área de drenagem da bacia é uma das variáveis mais importantes, visto que quase todas as outras características estão relacionadas a ela.

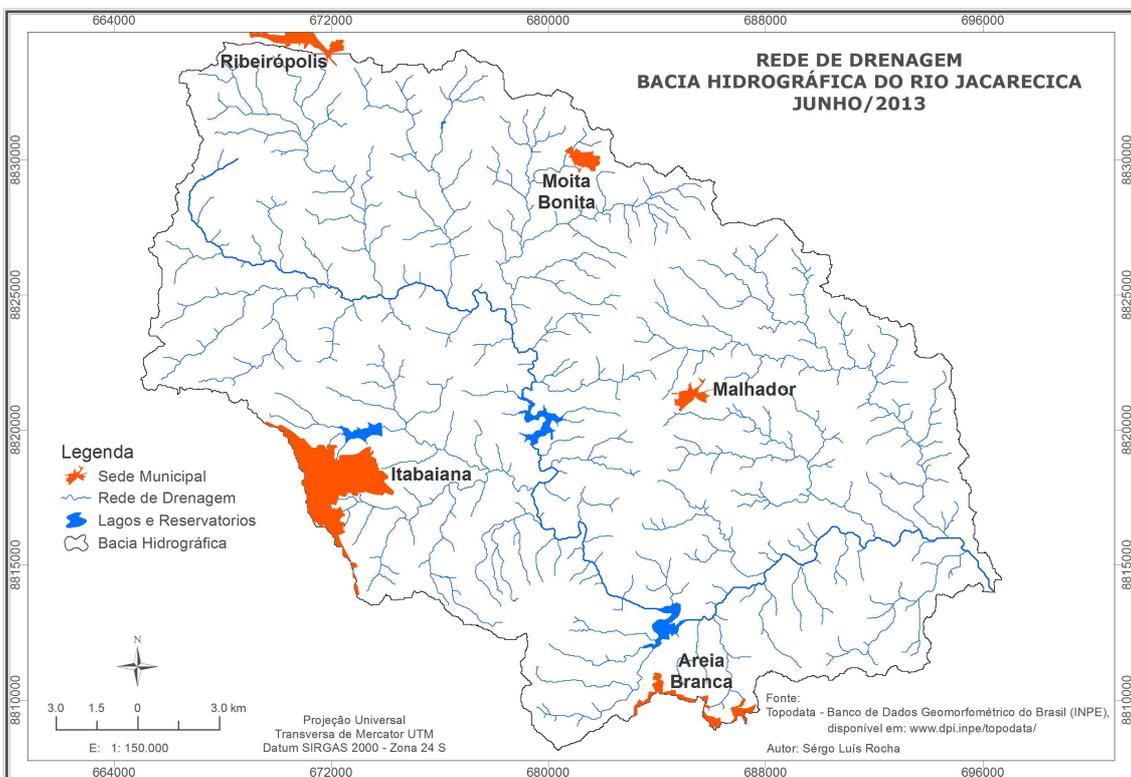
As altitudes na bacia variam de 04 metros, na área de confluência do rio Jacarecica com o rio Sergipe, até 657 metros no topo mais alto (Figura 2). As maiores altitudes estão concentradas na faixa intermediária da bacia, um pouco mais ao sul, no sentido Sudoeste-Nordeste. Nesta

faixa, encontra-se o domo de Itabaiana, representado pelas serras Cajueiro, Comprida e Itabaiana.



**Figura 2** – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica.

A bacia apresenta uma densidade de drenagem de 1,30 km/km<sup>2</sup> (Figura 3). De acordo com Villela e Mattos (1975), a densidade varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, em bacias com drenagem pobre, a 3,5 ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.



**Figura 3** – Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jacarecica.

O comprimento de rios permitiu constatar que a bacia apresenta uma rede de drenagem de

657,63 km, revelado através dos seus comprimentos totais de 1ª a 5ª ordem. A hierarquização dos canais seguiu o critério proposto por Strahler (1957), em que os canais sem tributários são de primeira ordem. Os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem, podendo ter afluentes de primeira ordem. Os canais de terceira ordem originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens, e assim sucessivamente.

Os canais de primeira ordem correspondem a um total de 402, os de segunda ordem 205, os de terceira ordem 80, os de quarta ordem 53 e os de quinta ordem 60, totalizando um número de 800 canais. O canal principal possui uma extensão de 61,54 km distribuídos ao longo de um eixo de 33,70 km, que constitui o comprimento do eixo da bacia e uma declividade de 3,74 m/km. O canal principal apresentou uma declividade média 3,74 m/km. O índice de sinuosidade de 1,91 mostra que o canal tende a ser tortuoso.

## CONCLUSÕES

1. A utilização das ferramentas do *ArcHydro* incorporadas ao *ArcGis* permitiram realizar de forma rápida e padronizada o delineamento e a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Jacarecica e da rede de drenagem associada. Esta análise não seria possível se tivéssemos como base tão somente a rede de drenagem originária das imagens SPOT 5.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Água (ANA). Manual ARC-HYDRO para aplicação do modelo MGB-IPH. Versão 1.2, Projeto Integrado de Cooperação Amazônica e de Modernização do Monitoramento Hidrológico, Brasília, 2009. Disponível em [pt.scribd.com/doc/39682348/Manual-ArcHydro-1](http://pt.scribd.com/doc/39682348/Manual-ArcHydro-1): Acesso em 10 de abr de 2013.

PORTO, Mônica F. A; PORTO, Rubem La Laina (2008) "Gestão de Bacias Hidrográficas", Estud. av. Vol.22 no.63, São Paulo, 2008.

SERGIPE. Atlas Digital sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. Aracaju: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos/Superintendência de Recursos Hídricos – SEMARH/SRH, 2013. (CD ROOM).

STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. American Geophysical Union Transactions. v. 38, p.913-920. 1957.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Topodata: Processamento dos dados SRTM. São José dos Campos, SP: INPE: Do projeto de Produtividade em Pesquisa "Desenvolvimento de aplicações de dados topográficos SRTM", CNPq, processo nº 307530/2008-6(NV). (INPE-16702-RPQ/854). 77p. 2010.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo, Ed. McGraw Hill do Brasil, 1975, 245p.

## **Análises preliminares da influência do uso da terra na qualidade da água na sub-bacia do rio Siriri/SE**

Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>1</sup>; Ricardo de Aragão<sup>2</sup>; Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>1</sup>; Silmara de Moraes Pantaleão<sup>2</sup>; Luciana Coêlho Mendonça<sup>2</sup>

**RESUMO:** *A bacia do rio Japaratuba no estado de Sergipe tem apresentado nos últimos anos um processo de alteração de usos da terra muito intenso, principalmente na sub-bacia de um dos seus principais afluentes, o rio Siriri, onde se observa uma transição abrupta de áreas de pastagem e matas para culturas agrícolas, principalmente cana-de-açúcar. Ademais, nesta sub-bacia há a presença de atividades industriais e aglomerados urbanos, potencializando mudanças nos aspectos relacionados à qualidade ambiental dos recursos hídricos locais. Este estudo apresenta uma análise preliminar da qualidade das águas no rio Siriri e busca contribuir com o processo de entendimento do estado ambiental detectado.*

**Palavras-chave:** qualidade das águas; impacto ambiental; geotecnologias

### **INTRODUÇÃO**

A bacia do rio Japaratuba apresenta nos dias atuais uma gama de atividades produtivas que a colocam em patamar diferenciado do ponto de vista de alterações ambientais, principalmente refletidas na quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Especificamente em um de seus principais afluentes, o rio Siriri, onde estão concentradas ações antrópicas relacionadas a atividades de exploração mineral, com extração de petróleo e potássio; agropecuárias, com predominância de cana-de-açúcar e pastagens; industrial, relacionadas a fertilizantes e agroenergia além de receber efluentes praticamente in natura de três centros urbanos: Nossa Senhora das Dores, Siriri e Rosário do Catete.

A conjugação da geração e despejo de efluentes resultantes dos diversos processos produtivos presentes na bacia nos seus corpos hídricos, associada à redução da mata nativa e ciliar, têm sido refletidos em queda da qualidade ambiental na bacia, observada pela presença de trechos em estágio de erosão avançada, bancos de sedimentos no leito, odores e presença de lixo nas águas. A avaliação do grau de degradação dos ambientes em bacias hidrográficas não representa uma tarefa simples, pois são muitas as variáveis envolvidas nos processos produtivos e de despejos, considerando, por exemplo, os padrões de qualidade físico-químicos da água bruta, a diversidade biológica, aspectos econômicos e sociais locais, dentre outros.

A realização de campanhas periódicas de coleta de amostras de água em pontos específicos da bacia, com análises laboratoriais considerando parâmetros físicos, químicos e biológicos apoiada por ferramentas de geotecnologias, tem se mostrado como elemento de valiosa contribuição no entendimento dos processos de degradação e na busca de possíveis remediações.

Este trabalho apresenta dados preliminares de amostras de água analisadas em diferentes pontos e épocas na bacia do rio Siriri buscando contribuir com a avaliação da qualidade ambiental da bacia.

### **MATERIAIS E MÉTODO**

A bacia do rio Siriri está localizada entre as coordenadas geográficas 37° 12' 52" O, 10° 24' 20" S e 36° 54' 22" O, 10° 45' 44" S, com cerca de 429 km<sup>2</sup>, sendo, juntamente com o rio

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, marcus.cruz@embrapa.br, julio.amorim@embrapa.br

<sup>2</sup> Professor, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, ricardoaragao@ufs.br, spleao@yahoo.com.br, lumendon@uol.com.br

Japarutuba-Mirim, os principais afluentes do rio Japarutuba. A bacia do rio Japarutuba 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. Especificamente na sub-bacia do rio Siriri, tais sinais têm sido mais evidentes, uma vez que esta concentra as principais atividades agrícolas e de extração mineral presentes na bacia. A sub-bacia do rio Siriri tem em seu território áreas dos municípios de Nossa Senhora das Dores, Siriri, Rosário do Catete, Divina Pastora, Maruim, General Maynard, Santo Amaro das Brotas e Carmópolis, com contribuições de esgotos domésticos gerados pelos centros urbanos dos três primeiros listados. A precipitação na bacia apresenta valores anuais médios de 1.500 mm próximo à sua foz no rio Japarutuba e cerca de 700 mm/ano na sua porção extrema noroeste, com período chuvoso concentrado nos meses de maio a agosto (CRUZ et al., 2012).

Visando caracterizar o estado ambiental das águas no rio Siriri, foram selecionados cinco pontos para a coleta de amostras de água (Figura 1), incluindo os dois onde há monitoramento de vazão pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2014), estações Siriri (cod. 50046000) e Rosário do Catete (cod. 50047000). Foram realizadas até o presente momento três coletas com análises laboratoriais de diversos parâmetros. Tais análises foram realizadas pelo Instituto Tecnológico de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) segundo *Standard Methods* (Clesceri & Greenberg, 2005). A caracterização física e do uso atual da terra foi realizada por meio de geotecnologias, a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE-SRTM) (Miranda et al., 2005) e da classificação dos usos preponderantes oriunda da combinação de classes de SEMARH (2012), datada de 2005/2006, revista a partir de uma imagem do satélite ALOS do ano 2010. Para tanto fez-se uso do software ArcGIS v.9.3.1.

Buscando avaliar a intrassazonalidade anual nas vazões do rio Siriri, as coletas de amostras de água foram realizadas com espaçamentos que contemplassem um período extremamente seco (10/04/2012), um período úmido (19/06/2012) e um período pós-úmido (10/12/2012). Neste artigo serão abordados os resultados obtidos para quatro dos parâmetros analisados: Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e Fosfato ( $\text{PO}_4$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises apontam para um processo de degradação do rio Siriri, com grandes variações em decorrência de seu regime hidrológico ao longo do ano. Na Figura 1 (A), (B), (C) e (D) pode ser verificada a variação nos valores das variáveis: Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e Fosfato ( $\text{PO}_4$ ) nas três datas coletadas.

A poluição hídrica decorrente da presença de matéria orgânica é representada pelos valores de OD detectados. Observa-se de forma geral uma melhora nos valores em decorrência da ocorrência de chuvas, pois ocorre a oxigenação dos corpos hídricos pelas vazões maiores. De forma geral os valores situaram-se dentro dos limites da Resolução CONAMA 347/05 para as classes 1 e 2 de águas doces (6,0 e 5,0 mg/l), excetuando-se o ponto 5 (área urbana de Rosário do Catete), onde no período seco o valor esteve próximo de zero, em virtude da vazão ser quase nula. Ressalte-se a forte presença de esgotos domésticos neste local provenientes da coleta pelas redes urbanas sem tratamento.

A presença de sólidos em suspensão é um indicador da ocorrência de erosão e perda de solo na bacia, com posterior assoreamento ao longo de seu leito. A medida de Turbidez pode indicar como este processo vem ocorrendo em diferentes porções da bacia. Assim, observa-se na Figura 1 (B) que a coleta período chuvoso resultou nos maiores valores de Turbidez, com aumento gradual de montante para jusante. Neste período os valores aproximaram-se do limite para Classe 2 (CONAMA 357/05), principalmente no ponto 5. Tal efeito pode representar um transporte de sedimentos em longas distâncias, uma vez que as vazões são elevadas neste período de coleta com velocidades mais altas.

A avaliação da presença de Nitrato e Fosfato pode indicar a influência das atividades agrícolas com uso de fertilizantes presentes em diferentes partes da bacia do rio Siriri. No caso do Nitrato (Figura 1 (C)), observa-se que os valores situaram-se abaixo do limite CONAMA 357/05 (10 mg/l). No entanto verifica-se que os maiores valores ocorreram no ponto 1 (Capela) com o máximo ocorrendo na coleta pós-úmido, indicando uma possível contribuição da água de lavagem

das superfícies agrícolas, que predominam na bacia de contribuição a este ponto de coleta. Verificou-se também um valor de Nitrato um pouco elevado no ponto 5 no período seco. No entanto, este se deve muito provavelmente a contribuição de despejos domésticos, que também é fonte de compostos de nitrogênio.

Considerando as concentrações de Fosfato, verificou-se que os valores no período seco em todos os pontos estiveram acima do limite CONAMA 357/05 (0,15 mg/l) para Classe 3. No período úmido e pós-úmido as concentrações resultaram muito inferiores, diferentemente do comportamento detectado para NO<sub>3</sub>. Tal comportamento pode estar relacionado ao período de lançamento de fertilizantes nas culturas agrícolas locais, ricos em fósforo e realizado nesta época, precedendo as chuvas. Dada a proximidade das culturas ao leito do rio Siriri, mesmo com vazões muito baixas os adubos podem estar sendo lançados no próprio leito.

Novas amostras de água coletadas em outros períodos do ano serão realizadas de forma a permitir uma análise mais aprofundada do comportamento da qualidade da água do rio Siriri em diferentes níveis de escoamento.

## CONCLUSÕES

1. As alterações de uso da terra na bacia do rio Siriri estão gerando reflexos na qualidade ambiental do rio;
2. As amostras de água coletadas indicaram para OD uma situação de razoável a boa, com exceção do ponto 5 (Rosário do Catete) principalmente no período seco;
3. A Turbidez mostrou aumento considerável nas amostras coletadas no período úmido, indicando a intensidade da geração e transporte de sedimentos na bacia;
4. As variáveis Nitrato e Fosfato apresentaram comportamento diverso, com as concentrações mais altas de Nitrato no ponto 1 (Capela) onde predomina o uso agrícola, principalmente no período pós-úmido. Para Fosfato os valores mais altos ocorreram no período seco em todos os pontos, o que pode indicar o lançamento direto de fertilizantes no leito do rio, em virtude da proximidade das culturas e do período da coleta.

## AGRADECIMENTOS

À FINEP, UFS e Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo financiamento e apoio à pesquisa em realização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Portal HIDROWEB**. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 24 de fev. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357**. Diário Oficial da União de 18/03/2005. Brasília, 2005.

CLESCERI, L. & GREENBERG, A. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21th Edition. Editora Pharmabooks. 2005.

CRUZ, M.A.S., AMORIM, J.R.A., ARAGÃO, R., GOMES, L.J., MARQUES, M.N., SANTOS, R.C., VIANA, R. D., SOUZA, R.A., SOUZA, A.M.B., SILVA, R.R.S., MOTA, P.V.M. **Base de dados do Projeto Japarutuba**. Brasília-DF: Embrapa. 2012. 1 DVD.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

SEMARH. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. 2012.

VII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe - 19 e 20 de março de 2014, Aracaju-SE

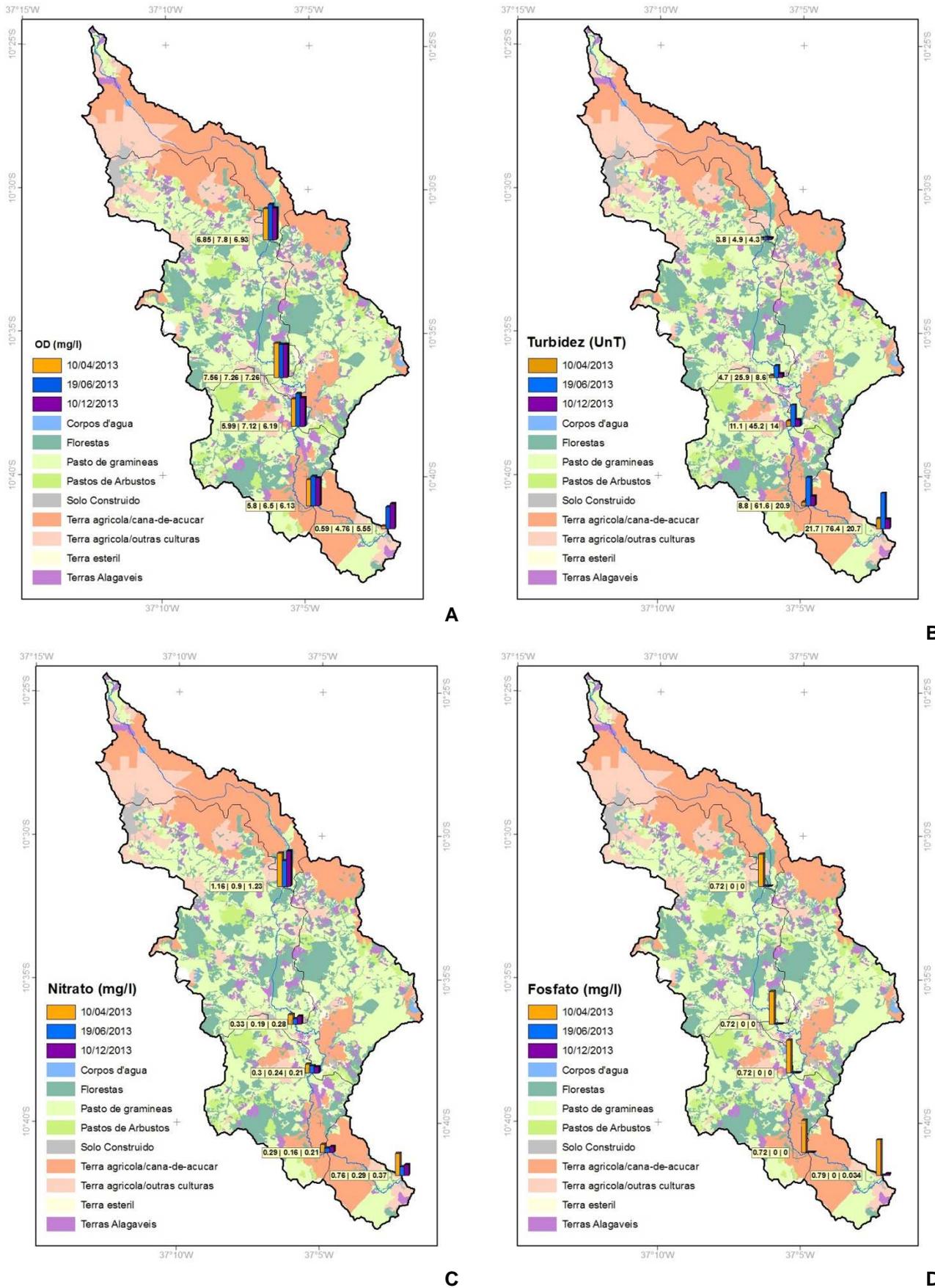


Figura 1 – Mapa de uso da terra (2011) e pontos de coleta de amostras de água no rio Siriri com indicação gráfica das concentrações medidas de OD (A), Turbidez (B), Nitrato (C) e Fosfato (D) em três períodos no ano de 2013.

## Aplicativo Computacional para Dimensionamento de Condutos Livres em Regime de escoamento Permanente e Uniforme

Andrez Carisson Santana de Souza<sup>1</sup> & Ana Paula Barbosa Ávila Macêdo<sup>2</sup>

**RESUMO:** O uso de ferramentas computacionais para dimensionamento de estruturas da engenharia hidráulica permitem agilizar os cálculos e simular diferentes condições de operação. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um aplicativo computacional, a partir do software Microsoft Office Excel 2007 em linguagem de programação Visual Basic - VBA, para a resolução de problemas de dimensionamento e verificação das condições de funcionamento hidráulico dos condutos livres em regime de escoamento permanente e uniforme contemplando diferentes geometrias. O aplicativo possibilita ao usuário resultados rápidos, eficientes e seguros a partir das diversas combinações de parâmetros de entrada, visualizados através de relatórios de saída. Espera-se que o aplicativo torne-se uma ferramenta útil para auxiliar profissionais e estudantes de engenharia.

**Palavras-chave:** Hidráulica, Cálculo, Canais.

### INTRODUÇÃO

Os condutos livres estão entre as principais estruturas utilizadas na condução de água para fins de abastecimento e agricultura, drenagem urbana, esgoto, entre outros. Erros de dimensionamento dessas estruturas podem acarretar o insucesso do projeto e até mesmo danos ao ambiente.

A automatização dos cálculos através de planilhas eletrônicas, em conjunto com as linguagens de programação, possibilitam a elaboração de rotinas para realização dos cálculos referentes a estruturas da engenharia hidráulica, tais como os condutos livres, diminuindo a incidência de erros e agilizando o dimensionamento através de estudos e simulações mais precisas do problema (ZIEMER, 2003).

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo computacional, o *CanalPlan*, concebido para a resolução de problemas de dimensionamento e verificação do funcionamento hidráulico dos condutos livres em regime de escoamento permanente e uniforme, de forma totalmente automatizada, contemplando diferentes geometrias, tendo como base a equação de Manning.

A iteratividade do aplicativo está voltada na escolha do tipo de problema, através do *Menu Principal*, de forma a levar o usuário a um ambiente de entrada de dados, com os resultados sendo expressos em forma de relatórios.

### MATERIAIS E MÉTODO

O cálculo dos condutos livres (canais) sob regime de escoamento uniforme utiliza a equação de Manning (Equação 1).

$$Q = A \frac{1}{n} R_H^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

onde Q é a vazão (m<sup>3</sup>/s), A é a área molhada (m<sup>2</sup>), n é o coeficiente de rugosidade de Manning, R<sub>H</sub> é o raio hidráulico (m) e I é a declividade de fundo do conduto (m/m).

Nessa equação observam-se duas classes de parâmetros: geométricos (área molhada e raio hidráulico) e hidráulicos (vazão, coeficiente de rugosidade e declividade de fundo).

Assim, a depender do parâmetro desconhecido, pode se formular dois tipos de problemas

<sup>1</sup> Aluno do curso de pós graduação em estruturas de concreto armado e fundações, INBEC; engenheiro civil, Cosil Construções e Incorporações SA, Av. Pedro Valadares, 230, Bairro Grageru, Aracaju, SE, CEP: 49025-090, andrezsouza@gmail.com (apresentador do trabalho);

<sup>2</sup> Professora, Faculdade Pio Décimo, Campus III, Avenida Tancredo Neves, 5655, Bairro Jabotiana, Aracaju, SE, CEP: 49080-470, [apbam@uol.com.br](mailto:apbam@uol.com.br).

de cálculo do escoamento em condutos livres, a saber: problemas de verificação das condições de funcionamento hidráulico e problemas de dimensionamento hidráulico.

Nos problemas de verificação, conhecendo-se os parâmetros geométricos que definem as dimensões da seção em análise, pode-se calcular, de forma direta através da Equação 1, qualquer um dos parâmetros hidráulicos tidos como incógnita.

Nos problemas de dimensionamento, em função dos parâmetros hidráulicos, que são conhecidos, deseja-se encontrar as dimensões de um dado canal. A resolução deste tipo de problema através da Equação 1 requer o uso de um processo iterativo ou gráfico. Para facilitar a solução, pode-se fazer uso de tabelas parametrizadas (BAPTISTA e COELHO, 2010).

Neste caso, a equação de Manning pode ser expressa como  $y=Z/K$  ou  $D=Z/K_1$ , onde:  $y$  é a altura d'água (valor a ser calculado para seções trapezoidais, triangulares e retangulares),  $D$  é o diâmetro (valor a ser calculado para seções circulares),  $Z$  é o coeficiente dinâmico (parâmetro hidráulico calculado a partir dos parâmetros de entrada ( $Q$ ,  $l$  e  $n$ ) e  $K_1$  ou  $K$  é o fator de forma (parâmetro geométrico tabelado).

O aplicativo computacional desenvolvido, designado *CanalPlan*, é capaz de realizar, de forma automatizada, todos os cálculos para o dimensionamento e verificação das condições de funcionamento hidráulico de canais sob o regime de escoamento permanente e uniforme, a partir da inserção dos parâmetros de entrada. Foi concebido a partir do *software Microsoft Office Excel 2007*, em linguagem de programação *Microsoft Visual Basic – VBA*, no sistema operacional Windows 7.

O esquema da Figura 1 apresenta a seqüência de operações realizadas pelo aplicativo.



Figura 1. Seqüência de operações do aplicativo.

O aplicativo é constituído por vinte e duas abas, concebidas da seguinte forma: **Tela Inicial** (uma aba); **Menu Principal** (uma aba); **Parâmetros de Entrada** (oito abas); **Relatórios** (oito abas); **Base de Dados** composta por tabelas necessárias aos cálculos (quatro abas).

Pode-se navegar no aplicativo pelos botões de opção inseridos no próprio aplicativo ou pelas abas, posicionadas na borda inferior do programa. Outros botões, com diferentes funções, tais como *Voltar*, *Limpar* e *Resultado*, também encontram-se inseridos nas telas.

A **Tela Inicial** é composta por informações sobre o aplicativo, como nome, versão, objetivo e nomes do desenvolvedor e orientador. No canto inferior esquerdo consta o botão *Menu*, responsável por levar o usuário ao **Menu Principal**.

No **Menu Principal**, seleciona-se a geometria do canal (circular, retangular, trapezoidal ou triangular) e o tipo de problema a ser resolvido (dimensionamento ou verificação) clicando-se nos respectivos campos. Surgirá, então, no lado direito, uma seta que conduz a uma caixa com barra de rolagem com as opções supracitadas.

### Problemas de dimensionamento

O aplicativo dimensiona canais com seções circulares, retangulares, trapezoidais e triangulares. Como cada tipo de seção possui características particulares, o aplicativo é dotado de quatro telas para inserção dos **Parâmetros de Entrada** necessários ao dimensionamento.

Os parâmetros hidráulicos independem da geometria do canal, enquanto que os parâmetros geométricos sofrem variação em função da geometria do canal.

O aplicativo executa os cálculos necessários ao dimensionamento por meio do procedimento que utiliza a equação de Manning através de tabelas parametrizadas, conforme descrito em Souza (2013), e exibe o **Relatório de Dimensionamento**.

### Problemas de verificação

Como cada tipo de seção possui características particulares, o aplicativo é dotado de quatro telas para inserção dos parâmetros necessários à verificação do funcionamento hidráulico dos canais.

Neste tipo de problema, a incógnita é um dos parâmetros hidráulicos do escoamento ( $Q$ ,  $I$  ou  $n$ ). As dimensões do canal são inseridas no aplicativo, juntamente com os dois parâmetros hidráulicos conhecidos. O campo referente ao parâmetro incógnita deve ser deixado sem preenchimento. O aplicativo, então, conduzirá os cálculos buscando encontrar o valor deste parâmetro.

O coeficiente de rugosidade pode ser inserido manualmente, ou pode-se clicar no botão *Selecionar* e escolher um valor sugerido a partir de uma relação apresentada. Para isso, basta o usuário clicar duas vezes sobre o valor desejado, e ele será inserido, automaticamente, no respectivo campo.

Os cálculos realizados utilizam a equação de Manning (Equação 1). A ferramenta isola o parâmetro incógnita nesta equação, calcula-o e exibe o resultado na forma do **Relatório de Verificação**.

A base de dados do aplicativo é constituído por quatro abas. Na primeira, chamada de **Coef. Rugos** estão postos os valores dos coeficientes de rugosidade, de acordo com Porto (2006). Nas demais, encontram-se os fatores de forma apresentados por esse mesmo autor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No intuito de comprovar a aplicabilidade da ferramenta computacional, selecionou-se um problema oriundo de Porto (2006). A questão selecionada refere-se a uma aplicação relativa ao dimensionamento de um canal trapezoidal. Foi possível constatar que os resultados obtidos pelo aplicativo são idênticos aos apresentados na publicação.

A seguir, apresenta-se a questão selecionada e as respectivas telas de inserção dos parâmetros de entrada (Figura 2) e relatório de saída (Figura 3).

Exemplo: *Utilizando o programa CANAIS3.EXE, determine a altura d'água normal em um canal trapezoidal, com taludes 2H:1V, rugosidade de fundo e taludes  $n = 0,018$ , largura de fundo  $b = 4,0$  m, vazão transportada  $Q = 6,5$  m<sup>3</sup>/s e declividade de fundo  $I = 0,0005$  m/m.*

**DIMENSIONAMENTO DE UM CANAL TRAPEZOIDAL**

**PARÂMETROS DE ENTRADA**

1. DECLIVIDADE (I) =  m/m

2. VAZÃO (Q) =  m<sup>3</sup>/s

3. COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNING (n) =

4. PARÂMETRO GEOMÉTRICO

- INCLINAÇÃO DO TALUDE (z) =

- RELAÇÃO ENTRE LARGURA DE FUNDO E PROFUNDIDADE (b/y) =

OU

- LARGURA DE FUNDO (b) =  m

Figura 2. Parâmetros de entrada do exemplo.

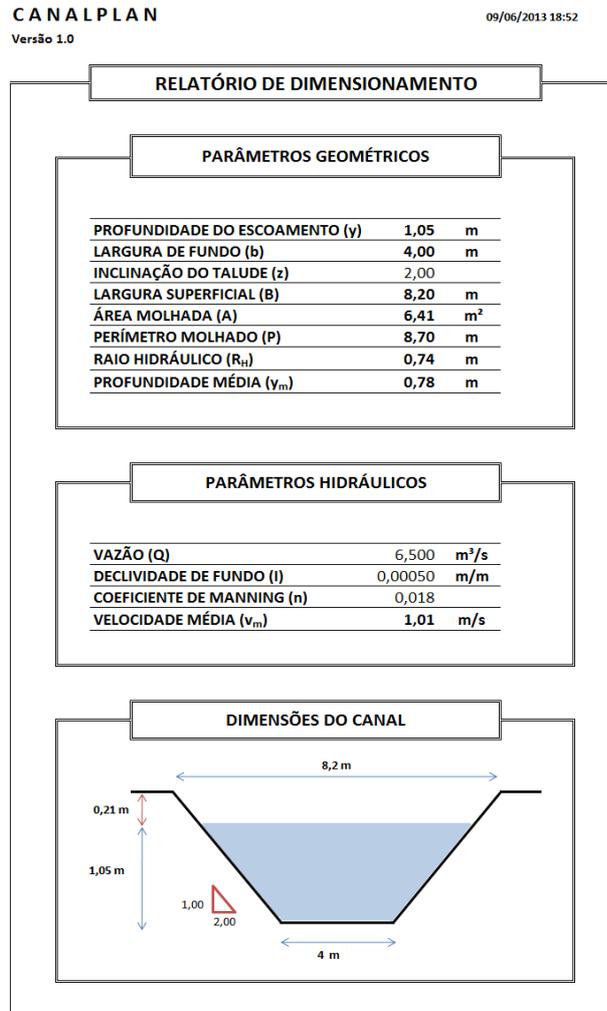


Figura 3. Relatório com resultados do exemplo.

## CONCLUSÕES

1. O *CanalPlan* mostrou-se uma ferramenta de fácil manuseio e entendimento.
2. O aplicativo pode ser utilizado tanto em simulações de projetos profissionais, quanto para fins didáticos. Através dele, o profissional ou estudante da área de engenharia poderá ter uma resposta rápida a questionamentos do tipo: “O que acontece com o valor da vazão, se houver alteração no valor da declividade de fundo?”, “Qual a influência da rugosidade de fundo no dimensionamento de uma canal?”, e assim por diante.
3. A ferramenta apresenta resultados confiáveis e concordantes com os exemplos da literatura aos quais foi comparado, o que permite o seu emprego com segurança.
4. O aplicativo poderá ser ampliado em versões posteriores, adicionando-se, por exemplo, o dimensionamento de seções de máxima eficiência hidráulica e a definição dos regimes de escoamento com base no valor do número de Froude.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, M.B. & COELHO, M.M.L.P. Fundamentos de engenharia hidráulica. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2010.
- PORTO, R. de M., Hidráulica básica. São Carlos, USP/ EESC, 2006.
- SOUZA, A.C.S. de Aplicativo computacional para dimensionamento de condutos livres em regime de escoamento permanente e uniforme. Trabalho de Conclusão de Curso. Aracaju, Faculdade Pio X, 2013. 73 p.
- ZIEMER, A.H. Aplicativo computacional para dimensionamento de canais e estruturas hidráulicas. Dissertação de Mestrado. Lavras, UFLA, 2003. 108 p.

# APROVEITAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS NA IRRIGAÇÃO DO GIRASSOL DESTINADO À ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Airan Miguel dos Santos Panta<sup>1</sup>; Roseanne Santos de Carvalho<sup>2</sup>; Gregório Guirado Faccioli<sup>3</sup>.

## RESUMO

*A utilização de águas residuárias tratadas para fins agrícolas pode se tornar uma alternativa para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos e da biota natural dos sistemas bem como alívio de demanda e preservação da oferta de água para uso mais restritivos.*

*O presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica da parte aérea da cultura do girassol. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão, no período de julho a setembro de 2012. As águas residuárias tratadas foram coletadas na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Rosa Elze, localizada no Município de São Cristóvão/SE. A irrigação foi realizada com diferentes proporções entre água potável e residuária. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições por parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise, conforme os parâmetros recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Foi realizada a enumeração de coliformes termotolerantes, *E. coli*, bolores e leveduras, e a pesquisa de *Salmonella*. Os resultados demonstram que a parte aérea do girassol encontrou-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.*

**Palavras-chave:** efluentes, qualidade microbiológica, culturas agrícolas.

## INTRODUÇÃO

No decorrer dos últimos 50 anos, com a expansão da população urbana e o crescimento do desenvolvimento industrial e tecnológico, as poucas fontes disponíveis de água doce do mundo estão sendo comprometidas ou correndo sério risco. Conforme Rijsberman (2006), durante o século XX, a população mundial triplicou ao passo que o consumo de água aumentou em seis vezes. Diversos estudos apontam que dois terços da população mundial serão afetados pela escassez de água nas próximas décadas. O aumento no consumo de águas de abastecimento permitiu um grande acréscimo no volume de águas residuárias geradas e, em decorrência, a adição de poluentes em águas naturais.

Segundo Paganini (2003), a utilização de efluentes tratados em solos deve ser constantemente monitorada, para que não haja contaminação do sistema solo-água-planta. As recomendações apontadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) destacam a importância da qualidade biológica dos efluentes utilizados na irrigação, para que se diminua a probabilidade de propagação de patógenos, evitando diversas enfermidades.

A existência de inúmeros microrganismos presentes nas águas residuárias, dificulta o isolamento e a identificação dos microrganismos patogênicos, visto que a maioria não é numerosa o suficiente para a identificação em pequenas amostras. Por esse fato existem os microrganismos indicadores de contaminação fecal, por serem de fácil detecção e indicarem a presença de material fecal, sendo utilizado para tanto, um subgrupo dos coliformes totais, denominados coliformes termotolerantes. Alguns autores sugerem a utilização da bactéria *Escherichia coli*, visto que nem todos os coliformes termotolerantes são de origem exclusivamente fecal (PAGANINI, 1997).

Conforme Ungaro et al. (2009), nos dias atuais, o girassol pode ser utilizado como planta medicinal, melífera, produtora de silagem e de forragem, melhoradora do solo e ornamental, como também na adubação verde. Em 1998, por iniciativa de indústrias e cooperativas elencadas ao

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS) - São Cristóvão, SE, Brasil – airanmiguel@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE, Brasil - roseanne.carvalho@uol.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS) – São Cristóvão, SE, Brasil - gregorioufs@gmail.com

setor de óleos vegetais e a partir de 2003, com o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, o girassol passou a integrar dentre as oleaginosas destinadas à alimentação humana e a energia veicular. Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar a influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. A abordagem objeto deste trabalho assume um fator de grande relevância na prevenção de doenças aos moradores situados no entorno das estações de tratamento, além de incentivar a formação do mercado de água de reuso em Sergipe, temática inovadora e de elevado interesse ao Estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), localizada na Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão/Sergipe. O experimento foi compreendido entre os meses de julho a setembro de 2012, cujo plantio foi realizado no dia 03/07/2012 com sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) em vasos plásticos com volume de 22,08 dm<sup>3</sup>, irrigadas conforme a demanda evapotranspirométrica. Os tratamentos utilizados foram diferenciados em proporções de efluente tratado e água da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO). O efluente tratado utilizado no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Rosa Elze, localizada no município de São Cristóvão, Estado de Sergipe. As fontes de irrigação utilizadas no experimento foram duas: água potável da DESO e águas residuárias tratadas (efluente), proveniente da ETE Rosa Elze. O solo do experimento foi preparado conforme as necessidades da cultura. O delineamento experimental realizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído por cinco tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos pelas proporções:

**Tratamento 1** - 100% de água DESO

**Tratamento 2** - 100% de Efluente

**Tratamento 3** - 50% de água DESO + 50% de efluente

**Tratamento 4** - 25% de água DESO + 75% de efluente

**Tratamento 5** - 75% de água DESO + 25% de efluente

O efluente e a água foram distribuídos sobre os vasos por meio de sistema de irrigação, sendo contabilizada a carga de N e P do efluente como aporte de nutrientes.

A irrigação foi realizada diariamente e repostada individualmente em cada vaso; a demanda referência foi estimada diariamente, utilizando o método padrão FAO 56 e auxiliado diariamente por uma estação meteorológica automática dentro da casa de vegetação. Após a análise química do solo, foi realizada a recomendação para a adubação de potássio (K) e fósforo, além do incremento de boro (B) e zinco (Zn). Aos 15 e 36 dias após a semeadura, foram realizadas respectivamente, a primeira e a segunda adubação de uréia. Aos 70 dias, com a floração superior a 50 %, foi efetuado o corte rente ao solo de todo o material vegetal para a análise microbiológica: análises de coliformes termotolerantes, *E. coli*, *Salmonella*, bolores e leveduras.

O material foi devidamente acondicionado, identificado e colocado em estufa. Quando secos, foram moídos e levados para análises no Instituto Tecnológico de Pesquisa de Sergipe (ITPS).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados microbiológicos obtidos na presente pesquisa foram comparados com padrões legais sob esfera federal estabelecida. Pode-se observar que, todos os tratamentos utilizados estavam dentro dos padrões da Agência Nacional da Saúde (ANVISA), incluindo o tratamento cinco (T5), composto na sua totalidade por águas residuárias tratadas. A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12 de 02/01/2001 (Brasil, 2001) determina 50 NMP g<sup>-1</sup> como contagem máxima de coliformes termotolerantes ou *E. coli*, para farinhas, massas alimentícias e similares, no subitem de produtos a base de amidos, farinhas semielaborados (processos industrializados) estáveis à temperatura ambiente. Os resultados de coliformes termotolerantes encontrados foram valores menores que 3,0 NMP g<sup>-1</sup>, portanto pode-se observar que atendem aos parâmetros da legislação.

Em relação a *Salmonella sp.*, os padrões microbiológicos recomendados são ausência em 25 gramas, valores estes devidamente atendidos devido ao fato que, para a preparação da silagem, o material foi colocado em estufa a 65°C e essas bactérias à esta temperatura desnaturam-se até a morte. Em relação aos bolores e leveduras também foram utilizados os padrões com valores de 50 UFC g-1 e observou-se que os valores obtidos foram menores que 10 UFC g-1, excetuando uma repetição no tratamento5 que apresentou um resultado menor de 100 UFC g-1. Diante do exposto, os resultados mostram que as águas residuárias tratadas poderão ser empregadas na irrigação de culturas de girassol. Cabe salientar que o aproveitamento de esgotos sanitários na agricultura depende de ações conjuntas dos governos federal, estaduais e municipais, no que se refere ao planejamento adequado para uso e ocupação do solo, implantação de infraestrutura para coleta e tratamento dos esgotos gerados e desenvolvimento de programas que incentivem o uso de esgotos tratados para irrigação. Uma política criteriosa de reuso transforma a problemática poluidora e agressiva dos esgotos, em um recurso econômico, além de que, com os devidos cuidados e vencidas as resistências de natureza cultural apresentar-se-á como uma solução sanitariamente segura, economicamente viável e ambientalmente sustentável. É importante ressaltar a necessidade de estudos voltados à análise da qualidade microbiológica do solo utilizado na cultura, para assegurar o sistema solo-água-planta.

## CONCLUSÕES

1. A matéria seca da parte aérea do girassol irrigado com efluentes de lagoas de estabilização poderá ser utilizada para a alimentação animal sob as condições estudadas, uma vez que os resultados se encontraram dentro dos padrões sanitários aceitáveis destinados à alimentação humana, legislação esta que foi utilizada pela inexistência de parâmetros voltados à alimentação do demais animais. Ademais a influência da irrigação com águas residuárias apresentou-se de forma positiva em diversos trabalhos relativos à temática, aumentando inclusive a produtividade das culturas estudadas.

2. Como não houve diferenciação substancial relativa entre os tratamentos utilizados na pesquisa, poder-se-á irrigar culturas de girassol com 100% das águas residuárias tratadas, otimizando a destinação desse material.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos disponibilizados e à EMBRAPA Tabuleiros Costeiros por cederem às sementes, o solo e pelo apoio técnico disponibilizado.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde (MS) Agência Nacional da Saúde (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil Brasília, DF, 10 fev. 2001. Seção 1. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)>. Acesso em: 03 out. 2012.

PAGANINI, W. S. Disposição de esgotos no solo (escoamento à superfície). 01. ed. São Paulo: Fundo Editorial da AESABESP, 1997. v. 01. 256 p.

PAGANINI, W. S. Reuso de água na agricultura. In: MANCUSO P. S. S.; SANTOS H. F. (Eds). Reuso de água. Baureri: Manole, 2003. p.338-401

RIJSBERMAN, F. R. *Water scarcity: fact or fiction?* Agricultural Water Management, v. 80, p. 5-22, 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 624p.

UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009.

## **Avaliação da Influência da Mata Ciliar na Bacia do Rio Siriri, Sergipe, sobre o Escoamento Superficial e Produção de Sedimentos via Modelo SWAT**

Ricardo de Aragão<sup>1</sup>; Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>2</sup>; Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>3</sup>; Luciana Coêlho Mendonça<sup>4</sup>; & Silmara de Moraes Pantaleão<sup>5</sup>

**RESUMO:** *A necessidade cada vez mais crescente por recursos naturais fez crescer o desmatamento em bacias hidrográficas, principalmente nas áreas de nascente e da mata ciliar. A mata ciliar contribui para o incremento de recarga para os aquíferos, redução da energia das águas superficiais e da carga poluidora que chega até o rio. Faz-se necessário, portanto, determinar a área de vegetação que pode ser preservada como mata ciliar e qual seria a efetiva influência desta para a redução da produção de sedimento e o aumento da infiltração. Esta verificação foi conduzida com a aplicação do modelo SWAT à bacia do Rio Siriri (Sergipe), considerando como cenários, a condição de uso e cobertura do solo existente no ano 2005 (C1) uma faixa de mata ciliar, com 30 m largura para cada lado da margem, ao longo de todos os cursos de água e das nascentes (C2). Os resultados mostraram que houve o incremento da recarga para os aquíferos (cenários C1 para C2), redução do escoamento superficial que chega ao exutório da bacia e redução da carga de sedimento, porém com pequeno percentual.*

**Palavras-chave:** modelagem hidrológica, carga poluidora, Sergipe

### **INTRODUÇÃO**

A necessidade cada vez mais crescente por bens de consumo fez crescer o desmatamento em bacias hidrográficas, principalmente nas áreas de nascente e da mata ciliar. A mata ciliar contribui para infiltração, para a redução da energia do escoamento superficial, e previne que a carga de sedimentos advinda das vertentes seja depositada no leito dos corpos de água. Surge assim a necessidade por informações sobre a área mínima de vegetação que pode ser disponibilizada como mata ciliar e a influência desta mata sobre os processos hidrossedimentológicos que ocorrem na bacia. Este objetivo pode ser alcançado através do emprego de modelos hidrossedimentológicos de base física, como é o caso do modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool), acoplado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o ArcSWAT (Neitsch et al., 2005; Garbossa et al., 2011).

Ao longo dos últimos dois séculos, a bacia do rio Siriri, em Sergipe, foi bastante impactada pelo binômio cana-de-açúcar x pastagem, restando menos que 6% da sua vegetação natural, principalmente na sua mata ciliar (Aragão et al., 2012). Assim surge a necessidade de reflorestamento desta zona ribeirinha, para preservação do rio e da sua vida aquática. Neste sentido, o modelo SWAT foi aplicado à bacia do rio Siriri, tributário do rio Japarutuba pela margem direita, visando determinar a efetiva influência da mata ciliar sobre o escoamento superficial e produção de sedimentos, considerando, para tanto, dois cenários de uso e ocupação do solo.

### **MATERIAIS E MÉTODO**

<sup>1</sup> Professor, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba/CCA, Campus II, bairro Universitário, Areia – Paraíba, CEP-58397-000, ricardoaragao@cca.ufpb.br ([apresentador do trabalho](mailto:ricardoaragao@cca.ufpb.br));

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, [masacruz@cpatc.embrapa.br](mailto:masacruz@cpatc.embrapa.br);

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, [julio.amorim@embrapa.br](mailto:julio.amorim@embrapa.br);

<sup>4</sup> Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, [lumendon@uol.com.br](mailto:lumendon@uol.com.br);

<sup>5</sup> Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, [spleao@yahoo.com.br](mailto:spleao@yahoo.com.br)

A bacia do Rio Japarutuba (10°13'00" e 10°47'00" de latitude Sul e 36°48'00" e 37°19'00" de longitude Oeste) tem uma área de 1687,67 km<sup>2</sup>. A bacia é composta por três sub-bacias: Japarutuba (54% da área total), Siriri (23,37% da área total) e Japarutuba-Mirim (22,63% da área total). A sub-bacia do rio Siriri está totalmente inserida na porção agreste da bacia do rio Japarutuba, tem comprimento de cerca de 60 km e área de drenagem de ~308 km<sup>2</sup>.

Para a simulação dos processos hidrossedimentológicos que ocorrem na área da bacia do rio Siriri foi empregado o modelo SWAT - Soil and Water Assessment Tool (Neitsch et al., 2005), que é um modelo contínuo no tempo, de base física e distribuído. O modelo pode simular o escoamento superficial, a erosão nos planos e nos canais, o transporte de nutrientes e de pesticidas na escala de bacias no passo de tempo diário. Por ser distribuído, cada elemento, plano ou canal, poderá ter seu próprio conjunto de parâmetros que o caracteriza adequadamente (Garbossa et al., 2011). Para o SWAT, a bacia é dividida em sub-bacias e cada uma destas é dividida em unidades de resposta hidrológica (HRU - Hydrologic Respose Unit) que consiste em uma combinação única de uso e cobertura da terra, tipo de solo e declividade dentro da bacia.

Foram utilizados dados diários relativos a precipitação e clima (temperatura, velocidade do vento) que cobrem o período de 1983 a 2009 e são provenientes da estação agroclimatológica Fazenda Experimental Pirangi (latitude 10°29 Sul e longitude 37°04 Oeste). Os dados de vazão média diária cobrem o período 1983 a 2009, tendo sido coletados no posto Rosário do Catete (ANA, 2014). Os dados de altimetria, em espaçamento de 90 m x 90 m, são oriundos da missão topográfica radar Shuttle SRTM (Aragão et al., 2012) e foram utilizados para a geração do modelo digital do terreno que foi empregado na discretização da sub-bacia para uso no modelo. Para a modelagem, informações relativas a uso e cobertura do solo para o ano de 2005, ao tipo e à textura do solo, granulometria, profundidade e quantidade de horizontes do solo todos fornecidos por SEMARH (2011) ou, quando estes não foram disponibilizados, empregaram-se valores disponíveis na literatura (Neitsch et al., 2005).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram considerados dois cenários (C) de uso e cobertura da terra (Figura 1): o uso da terra no ano 2005, C1; uma faixa de mata ciliar com 30 m de largura a partir de cada margem ao longo de todos os cursos de água considerando o uso da terra no ano 2005 (C2). Tomou por base o que consta no novo Código Florestal, Lei 12.651 (Brasil, 2012) no que se refere à delimitação de área de preservação permanente (capítulo II, Seção 1, Art. 4, alínea I).

Devido ao acoplamento do modelo com o SIG, o sistema gera valores iniciais dos parâmetros por ele considerado com base nos dados do solo, do uso do solo e de declividade do terreno. Aragão et al. (2012), utilizando o mesmo período de dados de chuva e de vazão aqui empregados (1983-2009), determinaram, via análise de sensibilidade, os parâmetros mais influentes no processo chuva x vazão. Considerando o fato que não existem dados de vazão disponíveis para o cenário 2, optou-se por não efetuar a calibração dos parâmetros do modelo para os cenários em questão. Sendo assim, foram considerados os parâmetros identificados por Aragão et al. (2012) e os seus respectivos valores iniciais fornecidos pelo modelo. Na sequência, foi considerado o período 1985-1987 para "aquecimento" do modelo e o período 1988-2009 para simulação. Por fim, foi realizada uma análise qualitativa dos resultados fornecidos pela simulação para os dois cenários citados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos os valores médios anuais das variáveis que compõem o balanço hídrico (Tabela 1). Tomando-se como valor base àqueles obtidos para o cenário C1, condição real da bacia em 2005, observa-se que houve uma diminuição do escoamento superficial, bem como um aumento da recarga para o aquífero. Nota-se também que o escoamento lateral foi cada vez maior. Se considerados os percentuais de área de floresta com relação área total para os dois cenários (C1=19,5%; C2=24,15%), a redução no escoamento pode ser considerada expressiva.

Em se tratando de produção de água e comparando-se os resultados dos cenários C1 e C2, nota-se uma pequena diminuição dos valores das variáveis listadas (Tabela 1). Isto ressalta o fato de que, para a bacia em questão e considerando os dados utilizados, a implantação de mata ciliar

ao longo apenas do rio principal será benéfica, porém o resultado será pouco expressivo em termos de escoamento superficial.

Além disso, tanto o aquífero profundo como o raso foram favorecidos com este pequeno crescimento da cobertura vegetal (Tabela 1). Os resultados também mostraram que o crescimento, mesmo que reduzido, da área de vegetação nativa leva a uma maior evapotranspiração, o que contribuirá para o aumento da umidade no local e a provável ascensão desta massa úmida para as camadas mais altas da atmosfera. Não foi possível comparar os valores de vazão calculada com os seus respectivos observados, tendo em vista o fato de que não foi efetuada a calibração dos parâmetros.

Com relação à influência da mata ciliar para a redução de carga de sedimentos/poluentes que chega ao rio, esta foi efetivamente observada, quando da transição de C1 para C2. Ou seja, assim como para o incremento da infiltração, houve uma maior retenção da carga de sedimentos que vem dos planos, quando houve o aumento da faixa vegetada ao longo dos mananciais.

## CONCLUSÕES

1. A mata ciliar é um eficiente elemento para a redução da carga de sedimentos e sua eficiência aumenta com o aumento da sua largura e da sua extensão;
2. Reflorestamento apenas das margens dos grandes corpos hídricos não causará o impacto positivo esperado;
3. O modelo SWAT foi eficiente em simular o comportamento da bacia em face das mudanças de cenários de uso do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq, FINEP, UFS, EMBRAPA, ANA, CPRM, e SEMARH-SE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Portal HIDROWEB. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 de jan. 2014.

ARAGÃO, R.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. **Modelagem do escoamento na sub-bacia do rio Japarutuba-Mirim (SE) através do modelo SWAT**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 11., 2012. Anais. João Pessoa, ABRH, 2012. CD-ROM.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário oficial da união, Brasília, 2012.

GARBOSSA, L. H. P.; VASCONCELOS, L. R. C. **The use and results of the Soil and Water Assessment Tool in Brazil: A review from 1999 until 2010**. In: 2011 International SWAT Conference & Workshops. Anais. Toledo, Spain, 2011.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J.G.; KINIRY, J.R.; WILLIAMS, J. R. **Soil and Water Assessment Tool – Theoretical Documentation – version 2005**. USDA Agricultural Research Service. 2005.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. Atlas Digital de Recursos Hídricos. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe/Superintendência de Recursos Hídricos: Aracaju, 2011.

Tabela 1 - Valores médios anuais de variáveis provenientes do balanço hídrico para os cenários estudados.

Variáveis	C1	C2
Valor médio de CN	68,62	67,87
Total precipitado (mm)	1127,5	1127,5
Escoamento superficial (mm)	158,32	152,56
Escoamento lateral (mm)	137,37	137,24
Contribuição de água subterrânea para o trecho (mm)	326,36	329,33
Quantidade de água movendo do aquífero para o solo (mm)	8,82	8,82
Recarga para o aquífero profundo (mm)	17,64	17,80
Recarga para o aquífero raso (mm)	352,82	355,96
Produção total de água (mm)	622,05	619,13
Percolação (mm)	465,45	465,81
Evapotranspiração real (mm)	478,7	481,30
Evapotranspiração potencial (mm)	879,50	879,50
Produção de sedimentos a partir dos planos (ton/ha)	0,014	0,013
Razão fluxo nos canais/precipitação	0,55	0,55
Razão escoamento de base/fluxo total	0,75	0,75
Razão evapotranspiração/precipitação	0,42	0,43

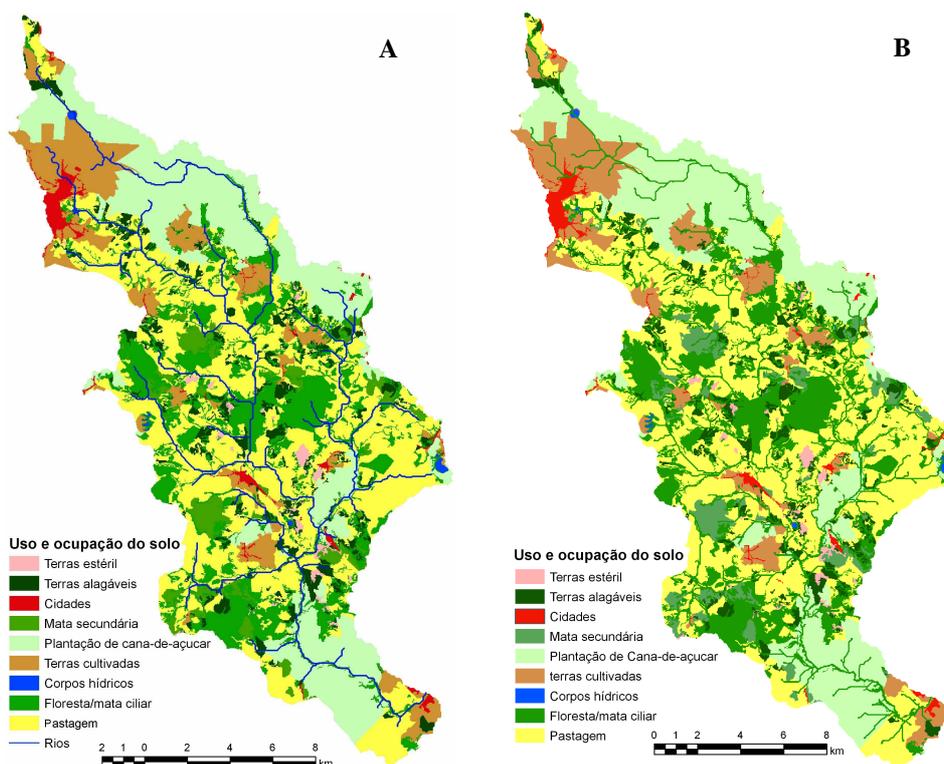


Figura 1. Uso e cobertura da terra de acordo com os cenários: A - condição real da bacia no ano 2005 (C1); B - mata ciliar com largura de 30 m ao longo de todos os cursos de água (C2).

## Avaliação da Qualidade da Água do Rio Sergipe no Município de Laranjeiras, Sergipe- Brasil

<sup>1</sup>Majane Marques Dias Lessa <sup>2</sup>Ana Alexandrina Gama da Silva

**RESUMO:** Este estudo apresenta os resultados obtidos nas campanhas de monitoramento dos parâmetros da qualidade da água (temperatura, pH, nitrogênio amoniacal, DBO, DQO, chumbo, fósforo, oxigênio dissolvido, coliformes fecais e toxicidade crônica) do Rio Sergipe, coletadas nas estações, seca e chuvosa, a montante (Latitude: 10°46,147", Longitude: 37°09,092") e a jusante (Latitude: 10°46,66", Longitude: 37°08,021") do rio Sergipe, entre os meses de fevereiro de 2010 a janeiro de 2011. As coletas foram realizadas em duas profundidades, superfície e fundo. A maioria dos parâmetros analisados apresentou resultados conforme os preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357/2005 e 397/2008. Observou-se que: i) o pH, temperatura, DBO, DQO, fósforo total e chumbo, em ambas as estações, apresentaram resultados compatíveis com a Resolução. Apenas o parâmetro oxigênio dissolvido apresentou resultados abaixo do padrão exigido pela legislação; ii) o parâmetro coliforme fecal mostrou-se elevado em ambas as estações; iii) a toxicidade crônica foi positiva na estação a montante em julho de 2010, e em ambas as estações no mês de janeiro 2011. Concluiu-se que ações antrópicas têm contribuído para degradação do rio através do lançamento de dejetos sanitários sem tratamento prévio, podendo em médio prazo comprometer a qualidade da água do Rio Sergipe.

**Palavras- chave:** água, monitoramento, Sergipe.

### INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais, a água é o que possui maior destaque, pois sua disponibilidade é necessária a todo tipo de vida no planeta, bem como para a maioria dos meios de produção (MEYBECK et al, 1996). A qualidade da água é determinada através da medição de alguns parâmetros biológicos, análises bacteriológicas – coliformes totais e fecais e físico-químicos da água, tais como: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial hidrogênico (pH) e avaliação da presença de poluentes. Também através do aumento da concentração de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, no caso da poluição orgânica. Em geral, as avaliações da qualidade da água através dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos atendem ao uso para agricultura, consumo doméstico e industrial, mas não atendem às dimensões estéticas de lazer ou ecológicas (BAPTISTA et al., 2000).

No contexto hidrográfico do Estado de Sergipe, a bacia do rio Sergipe é a que apresenta maior diversidade em relação aos seus usos, em geral, conflitantes, entre a irrigação e o abastecimento. No que se refere aos aspectos de ordem fisiográficas muitas vezes, condicionam uma variação espacial quantitativa e qualitativa da disponibilidade hídrica (ARAUJO. M. H, 2007).

Diante da atual situação, relacionada aos usos múltiplos das águas da bacia do rio Sergipe, este estudo teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial e temporal dos parâmetros de qualidade da água, tais como: temperatura, pH, OD, DBO, demanda química de oxigênio- DQO, nitrogênio amoniacal, fósforo total, coliformes fecais termotolerantes, chumbo e toxicidade crônica, em duas estações previamente georreferenciadas e em duas profundidades da coluna d'água (superfície e fundo). Tais estações localizam- se à montante e à jusante do povoado Bom Jesus dos Navegantes no município de Laranjeiras- SE.

O desenvolvimento deste estudo permite acompanhar as interferências das atividades antrópicas no rio Sergipe a fim de preservar a qualidade da água deste recurso hídrico.

### MATERIAIS E MÉTODO

Para a coleta das amostras de água foram selecionados dois pontos ao longo do rio

Sergipe, localizados entre os povoados de Pedra Branca e Bom Jesus dos Navegantes, no município de Laranjeiras- SE. As amostras foram coletadas em duas estações, seca e chuvosa, e em duas profundidades, superfície e fundo, a montante e a jusante do rio nas seguintes coordenadas geográficas: A montante (Latitude: 10°46,147" e Longitude: 37°09,092") e a jusante (Latitude: 10°46,66" e Longitude: 37°08,021"). As amostras foram coletadas com auxílio de uma embarcação, a uma distância máxima de 5 km da margem. Na estação à montante do povoado Bom Jesus dos Navegantes, a profundidade da coleta da amostra da água foi cerca de 5m, enquanto que na estação à jusante foi cerca de 7 m de profundidade.

As frequências das análises dos parâmetros foram mensais e semestrais. As coletas foram realizadas de acordo com o método descrito pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB, 2005). Para tanto foi utilizada a garrafa de Niskin, confeccionada com material inerte. As variáveis temperatura da água e pH foram medidas *in situ* utilizando uma sonda multiparamétrica (WATERPROOF®), previamente calibrada. O parâmetro de OD, também foi medido em campo com auxílio da sonda portátil da marca HANNA.

As coletas e armazenamentos das amostras para análise de qualidade da água foram realizados seguindo os procedimentos adequados para garantir a integridade das amostras e confiabilidade dos resultados.

O teste de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia* foi realizado de modo a observar os efeitos de sobrevivência e reprodução sobre este organismo durante um período de 7 dias, sendo considerados tóxicos os resultados significativamente diferentes em relação ao controle.

As metodologias empregadas para as análises dos parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos dos ensaios de ecotoxicologia foram as conforme adotadas pelo laboratório ECOLABOR-SP: AWWA- APHA- WPCI- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21ª Edição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados semestrais das análises dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e ecotoxicológicos, das águas do Rio Sergipe, obtidos em julho de 2010 e em janeiro de 2011, nas estações a montante e a jusante estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Comparando as análises de OD dos meses de janeiro e julho, observou-se que a produção primária de OD foi mais elevada no mês de julho tanto a montante quanto a jusante dos pontos de medidas. Devido à maior disponibilidade de nutrientes e a maior incidência de luz, no mês de janeiro, ocorreu o aumento da concentração de matéria orgânica autóctone, principalmente, nas águas de fundo, onde ocorre remineralização bêntica. A maior contribuição de matéria orgânica alóctone pela drenagem fluvial, contribuiu para o aumento do consumo de OD no mês de janeiro.

As concentrações do fósforo total diminuíram nas duas campanhas realizadas, variando de 0,089 mg L<sup>-1</sup> a 0,099 mg L<sup>-1</sup> em julho de 2010 e de 0,044 mg L<sup>-1</sup> a 0,052 mg L<sup>-1</sup> em janeiro de 2011. Em ambas as amostragens a concentração deste nutriente se mostrou em conformidade com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.

O chumbo não foi detectado em nenhuma das campanhas realizadas. Os coliformes fecais indicaram aporte antrópico na campanha de julho de 2010 em ambas as estações, com valores entre 390 e 2.800 NMP/100ml, em desacordo com a Resolução CONAMA 357/05 para águas salobras de Classe 1. Em janeiro de 2010 as concentrações de coliformes diminuíram devido ao carreamento menor de matéria orgânica nos meses que não chove na região, se adequando ao limite estabelecido pela legislação pertinente.

No mês de julho, os testes de toxicidade crônica com *Ceriodaphnia dubia*, a montante, revelaram toxicidade com 10% de mortalidade dos organismos. Na estação a jusante não ocorreu toxicidade crônica. Em janeiro, os testes revelaram toxicidade tanto para a amostra a montante quanto para a jusante, com mortalidade de 100% dos organismos em ambas as amostras.

A variação da temperatura nas águas do rio Sergipe refletiu, de maneira clara, a diferença entre as estações seca (setembro a março) e chuvosa (abril a agosto) ao longo do período monitorado (Figura 1). A temperatura da água variou entre 26,20 C° e 31,90 C° na estação a montante, e entre 26,23 C° e 31,57 C° na estação a jusante. Não foram observadas diferenças significativas entre as temperaturas de superfície e fundo. A variação de pH no período monitorado foi de 5,50 a 8,45 na estação a montante e de 6,50 a 8,50 na estação a jusante (Figura 1). Na estação a montante, observaram-se variações expressivas entre a superfície e o

fundo nos meses de abril, junho e julho. A maior diferença entre superfície e fundo foi observada no mês de junho de 2010. Na estação a jusante as diferenças de pH entre superfície e fundo foram mais expressivas entre os meses de julho e setembro (Figura 1), sendo este o período onde foram registrados os maiores valores de pH. O teste de Mann-Whitney revelou diferenças significativas entre os valores de pH de superfície e fundo ( $p=0,00012$ ).

O nitrogênio amoniacal variou entre 0,01 e 0,38 mg.l<sup>-1</sup> na estação a montante e entre 0,01 e 0,27 mg.l<sup>-1</sup> na estação a jusante (Figura 2). Na estação a montante a maior concentração (0,38 mg.l<sup>-1</sup>) de nitrogênio amoniacal foi registrada em outubro de 2010 na água de fundo, sendo essa concentração aproximadamente 14 vezes maior que o valor registrado (0,02 mg.l<sup>-1</sup>) na água de superfície. Na estação a jusante a maior concentração (0,27 mg.l<sup>-1</sup>) foi registrada na superfície em setembro de 2010. Essa concentração foi aproximadamente 9 vezes maior que o valor registrado (0,03 mg.l<sup>-1</sup>) na água de fundo. As diferenças entre as águas de superfície e fundo no que tange aos teores de nitrogênio amoniacal são decorrentes dos processos de mineralização de matéria orgânica.

As concentrações de DBO, medidas a partir do mês de abril de 2010 a janeiro de 2011, foram em torno de 1,00 mg/ L<sup>-1</sup> na estação a jusante e 59,00 mg/ L<sup>-1</sup> na estação a montante (Figura 1 "g"). Os maiores valores de DBO ocorreram nos meses de abril de 2010 na estação a jusante, 29,00 mg/ L<sup>-1</sup>, e no mês de maio de 2010, na estação a montante, com valor de 59,00 mg/ L<sup>-1</sup>, ambos em desacordo com o limite recomendado pela legislação pertinente. A DQO variou entre 18,00 e 120,00 mg/ L<sup>-1</sup>, sendo medida apenas no período de maio a setembro de 2010 e em novembro do mesmo ano e janeiro de 2011 (Figura 3). A maior concentração de DQO, 120,00 mg/ L<sup>-1</sup> foi registrada a montante, em maio de 2010. Na estação a jusante, as maiores concentrações de DQO ocorreram nos meses de maio e setembro de 2010, com valores de 30,00 e 38,00 mg/ L<sup>-1</sup>, respectivamente. Segundo as classificações sugeridas por CRITES & TCHOBANOGLIOUS (1998) apud GIANANTE (2002).

## CONCLUSÕES

1. O pH, temperatura, DBO, DQO, fósforo total e chumbo, em ambas as estações apresentaram resultados compatíveis com a Resolução. Apenas o parâmetro oxigênio dissolvido apresentou resultados abaixo do padrão exigido pela legislação; o parâmetro coliforme fecal mostrou-se elevado em ambas as estações;
2. A toxicidade crônica foi positiva na estação a montante em julho de 2010, e em ambas as estações no mês de janeiro 2011;
3. As ações antrópicas têm contribuído para degradação do rio através do lançamento de dejetos sanitários sem tratamento prévio, podendo em médio prazo comprometer a qualidade da água do Rio Sergipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

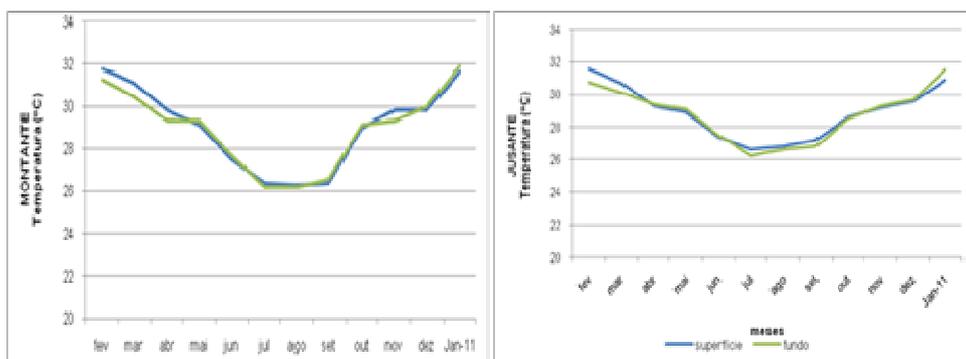
- ARAUJO, M. H. Estuário do Rio Sergipe: importância e vulnerabilidade. Livro Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação. 1 ed. José do Patrocínio Hora Alves (Org), Aracaju- Sergipe, 2009, 65p.:
- BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMAIN, J.L.; BUSS, D.F.; EGLER, M. Perspectivas do uso do biomonitoramento para avaliação da saúde ambiental de ecossistemas aquáticos. In: WORKSHOP "ÁGUA, MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS", 2002, Rio de Janeiro, 2000. Anais. UNI- Rio.
- CRITES, R. W., & Tchobanoglous, NATURAL WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS. NEW YORK.1998. 413p.
- GIANANTE, A. E. A VARIAÇÃO DE RELAÇÃO DQO/DBO EM ESGOTOS SANITÁRIOS: O CASO DA ETE JUNDIAÍ. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória- ES, 2002.
- MEYBECK.M, WATER QUALITY MONITORING, 2005, Enciclopédia de Ciências Hidrológicas. Disponível em: < <http://www.sisyphe.upmc.fr/~meybeck/MM/>>.

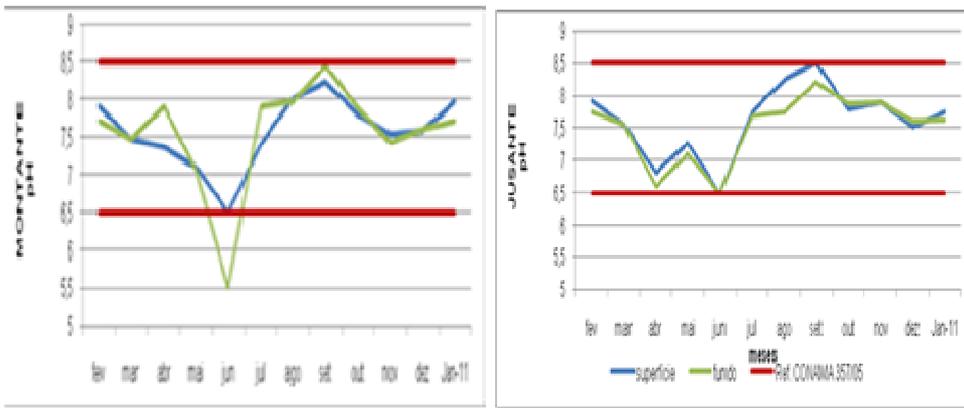
**Tabela 1:** Resultados das análises semestrais da água coletadas na estação amontante localizado no povoado Bom Jesus dos Navegantes, município de Laranjeiras- SE, nas profundidades Superfície e Fundo entre os anos de 2010 e 2011.

Ponto Montante					
Parâmetros	Unidades	CONAMA 357/05 p/ águas Salobras de Classe 1.	Profundidade da coleta	Julho- 2010	Janeiro- 2011
OD	mg/ L	≥5	Superfície	6,8	6,3
			Fundo	6,6	4,7
Fósforo total	mg/ L	0,124	Superfície	0,089	0,052
			Fundo	0,098	0,044
Coliformes fecais termotolerantes	NMP/ 100ml	1000	Superfície	2.800	78
			Fundo	390	20
Chumbo	mg/ L	0,01	Superfície	Não detectado	Não detectado
			Fundo	Não detectado	Não detectado
Toxicidade crônica (1 org.)- Ceriodaphnia dubia	-	-	-	Tóxica	Tóxica

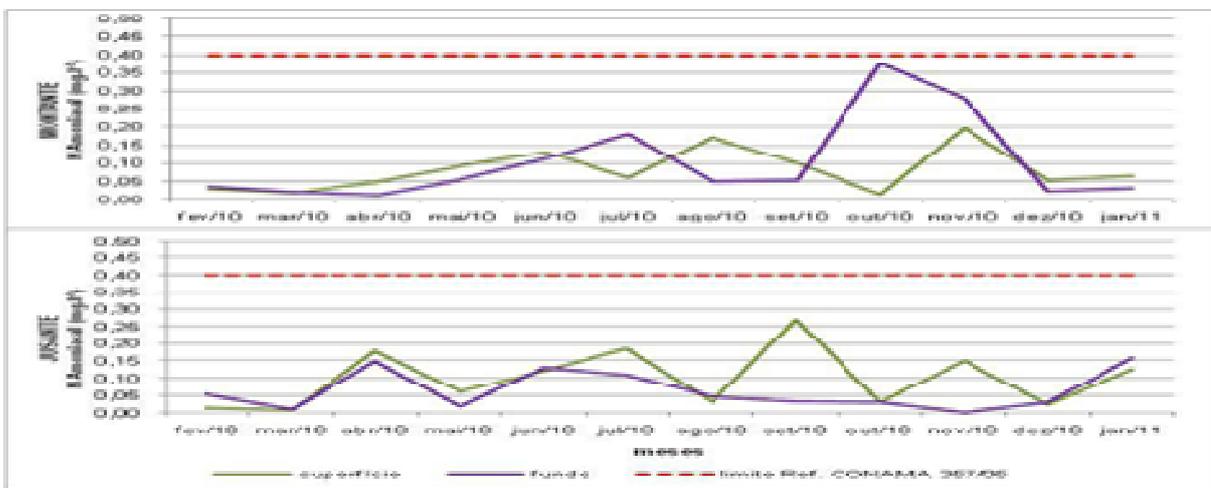
**Tabela 2:** Resultados das análises das águas coletadas na estação a jusante localizada próximo ao povoado Pedra Branca, município de Laranjeiras- SE, nas profundidades Superfície e Fundo, com periodicidade semestral, entre os anos de 2010 e 2011.

Ponto Jusante					
Parâmetros	Unidades	CONAMA 357/05 p/ águas Salobras de Classe 1.	Profundidade da coleta	Julho- 2010	Janeiro- 2011
OD	mg/ L	≥5	Superfície	7,0	5,32
			Fundo	6,8	3,8
Fósforo total	mg/ L	0,124	Superfície	0,096	0,043
			Fundo	0,099	0,044
Coliformes fecais termotolerantes	NMP/ 100ml	1000	Superfície	1.700	230
			Fundo	1.300	130
Chumbo	mg/ L	0,01	Superfície	Não detectado	Não detectado
			Fundo	Não detectado	Não detectado
Toxicidade crônica (1 org.)- Ceriodaphnia dubia	-	-	-	Não Tóxica	Tóxica

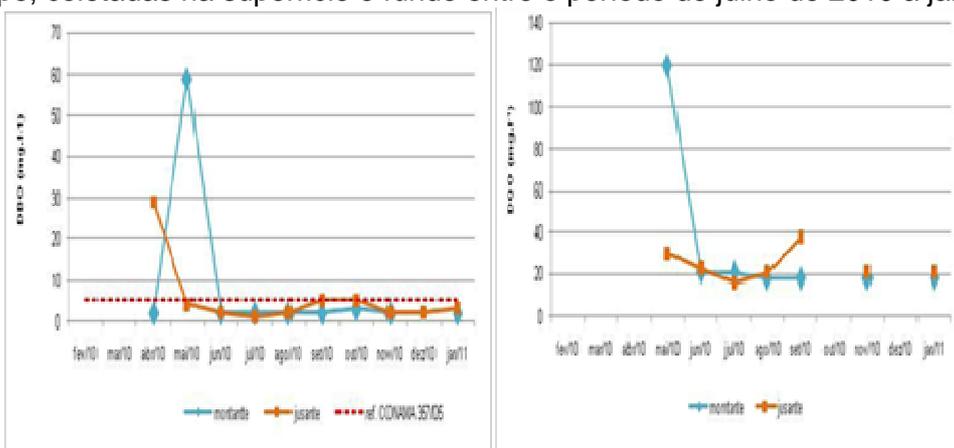




**Figura 1.** Variação mensal da temperatura e pH da água a montante e a jusante do Rio Sergipe, coletadas na superfície e fundo entre o período de julho de 2010 a janeiro de 2011.



**Figura 2.** Variação mensal do nitrogênio amoniacal da água a montante e a jusante do Rio Sergipe, coletadas na superfície e fundo entre o período de julho de 2010 a janeiro de 2011.



**Figura 3.** Variação mensal do DBO e DQO a montante e a jusante do Rio Sergipe, coletadas na superfície e fundo entre o período de julho de 2010 a janeiro de 2011.

## **Avaliação da Qualidade da Água: Herbicidas e Coliformes Termotolerantes no Rio Fundo, no Município de Estância, Sergipe**

Camila Gomes dos Santos Souza<sup>1</sup>; Neuma Rúbia F. Santana<sup>2</sup> & Valdo de Jesus Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** *O crescimento econômico provocou aumento na utilização dos recursos naturais disponíveis, principalmente da água. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental da água de um trecho do Rio Fundo, no município de Estância, Sergipe. A sub-bacia hidrográfica do Rio Fundo, localizada na porção sudeste do Estado, é afluente do Rio Piauí pela margem esquerda e possui importância econômica, produtiva e socioambiental. Os métodos de coleta e de análises de águas seguiram os padrões estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005. As amostras de água foram encaminhadas para a realização de análise no Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS). A presença de coliformes aponta a contaminação recente deste trecho por microrganismos de origem fecal e leva à comprovação de contaminação das águas por esgotos domésticos. As duas amostras de água analisadas não apresentaram resultados detectados para a soma de glifosato e AMPA, ou seja, os valores nas amostras estavam abaixo do limite de quantificação pelo método utilizado e do valor máximo de 65 µg/L permitido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces das classes 1 e 2. Contudo, conclui-se que deverão ser estabelecidas metas de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos.*

**Palavras-chave:** recursos hídricos, contaminação, reserva extrativista.

### **INTRODUÇÃO**

O crescimento econômico provocou aumento na utilização dos recursos naturais disponíveis, principalmente da água, que vem se tornando cada vez mais escassa, muito embora no passado se supunha inesgotável.

O comprometimento da qualidade e da quantidade da água tem promovido, em escala mundial, a conscientização ambiental, ainda que recente, levando-se em conta o longo período de degradação do ambiente causada pela ação antrópica (Fontes, 2010).

A escassez hídrica no Estado de Sergipe é agravada pela intensa utilização dos recursos naturais, como consequência de modelos tradicionais de uso e manejo dos recursos de solo e água, e do avanço contínuo do sistema capitalista, subordinando e modelando o espaço geográfico (Fontes, 2010).

A sub-bacia hidrográfica do Rio Fundo localiza-se na porção sudeste do Estado. É afluente do Rio Piauí pela margem esquerda, em seu baixo curso, totalizando uma área de 324,22 km<sup>2</sup> (Fontes, 2010). Nasce próximo ao Povoado Sapé, no município de Itaporanga D'Ajuda, e percorre os territórios dos municípios sergipanos de Salgado e Estância. Formado em sua maior parte por cursos de água perenes, as atividades de maior importância socioeconômica na bacia são agricultura, pecuária e mineração, com exploração de argila, areia, brita, cal, granito e águas minerais (Carvalho & Fontes, 2006).

O agronegócio, modelo agrícola hegemônico hoje no Brasil, tem como base técnico-científica a chamada "Revolução Verde". A tecnologia utilizada pelo modo capitalista de produzir na agricultura brasileira está baseada no uso intensivo da mecanização e dos venenos agrícolas e agroquímicos. Essas duas formas de manejo, além de expulsarem a mão de obra e a população do campo, representam uma agressão permanente ao ambiente, trazendo como consequência desequilíbrios ambientais que afetam toda a população, mesmo a que mora na cidade (Monteiro, 2012).

---

<sup>1</sup> Bióloga/Universidade Federal de Sergipe, Pós-Graduação em Gestão Ambiental e Recursos Hídricos/Faculdade São Luís de França e Pós-Graduanda em Residência Agrária/UFS, [camilagss@hotmail.com](mailto:camilagss@hotmail.com) (apresentadora do trabalho);

<sup>2</sup> Bióloga/doutoranda em desenvolvimento e meio ambiente PRODEMA/UFS. [rubia.aguas@yahoo.com.br](mailto:rubia.aguas@yahoo.com.br);

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo/Universidade Federal de Sergipe, Pós-Graduação em Gestão Ambiental/Faculdade São Luís de França e Recursos Hídricos e Pós-Graduando em Residência Agrária/UFS, [valdomstse@yahoo.com.br](mailto:valdomstse@yahoo.com.br);

O conjunto de práticas agrícolas empregadas por muitos agricultores tradicionais representa, sem dúvida, uma rica fonte de saberes para os trabalhadores atuais que procuram criar agroecossistemas inovadores que se adaptem às condições agroecológicas e socioeconômicas locais (Altieri, 2012).

Por isso, é necessária a análise química e microbiológica da água da área, considerando-se as técnicas utilizadas. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água com relação a herbicidas e coliformes termotolerantes no Rio Fundo, no município de Estância, Sergipe.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, está localizada no município de Estância, território Sul Sergipano. Neste trecho analisado, a água é utilizada na irrigação e dessedentação de animais, apresentando produção agropecuária diversificada e agroecológica, com vistas à preservação dos recursos naturais, a geração de renda, a segurança alimentar e a qualidade de vida da família. Os agricultores e suas famílias plantam espécies florestais, além de frutíferas e hortaliças, destacando-se pela produção de culturas de subsistência. No decorrer do curso do rio, aglomeram-se populações de diversas comunidades e assentamentos que utilizam a água para agricultura, pecuária e consumo. Além de possuir potencial extrativista, com a utilização das comunidades inseridas na Reserva Extrativista do Litoral Sul (Resex), ainda em fase de aprovação.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo As, isto é, tropical chuvoso com verão seco. O qual é caracterizado pela ausência de chuvas de verão e sua ocorrência no inverno, com índices pluviométricos por volta de 1.600,00 mm anuais e temperaturas médias anuais variam de 24,2 a 24,7 °C (Sergipe, 2011). O município de Estância está inserido dentro de quatro unidades geomorfológicas, são elas: Baixada Litorânea, Superfícies Terciárias muito Dissecadas, Superfícies Terciárias dos Baixos Platôs Costeiros e Maciços Residuais. Quanto à repartição do relevo do Estado, na região de Estância é possível identificar as seguintes unidades geomorfológicas: Planície Costeira e Superfície dos Rios.

O município de Estância conta com 1.730 estabelecimentos agropecuários, num total de 40,720 ha (IBGE, 2006). A região concentra vários assentamentos de reforma agrária, apresentando forte demanda social por terras, como se pode ser comprovado pela existência de vários acampamentos de trabalhadores rurais sem-terra, que reivindicam a desapropriação de fazendas para fins de reforma agrária.

Foram realizadas duas coletas, com intervalo de um mês, para avaliar as variações do glifosato e AMPA em suspensão, sendo a primeira (coleta I): Rio Fundo (Estância) em maio de 2013 e a segunda (coleta II): Rio Fundo (Estância) em junho de 2013. As amostras foram obtidas entre 15 e 30 cm abaixo da superfície da água no rio.

Para a coleta e transporte das amostras, foram utilizados recipientes esterilizados fornecidos pelo Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) e garrafas descartáveis de água mineral com capacidade de 500 mL, mantidas em caixa térmica com gelo, para preservação das amostras. Em seguida, foram encaminhadas ao ITPS para realização das análises.

Para análise microbiológica, foi utilizada a metodologia recomendada por *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Rice et al., 2012).

Em laboratório, foi utilizado o equipamento cromatógrafo de íons Dionex (modelo ICS 3000), com detecção por célula de condutividade, equipado com sistema supressor de condutividade ASRS300 2 mm autorregenerante e amostrador automático modelo AS40. Utilizaram-se os reagentes padrão de glifosato (99%) – chemservice e padrão de sete ânions Dionex – standard II (fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, sulfato e fosfato em água deionizada). As soluções estoque e soluções padrão foram preparadas com água deionizada ultrapura obtida no sistema de purificação Milli-Q, Millipore.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados coliformes termotolerantes, definidos como bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tensoativos, que podem ser detergentes ou sabão, frequentemente encontrados no esgoto doméstico, e fermentar a lactose nas temperaturas entre

44 °C e 45 °C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que tenham sido contaminados por material fecal (BRASIL, 2005).

Na primeira coleta realizada, foram encontrados na amostra  $1,4 \times 10^3$  NMP/100 mL coliformes termotolerantes e  $2,4 \times 10^3$  NMP/100 mL coliformes totais. Já na segunda coleta, o número de coliformes termotolerantes aumentou para  $7,0 \times 10^3$  NMP/100 mL e o número de coliformes totais diminuiu para  $1,1 \times 10^3$  NMP/100 mL (Tabela 1). A presença de coliformes registrados aponta a contaminação recente desse trecho por microrganismos de origem fecal e leva à comprovação de contaminação das águas por esgotos domésticos, ou seja, aumento da pressão antrópica.

**Tabela 1.** Resultado da análise microbiológica.

Amostras de água do Rio Fundo/SE					
Ensaio	Coletas	Resultado	Unidade	Método	
Coliformes termotolerantes	I	$1,4 \times 10^3$	NMP/100 mL	SMEWW9221B	
	II	$7,0 \times 10^3$	NMP/100 mL		
Coliformes totais	I	$2,4 \times 10^3$	NMP/100 mL	SMEWW9221A	
	II	$1,1 \times 10^3$	NMP/100 mL		

O glifosato é um dos defensivos agrícolas mais empregados no mundo e no Brasil. Outros estudos têm encontrado em alimentos e águas quantidades altas de ácido aminometilfosfônico (AMPA), provenientes da aplicação de glifosato usado como herbicida de forma desordenada na agricultura. A região em estudo é conhecida pela grande potencialidade agrícola, apresentando área de cultivo da cana-de-açúcar, correspondente à nascente do Rio Fundo próximo a povoados, no município de Itaporanga D'Ajuda.

As duas amostras de água coletadas no trecho do Rio Fundo não apresentaram resultados detectados, ou seja, os valores das amostras analisadas estavam abaixo do limite de quantificação pelo método utilizado e do valor máximo de 65 µg/L permitido pela Resolução Conama nº 357/05 para águas doces das Classes 1 e 2 em relação à soma de glifosato e AMPA (Tabela 2). Na cromatografia, a linearidade de resposta do sistema e a curva analítica do AMPA apresentam limite de detecção (LD) de 0,125 mg/L e limite de quantificação (LQ) de 0,05 mg/L, que devem estar acima dos apresentados pelas amostras coletadas. Uma das possíveis explicações para esse resultado é que as bactérias no ambiente degradam ácido aminometilfosfônico (AMPA). Mas permanece a ênfase na necessidade de monitoramento periódico, principalmente durante o período de cultivo.

**Tabela 2.** Resultado da análise Glifosato + AMPA.

Amostras de água do Rio Fundo/SE					
Ensaio	Coletas	Resultado	Unidade	LQ	Método
Glifosato + AMPA	I	ND	mg/L	0,05	US EPA 300.0
	II	ND	mg/L	0,05	US EPA 300.0

ND: Não Detectado / <LDM

US EPA: United States Environmental Protection Agency.

LQ: Limite de Quantificação do Método.

## CONCLUSÕES

1. A presença de coliformes aponta a contaminação recente deste trecho por microrganismos de origem fecal e leva à comprovação de contaminação das águas por esgotos domésticos. As duas amostras de água analisadas não apresentaram resultados detectados para a soma de glifosato e AMPA, ou seja, os valores nas amostras estavam abaixo do limite de quantificação pelo método utilizado e do valor máximo de 65 µg/L permitido pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces das classes 1 e 2.
2. Deverão ser estabelecidas metas de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos dos corpos de água, baseado não necessariamente no seu

estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade. É recomendada a adoção de políticas públicas eficientes que contemplem criação de unidades de conservação, manutenção dos bosques de mangue, fiscalização, tratamento de efluentes, ações de preservação e ordenamento da ocupação de suas margens, educação ambiental e planejamento familiar para a comunidade.

3. A vida humana, assim como a de todos os seres vivos depende da água. Portanto, é necessário pensar em desenvolvimento a partir da realidade de limitação dos recursos naturais. Nesta perspectiva, ao examinar de perto os resultados e os impactos avaliados, torna-se necessário um exercício constante de monitoramento e avaliação das atividades sobre a área estudada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ª ed. São Paulo: Ed. Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. CONAMA. Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005.

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. Estudo ambiental da Zona Costeira Sergipana como subsídio ao ordenamento territorial. **Revista Geonordeste**, n. 1., p. 10-40, 2006.

FONTES, J. A .C. Caracterização geo-ambiental da sub-bacia do rio Fundo. 2010. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MONTEIRO, D. Agroecossistemas. In: CALDART; PEREIRA; ALENTEJANO; FRIGOTTO (orgs.) **Dicionário da educação do campo**. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. 65p.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. (Eds.). 22<sup>th</sup> ed. **Standards methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association, 2012. 1.496 p.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Diagnóstico florestal do Estado de Sergipe. Aracaju: SEMARH/SBF. 2010. Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/sbf>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia. Atlas digital sobre recursos hídricos de Sergipe. Aracaju: SEPLANTEC/SRH, 2011. CD-ROM.

# AVALIAÇÃO DOS EFEITOS MUTAGÊNICOS DE CONTAMINANTES NA SUB-BACIA DO RIO SIRIRI (SE), POR MEIO DO TESTE SMART EM ASA DE DROSOPHILA MELANOGASTER

Jessyca Adelle Silva Santos<sup>1</sup>, Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>2</sup>, Luciana Coêlho Mendonça<sup>3</sup>, Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>4</sup>, Poliana Santos<sup>5</sup>, Ricardo de Aragão<sup>6</sup>, Thalyta Linacher Guimarães Santos Rodrigues<sup>7</sup> & Silmara de Moraes Pantaleão<sup>8</sup>

**RESUMO:** O potencial lesivo ao DNA que alguns contaminantes de origem antrópica podem desempenhar, evidencia o risco proporcionado aos ecossistemas aquáticos, quando de alguma forma estes compostos atingem os cursos d'água. O presente estudo apresenta-se como parte do monitoramento das águas da sub-bacia do Rio Siriri (SE), consistindo na verificação da presença de contaminantes com potencial mutagênico e/ou recombinogênico, por meio do Teste SMART em células da asa de *Drosophila melanogaster*. Foram delimitados quatro sítios para coleta de água, realizada no período correspondente a estação chuvosa do ano de 2013. Linhagens de *D.melanogaster* portadoras dos genes para pelos mutantes foram submetidas à dois tipos de cruzamentos: Cruzamento padrão (ST) e cruzamento com alta capacidade de bioativação (HB), sendo a progênie resultante tratada em meio de cultura contendo 5 ml das amostras de água. Os resultados, mostraram-se positivos em três dos quatro pontos de amostragem para o cruzamento ST. As frequências encontradas para manchas simples pequenas (MSP) e total de manchas (TM), nos pontos 1, 2 e 4 apresentaram valores significativamente maiores que os encontrados no tratamento com água ultra-pura. Os dados obtidos fornecem um indicativo de impacto nas localidades e evidenciam a presença de contaminantes com ação direta sobre o DNA.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental, Mutagênese, mosca das frutas.

## INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos têm sido depósito de diferentes tipos de descargas antropogênicas, uma vez que são os primeiros a receber dejetos contendo poluentes de varias fontes (Ohe *et al.*, 2004). A descarga, acúmulo e persistência de efluentes constituem uma ameaça à vida biológica, uma vez que eles são frequentemente tóxicos e sua presença pode degradar seriamente o ambiente (White & Rasmussen, 1998; Fleeger *et al.*, 2003; Andrade *et al.*, 2010). Como efeito, esses agentes podem interferir em vários níveis do sistema biológico de organismos, promovendo alterações no desenvolvimento, indução a carcinogênese e redução da variabilidade genética que podem surgir como danos individuais ou transferíveis as gerações futuras (Dickmann *et al.*, 2004; Azevedo *et al.*, 2011). A exposição a um genotóxico compromete primeiramente a integridade do DNA celular o que torna o monitoramento por meio de testes biomarcadores eficiente na detecção de alterações como mutações, anormalidades cromossômicas grosseiras, erros na síntese do DNA, aductos de DNA e quebras de fitas simples ou duplas, tendo cada um deles sensibilidade e especificidade variáveis (Savva, 1998).

O Teste para detecção de Mutação e Recombinação Somática (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, prómutágenos e procarcinógenos (Dihl *et al.*, 2014). Seu emprego em amostras ambientais tem mostrado alta sensibilidade para detectar agentes genotóxicos ambientais em

<sup>1</sup> Graduanda, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, adelle.silva@hotmail.com ([apresentador do trabalho](#));

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025040, julio.amorim@embrapa.br;

<sup>3</sup> Professora, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, lumendon@uol.com.br;

<sup>4</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, marcusacruz@gmail.com;

<sup>5</sup> Mestranda do curso de pós-graduação em Ecologia e Conservação da Caatinga, Universidade Federal de Sergipe, polianasantosbio@gmail.com;

<sup>6</sup> Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, ricardoaragao@yahoo.com

<sup>7</sup> Graduanda, Departamento de Biologia, UFS, thalyta.bio@hotmail.com;

<sup>8</sup> Professora, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, spleao@yahoo.com.br.

partículas aéreas, amostras de água (Delgado-Rodriguez *et al.*,1999; Amaral *et al.*, 2005) e sedimento (Pantaleão, 2007).

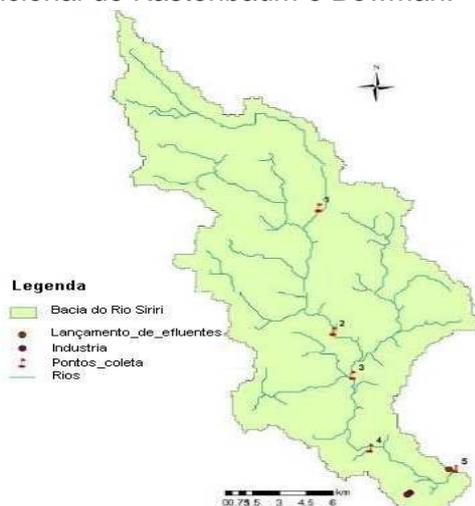
A sub-bacia do Rio Siriri, localizado no Estado de Sergipe – Brasil é um importante afluente do Rio Japarutuba, situando-se na sua porção oeste. A ocupação das margens ao longo de toda a sub-bacia, principalmente pela expansão habitacional, agricultura e agropecuária tem sido responsável pela alteração da paisagem e 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 teste SMART em células de asas de *D. melanogaster*.

## MATERIAIS E MÉTODO

A coleta de água concentrou-se na sub-bacia do Rio Siriri – SE no mês de abril de 2013, sendo quatro, os pontos de amostragem delimitados ao longo da sub-bacia: Ponto 1 (10° 31' 46.4" S e 37° 6' 18.9" W), Ponto 2 (10° 36' 34.2" S e 37° 5' 54.6" W), Ponto 3 (10° 38' 15.4" S e 37° 5' 18.5" W) e Ponto 4 (10° 41' 2.2" S e 37° 4' 45.6" W). Após a coleta as amostras foram acondicionadas em recipiente fechado e transportadas para o Laboratório de Genética e Conservação de Recursos Naturais – UFS, onde foram armazenadas até a realização dos tratamentos.

Na execução do teste SMART de asa foram utilizadas três linhagens mutantes de *Drosophila melanogaster* 1) multiple wing hairs (mwh):*mwh/mwh*; 2) flare-3 (*flr<sup>3</sup>/In (3LR)TM3, rip<sup>D</sup> sep I(3)89Aabx<sup>34e</sup> e Bd<sup>S</sup>*; e 3) ORR; flare-3 (*ORR/ORR; flr<sup>3</sup>/In (3LR)TM3, rip<sup>D</sup> sep I(3)89Aabx<sup>34e</sup> e Bd<sup>S</sup>*). Considerando-se uma proporção de 2:1 para fêmeas e machos, foram realizados dois tipos de cruzamento: cruzamento padrão (ST) que identifica compostos de ação direta e cruzamento de alta capacidade de bioativação (HB) capaz de identificar compostos que exigem metabolização para o desempenho de atividade mutagênica (Graf & Van Schaik, 1992; Graf *et al.*,1989). As larvas resultantes destes cruzamentos foram então, submetidas à tratamento em meio contendo 1,5g de purê de batata e 5ml da amostra de água para cada sitio do rio Siriri, até o fim do desenvolvimento larval.

Após este período, os adultos emergentes foram coletados e armazenados em etanol 70%. Em seguida as lâminas foram confeccionadas a partir das asas de 30 indivíduos para cada ponto, utilizando-se como fixador a solução de Faure (30g de goma arábica, 20mL de glicerol, 50g de hidrato de cloral e 50mL de água). As asas foram então, submetidas à secagem em placa aquecedora a 25°C por um período de quatro dias (1h/dia). Para a análise dos pelos mutantes, utilizou-se o microscópio óptico (400x). Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio do teste binomial condicional de Kastenbaum e Bowman.



**Figura 1.** Pontos de coleta. Em 1 área a jusante de usina de álcool e açúcar; 2 área sob influência da estação Siriri (ANA); 3 e 4 áreas com poços de petróleo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência de mutação em *D. melanogaster* para os cruzamentos ST e HB está demonstrada na **Tabela 1**. As frequências de manchas obtidas nos controles negativo e positivo

de ambos os cruzamentos apresentaram valores dentro do esperado por Graf & Van Schaik (1992).

Dentre os pontos de amostragem, 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 & 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.

**Tabela 1.** Frequência de manchas nas asas de *D. melanogaster*, descendentes do tipo trans-heterozigotos (*mwh/flr*<sup>3</sup>) originários do cruzamento padrão (ST) e cruzamento com alta capacidade de bioativação (HB).

Tabela de resultados com diagnóstico estatístico pelo teste binomial condicional (Kastembaum e Bowman)							
Genótipos e Conc. (mM)	N. de Indiv. (N)	Manchas por indivíduo (no. de manchas) diag. estatístico <sup>a</sup>				Total manchas <i>mwh</i> <sup>c</sup> (n)	
		MSP (1-2 cêls) <sup>b</sup> m = 2	MSG (>2 cêls) <sup>b</sup> m = 5	MG m = 5	TM m = 2		
Cruzamento padrão <i>mwh/flr</i> <sup>3</sup>							
Contr. Neg.	20	0,05 (01)	0,05 (01)	0,00 (00)	0,10 (02)	2	
URETANO	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 <i>mwh/flr</i> <sup>3</sup>							
Contr. Neg.	20	0,30 (06)	0,10 (02)	0,05 (01)	0,45 (09)	9	
URETANO	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) -	7	
P3	30	0,13 (04) -	0,00 (00) i	0,00 (00) i	0,13 (04) -	4	
P4	30	0,07 (02) -	0,10 (03) i	0,03 (01) i	0,20 (06) -	6	

<sup>a</sup>Diagnóstico estatístico de acordo com Frei e Würzler (1988): +, positivo; -, negativo; i, inconclusivo. m, fator de multiplicação para a avaliação de resultados significativamente negativos. Níveis de significância  $\alpha = \beta = 0,05$ ; <sup>b</sup>Incluindo manchas simples *flr*<sup>3</sup> raras; <sup>c</sup>Considerando os clones *mwh* para as manchas simples *mwh* e para as manchas gêmeas.

## CONCLUSÕES

1. A avaliação por meio do teste SMART demonstra a presença de compostos com potencial lesivo ao DNA na área em estudo.

2. A atividade mutagênica verificada pode ser originária de um composto isolado ou do efeito sinérgico entre os contaminantes disponíveis.

3. Com a continuidade do monitoramento da área, espera-se que os próximos resultados confirmem e/ou esclareçam a presença de genotoxinas.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido a partir do convênio FINEP 1830/10 e contou com a parceria da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratinga, Instituto de Tecnologia e Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS e EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Os autores agradecem à Profa. Dra. Jeanylle Nilin (UFS) pela participação nas coletas e ao apoio técnico de Márcia Barreto (UFS).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL V.S., SILVA R.M., REGULY M.L., ANDRADE H.H.R. *Drosophila* wing-spot test for genotoxic assessment of pollutants in water samples from urban and industrial origin. *Mutat. Res.*, 583: 67-74, 2005.
- ANDRADE, H.H.R. & LEHMANN, M. Teste para detecção de mutação e recombinação somática (SMART) em *Drosophila melanogaster*. In: RIBEIRO, L.R.; SALVADORI, M.F.; MARQUES, E.K. *Mutagenese Ambiental*. Canoas: Ed. ULBRA, 2003.
- ANDRADE, H.H.R.; DIHL, R.R.; JACOCIUNAS, L.V.; LEHMANN, M.; REGULY, M.L. Recombinogenic activity of water and sediment from Sinos River and Araçá and Garças Streams (Canoas, Brazil), in the *Drosophila* wing spot test. *Science of the Total Environment*, 408: 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*, 59(2):163-169, 2011.
- DELGADO-RODRIGUEZ A, ORTÍZ-MARTELLO R, VILLALOBOS-PIETRINI R, GÓMEZ-ARROYO S, GRAF U. Genotoxicity of organic extracts of airborne particles in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. *Chemosphere*, 39:33-43, 1999
- DICKMANN M., WALDMANN P., SCHNURSTEIN A., GRUMMT T., BRUNDBECK T. & NAGEL, R. On the relevance of genotoxicity for fish populations II: genotoxic effects in zebrafish (*Danio rerio*) exposed to 4-nitroquinoline-1-oxide in a complete life-cycle test. *Aquat Toxicol.* 68: 27-37, 2004.
- 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*, 100: 282–286, 2014.
- FLEEGER, J. W.; CARMAN, K. R. & NISBET, R. M. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. *The Science of the Total Environment*, 317:207–233, 2003.
- FREI, H. e WÜRGLER, F.E. Statistical methods to decide whether mutagenicity test data from *Drosophila* assays indicate a positive, negative or inconclusive result. *Mutat. Res.*, 203:297-308, 1988.
- GRAF U, FREI H, KÄGI A, KATZ AJ, WÜRGLER FE. Thirty compounds tested in the *Drosophila* wing spot test. *Mutat. Res.*, 222:359-373,1989.
- GRAF U, VAN SCHAİK N. Improved high bioactivation cross for the wing somatic mutation and recombination test in *Drosophila melanogaster*. *Mutat. Res.*, 271:59-67, 1992.
- OHE T.; WATANABE, T. & WAKABAYASHI, K. Mutagens in surface waters: a review. *Mutat. Res.*, 567:109–149, 2004.
- PANTALEAO, S. M. ; ALCANTARA, A.V; ALVES, JPH; PAVANIN, LAo ; GRAF, U. ; REZENDE, AA; VALADARES, BLB ; GRAGIORGE, EJ ; SOUZA, NC ; GUTERREZ, Z R ; SPANÓ, MA . Assessing the impact of pollution on the Japarutuba river in Brazil using the *Drosophila* wing spot test. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 48:71-157, 2007.
- SAVVA, D. Use of DNA fingerprinting to detect genotoxic effects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 41:103-6, 1998.
- WHITE, P. A. & RASMUSSEN, J. B. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. *Mutat. Res.*, 410:223-236, 1998.

## AValiação SocioAmbiental da sub - Bacia Hidrográfica DO RIO GANHAMOROBA

Itamar Prado Barros<sup>1</sup>; Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas<sup>2</sup> & Maria do Socorro Ferreira da Silva<sup>3</sup>

**RESUMO:** A pesquisa teve como objetivo analisar a degradação e conservação da sub-bacia hidrográfica do Rio Ganhamoroba. Este estudo foi desenvolvido a partir de visitas *in loco*; levantamento bibliográfico e análise físico-química do Rio Ganhamoroba. A cobertura vegetal nativa da sub-bacia vem sendo, gradativamente, destruída, dando lugar ao plantio da cana-de-açúcar e pastagens pobres, restando apenas pequenas manchas de florestas naturais, próximas às cabeceiras do rio e ao longo de suas margens. A água utilizada para consumo humano nos povoados Estação, Arapiraca e São Vicente encontra-se imprópria para consumo. O uso da água originada de poço artesiano, rio, tubular e cacimba, são utilizados por mais de 80% da população da zona norte de Maruim. O abastecimento público atinge pequena parcela da comunidade, exceto São Vicente. Percebe-se que o parâmetro “Ferro Total” foi o que apresentou valores acima do permitido, concluindo que ele apesar de não apresentar toxicidade, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Concluiu-se que toda a bacia apresenta-se com um alto nível de degradação, com alguns trechos do rio inapropriado para consumo e navegação, além de demandar por uma urgente revitalização com a finalidade de recuperar e preservar esse recurso natural que é a água.

**Palavras chave:** Água. Degradação ambiental. Contaminação.

### INTRODUÇÃO

“A água é um elemento vital para a sobrevivência da biodiversidade e das sociedades como um todo, sendo um recurso natural limitado e de uso universal, tornam-se necessárias sua preservação e conservação” (SILVA & MELO e SOUZA, 2013, pág. 169).

Como sinal de alguma prudência, o homem vem desenvolvendo medidas para diminuir suas ações destruidoras. A questão da defesa ambiental, tão divulgada atualmente, vem tentar colocar um pensamento racional frente às relações homem/meio ambiente, incentivando a preservação de maneira geral. Sendo assim, a aceitabilidade em preservar e proteger os rios tem crescido acentuadamente (Silva & Melo e Souza, 2013).

Conforme Sánchez (2008, pág. 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 percebido em diferentes graus, aquele que se recupera espontaneamente e ou aquele que precisa de um prazo maior após a retirada da fonte de perturbação (Sánchez, 2008).

Segundo Lanna (1999, *apud* Silva & Melo e Souza, 2013) “o gerenciamento de bacias hidrográficas é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, no longo prazo, no controle do uso dos recursos ambientais-naturais, econômicos e socioculturais pelo homem, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável”.

---

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, e-mail: itamarprado16@hotmail.com. ([apresentador do trabalho](#));

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia Agrônômica e da Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/UFS, Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Fone: (79) 2105-6929, e-mail: aatlucas@ibest.com.br;

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Geografia. Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão-SE, CEP: 49100-000, e-mail: ms.ferreira.s@hotmail.com.

Na história do Brasil, o Rio Ganhamoroba tem registrado preciosas lições de cultura, de alegria e de sobrevivência, que traz em suas águas e caminhos toda a força da natureza. O nosso objetivo é apresentar uma realidade, que só os que convivem com o rio podem testemunhar. Em contrapartida, são apresentadas medidas de aproveitamento ecológico, que serão expostas detalhadamente, perpassando desde uma visão histórica até um retrato da realidade destacando todos os maus tratos encontrados em todo o seu percurso (SILVA, 1994).

A redução de área verde, muito comum em grande parte do percurso do Rio Ganhamoroba, contribui para o aumento dos processos erosivos no interior da cidade. Como 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. A construção de casas em áreas de grande risco no interior das cidades é comum, como, por exemplo, aquelas próximas aos rios ou em suas várzeas, isto é, nas áreas que inundam no período das chuvas. Neste último caso, as classes mais pobres são as principais vítimas embora as inundações também possam atingir as classes médias e altas (SERGIPE, 2011).

No século XIX um dos principais meios de transporte em Maruim era o fluvial. Várias autoridades nesse período para chegar em Maruim, navegava o rio Ganhamoroba, a exemplo de D Pedro II que com a sua visita entusiasmou a população, fazendo com que o Comendador Manoel de Souza Macieira, que nascera na cidade em 1827, mandar, na qualidade de chefe Executivo, edificar um cais no Porto Velho, com escadas de alvenaria para o desembarque. Aproveitando o ensejo, calçaram-se algumas ruas (AGUIAR, 2004).

Em detrimento do desafio que a humanidade enfrenta para o encaminhamento de resoluções para as tensões relativas à sustentabilidade dos recursos hídricos e ao desenvolvimento humano, seria impossível imaginar o futuro dela sem a disponibilidade de água e de energia e, muito dificilmente, imaginar um futuro sustentável sem a aplicação de um como fonte do outro. Sendo assim, promover soluções e ferramentas para conciliar essa importante integração, envolvendo conhecimentos gerais e específicos, tecnologia e política, tendo em conta os aspectos sociais e econômicos, é base e fundamento na preservação da sub-bacia do rio Ganhamoroba.

A partir deste contexto, a pesquisa tem como objetivo analisar a degradação e conservação da sub-bacia hidrográfica do Rio Ganhamoroba. Os objetivos específicos são: 1) verificar as principais transformações socioambientais ocorridas na sub-bacia do rio Ganhamoroba, enfatizando o avanço da monocultura da cana de açúcar; 2) analisar as condições de saneamento ambiental da sub-bacia como indicadores de qualidade de vida da população parcialmente inserida; 3) levantar as causas e consequências da enchente de 2008 no município de Maruim/SE.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A Sub-bacia hidrográfica do Rio Ganhamoroba está localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, à sua esquerda. O Ganhamoroba nasce no antigo Engenho Mato Grosso de Cima em Divina Pastora e depois de percorrer pouco mais de 21km, deságua no rio Sergipe (SERGIPE, 2011).

Foram feitas revisões bibliográficas, em seguida foram realizadas visitas *in loco* a sub-bacia do rio ganhamoroba, entrevista com moradores que se encontram as margens do rio e pescadores do mesmo, obtendo-se informações sobre o intenso nível degradação e impactos ambientais.

Concomitantemente à aplicação dos roteiros de entrevistas, foram coletadas águas do Rio Ganhamoroba. Os pontos de coleta no Rio Ganhamoroba foram escolhidos levando-se em consideração alguns critérios, tais como: nível de degradação, por serem locais onde recebe cargas de dejetos e efluentes domésticos lançados pela população, locais frequentados e utilizados pela população para recreação de contato primário (mergulho), pesca amadora, dessedentação de animais, lavagem de roupas. Dentre todos, o aspecto determinante foi o fato destes pontos serem utilizados pela população para consumo humano. A coleta foi realizada no

dia 19 de abril de 2013, esta para análise físico-química, uma amostra do Rio Ganhamoroba e outra em uma das fontes naturais, perfazendo um total de duas análises.

Logo após as coletas, as amostras foram transportadas em uma caixa de isopor e entregues aos Laboratórios de Química e Água e Microbiologia do Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) responsáveis pelas análises físico-química e microbiológica, três horas após as coletas em campo. Baseado na Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, Barros e Von Sperling (2005), para as análises microbiológicas foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: Cloretos, pH Turbidez, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio – Amoniacal (NH<sub>3</sub>), Cor Aparente, Sólidos Dissolvidos (TDS), Dureza Total, Fluoreto Total, Sulfatos, Bário Total, Cádmio Total, Cromo Total (Cr), Chumbo Total, Cobre Total, Alumínio (Al), Ferro Total, Manganês Total, Sódio, Níquel e Zinco Total.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal nativa da Sub-bacia hidrográfica do Rio Ganhamoroba vem sendo, gradativamente, destruída. A devastação, pela ação do homem, vem dando lugar ao plantio da cana-de-açúcar e pastagens pobres, restando apenas pequenas manchas de florestas naturais, próximas às cabeceiras do rio e ao longo de suas margens (matas ciliares). Nota-se que a montante do Rio Ganhamoroba a presença de bases de captação de petróleo e gás vêm aumentando com o passar dos tempos. Após visita *in loco* à sub-bacia foram identificados diversos pontos de deposição de resíduos as margens do rio, principalmente no trecho dos povoados Estação, Arapiraca e São Vicente. Além desses pontos de deposição existe um matadouro de gado particular que lança *in natura* o sangue dos animais abatido sem qualquer tratamento.

De forma agressiva e rotineira as margens do Rio Ganhamoroba vem sendo aterrado para construção de residências no município de Maruim, gerando problemas como enchentes.

A água utilizada para consumo humano nos povoados Estação, Arapiraca e São Vicente encontra-se imprópria para consumo. O uso da água originada de poço artesiano, rio, tubular e cacimba, são utilizados por mais de 77% da população da zona norte de Maruim. O abastecimento público atinge pequena parcela da comunidade, exceto São Vicente.

Os resultados das análises físico-químicas que se encontram na tabela 01, foram avaliados comparativamente compreendendo-se os resultados obtidos para os diferentes parâmetros físico-químicos, além do valor máximo permitido (VMP) para consumo humano de cada parâmetro segundo a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

No Rio Ganhamoroba todos os parâmetros físico-químicos analisados apresentaram valores dentro dos padrões que determinam a potabilidade das águas segundo a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, exceto o parâmetro “Ferro Total”, que apresentou 0,163 mg/L, onde o valor máximo permitido segundo o Ministério da Saúde é de 0,3mg/L (Tabela 01).

Dessa forma, percebe-se que nessa etapa de análises físico-químicas, o parâmetro “Ferro Total” foi o que apresentou valores acima do permitido, concluindo que ele apesar de não apresentar toxicidade, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também ocasiona problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactéria, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2013).

## CONCLUSÕES

1. A Sub-bacia do Rio Ganhamoroba precisa ser revitalizada, visando recuperar a profunda deteriorização do seu curso atual;
2. A água do Rio Ganhamoroba encontra-se com alto valor de contaminação;
3. Conscientizar a população a não degradar o rio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, aos Professores Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas, Maria Socorro Ferreira, José do Patrocínio (Instituto Tecnológico e de Pesquisa do estado de Sergipe – ITPS), e Antônio Carlos da SEMARH.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. **Traços da História de Maroim**. Aracaju, 2004.

BARROS, Raphael T. V. et al. **Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. V. 3.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Saúde ambiental: **guia básico para construção de indicadores**. Brasília, 2011.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB, 2012.  
Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua>. Acessado no dia 20 de setembro de 2013

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resoluções do CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000 p. 70-71 e 357 de 17 de março de 2003 p. 59-63. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/CONAMA](http://www.mma.gov.br/port/CONAMA)>. Acessado em 20 de setembro de 2013.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: **conceitos e métodos**. Oficina de Textos. São Paulo, 2008.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – Superintendência de Recursos Hídricos. **Sergipe: Atlas digital sobre Recursos Hídricos**. CD-ROM, 2011.

SILVA, Maria Lúcia. **Inventário cultural de Maroim**. SEC. Aracaju, 1994.

SILVA, M. S. F. & MELO e SOUZA, R. Conservação ambiental e planejamento territorial: **desafios da gestão e da participação social**. Redes Editora. Porto Alegre, 2013.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental ; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Tabela 1 – Resultado da análise físico-química das amostras de águas do Rio Ganhamoroba no período de 19 de abril de 2013.

Parâmetros	Resultados - RG	VMP	Parâmetros	Resultados - RG	VMP
Turbidez	2,90	5	Fluoreto Total	0,15	1,5 mg/L
Cor Aparente	10,00	15	Sulfatos	1,15	250 mg/L
Ferro Total	0,163	0,3 mg/L	Manganês Total	<0,020	0,1 mg/L
Bário Total	<1,0	0,7 mg/L	Sódio	28,05	200 mg/L
Cromo Total (Cr)	<0,020	0,05 mg/L	Nitrogênio – Nitrito	ND	1,0 mg/L
Alumínio (Al)	<0,1	0,2 mg/L	Dureza Total	308,4	500 mg/L
Cloretos (RBLE)	32,41	250 mg/L	Cádmio Total	ND	0,005 mg/L
pH	7,58	6,0 a 9,5	Chumbo Total	ND	0,01 mg/L
Nitrogênio – Nitrato	0,61	10,0 mg/L	Cobre Total	ND	2 mg/L
Nitrogênio – Amoniacal NH3	0,17	1,5 mg/L	Níquel	ND	0,07 mg/L
Sólidos Dissolvidos (TDS)	513	1000 mg/L	Zinco Total	ND	5,0 mg/L

RG (Rio Ganhamoroba), (VMP) Valor Máximo Permitido, segund MS Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de

## Características Morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe

Lislainny Rezende<sup>1</sup>; Krystal Notaro<sup>2</sup> & Felipe Pessoa<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi estudar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Sergipe, localizada no Nordeste brasileiro no estado de Sergipe, ela se encontra entre as latitudes sul 10° 04' 58" e 11° 00' 08" e entre as longitudes oeste 36° 52' 44" e 37° 47' 06". Essa bacia faz divisa com as bacias hidrográficas nordestinas do rio São Francisco sendo elas a bacia do rio Japarutuba e a do Rio Vaza Barris. O principal rio é o rio Sergipe, sendo ele um rio perene e de primeira ordem. Fazendo uso das tecnologias do geoprocessamento, foi possível a melhor percepção e análise do local escolhido para estudo. O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi em pixels de 30 metros do Projeto Topodata. A área de drenagem da bacia é de 3672,62 km<sup>2</sup> o perímetro é 399,93km, e o comprimento do eixo principal tem extensão de 130,65 km. Esses dados serviram para os cálculos do coeficiente de compacidade, fator forma e índice de circularidade da bacia. Com esses resultados constatou-se que a bacia do hidrográfica em estudo tem forma alongada.

**Palavras-chave:** caracterização morfométrica, rio Sergipe, índice de circularidade.

### INTRODUÇÃO

"Bacia hidrográfica como sendo um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, e é formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam de maneira superficialmente formando os riachos e rios, ou podem infiltrar no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Para a parte mais baixa do local, escoam as águas superficiais, formando riachos e rios, e as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e, à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se aos outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, onde esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo a água de outros tributários, chegando a formar rios maiores até desembocarem no oceano". (BARELLA, 2001, p.138).

A bacia hidrográfica é também conhecida como bacia de captação quando atua como uma área que está sendo drenada pelos cursos d'água (Silva, 1995).

Lima & Zaika (2000) complementam ao conceito geomorfológico da bacia hidrográfica, uma abordagem sistêmica. Para eles as bacias hidrográficas são tipo sistemas abertos, esses sistemas recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, sendo descritas em termos de variáveis independentes, que giram em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando interferidas por ações antrópicas, continuam em equilíbrio dinâmico.

Uma bacia hidrográfica tem seu comportamento hidrológico em função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e do tipo da cobertura vegetal existente no local (Lima, 1976).

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380, Email: lislainnyrezende@hotmail.com;

<sup>2</sup> Professora de Hidrologia do curso de Engenharia Civil da Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380. Email: krystal.notaro@gmail.com;

<sup>3</sup> Professor de Geomática do curso de Engenharia Civil da Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380. Email: felippemelo@hotmail.com;

A bacia hidrográfica escolhida para estudo morfométrico está localizada no Nordeste brasileiro no estado de Sergipe, ela se encontra entre as latitudes sul  $10^{\circ} 04' 58''$  e  $11^{\circ} 00' 08''$  e entre as longitudes oeste  $36^{\circ} 52' 44''$  e  $37^{\circ} 47' 06''$  Figura 1.

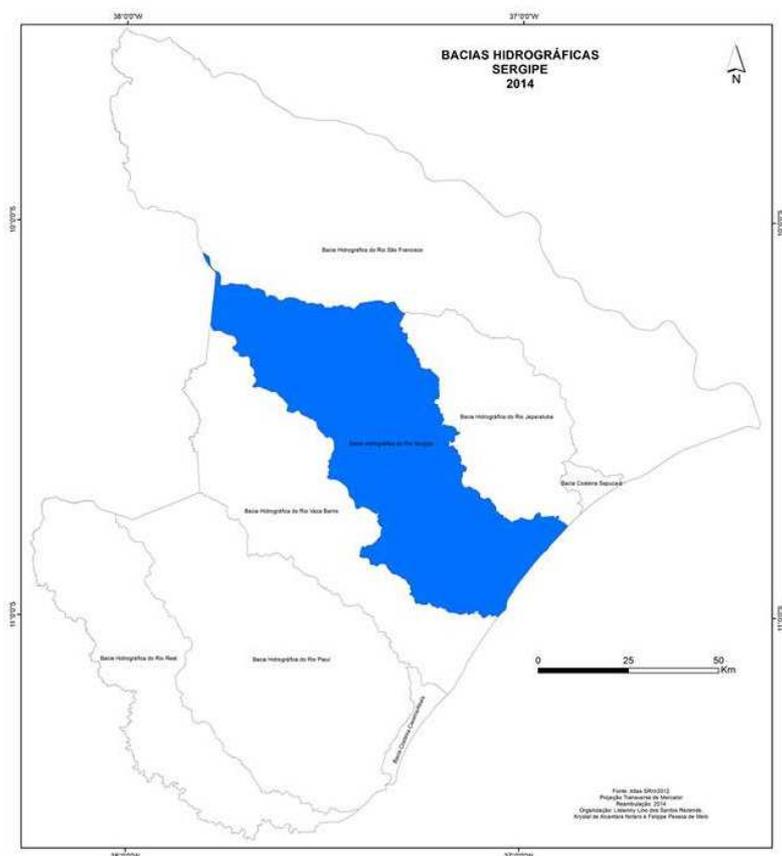


Figura 1 - Localização da área de estudo.

## MATERIAIS E MÉTODO

Fazendo uso das tecnologias do geoprocessamento, no SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcGIS. V.10.1, e foi desenvolvido um banco de dados geográficos, onde tinha as informações matriciais provenientes do Projeto Topodata - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, com a resolução espacial de 30m; Com dados vetoriais da poligonal da bacia hidrográfica do rio Sergipe, cedidos da SRH(Superintendência de Recursos Hídricos). Diante desses dados, foi realizado o processo para análise e interpretação dessas informações. Em seguida ocorreu o processo de reambulação, realizado no segundo semestre do ano de 2013, ou seja, foram confirmadas e corrigidas as informações obtidas em gabinete.

Existem índices que relacionam formas geométricas com a forma da bacia hidrográfica, tais como: o fator de forma (F), coeficiente de compacidade (Kc) e índice de circularidade (IC). De acordo com Tornello et. al. (2006) a forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante na determinação do tempo de concentração. Assim o tempo de concentração é inversamente proporcional a vazão máxima de enchente quando mantidas as características constantes (Villela & Mattos, 1975).

Com todos os dados da delimitação da área da bacia hidrográfica do rio Real, foi possível chegar a resultados de algumas características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator forma e índice de circularidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados, verificou-se que a bacia hidrográfica do rio Sergipe foi classificada como uma unidade grande por apresentar , pois sua área de drenagem e perímetro foram de 3672,62 km<sup>2</sup> e 399,93km, respectivamente (tabela 1) visto que esses dados foram obtidos através de imagens do Atlas SRH, demonstrando as dificuldades de controle dos fatores hidrológicos intervinientes da área avaliada.

A bacia Hidrográfica do rio Sergipe apresenta maior tempo de concentração da água da chuva, isso se deve ao fato de o coeficiente de compacidade apresentar um valor afastado da unidade (1,84779) e, quanto ao seu fator forma exibe um valor baixo (0,2152). Esses valores indicam que a bacia não apresenta tendência a um formato circular, correspondendo, portanto a uma bacia alongada. Tal fato pode ser reafirmado pelo índice de circularidade obtido, cujo valor é 0,2886.

Esses resultados estão de acordo com os observados por Cardoso et.al. (2006) na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ, onde o autor verificou a forma alongada da bacia hidrográfica avaliada obtendo o coeficiente de compacidade de 1,5842 e fator forma de 0,3285. Na relação das duas bacias, verifica-se que ambas possuem valores de coeficiente de compacidade e fator forma aproximados, evidenciando que as bacias do rio Sergipe e do rio Debossan apresentam comportamento hidrológico similares.

As bacias alongadas apresentam menor concentração de deflúvio (Villela & Mattos, 1975). Assim, considerando as características avaliadas pode-se inferir que a bacia hidrográfica do rio Sergipe apresenta menor risco de enchentes nas condições normais de precipitação.

## CONCLUSÕES

1. Diante da análise dos dados e interpretação dos resultados encontrados nas condições atuais da bacia hidrográfica do rio Sergipe foi possível constatar que ela apresenta formato alongado.
2. A morfometria da bacia hidrográfica do rio Sergipe evidencia menor risco de cheias em condições normais de pluviosidade anual.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns - FACEG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; Soares, C. P. B.; Martins, S. V. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.2, p. 241-248, 2006.

LIMA, W.P. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

SERGIPE, Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Sistemas de informações sobre recursos hídricos de Sergipe – SIRHSE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Superintendência de Recursos Hídricos, versão 2012.9.

SILVA, A.M. Princípios Básicos de Hidrologia. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; Souza, A. L.; Ribeiro, C. A. S.; Leite, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Ganhães-MG. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.5, p. 849-854, 2006.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

**Tabela 1.** Características da bacia hidrográfica do Rio Sergipe, SE.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	VALORES
Área de drenagem (A)	3672,62 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	399,93 km
Coefficiente de compacidade (kc)	1,84779
Fator de forma (F)	0,2152
Índice de circularidade (IC)	0,2886

## Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Real, SE

Lislainny Rezende<sup>1</sup>; Felipe Melo<sup>2</sup>; Krystal Notaro<sup>3</sup>; Alysson Gusmão<sup>4</sup> & Vicente Neto<sup>5</sup>

**RESUMO:** O trabalho consiste em caracterizar morfometricamente a bacia hidrográfica do rio Real, que está localizada no nordeste brasileiro no estado de Sergipe, entre as latitudes sul de 10° 42' 22" e 11° 34' 19" e entre as longitudes oeste de 38° 14' 27" e 37° 24' 29". O rio Real tem sua nascente no estado da Bahia, mas faz percurso até sua foz em oito municípios do estado de Sergipe: Poço Verde, Tobias Barreto, Riachão do Dantas, Cristinápolis, Itabaianinha, Tomar do Geru, Umbaúba e Indiaroba. Sua vazão média é de 20, 46 m<sup>3</sup>/s. As tecnologias do geoprocessamento foram essenciais e satisfatórias para o estudo desse sistema hidrográfico, possibilitando uma melhor percepção e análise do local. Em pixels de 30 metros do Projeto Topodata. A bacia hidrográfica do rio Real tem área de drenagem de 2372,96km<sup>2</sup>, perímetro de 458,06km e o seu principal eixo de extensão tem área de 110,7km. De forma geral, verificou-se que o sistema hidrográfico do rio Real, tem forma alongada favorecendo a menor possibilidade de enchentes.

**Palavras-chave:** coeficiente de compacidade, fator forma e índice de circularidade.

### INTRODUÇÃO

Conhecer os aspectos e as características, da bacia hidrográfica estudada é imprescindível para a coleta dos dados. Aspectos ligados à topografia, geologia, geomorfologia, pedologia e temperatura; as interações edafológicas podem interferir também. Sucintamente falando, aspectos físicos e químicos. Esses fatores, quando esclarecidos, inferem qualitativamente no desempenho e funcionamento do local a ser estudado, e comprovado de forma numérica, gerando uma precisão maior nos dados e nas conclusões. Partindo de um conhecimento global, tabelado, metodológico, é possível extrair informações de aspectos mais rotineiros e locais. Ter material pra estudo, acentuando o estreitamento entre teoria e prática, é de extrema importância. Desta forma pode-se globalizar o objeto de estudo local, nesse caso a bacia hidrográfica da região.

Garcez & Alvarez (2011) definem como bacia hidrográfica um conjunto das áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso de água, medidas as áreas em projeção horizontal. Ou ainda, uma área definida e fechada topograficamente num ponto do curso de água, de forma que toda a vazão afluente possa ser medida ou descarregada através desse ponto.

Levando os conceitos em consideração, entendemos que o estudo da bacia é feito a partir da sua forma, do seu tamanho, do seu tipo. Que reflete no destino da água, e todas as interações

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil pela Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380, Email: lislainnyrezende@hotmail.com;

<sup>2</sup> Professor de Geomática do curso de Engenharia Civil da Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380. Email: felippemelo@hotmail.com;

<sup>3</sup> Professora de Hidrologia do curso de Engenharia Civil da Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380. Email: krystal.notaro@gmail.com;

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380, Email: aiog17@hotmail.com;

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Autarquia Do Ensino Superior de Garanhuns - Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns. Av. Caruaru 508, São José, Garanhuns - PE CEP: 55295 - 380, Email: camaleaoisano@hotmail.com;

entre solo e água. Esses reflexos são consequências de perdas de energias, ganhos de energias, na alteração do solo em contato com água, o quanto o solo é permeável, qual a cobertura vegetal é predominante, o relevo de cada ponto principal do local. Que inferem e acentuam à característica geofísica e geomorfológica de cada bacia. Toda essa interdisciplinaridade é uma forma de qualificar e quantificar, partindo de pressupostos, evidenciando valores, chegando a conclusões confiáveis sobre informações escassas sobre a região estudada. Desta forma metodológica, setorizamos as informações sobre o local, sendo abordado os principais fatores ( citados anteriormente) , nos próximos passos.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

No SIG (Sistema de Informações Geográficas) ArcGIS. V.10.1, desenvolveu-se um banco de dados geográficos, contendo informações matriciais, oriundas do Projeto Topodata - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, com a resolução espacial de 30m; dados vetoriais referentes a poligonal da bacia hidrográfica do rio Sergipe, provenientes da SRH (Superintendência de Recursos Hídricos). De posse desses dados ocorreu o processo de análise e interpretação das informações. Em viagem de campo realizada em novembro de 2013 foi feito o processo de reambulação, ou seja, confirmação e correção das informações obtidas em gabinete.

Com todos os dados da delimitação da área da bacia hidrográfica do rio Real, foi possível chegar a resultados de algumas características físicas, como: área da bacia, perímetro, coeficiente de compacidade, fator forma e índice de circularidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De posse dos resultados morfométricos, foi possível classificar a bacia hidrográfica do rio Real como uma unidade grande. Conforme os resultados apresentados na Tabela 1 pode-se classificar a bacia hidrográfica do rio Real de baixa suscetibilidade a enchentes em suas condições normais de precipitação, isso pode ser afirmado em função do seu coeficiente de compacidade (kc) que apresenta valor afastado da unidade e confirmado por apresentar um baixo fator forma (F).

De acordo com Schumm (1956) os índices menores que 0,51 indicam uma forma mais alongada da bacia, contribuindo dessa forma para o processo de escoamento. No resultado observado o índice de circularidade (IC) foi de 0,1421 evidenciando o alongamento da bacia e o menor risco de cheias em condições normais de pluviosidade.

Os resultados obtidos estão de acordo com os observados por Oliveira et. al. (2010) na caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. De modo que o autor verificou a tendência alongada da bacia hidrográfica em estudo, chegando aos respectivos valores de coeficiente de compacidade (1,4825), fator forma (0,3290) e índice de circularidade (0,4484). Desse modo, fica claro que a bacia hidrográfica do rio Real tem o comportamento hidrológico similar aos das bacias estudadas por Oliveira et. al. (2010).

As bacias com tendência alongadas desenvolvem menor concentração de deflúvio (Villela & Mattos, 1975). Desse modo a bacia hidrográfica do rio Real apresenta menor risco de enchentes nas condições normais de precipitação.

## **CONCLUSÕES**

1. Apartir da análise dos dados obtidos na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Real podemos concluir que ela apresenta formato alongado.
2. A caracterização morfométrica desse sistema hidrográfico afirma o menor risco de enchentes em condições normais de pluviosidade anual.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Exatas de Garanhuns - FACEG

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - DSR. TOPODATA. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 22 de jan de 2014.

GARCEZ L. N. & ALVAREZ G. A. Hidrologia. 2.ed. São Paulo, Edgard Blucher 2011. p38.

Grupo ACQUA. Bacias Hidrográficas no Estado de Sergipe. Disponível em: <<http://redeacqua.com.br/2011/03/bacias-hidrograficas-do-estado-de-sergipe/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2014.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Projeto Topodata* Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 22 de jan. 2014.

MOREIRA, A. A. C.; COSTA, C.T. F.; TAVARES, P. R. L.; MENDONÇA, L. A. R. Caracterização Morfometria e Hidrográfica do Rio Salamanca, Barbalha, CE. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, 2011.

OLIVEIRA, P. T. S.; SOBRINHO, T. A.; STEFFEN, J. L.; RODRIGUES, D. B. B. Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Através de Dados SRTM. R. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental, 14:819-825, 2010.

SRH - Superintendência de Recursos Hídricos. Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe, 2012. Acesso em 10 de Jan. de 2014.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

**Tabela 1.** Características Morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Real, SE.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	VALORES
Área de drenagem (A)	2372,96 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	458,06 km
Coefficiente de compacidade (kc)	2,6329
Fator de forma (F)	0,1936
Índice de circularidade (IC)	0,1421

## Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe (CBHS): Aspectos Legais e Estruturantes na Gestão das Águas.

Angela Maria do Nascimento Lima<sup>1</sup>, Eduardo Lima Matos<sup>2</sup>, Marcos Cabral de Vasconcellos Barretto<sup>3</sup>.

**RESUMO:** O presente trabalho é um resultado do curso de especialização em Gestão de Recursos Hídricos, concluído em julho de 2013, com a parceria celebrada entre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH e Universidade Federal de Sergipe – UFS, e tem como objetivo apresentar o embasamento legal da formação e existência do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Sergipe. A Constituição Federal de 1988 apresenta um importante papel para a gestão dos recursos hídricos ao estabelecer um novo conceito das águas para o país e alterar a dominialidade das águas do território nacional. Uma atribuição de grande relevância para o país foi estabelecida em seu Art. 21, inciso XIX, que originou a Lei Nacional Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, nesta data implantou a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, popularmente conhecida como a Lei das Águas. Neste mesmo ano iniciou em diversos estados brasileiro, a exemplo do estado de Sergipe que instituiu através da Lei Estadual Nº 3.870 de 25 de setembro de 1997, a Política Estadual de Recursos Hídricos e criou o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Com a implantação da lei nacional, o país passa a dispor de um instrumento legal para as águas e coloca o Brasil entre os países que possuem uma das legislações mais avançadas do mundo em recursos hídricos, dando possibilidade para que todos os segmentos da sociedade participem de um novo espaço de negociação dos conflitos, por intermédio do órgão deliberativo inserido no Sistema de Gerenciamentos dos Recursos Hídricos que são os Comitês de Bacias Hidrográficas.

**Palavras-chave:** Espaço de negociação e instrumento.

### INTRODUÇÃO

Abordar temas relacionados às leis envolvendo as questões ambientais, em especial dos recursos hídricos requer um estudo cauteloso e preciso. A Constituição Federal de 1988 possui um importante papel para a gestão dos recursos hídricos ao estabelecer um novo conceito das águas para o país e alterar a dominialidade das águas do território nacional.

Porém, em seu Art. 20, inciso III, a Constituição Federal de 1988 estabelece que sejam bens da União: "os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham, bem como terrenos marginais e as praias fluviais".

Outra atribuição de grande relevância para o país também foi estabelecida pela Constituição Federal de 1988 em seu Art. 21, inciso XIX, que determina "*instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de uso*". O artigo constitucional originou a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A partir da aprovação desta Lei, o país passa a dispor de um instrumento legal que visa garantir às gerações futuras a disponibilidade dos recursos hídricos. Além disso, concretiza-se a modernização do setor e coloca o Brasil entre os países que possui uma das legislações mais

<sup>1</sup> Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, S/N. Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49160-000.

<sup>2</sup> Graduado em Direito, Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Professor Assistente, Orientador, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, S/N. Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49160-000.

<sup>3</sup> Graduado em Engenharia Agrônoma e Direito. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Professor Associado, Co-Orientador. Universidade Federal de Sergipe. Avenida Marechal Rondon, S/N Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49160-000.

avançadas do mundo no setor de recursos hídricos, sendo através dessa Lei a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

O Comitê de Bacia Hidrográfica é um órgão colegiado, inteiramente novo na realidade institucional brasileira, contando com a participação dos usuários, da sociedade civil organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federal. Esse ente é destinado a atuar como “parlamento das águas”, posto que é o fórum de negociação no âmbito de cada bacia hidrográfica.

A situação das águas no Brasil abrange problemas de qualidade e quantidade. Nas próximas décadas o país enfrentará desafios específicos no que se referente à gestão das águas. É estimada no Brasil uma concentração entre 12% a 16% de volume de água do planeta, porém em má distribuição, e esse percentual está ameaçado por fatores diversos nas áreas socioeconômicas. (CLARKE, ROBIN, 2005).

Um dos principais desafios, no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos é de garantir o suprimento adequado de água nos pequenos municípios e nas regiões metropolitanas, onde, além da escassez, os recursos hídricos são constantemente contaminados pelos esgotos domésticos e industriais; Para solucionar os problemas são necessários avanços tecnológicos, institucionais e implantação de sistema de gestão integrada e participativa.

É importante, para isso, a introdução de novos paradigmas, como a gestão das águas que inclui as águas superficiais, subterrâneas e águas atmosféricas que serão otimizados pelos usos múltiplos e aproveitamento integral das águas disponíveis, incluindo o reuso, tratamento adequado e de baixo custo e a economia das águas.

A gestão por bacias hidrográficas é um modelo de administração integrada que ultrapassa fronteiras e possibilita o uso racional dos recursos hídricos. Este modelo promove técnicas inovadoras para manter a sustentabilidade e elabora um planejamento estratégico que une o planejamento territorial com a gestão das bacias e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. (CLARKE, ROBIN, 2005).

A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e tomar como referência de unidade territorial, a *bacia hidrográfica*, atuando de forma descentralizada e contando com a participação do Poder Público, dos Usuários e da Sociedade Civil Organizada, como está estabelecido na legislação.

Para gerir os recursos hídricos a Lei Estadual prevê os seguintes instrumentos da política de recursos hídricos: implantação do Plano Estadual de Recursos Hídricos; enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a criação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos; a regulamentação da outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a implantação da cobrança pelo uso de recursos hídricos; e criação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, (SERGIPE, 2002).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o embasamento legal da formação e existência do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, promovendo ação efetiva do controle social do uso das águas, como patrimônio coletivo com a participação de todos os segmentos da sociedade.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa tem caráter qualitativo. Utilizou-se metodologia de pesquisa documental como teses, monografias, dissertações, artigos e visitas *in loco* ao órgão gestor do Estado: Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) através da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH) e da secretaria executiva do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe. Foram coletados dados junto ao site da Agência Nacional da Água (ANA).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estado de Sergipe é composto por 08 Bacias Hidrográficas: Rio São Francisco, Rio Vaza Barris, Rio Real, Rio Japarutuba, Rio Sergipe, Rio Piauí, Grupo de Bacias Costeiras 01 (GC1) e Grupo de Bacias Costeiras 02 (GC2). Os rios Japarutuba, Sergipe e Piauí são rios de domínio do Estado, pois suas bacias estão dentro do Estado de Sergipe, exceto por uma pequena área dos

rios Sergipe e Piauí, que recobre terras baianas. Cada uma das bacias possui características próprias e um fato em comum: precisam de cuidados. (SEMARH-SRH, 2012).

A estrutura do Comitê da Hidrográfica do rio Sergipe - CBHS é composta por Plenário que significa conjunto 48 membros (titular e suplente) do comitê reunido em assembléia geral e configura-se como instância máxima. O colegiado é coordenado por uma Diretoria Executiva que atualmente é gerida por um presidente, vice - presidente e secretário geral, sendo assessorada pela secretaria executiva, unidade física, esta com estrutura mínima, de um técnico fornecendo apoio administrativo, técnico, logístico e operacional do órgão gestor, a SEMARH/SE.

Dando continuidade ao processo de gestão de recursos hídricos, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH deliberou as diretrizes e critérios de funcionamento somente em 2012, considerando um período longo para definir a atualização dos Regimentos Internos dos Comitês das Bacias Hidrográficas onde constam os atos administrativos e consultivos através das Deliberações, Resoluções e Moções publicados oficialmente pelo Órgão Gestor depois da aprovação dos membros.

Com a aplicação das diretrizes deliberada pelo CONERH, as reuniões ordinárias passaram a ocorrer quatro vezes por ano, por convocação do Presidente com antecedência mínima de quinze dias; e extraordinariamente, sempre que necessário devendo ser tratados somente assuntos que constam na pauta da convocação.

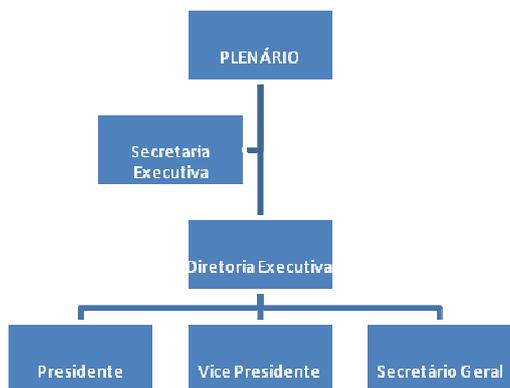


Figura 01. Estrutura do CBHS. Fonte: SERGIPE (2012)



Figura 02. Ordem do dia: reuniões ordinárias e extraordinárias do CBHS. Fonte: SERGIPE (2012).

SEGMENTOS		
Usuários de Água	Sociedade Civil	Poder Público
02 (dois) representantes da indústria e mineração; 02 (dois) representantes da atividade pesca, turismo e lazer; 02 (dois) representantes de abastecimento urbano e lançamento de efluentes; 02 (dois) representantes de agricultura e irrigação;	02 (dois) representantes eleitos das instituições de ensino e pesquisa; 01 (um) representante eleito da categoria profissional; 04(quatro) representantes eleitos das organizações não governamentais legalmente constituídas e comprovada atuação no âmbito da Bacia; 01 (um) representante eleito de comunidades tradicionais;	01 (um) representante da esfera federal; 01(um) representante da SEMARH; 01(um) representante da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Irrigação – SEAGRI; 01(um) representante da Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão – SEPLAG; 03(três) representantes do Poder Executivo Municipal; 01 (um) representante do Poder Legislativo Municipal.

## CONCLUSÃO

1- Portanto, faz-se necessário que os membros do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe acompanhem os aspectos legais e estruturantes na gestão das águas, devendo buscar e considerar a participação como algo inerente para a sociedade e que expresse desde o início da criação do mesmo os princípios de liberdade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele. A SEMARH por proporcionar esta oportunidade, aos meus professores da UFS, minhas amigas de sala na SRH pelas nossas discussões e debates e a toda minha família de suportar a ausência e apoiar na conclusão de mais uma tarefa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Brasil. Presidência da República. Decreto 24.643/1934. **Decreta o Código de Águas**. Rio de Janeiro/RJ, 1934. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm). Acesso em 10 de mar de 2013.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei 9.433 **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília /DF:Diário Oficial da União, 1997.

Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm). Acesso em 10 de maio de 2013.

Clarke, Robin T., 1934 – **O Atlas da Água**/Robin Clarke e Jannet King; [tradução Anna Maria Quirino], --São Paulo: Publifolha, 2005.

Machado, Paulo Afonso Leme. **Recursos Hídricos: direito brasileiro e internacional**. São Paulo/SP, Malheiros Editores Ltda, 2002.

Ministério do Meio Ambiente. **O desafio para o próximo milênio**. Brasília/ DF: Diário Oficial da União, 2001.

Sergipe, Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC. Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. **Gestão participativa das águas de Sergipe**. Aracaju, 2002. 88p.

Sergipe. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH. **Regimento Interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe**. Sergipe, 2012.

\_\_\_\_\_. Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Sergipe – SIRHSE**. Sergipe, 2012.

Disponível em:

<http://www.semarh.se.gov.br/http://sirhse.semarh.se.gov.br/sirhse/index.php/geoinformacao/index>

Acesso em 12 de abr de 2013.

\_\_\_\_\_. Lei 3.870 de 25 de setembro de 1997 que institui a **Política Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe**. Sergipe, 1997.

Disponível em: <http://www.semarh.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=26> Acesso em: 05 de mar de 2013.

\_\_\_\_\_.Conerh/Se Resolução nº 15, de 28 de março de 2012. **Estabelece diretriz e critérios para o funcionamento e a renovação de Comitês da Bacia Hidrográfica no âmbito do Estado de Sergipe e dá outras providências**. Diário Oficial, Aracaju/SE, 19 jun. 2012. Nº 26.505.

Sergipe. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos, PERH-SE**. Sergipe, 2010.

## Comparação das precipitações máximas e mínimas nas diferentes zonas climáticas de Sergipe

Janisson Batista de Jesus<sup>1</sup> & João Horacio Dantas Almeida de Goes<sup>2</sup>

**RESUMO:** *O regime pluviométrico é um dos parâmetros meteorológicos mais importantes para a manutenção da vida no planeta, dessa forma, o seu monitoramento é indispensável para se conhecer suas variações ao longo do tempo e espaço. Esse estudo objetivou comparar o histórico do regime pluviométrico nas três diferentes zonas climáticas do Estado de Sergipe a fim de verificar padrões ou tendências quanto ao parâmetro estudado. Para a execução do trabalho foram utilizados os dados da EMDAGRO de 1930 até 2005 para os municípios de Aracaju, Itabaiana e Simão Dias, representando respectivamente as zonas climáticas: litoral, agreste e semiárido sergipano, os quais foram processados em Excel. De acordo com os resultados, verifica-se que os anos de 1935 e 1989 foram responsáveis pelos maiores valores de precipitação máxima mensal em todas as zonas climáticas de Sergipe e, quanto às precipitações mínimas, os anos de 1985, 1995 e 2004 apresentaram as menores taxas. Portanto, conclui-se que não existe uma uniformidade nas três zonas climáticas no Estado de Sergipe, havendo uma redução dos volumes precipitados do litoral para o interior.*

**Palavras-chave:** dados meteorológicos, regime pluviométrico.

### INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é um dos principais elementos climatológicos, pois além de constituir a fase aérea do ciclo hidrológico, influencia no comportamento de outras variáveis meteorológicas como temperatura, vento e umidade, e é a que melhor caracteriza a variabilidade climática em uma região (MARENGO & HASTENRATH, 1993).

O regime de chuvas interfere totalmente no desenvolvimento das atividades humanas, alterando a fixação das populações bem como na sua vivência e economia em todo o planeta (MEDEIROS et al., 2012).

Porém, a variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Nordeste do Brasil ainda tem sido pouco estudada apesar de sua importância para o propósito de formulação de estratégias de combate aos efeitos da seca no semiárido (SILVA et al., 2011).

Assim, de acordo com os mesmos autores, a precipitação pluvial pode variar consideravelmente, até mesmo dentro de alguns quilômetros de distância e em escalas de tempo diferentes, sendo que no Nordeste brasileiro a maior parte da região se situa dentro da zona semiárida, a qual traz grandes problemas para a sociedade e para os ecossistemas naturais decorrentes das secas periódicas.

Dessa forma, o conhecimento do histórico da precipitação é de suma importância para o monitoramento dos impactos causados pelo excesso ou falta prolongada de precipitação, em determinada região (VERA et al., 2007).

O Estado de Sergipe está dividido em três diferentes zonas climáticas as quais são classificadas como litoral úmido, agreste e semiárido, sendo estas responsáveis pela localização de diferentes atividades humanas devido à atuação diferenciada das condições climatológicas, devendo-se, dessa forma, monitorar constantemente tal elemento do clima ao longo da distribuição espacial das mesmas visando atuar com uma gestão pública eficaz para reduzir os impactos das chuvas nessas regiões.

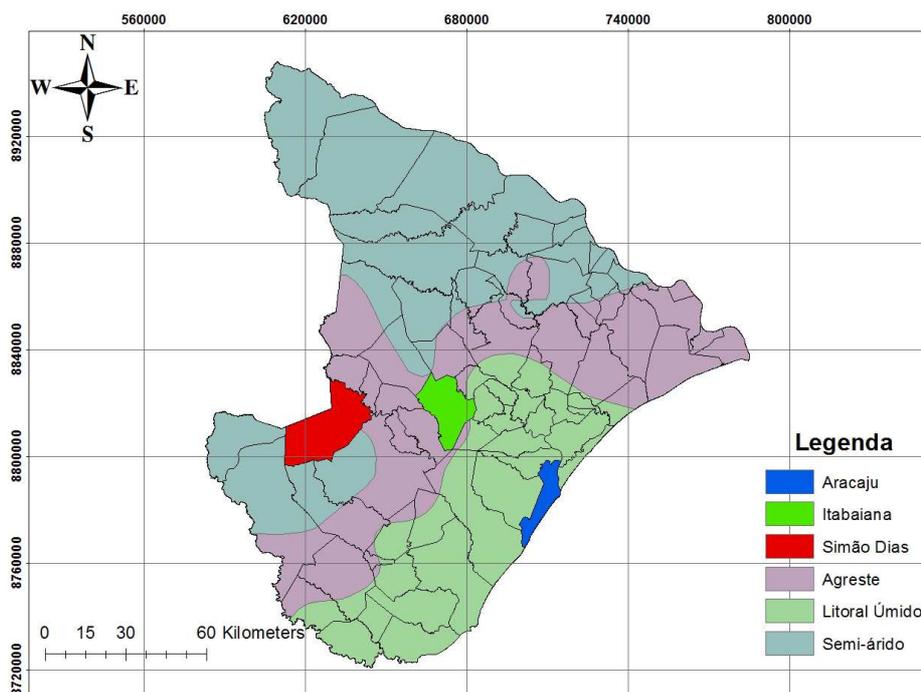
O objetivo do trabalho foi comparar o histórico do regime pluviométrico nas três diferentes zonas climáticas do Estado de Sergipe a fim de verificar padrões ou tendências quanto ao parâmetro estudado.

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, email@instituição.br;

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, horacio\_goes@hotmail.com.

## MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi realizado no Estado de Sergipe, o qual se encontra entre as coordenadas 10° 35' 24" S e 37° 22' 48" W, sendo que foram utilizados dados históricos de precipitação mensal obtidos da EMDAGRO (Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe) e do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), do ano de 1930 até 2005 para os municípios de Aracaju, Itabaiana e Simão Dias, representando respectivamente as zonas climáticas: litoral, agreste e semiárido sergipano (Figura 1), os quais foram trabalhados utilizando o Excel 2010 e o sistema de informação geográfica (SIG) ArcGIS para a elaboração do mapa de localização por meio dos dados do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (2012).

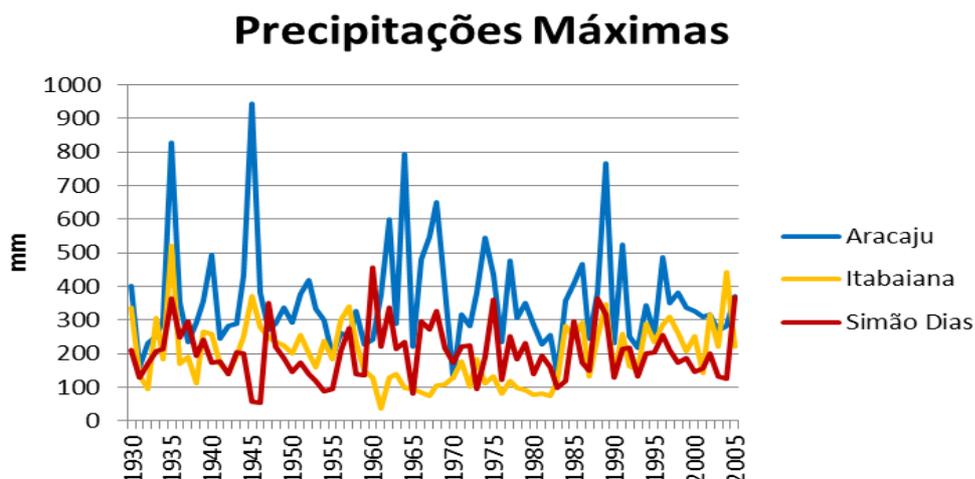


**Figura 1.** Mapa de localização das zonas climáticas e os municípios estudados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estado de Sergipe a precipitação pluviométrica máxima e mínima mensal é bastante variável na sua distribuição espacial e temporal ao longo dos anos. Durante os 75 anos analisados as precipitações máximas mensais foram registradas em 1945 (943,4 mm) para o município de Aracaju, em 1935 (521 mm) no município de Itabaiana e em 1960 (457,3 mm) no município de Simão Dias (Figura 2).

Além desses anos os três municípios também apresentaram precipitações máximas mensais muito acima dos outros anos em 1935 (828,5 mm), 1964 (794,7 mm) e 1989 (766,51 mm) no município de Aracaju, em 1945 (370,7 mm), 1957 (340,5), 1989 (347,5 mm) e em 2004 (444,7 mm) no município de Itabaiana, já no município de Simão Dias foram nos anos de 1935 (364,3 mm), 1947 (349,8 mm), 1975 (363 mm), 1989 (315,5) e em 2005 (366,9). Através da análise dos dados verifica-se que os anos de 1935 e 1989 apresentaram precipitação máxima mensal maiores do que no outros anos nos três municípios do estado de Sergipe, o que evidencia anos de prejuízos econômicos proporcionados por enchentes, alagamentos e encharcamento das produções agrícolas, uma vez que foram precipitações muito acima da média das três zonas climáticas do estado.



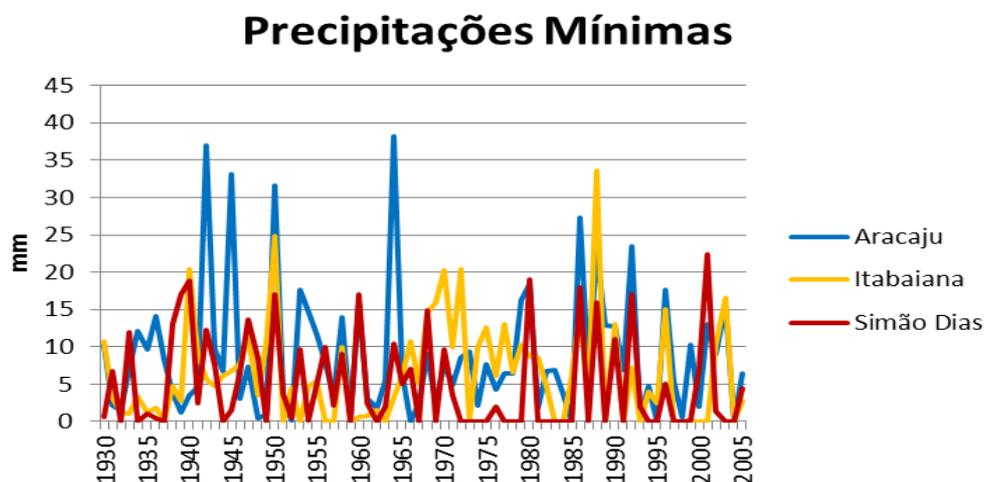
**Figura 2.** Precipitações máximas anuais no município representante das diferentes zonas climáticas.

Quanto às precipitações mínimas mensais, as piores taxas foram apresentadas nos anos de 1966, 1985, 1995 e 2004 quando apresentaram valores de 0 mm no município de Aracaju (Figura 3). Em Itabaiana as taxas de 0 mm de precipitação ocorreram em 18 dos 75 anos analisados enquanto que em Simão Dias tais taxas ocorreram em 29 dos 75 anos analisados. Analisando os dados das precipitações mínimas mensais, percebemos a influência e a diferença entra as zonas climáticas do Estado de Sergipe, enquanto taxas de precipitação de 0 mm são raras no município de Aracaju, uma vez que esse município encontra-se na beira do mar e sofre sua influência, essas taxas ocorrem com mais frequência nos municípios de Itabaiana e, principalmente, Simão Dias, por conta do seu clima semi-árido, acarretando em perdas na agricultura e na pecuária.

Outro fator importante quanto as precipitações mínimas mensais é que os anos de 1985, 1995 e 2004 apresentaram taxas menores do que 6 mm em todas as três zonas climáticas, caracterizando esses anos como de estiagem em todo o estado de Sergipe.

Segundo Medeiros et al. (2012), em regiões semiáridas o monitoramento da precipitação, principalmente durante o período chuvoso, é muito importante para tomada de decisões que possam trazer benefício para a população a fim amenizar os problemas relacionados aos períodos de escassez de água.

Tais caracterizações dentro do Estado de Sergipe possuem um caráter primordial principalmente na gestão pública relacionadas aos recursos hídricos bem como das atividades econômicas das populações, tendo em vista que há variações de precipitação em cada zona climática.



**Figura 3.** Precipitações mínimas anuais no município representante das diferentes zonas climáticas.

## CONCLUSÕES

1. A variabilidade das precipitações máximas e mínimas mensais não é uniforme para as três zonas climáticas do estado de Sergipe, havendo uma redução dos volumes precipitados do litoral para o interior;
2. Os anos de 1935 e 1989 foram responsáveis pelos maiores valores de precipitação máxima mensal nas três zonas climáticas do estado de Sergipe.
3. Os anos de 1985, 1995 e 2004 apresentaram taxas menores do que 6 mm em todas as três zonas climáticas, resultando assim em anos com a menores taxas de precipitação mínima.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à SRH e EMDAGRO pela elaboração e disponibilização dos dados necessários para o presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARENGO, J.; HASTENRATH, S. Case studies of extreme climatic events in the Amazon Basin. *Journal of Climate*, v. 6, n. 4, p. 617-627, 1993.

MEDEIROS, R. M.; BORGES, C. K.; SANTOS, L. J. V.; FRANCISCO, P. R. M. Análise climatológica da precipitação no município de bananeiras-PB no período de 1930-2011 como contribuição a agroindústria. V JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/viewFile/1701/1406>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUZA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.2, p.131–138, 2011.

Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe - SEMARH. Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe, versão 2012.9.

VERA, R. H. N.; DALLACORT, R.; NIED, A. H. Distribuição decendial, mensal e totais de precipitação na região de Tangará da Serra - MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Anais. Bonito, Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 1-4, 2007.

# GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS E ASPECTOS AMBIENTAIS DOS CANAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS DO CONJUNTO AUGUSTO FRANCO

Jorge Luiz Sotero de Santana<sup>1</sup>; Samara Cristina de Menezes Santos<sup>2</sup> & Paulo Eduardo Simões Dantas<sup>3</sup>.

**RESUMO:** *O crescimento acelerado dos últimos anos tem acontecido de forma desorganizada e um grande número de localidades sem a devida infraestrutura necessária para o desenvolvimento adequado e sustentável da área e seu entorno vem surgindo da mesma forma acelerada. O presente estudo objetivou fazer uma análise sobre a influência estética e as consequências funcionais dos possíveis impactos advindos da cobertura dos canais de drenagem do Conjunto Augusto Franco. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de campo e documental, que aborda a questão da drenagem urbana das cidades, dos bairros e dos conjuntos habitacionais em desenvolvimento, seu acelerado crescimento populacional e sua urbanização. Para realização do trabalho foram feitos inicialmente levantamentos bibliográficos. Sequencialmente, foram realizadas visitas de campo para um melhor diagnóstico e observação local a fim de elaborar um questionário a ser aplicada a população residente nas proximidades dos canais. Após a aplicação dos questionários, foram feitos registros fotográficos e por fim a análise dos resultados. Constatou-se que os canais analisados possuem a necessidade do monitoramento e fiscalização contínua, para que se obtenham bons resultados na gestão sustentável das águas urbanas. Ainda de acordo com a população, os Canais apresentam e/ou apresentariam resultados positivos se fossem cobertos.*

**Palavras-chave:** Urbanização; Saneamento Ambiental; Drenagem Urbana.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos (TUCCI, 2008).

Os problemas que a urbanização traz para as cidades já eram conhecidos desde o século passado, quando as cidades tinham grandes problemas quanto à proliferação de doenças. O principal motivo para isso eram as condições sanitárias, onde a própria população contaminava suas fontes de abastecimento, com o despejo incorreto de esgoto no manancial.

Com o passar dos anos e o acelerado crescimento populacional, a situação somente se agravou, aumentando cada vez mais os impactos sob os recursos hídricos. No Brasil, somente a partir dos anos 80 surgiu uma preocupação relacionada aos impactos ambientais e foi aprovada então, a legislação ambiental e seus critérios de controle de sistemas hídricos e hidrelétricos.(TUCCI et al., 2003)

Diante desse movimento de urbanização, o presente trabalho relata a situação do sistema de drenagem em Aracaju, mais precisamente no Conjunto Augusto Franco.

A área de estudo e trabalho de pesquisa analisa os aspectos ambientais dos Canais de Drenagem 03 e 04, ou seja, analisa apenas dois dos três canais de drenagem das águas pluviais existentes no Conjunto Augusto Franco, na cidade Aracaju. A referida cidade está inserida em duas bacias hidrográficas do estado, a bacia hidrográfica do Rio Sergipe e a bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris. Recentemente, o município de Aracaju passou a pertencer também ao Grupo de Bacia Costeira 01, segundo novos estudos e reconfiguração da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH, do Governo de Sergipe.

<sup>1</sup> Professor Msc do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, Campus Aracaju – Instituto Federal de Sergipe, IFS. E-mail: jlsotero@infonet.com.br;

<sup>2</sup> Tecnóloga em Saneamento Ambiental – Instituto Federal de Sergipe, IFS. E-mail:samaramenezestr@gmail.com;

<sup>3</sup> Tecnólogo em Saneamento Ambiental – Instituto Federal de Sergipe, IFS. E-mail:pauloejessica@ibest.com.br.

O conjunto Augusto Franco, desde a sua inauguração, tem o esgotamento sanitário e pluvial a céu aberto, o que causa diversos transtornos à população, principalmente em períodos chuvosos onde há alagamentos com facilidade. (GOMES, 2012). Devido a essa problemática, a prefeitura resolveu lançar um projeto para cobertura do Canal 04.

Com isso, o presente estudo pretende fazer uma análise sobre a influência estética e as consequências funcionais dos possíveis impactos advindos da cobertura dos canais de drenagem do Conjunto Augusto Franco.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

O presente trabalho tem caráter exploratório, o qual busca observar a realidade local relacionado ao manejo das águas urbanas nos canais de drenagem no Conjunto Augusto Franco. O trabalho foi iniciado em meados de fevereiro de 2013, e estimava-se que durasse um semestre, porém foi concluído no final do mês de setembro de 2013. Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas, por meio de artigos e documentos eletrônicos, bem como livros, que estabeleceram as diretrizes para o desenvolvimento do estudo.

Sequencialmente, foram realizadas visitas de campo para um melhor diagnóstico e observação local a fim de elaborar um questionário a ser aplicado com a população residente nas proximidades dos canais. O questionário teve como objetivo adquirir informações do tipo nome, sexo e situação dos serviços de abastecimento de água, serviços de coleta de esgoto, gestão de resíduos e drenagem urbana.

Com os questionários elaborados, foram feitas 50 entrevistas na comunidade com pessoas escolhidas aleatoriamente com o requisito que morassem nas proximidades dos Canais 03 e 04. Com o questionário foi possível se obter a percepção dos entrevistados quanto aos problemas e anseios da comunidade local. Em seguida foram feitos os registros fotográficos.

Por fim houve uma articulação entre as informações obtidas durante a pesquisa bibliográfica e documental com as visitas realizadas e entrevistas. Os vários pontos convergentes compuseram os resultados e as discussões.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para obtenção dos presentes resultados, foram aplicados questionários que de acordo com as perguntas, obtiveram-se as seguintes informações:

- Quanto à sexualidade, 60% dos entrevistados foram do sexo masculino e 40% do sexo feminino.
- Quanto à forma de abastecimento de água utilizada nas residências, 100% dos entrevistados utilizam a água da rede pública de abastecimento.
- Quanto à qualidade da água, 80% da população considera a água de boa qualidade, os outros 20% consideram ruim. Os que a consideraram de qualidade ruim, afirmam que algumas vezes a água chega em suas residências com cor, cheiro e gosto.
- Quanto à qualidade do abastecimento de água, 90% dos entrevistados dizem ter seu abastecimento com funcionamento regular e encontram-se satisfeitos com o serviço.
- Quanto à rede de esgotamento sanitário, 90% da população afirma possuir rede de coleta de esgoto. Porém, é preciso ressaltar que a rede coletora a qual se referem é a fossa séptica, juntamente com a rede drenagem urbana das águas pluviais. Os outros 10% não souberam responder a pergunta.
- Quanto ao destino dos resíduos sólidos, 100% dos entrevistados dizem ter seu lixo coletado pela empresa responsável, a Torre Empreendimentos. Quando há grandes objetos a serem descartados, como por exemplo, móveis, o descarte é feito em praças ou terrenos baldios do Bairro;
- Quando indagados se a cobertura do canal traria e/ou trouxe benefícios tanto funcionais, quanto estéticos e ambientais, 76% dos entrevistados afirmam que os benefícios pelo menos estético já podem ser notados no Canal 04, que já foi totalmente coberto - quanto aos aspectos funcionais e ambientais até então os moradores não evidenciaram algo que pudessem julgar como ruim. Os outros 24% dos entrevistados dizem que a cobertura do Canal em períodos chuvosos trará transtornos do tipo, alagamentos das vias públicas e

que esteticamente preferiam a situação antes da cobertura, onde o Canal possuía, em toda sua extensão, diversas árvores.

- Nas proximidades do Canal 03, canal de águas pluviais que não foi coberto, pôde-se observar que, 80% dos entrevistados acreditam que a cobertura do Canal trará benefícios estéticos e funcionais. Os demais, acreditam que a cobertura do Canal não irá mudar em nada a gestão das águas pluviais e nem a coleta de esgoto.
- Com relação à frequência de limpeza dos Canais, 100 % dos entrevistados afirmaram haver limpeza regular no Canal 3. Em relação ao Canal 04, que já encontra-se coberto, os entrevistados avaliam a limpeza das vias e os cuidados com a nova vegetação replantada em toda sua extensão, como boa.

Dentre os inconvenientes citados, ainda foi possível observar que nas imediações do Canal 03, existem alguns outros problemas como o mau cheiro proveniente da ausência de rede coletora de esgoto sanitário, que causam riscos à saúde, perigo eminente de acidentes e proliferação de insetos e roedores. As opiniões se mesclam entre os que acham que a solução é, de fato, fechar e/ou realizar a cobertura do Canal e os que acham que com limpeza constante e/ou colaboração da população, não há problemas em o canal permanecer a céu aberto.

O Canal de águas pluviais 03 não é coberto, como mostra a Figura 1 apresentada a seguir, o que, para a maior parte da comunidade local, causa esteticamente uma má impressão, visto que existem, ainda, muitas ligações clandestinas de esgotos domésticos, bem com uma grande deposição de entulhos e lixos em sua extensão.

Os entrevistados nas imediações do Canal 03, também confundiram o canal de drenagem de águas pluviais com canal de esgoto a céu aberto, o que é preocupante, pois isto demonstra a falta de conhecimento sobre saneamento básico e percepção ambiental. Logo, esta situação representa um dos principais motivos pelos quais as pessoas ainda tenham atitudes e ações que poluam, degradam e contaminam os canais da região, prejudicando desta forma o meio ambiente e a qualidade de vida da população.



**Figura 1: Canal 03, na Avenida Caçula Barreto.  
Fonte: Autores do Trabalho.**

No Canal 04, não há problemas do tipo deposição de entulhos, visto que o canal encontra-se coberto e com projeto de replantio de árvores concluído. A única preocupação notada é que com a cobertura dos canais torne-se mais fácil as ligações de esgotos clandestinas nos canais, visto que a fiscalização torna-se mais difícil, já que não são perceptíveis a “olho nu”.

Neste sentido a prefeitura de Aracaju tem um desafio ainda maior que é intensificar a fiscalização, visto que não é possível manter fiscais à disposição só dos canais de águas pluviais. Sugere-se, tanto para a administração municipal como para associação de moradores e para sociedade em geral, que sejam feitas campanhas educativas no sentido de preservação e conservação dos canais, alertando-se para os riscos de ligações clandestinas.



**Figura 2: Canal 4, Avenida Dr. Adel Nunes.  
Fonte: Site da prefeitura de Aracaju, 2012.**

Após a cobertura do Canal 04, a maioria das ligações clandestinas foram desfeitas, pela própria construtora responsável pela obra, o que leva a acreditar que será mais fácil a recuperação do Canal.

Diante dos resultados apresentados, pôde-se constatar a necessidade do monitoramento e fiscalização contínua dos Canais 03 e 04, para que se obtenham resultados positivos na gestão sustentável das águas urbanas.

Logo, faz-se necessário o manejo adequado das águas pluviais, a fim de que se possa deter a degradação e a contaminação ambiental, provenientes das ligações clandestinas e da baixa eficiência dos sistemas de esgotos existentes, da deposição de entulho e lixo, evitando, desta forma, os alagamentos e maus odores.

## CONCLUSÕES

1. Espera-se alcançar a conscientização da sociedade civil, bem como dos órgãos competentes, os quais devem ter papel fundamental no monitoramento da qualidade ambiental dos Canais, objetivando a tomada de decisões e ações de controle ambiental. Pelo fato de sempre estarem próximos, os moradores do entorno do canal têm um papel fundamental na fiscalização e preservação, pois irão auxiliar os órgãos fiscalizadores no combate as más práticas ambientais.
2. Em aspectos gerais, o que se observa é que visualmente o Canal 03 encontra-se um tanto quanto degradado, visto que as ligações clandestinas ainda são muito comuns na localidade. A maior parte da população, residente das proximidades deste Canal acha que a melhor solução é a total cobertura, acreditando que esteticamente e funcionalmente trará resultados positivos a todos.
3. A cobertura dos Canais 03 e 04 será bem aceita pela comunidade local, visto que muitos acreditam que as obras trouxeram e trarão uma nova característica ao conjunto, que antes eram conhecido pela existência de seus canais de drenagem a céu aberto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEMARH, Relatório do Diagnóstico Qualitativo, “Gestão Integrada das Águas Urbanas em Aracaju-SE/Brasil”, 2010.
- TUCCI, C. E. M. “Águas urbanas”, 2008, [tucci@iph.ufrgs.br](mailto:tucci@iph.ufrgs.br). Publicado em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07>. Acesso em: 21 de março de 2013.
- TUCCI C. E. M.; HESPANHOL I.; NETTO O. de M. C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”.BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, p. 357-370, 2003.
- GOMES, J. “Augusto Franco Comemora início das obras no canal 5”, Junho de 2012. Disponível em:< <http://carecaecamaradas.blogspot.com.br/2012/06/augusto-franco-comemora-inicio-de-obras.html>>. Acesso em: 03 de agosto de 2013.
- PREFEITURA DE ARACAJU, “Augusto Franco recebe grandes investimentos da PMA”, publicado em 03 de setembro de 2012. <http://www.aracaju.se.gov.br/index.php?act=leitura&codigo=52020>. Acesso em 27 de setembro de 2013.

## Importância da Distribuição de Chuvas para o Cultivo de Milho no Agreste Sergipano

Gilmário Dantas da Silva<sup>1</sup>; & Edson Patto Pacheco<sup>2</sup>

**RESUMO:** O Agreste Sergipano é uma das mesorregiões onde a cultura do milho é cultivada com alta tecnologia. Nesse contexto, os efeitos relacionados ao déficit hídrico podem trazer perdas significativas à produtividade. O objetivo desse trabalho foi avaliar o possível efeito da distribuição de chuvas sobre o comportamento produtivo do milho em um experimento de campo em dois anos agrícolas. O estudo foi realizado na Estação Experimental Jorge Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizada no município de Nossa Senhora das Dores (SE), por meio da execução de um experimento de campo, conduzido nas safras de 2012 e 2013. Concluiu-se que a safra de 2012, mesmo com precipitações abaixo da média dos últimos 10 anos, teve uma produtividade absoluta maior quando comparada com a safra de 2013.

**Palavras-chave:** precipitação, produtividade, irregularidade.

### INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil, apresenta grande variabilidade na produção agrícola em decorrência das irregularidades na distribuição das chuvas (Beragamaschi, 2010). Na cultura do milho os efeitos relacionados ao déficit hídrico podem trazer perdas significativas à produtividade. Nesse contexto, segundo Pacheco (2013), o Agreste Sergipano destaca-se como a mesorregião com altas produtividades de milho (*Zea mays* L.) graças ao desenvolvimento de cultivares com alto potencial de produção. No entanto, em um experimento realizado no município de Nossa Senhora das Dores, a distribuição irregular das chuvas provocou uma queda na produtividade de milho na colheita de 2013. Conforme Cruz et al. (2010), a distribuição de chuva descontínua no ciclo da cultura pode provocar uma queda na produtividade. Dessa forma, para o bom desempenho da cultura é necessário que a chuva seja regular. Esta é a hipótese que norteia esta pesquisa.

A relevância deste trabalho é contribuir com informações agrometeorológicas para o desenvolvimento da cultura do milho no Agreste Sergipano.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o possível efeito da distribuição de chuvas sobre o comportamento produtivo do milho em um experimento de campo em dois anos agrícolas.

### MATERIAIS E MÉTODO

O estudo foi realizado na Estação Experimental Jorge Sobral da Embrapa Tabuleiros Costeiros, localizada no município de Nossa Senhora das Dores (SE), por meio da execução de um experimento de campo, conduzido nas safras de 2012 e 2013, em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, sob relevo ondulado (EMBRAPA, 2013).

A área de estudo apresenta as seguintes características: coordenadas geográficas 10°27' S e 37°11' W, altitude média de 200 m, temperatura média de 26 °C e pluviosidade média anual de 1.150 mm. As coletas de precipitação foram realizadas diariamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos: 1) milho monocultivo em preparo convencional (MMPC); 2) milho monocultivo em plantio direto (MMPD); 3) milho consorciado com *Brachiaria decumbens* em plantio direto (MBPD); 4) milho consorciado com guandu em plantio direto (MGPD); e 5) milho consorciado com *Brachiaria decumbens* e guandu em plantio direto (MBGPD).

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, e-mail: gilmariofloresta@gmail.com

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju-SE, CEP 49025-040, e-mail: edson.patto@embrapa.br

Nas safras de 2012 e 2013, a colheita mecânica das parcelas foi realizada quando os grãos de milho apresentavam cerca de 13% de umidade, para cálculo da produtividade em kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, estão representadas as médias mensais de pluviosidade para a região de Nossa Senhora das Dores-SE, referentes aos anos de 2012 e 2013 e à média dos últimos dez anos. O período de plantio geralmente ocorre desde a segunda quinzena de abril à segunda quinzena de maio. No entanto, devido à estiagem prolongada, a safra de 2012 teve um atraso de aproximadamente 30 dias na data de plantio, sendo que o plantio foi realizado no dia 15 de junho.

No ano de 2012, o volume total de chuva foi 791 mm, enquanto a média da região é de 1.150 mm (Figura 1). Em relação a 2013, as chuvas iniciaram em abril, chegando acumular 191 mm no referido mês e no ano um total de 1.076 mm. Porém, devido à insegurança provocada pelo atraso das chuvas no ano anterior, o plantio do experimento foi realizado no dia 28 de maio.

Na safra de 2012, durante o plantio, o solo encontrava-se com umidade próxima à capacidade de campo e ocorreu uma estiagem de sete dias, o que provocou atraso e irregularidade na germinação das sementes, principalmente, nos tratamentos com plantio direto.

Conforme apresentado na Tabela 1, o intervalo entre a germinação e a adubação de cobertura totalizou 18 dias, sendo que choveu 31 mm três dias antes e 67 mm dois dias após essa prática cultural, contribuindo bastante com o desenvolvimento vegetativo das plantas. O período da adubação de cobertura até a floração durou 34 dias, apresentando um acumulado de 131 mm.

Durante o enchimento de grãos, período de 40 dias, que vai da floração até a maturação fisiológica, choveu 153 mm. Do plantio até a maturação fisiológica, houve um total de 101 dias, período no qual a precipitação foi de 400 mm. Portanto, o atraso inicial de sete dias provocou algumas falhas na germinação do milho (*Zea mays* L.). No entanto, mesmo com precipitações abaixo da média dos últimos dez anos, após a floração ocorreram chuvas regulares, o que contribuiu efetivamente para o enchimento dos grãos, sendo que a produtividade média para a safra de 2012 foi de 8.712 kg ha<sup>-1</sup>, não havendo diferença significativa da produtividade entre os tratamentos (Tabela 2).

No que se refere à precipitação na safra de 2013 (Figura 1), o solo encontrava-se com baixa umidade durante o plantio. Sete dias logo após o plantio permaneceram sem precipitação, apresentando apenas 22 mm do período de plantio até a germinação.

Conforme apresentado na Tabela 1, o intervalo entre a germinação e a adubação de cobertura totalizou 28 dias, sendo que choveu 136 mm. O período da adubação de cobertura até a floração durou 24 dias, apresentando um acumulado de 142 mm.

Durante o enchimento de grãos, período de 40 dias, que vai da floração até a maturidade fisiológica, choveu 86 mm. O período do plantio até a maturação fisiológica totalizou 100 dias, período no qual a precipitação foi de 386 mm. Portanto, foi observado que no período da floração até a maturidade fisiológica, as precipitações não foram suficientes para um bom enchimento de grãos, o que resultou numa produtividade média de 8.096 kg ha<sup>-1</sup>.

Verificou-se, na safra de 2012, que o período da floração até a maturidade fisiológica as precipitações se apresentaram bem regulares, contribuindo bastante para o enchimento de grãos. Enquanto, na safra de 2013, no período que vai da floração até a maturidade fisiológica, as precipitações foram irregulares, passando 23 dias sem chover.

Na safra de 2012, a fase de emergência até a maturação fisiológica, principalmente seis dias após a prática da adubação de cobertura, apresentou irregularidade nas precipitações, normalizando após a floração e, sobretudo, no período de maturação fisiológica. Fato este que contribuiu para o enchimento de grãos.

Em relação à safra de 2013, logo após a adubação de cobertura, as precipitações ocorreram regularmente, contribuindo para uma boa adubação. Entretanto, nas demais fases, as precipitações foram bastante irregulares, o que pode ter provocado uma queda na produtividade.

## CONCLUSÕES

1. Na safra de 2012, mesmo sendo um ano considerado com precipitações médias abaixo do normal, a produtividade superou a safra de 2013.
2. A melhor distribuição de chuva na fase de floração e enchimento de grãos na safra de 2012, em relação à safra de 2013, pode ter contribuído para maior produtividade média de milho no primeiro ano de cultivo.

## AGRADECIMENTOS

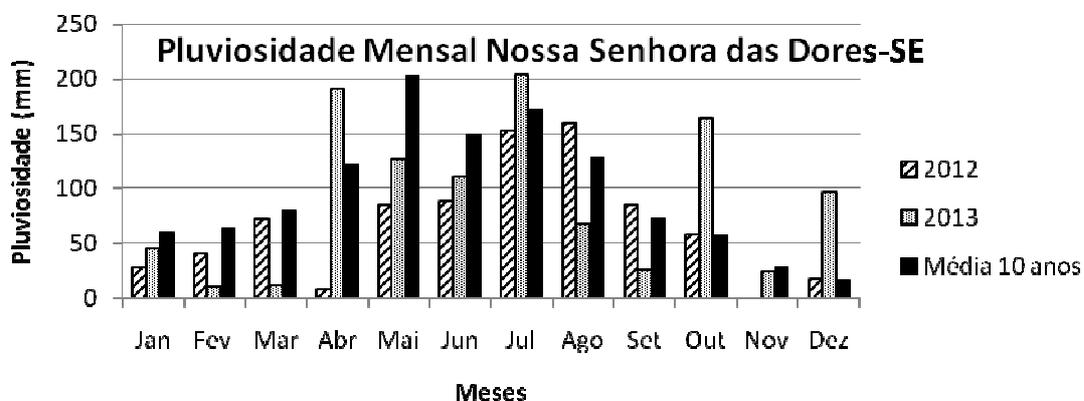
Meus agradecimentos à FAPITEC por proporcionar a bolsa de pesquisa e viabilizar financeiramente minha inserção enquanto bolsista. Agradeço especialmente à Embrapa Tabuleiros Costeiros e ao meu orientador o pesquisador Dr. Edson Patto Pacheco pela oportunidade de participar neste estudo e por contribuir com minha formação profissional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMASCHI, H. Necessidade e sensibilidade da cultura do milho as condições hídricas térmicas. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo - Palestras. Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010 Disponível em: <[http://www.abms.org.br/cn\\_milho/palestras](http://www.abms.org.br/cn_milho/palestras). Acesso em: 10 fev. 2014.

CRUZ, C. J. et all. In: CRUZ, C. J. et all. Cultivo do milho. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas. Circular Técnica, Sistema de Produção 2ª edição, 2010. p. 1-6.

PACHECO, E. P. Adequação do sistema plantio direto na transição Agreste/Tabuleiros Costeiros de Sergipe. XXXIV Congresso Brasileiro de ciência do Solo. Florianópolis, 2013. p. 1-4.



**Figura 1** – Pluviosidade média mensal para o município de Nossa Senhora das Dores – SE.

**Tabela 1** – Quantidade de dias e precipitação (mm) durante as fases do ciclo do milho na safra de 2012 e 2013 em Nossa Senhora das Dores – SE.

FASES	DIAS		PRECIPITAÇÃO (mm)	
	2012	2013	2012	2013
Plantio - Germinação	9	8	31	22
Germinação - Adubação de cobertura	18	28	85	94
Adubação de cobertura - Florescência	34	24	131	184
Floração - Maturação fisiológica	40	40	153	86
Plantio - Maturação fisiológica	101	100	400	386

**Tabela 2** – Médias de produtividade de milho em diferentes sistemas de cultivo, nas safras de 2012 e 2013 em Nossa Senhora das Dores – SE

TRATAMENTO	PRODUTIVIDADE		MÉDIA
	2012 Kg ha <sup>-1</sup>	2013 Kg ha <sup>-1</sup>	
MMPC	8862 a	8072 a	8.467
MMPD	8737 a	8157 a	8.447
MBPD	8702 a	8008 a	8.355
MGPD	8512 a	7999 a	8.225
MBGPD	8748 a	8248 a	8.498
MÉDIA	8.712	8.097	

MMPC – Milho monocultivo em plantio convencional; MMPD – Milho em monocultivo em plantio direto; MBPD – Milho consorciado com *Brachiaria decumbens* em plantio direto; MGPD - Milho consorciado com guandu em plantio direto; MBGPD – Milho consorciado com *Brachiaria decumbens* e guandu em plantio direto.

## Indicadores de PIR (Pressão/Impacto/Resposta) na Grande Aracaju: Uma Abordagem Socioambiental

Lohan Lima Oliveira<sup>1</sup>; Márcia Eliane Silva Carvalho<sup>2</sup>

**RESUMO:** *O presente resumo objetiva propor, aplicar e avaliar indicadores socioambientais e de qualidade hídrica visando fornecer um perfil sistêmico dos condicionantes sociais, ambientais, das pressões antrópicas e a efetividade de políticas públicas voltadas para a qualidade socioambiental e hídrica do território da Grande Aracaju, área de estudo composta por nove municípios. Diante da complexidade existente na relação sociedade e natureza, a gestão dos recursos hídricos compreende uma prática imprescindível. Nessa perspectiva, os indicadores representam instrumentos de suma importância para a referida gerência, uma vez que retratam variáveis observáveis no ambiente e na sociedade e que podem ser quantificadas. A metodologia fundamentou-se na realização de levantamentos bibliográficos em fontes secundárias, realização de atividades gabinete visando integrar os dados em análise. Com a obtenção dos dados foi aplicada a Técnica da Escala de Desempenho que utiliza informações socioambientais de nível municipal associada à proposta de indicadores PER (pressão/estado/resposta), visando constituir um perfil da realidade pressão antrópica/estado hídrico/respostas das políticas públicas no referido território. Tendo em vista a análise realizada, foram diagnosticados os aspectos e municípios que mais contribuem para a degradação dos estoques hídricos, fornecendo, portanto, um instrumento para a gestão hídrica local.*

**Palavras-chave:** Qualidade Hídrica; Relação Sociedade e Natureza; Pressão Antrópica.

### INTRODUÇÃO

Tendo em vista a gestão dos recursos hídricos, os indicadores compreendem instrumentos imprescindíveis para a referida prática, uma vez que retratam variáveis observáveis no ambiente e na sociedade e que podem ser quantificadas. Nesse sentido, convém adicionar a esta discussão a contribuição de Magalhães Júnior (2011) acerca dos indicadores.

Para o referido autor, os indicadores constituem modelos simplificados da realidade com capacidade de promover a compreensão dos fenômenos, aumentando a capacidade de comunicação de dados brutos e adaptando as informações à linguagem e aos interesses locais dos decisores. Não são, portanto, elementos explicativos ou descritivos, mas informações pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo propor, aplicar e avaliar indicadores socioambientais e de qualidade hídrica visando fornecer um perfil sistêmico dos condicionantes sociais, ambientais, das pressões antrópicas e a efetividade de políticas públicas voltadas para a qualidade socioambiental e hídrica do território da Grande Aracaju.

### MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia fundamentou-se no levantamento bibliográfico em fontes secundárias, realização de atividades gabinete visando integrar os dados em análise. Dentre os autores que nortearam a referida etapa, Mendonça (1998; 2002), Suertegaray (2002) e Leff (2009) auxiliaram no embasamento epistemológico do conceito de meio ambiente, bem como na abordagem

<sup>1</sup> Graduando do curso de Geografia Licenciatura, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, lohanlima@yahoo.com.br ([apresentador do trabalho](#));

<sup>2</sup> Professora Doutora, Departamento de Geografia, UFS, Pesquisadora do GEOPLAN - Grupo de Pesquisa em Geocologia e Planejamento Territorial Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, marciacarvalho@ufs.br.

geográfica para o mencionado tema. No tocante ao debate acerca da questão hídrica foram imprescindíveis as contribuições de Porto Gonçalves (2011) e Ribeiro (2008) que adicionaram o viés político-econômico ao levantamento.

Posteriormente foram coletados dados do Censo Demográfico (2010), Censo Agropecuário (2006), Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil (PNUD, 2013) e dos Perfis Municipais provenientes da SEPLAG (Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão)(2013) com o objetivo de compor os índices. Os indicadores de densidade demográfica, índice de urbanização, índice de pobreza, índice de domicílios com instalações adequadas de água, índice de população cujos esgotos não são tratados, índice de domicílios com instalações adequadas de esgotos e índice de atendimento de coleta de lixo foram localizados já formulados na base do IBGE (Instituto Brasileiro e Geografia e Estatística) e SEPLAG.

O índice de exploração hídrica para abastecimento, índice de lançamento de esgotos em cursos d'água por habitante e a produção de lixo foram elaborados mediante valores de referência (150 l/d/h; 80% do índice anterior; 500 g/d/h - respectivamente) em virtude da inexistência de dados municipais. Os índices de cobertura vegetal e áreas agrícolas basearam-se nos dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), considerando que a cobertura vegetal corresponde às "matas e florestas" e as áreas agrícolas estão relacionadas com as "lavouras e pastagens". Como os referidos dados são fornecidos em hectares, tornou-se necessário convertê-los em quilômetro quadrado (Km<sup>2</sup>) para avaliar o percentual de áreas agrícolas e de cobertura vegetal sobre o total dos respectivos municípios.

Na sequência, realizou-se a aplicação da Técnica da Escala de Desempenho que utiliza informações socioambientais de nível municipal associada à proposta de indicadores PER (pressão/estado/resposta), empregada pela Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OECD, 1994) e pelo IBAMA (2002) apud MAGALHÃES JÚNIOR (2011), visando traçar um perfil da realidade pressão antrópica/estado hídrico/respostas das políticas públicas na Grande Aracaju.

## **RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO**

Considerando o levantamento realizado, a tabela 01 apresenta os dados brutos de pressão/impacto inerentes aos municípios do território da Grande Aracaju. A referida tabela demonstra um panorama geral dos aspectos a serem observados na pressão ao meio ambiente, e por sua vez aos recursos hídricos, foco desta pesquisa. Fato de acentuada interferência na qualidade de vida da população, bem como na perpetuação das características ambientais do território selecionado, o que corresponde ao equilíbrio de elementos bióticos e abióticos para o balanço hidrológico.

Os dados inerentes à pressão/impacto apresentaram maior relevância nos municípios da região metropolitana que correspondem à Aracaju, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, com a exceção de Barra dos Coqueiros pelo crescimento da urbanização recente. Desse modo, os referidos municípios exercem maior pressão sobre os recursos hídricos mediante demanda pelo uso da água, degradação das nascentes e canais fluviais.

Por outro lado, os mesmos municípios apresentaram os dados mais acentuados inerentes às respostas, conforme a tabela 02. Fato que representa a eficácia das ações humanas na busca de resolução dos problemas ambientais, logo, refere-se à qualidade serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e de lixo, bem como o tratamento final dado aos mesmos.

Compreende-se a partir da abordagem adotada que o crescimento populacional juntamente a políticas públicas que estabeleçam serviços eficazes na rede pública de água, rede de esgoto e coleta de lixo, proporcionam pressões antrópicas mais atenuadas sobre os estoques hídricos, bem como corrobora para melhorias na qualidade de vida dos habitantes.

Tendo em vista a análise realizada neste tópico, tornou-se evidente a intensificação no uso do solo de modo irracional mediante a ocupação urbana desordenada, bem como as práticas

agrícolas com a ausência de uma orientação técnica sustentável e a elevada degradação da cobertura vegetal natural. Dentre os fatores causadores foram ponderados o elevado índice de pobreza e a deficiência das políticas públicas relativas ao sistema de abastecimento e coleta/tratamento dos efluentes e dos resíduos sólidos.

Mesmo ponderando que o trabalho ainda 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 exposta na contribuição para a gestão pública no tocante às questões hídricas.

## CONCLUSÕES

1. O crescimento do urbano em detrimento do rural revela diversas deficiências estruturais nas cidades do território da Grande Aracaju;
2. Para os indicadores de pressão, os municípios com o adensamento populacional mais elevado corresponderam aos índices mais alarmantes, a exemplo de Aracaju e Nossa Senhora do Socorro;
3. Contudo, atualmente os municípios metropolitanos possuem índices satisfatórios para os serviços de abastecimento e coleta/tratamento dos efluentes, especialmente Aracaju;
4. Os municípios interioranos obtiveram dados preocupantes, a exemplo de Itaporanga D'Ajuda e Santo Amaro das Brotas que apresentaram baixos índices de resposta.
5. Almeja-se, assim, que os resultados produzidos sirvam de instrumento para a administração pública, suscitando uma gestão hídrica local a fim da perpetuação da água nas suas respectivas utilidades.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo fomento à pesquisa mediante bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRERA-FERNANDEZ, José; GARRIDO, Raymundo-José. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002. p. 458.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**. Sergipe, 2006.
- \_\_\_\_\_. **Censo demográfico**. Sergipe, 2010.
- LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2009. p. 494.
- MACHADO, Carlos José Saldanha (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 372.
- MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 686.
- MELO, Karla; STEVENS, Pamela; SILVA, Josué. **Demografia e recursos hídricos**. In: Encontro Nordeste de Biogeografia, 2009, João Pessoa. Anais. p. 47-75.
- MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e meio ambiente**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 1998. p. 80.
- MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. In: MENDONÇA, Francisco. **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Ed. UFPR, 2002. p. 121- 144.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **A abordagem ambiental na geografia**. In: R. RA'EGA, Curitiba, n. 3, p. 9-17, 1999. Editora da UFPR.
- PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2013**. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acessado em 21/11/2013.

PORTO GONÇALVES, Carlos Walter. **A Globalização da natureza e a natureza da Globalização**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011. p. 461.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água**. São Paulo, SP: Annablume, 2008. p. 162.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo. Razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008. p. 384.

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

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia física (?) geografia ambiental (?) ou geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, Francisco. **Elementos de epistemologia da geografia contemporânea**. Curitiba: Ed. UFPR, 2002. p. 111-119.

**Tabela 01** – Dados brutos de pressão/impacto do território da Grande Aracaju.

Municípios*	Indicadores de Pressões e Impactos								
	DD <sup>3</sup> hab/km <sup>2</sup>	ID <sup>4</sup> %	IDC <sup>5</sup> %	IA <sup>6</sup> %	IP <sup>7</sup> %	IEH <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /dia	ILE <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /dia	IPE <sup>10</sup> %	PL <sup>11</sup> Ton/dia
Aracaju	3.140,7	100	0,06%	1	11,1	85.672	68.537	13,5	285,5
Barra dos Coqueiros	276,5	83,6	0,11%	41	25,6	3.746	2.996	42,8	12,4
Itaporanga D'Ajuda	41,1	39,2	4,04%	24	42,2	4.562	3.649	79,9	15,2
Laranjeiras	174,3	79,2	0,49%	49	31,3	4.035	3.228	71	13,4
Maruim	118,5	73,7	0,64%	36	31,6	2.451	1.960	43,6	8,1
Nossa senhora do Socorro	1.025,9	86,9	0,71%	21	21,4	24.124	19.299	40,5	80,4
Riachuelo	118,5	84	2,66%	3	33,9	1.403	1.122	44	4,6
Santo Amaro das Brotas	48,7	72	1,49%	25	36,1	1.711	1.368	95,9	5,7
São Cristóvão	180,5	84,5	15,36%	41	22,9	11.830	9.464	64,1	39,4

Adaptado de Magalhães Júnior (2011). Organização: Lohan Lima Oliveira.

Fonte: SEPLAG, 2013; IBGE, 2006; PNDU, 2013.

**Tabela 02** – Dados brutos de respostas para a gestão hídrica do território da Grande Aracaju.

Municípios	Índice de domicílios com instalações adequadas de água* (%)	Índice de domicílios com instalações adequadas de esgotos** (%)	Índice de atendimento de coleta de lixo** (%)
Aracaju	97,9	86,5	99
Barra dos Coqueiros	87,6	57,2	95,5
Itaporanga D'Ajuda	64,2	20,1	65,7
Laranjeiras	83,9	29	91,9
Maruim	81,5	56,4	83,2
Nossa senhora do Socorro	96,8	59,5	94,2
Riachuelo	81,3	56	89
Santo Amaro das Brotas	69,7	4,1	74,9
São Cristóvão	87,7	35,9	81,1

\* Rede pública de abastecimento.

\*\* Sistema público de coleta de esgoto e de lixo.

Fonte: SEPLAG, 2013; IBGE, 2006.

Adaptado de Magalhães Júnior (2011). Organização: Lohan Lima Oliveira.

<sup>3</sup> DD - Densidade demográfica

<sup>4</sup> ID - Índice de urbanização

<sup>5</sup> IDC - Índice de cobertura florestal natural

<sup>6</sup> IA - Índice de áreas agrícolas

<sup>7</sup> IP - Índice de pobreza

<sup>8</sup> IEH - Índice de exploração hídrica para abastecimento

<sup>9</sup> ILE - Índice de lançamento de esgotos em cursos d'água por habitante

<sup>10</sup> IPE - Índice de população cujos esgotos não são tratados

<sup>11</sup> PL - Produção de lixo

## INDICADORES DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DE SERGIPE

Sara Juliana Santana Santos<sup>1</sup>; Alane Regina Rodrigues dos Santos<sup>2</sup> & Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas<sup>3</sup>.

**RESUMO:** Os indicadores de saneamento ambiental foram propostos nessa pesquisa, pois refletem o uso e ocupação do solo do território sergipano e os impactos ambientais ocorrentes desses processos. Como a maior parcela dos domicílios estão em áreas urbanas e que são banhadas por corpos hídricos o uso dessas variáveis pode servir como forma de avaliar os impactos positivos e negativos do uso das águas. A análise do desenvolvimento sustentável adquire maior significância quando assume um caráter discursivo e mensurável. Os indicadores assumem a função de avaliar o uso do capital natural. Os indicadores de saneamento ambiental selecionados serão mensurados através do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE como forma de comparar com os dados apresentados entre o censo de 2010 e o censo futuro. Os indicadores de sustentabilidade devem servir como modelo da realidade e contribuir para a elaboração de estratégias de preservação do meio ambiente. Através dos indicadores de saneamento ambiental são propostas variáveis que avaliarão o progresso em relação a um desenvolvimento mais sustentável.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável; Águas; Impactos Ambientais.

### INTRODUÇÃO

A gestão de recursos hídricos no estado de Sergipe é efetivada com o aparato legal da Política Nacional de Recursos Hídricos com a Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 e da Política Estadual de Recursos Hídricos com a Lei de nº 3.870 de setembro de 1997. É notório afirmar que o estado de Sergipe apresenta avanços em comparação com a maior parcela dos estados da federação em se tratando do gerenciamento dos recursos hídricos.

A pesquisa tem como objetivo apontar alguns indicadores de saneamento ambiental, compostos por manejo de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e abastecimento de água e também elucidar a importância desses parâmetros na gestão dos recursos hídricos de Sergipe. A escolha de indicadores parte de variáveis selecionadas no Censo Demográfico, 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e procedimentos que os tornam palpáveis numa escala temporal, adequada, para avaliação dos mesmos.

### MATERIAIS E MÉTODO

A pesquisa fundamenta-se no estudo de bases teórico-conceituais sobre indicadores ambientais, gestão ambiental, recursos hídricos e saneamento ambiental. O arcabouço teórico utilizado se constituiu de livros, artigos e sites.

Para a realização do estudo houve a coleta de dados no IBGE, como forma de verificar o cenário atual do saneamento ambiental do estado de Sergipe. Na Secretaria de Estado do Meio

---

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, saraju84@hotmail.com (apresentador do trabalho);

<sup>2</sup> Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000; alane-rs@hotmail.com

<sup>3</sup> Profº Dr. Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, aatlucas@gmail.com.

ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH foram obtidas informações sobre a gestão dos recursos hídricos do território sergipano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além da legislação, em Sergipe têm-se os Comitês de Bacias Hidrográficas, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e o Órgão Gestor dos Recursos Hídricos. O uso de indicadores de saneamento ambiental pode contribuir para a melhoria da Gestão das Águas, no sentido de incorporar variáveis que refletem o uso e ocupação do solo do território sergipano.

Os indicadores de saneamento ambiental são mecanismos avaliadores de como no futuro pode-se mensurar parâmetros que refletirão impactos positivos e negativos ao meio ambiente. A análise do desenvolvimento sustentável adquire maior significância quando assume um caráter discursivo e mensurável. Os indicadores assumem a função de avaliar o uso do capital natural e medidas mitigadoras para os danos ocorrentes ao meio ambiente. Através de indicadores é possível propor cenários e estratégias para um uso mais consciente e menos impactante aos recursos hídricos, que comumente são utilizados intensamente.

Segundo Magalhães Junior:

Como ferramentas de auxílio à decisão, os indicadores são modelos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, de aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos decisores. Não são, portanto, elementos explicativos ou descritivos, mas informações pontuais no tempo e no espaço, cuja integração e evolução permitem o acompanhamento dinâmico da realidade (MAGALHÃES JUNIOR, 2011, p. 171).

Os indicadores selecionados serão mensurados no próximo Censo Demográfico do IBGE como forma de comparar com os dados apresentados no censo de 2010. A partir da nova conjuntura será realizada uma análise da situação dos corpos hídricos que formam as linhas de drenagem do estado de Sergipe. Como a maior parcela dos municípios está inserida em áreas urbanizadas, os indicadores abaixo mencionados, podem refletir o aumento ou a diminuição da pressão nos recursos hídricos (Tabela 1).

**Tabela 1-** Indicadores de saneamento ambiental

ABASTECIMENTO DE ÁGUA
Domicílios - rede geral
MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
Domicílios - lixo coletado
Domicílios - lixo coletado por serviço de limpeza
ESGOTAMENTO SANITÁRIO
Domicílios - rede geral
Domicílios - fossa séptica

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2010.

A situação do saneamento ambiental de uma localidade pode conjeturar o mau uso dos recursos hídricos pela sociedade. O IBGE atribui algumas variáveis para mensurar as condições de saneamento dos territórios que compõem o país. As variáveis selecionadas na pesquisa foram abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos e esgotamento sanitário. Ressalta-se que a população do território sergipano está concentrada nas áreas urbanas e que a água se constituiu no principal fator de atração populacional, portanto parcela significativa dos corpos hídricos que formam as bacias hidrográficas banham essas localidades urbanizadas.

O indicador de abastecimento de água por rede geral reflete o uso mais adequado dos corpos hídricos e de acordo com a tabela perfaz quase a totalidade dos municípios sergipanos. O manejo de resíduos sólidos se apresenta no Censo de 2010 como insatisfatório, existe o serviço de coleta no maior número de domicílios, todavia a destinação final ainda se apresenta inadequada, pois ainda há a deposição final em vazadouros ou lixões a céu aberto em grande parte dos domicílios. O esgotamento sanitário é uma das problemáticas mais impactantes aos

recursos hídricos, a maior parcela dos domicílios faz uso do sistema de fossa, com as fossas sépticas e rudimentares, principalmente nos territórios com geologia sedimentar e lençol freático raso ( ).

**Tabela 2** - Situação do saneamento ambiental dos domicílios sergipanos.

Total de domicílios particulares permanentes	591.400
Nº domicílios particulares permanentes urbanos	442.071
Nº domicílios particulares permanentes rurais	149.328
<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	
Nº de domicílios - rede geral	493.992
Nº de domicílios - poço ou nascente	58.303
Nº de domicílios - carro-pipa	2.566
Nº de domicílios - cisternas	12.138
Nº de domicílios - rio ou açude	1.595
<b>MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	
Nº de domicílios - lixo coletado	490.826
Nº de domicílios - lixo coletado por serviço de limpeza	446.452
Nº de domicílios - lixo coletado por caçamba	44.374
Nº de domicílios - lixo queimado na propriedade	79.565
Nº de domicílios - lixo enterrado na propriedade	2.447
Nº de domicílios - lixo jogado em terreno baldio ou logradouro	15.859
<b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b>	
Nº de domicílios - rede geral	239.949
Nº de domicílios - fossa séptica	61.627
Nº de domicílios - fossa rudimentar	229.578
Nº de domicílios - vala	10.528
Nº de domicílios - rio ou açude	7.248

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2010.

Os indicadores servirão para analisar quais das variáveis melhoraram ao longo de dez anos e servir de método para a elaboração de estratégias para os menos satisfatórios e que impacte mais severamente o meio ambiente. Após a mensuração dos indicadores será realizada uma análise sobre a situação dos corpos hídricos, com a finalidade de mitigar e coibir os impactos advindos do mau uso dos indicadores propostos e até da inexistência dos mesmos nas localidades banhadas. A água como recurso natural mais importante para a vida e para o próprio desenvolvimento socioeconômico deve ser destacada nos estudos socioambientais.

## CONCLUSÃO

- 1- Os indicadores de saneamento ambiental são fundamentais na proposição de cenários futuros para os recursos hídricos
- 2 - O uso de indicadores serve como forma de buscar estratégias para a mitigação de impactos causados pelo uso inadequado dos corpos hídricos.
- 3- Através dos indicadores de saneamento ambiental são propostas variáveis que avaliarão o progresso em relação a um desenvolvimento mais sustentável.

## **REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, H. M., BEZERRA G. S. dos, SANTOS N. D. dos, SOUZA A. C. e VILLAR J. W. C. Potencialidades e restrições de uso dos recursos naturais no curso inferior da bacia hidrográfica do Rio Sergipe. In: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2010. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010, p. 01-08.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm). Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística – IBGE. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2014.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 688 p.

## Mapeamento dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju - SE

João Horacio Dantas Almeida de Goes<sup>1</sup>, Janisson Batista de Jesus<sup>2</sup> & José Carlos de Anunciação Cardoso Júnior<sup>3</sup>

**RESUMO:** *Os alagamentos nas cidades são problemas recorrentes nos dias hoje, devido entre outros fatores, à precariedade dos sistemas de drenagem que não acompanharam o aumento da urbanização, causando danos econômicos e à saúde da população. Esse trabalho tem como objetivo criar um mapa dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju através da utilização de sistema de informação geográfica, a fim de servir como base para a análise, monitoramento e adoção de medidas que combatam os alagamentos. Para a execução do trabalho foi utilizado o QuantumGIS 2.2 Valmiera e os dados da Empresa Municipal de Obras e Urbanização do estado de Sergipe. De acordo com os resultados, verificou-se que a maioria dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju se encontram na zona norte da cidade, responsável pela maior concentração da população, e que os problemas encontrados são fruto da modificação do solo promovida pela urbanização, além da falta de redes de drenagem eficazes para o município.*

**Palavras-chave:** Drenagem urbana, Enchentes e Planejamento urbano.

### INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial e suas atividades no meio ambiente têm provocado mudanças em nosso planeta e, segundo Becker (2006), o crescimento da urbanização pode ser apontado como causa da intensa modificação no uso do solo.

Provocando diminuição na infiltração e aumento do volume de escoamento superficial tendo como consequência alterações no ciclo hidrológico, ocasionando inundações e alagamentos, que atingem a população de forma intensa, provocando prejuízos sociais e econômicos.

De uma forma geral, as enchentes são fenômenos que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido às chuvas de magnitude elevada. As enchentes em áreas urbanas podem ser decorrentes destas chuvas intensas de longo período de retorno; ou devido a transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou ainda, devido à própria urbanização (POMPÊO, 2000). Por isso, é importante que as cidades possuam sistemas de drenagem que atendam a toda a demanda do fluxo d'água.

Por definição, drenagem urbana é o conjunto de elementos destinados a recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma determinada região e que escorrem sobre sua superfície conduzindo-as a um destino final. A drenagem urbana tem grande importância no que se refere à Saúde e Meio Ambiente (BARROSO et al., 2009).

No Brasil os sistemas de drenagem são em sua maioria do tipo combinado, onde esses sistemas recebem contribuição de esgoto cloacal domiciliar além das águas pluviais, o que agrega aos alagamentos a questão de saúde pública. Percebe-se que, os sistemas de canais e dispositivos existentes na maior parte das vezes por falta de capacidade ou obstrução resultam no extravasamento do sistema e a água acumulada além de provocar perdas econômicas à sociedade provoca doenças, como cólera, entre outras (CRUZ et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi gerar um mapa dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju por meio da utilização de sistemas de informação geográfica, no intuito de verificar a

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, horacio\_goes@hotmail.com; ([apresentador do trabalho](#));

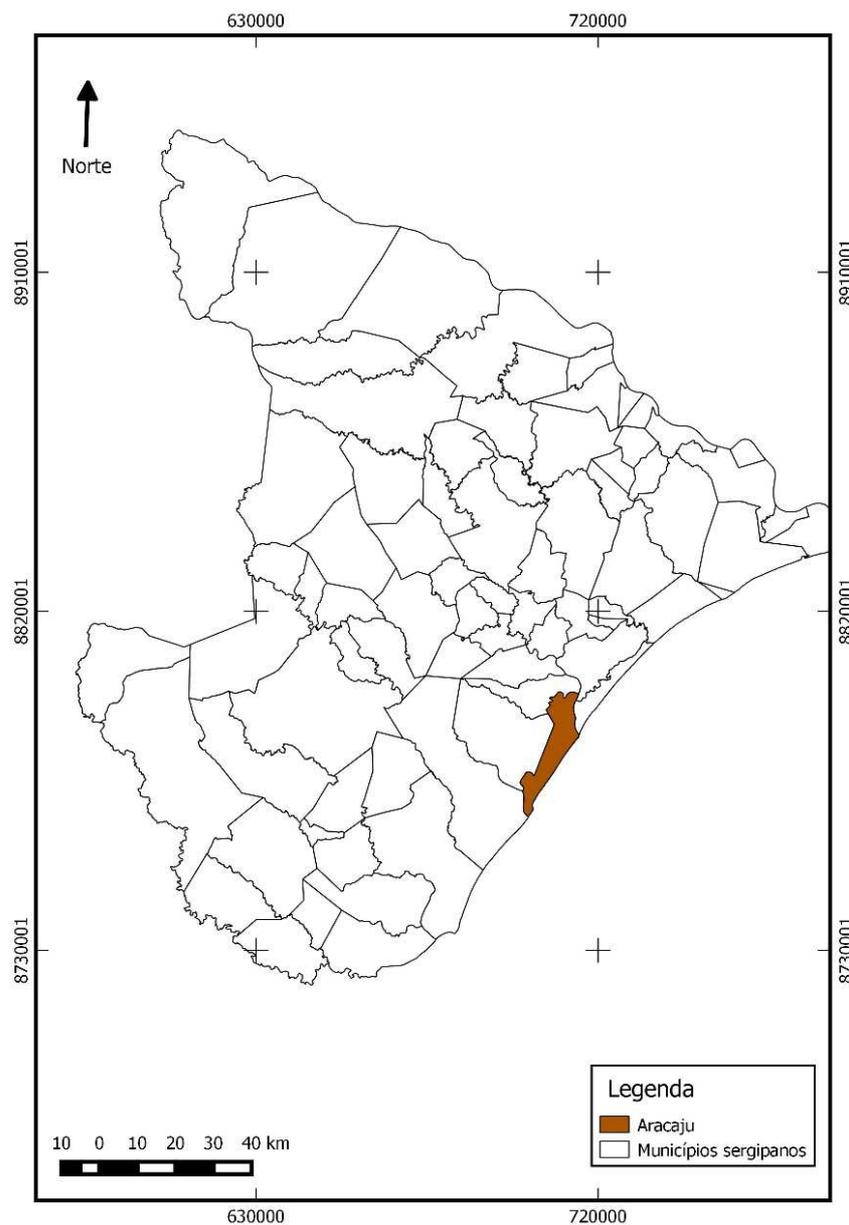
<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, Janisson-batista-de-jesus@hotmail.com;

<sup>3</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, carlos.anunciacao@ifs.edu.br.

distribuição espacial e as áreas mais problemáticas quanto aos eventos de inundação no território em questão.

## MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi realizado no município de Aracaju, no estado de Sergipe, entre as coordenadas geográficas  $10^{\circ} 55' 56''$  de latitude sul e  $37^{\circ} 04' 23''$  de longitude oeste, localizada na mesorregião Leste do Estado de Sergipe (Figura 1) que compreende uma área de  $181,8 \text{ km}^2$  (ARAÚJO et al., 2010).

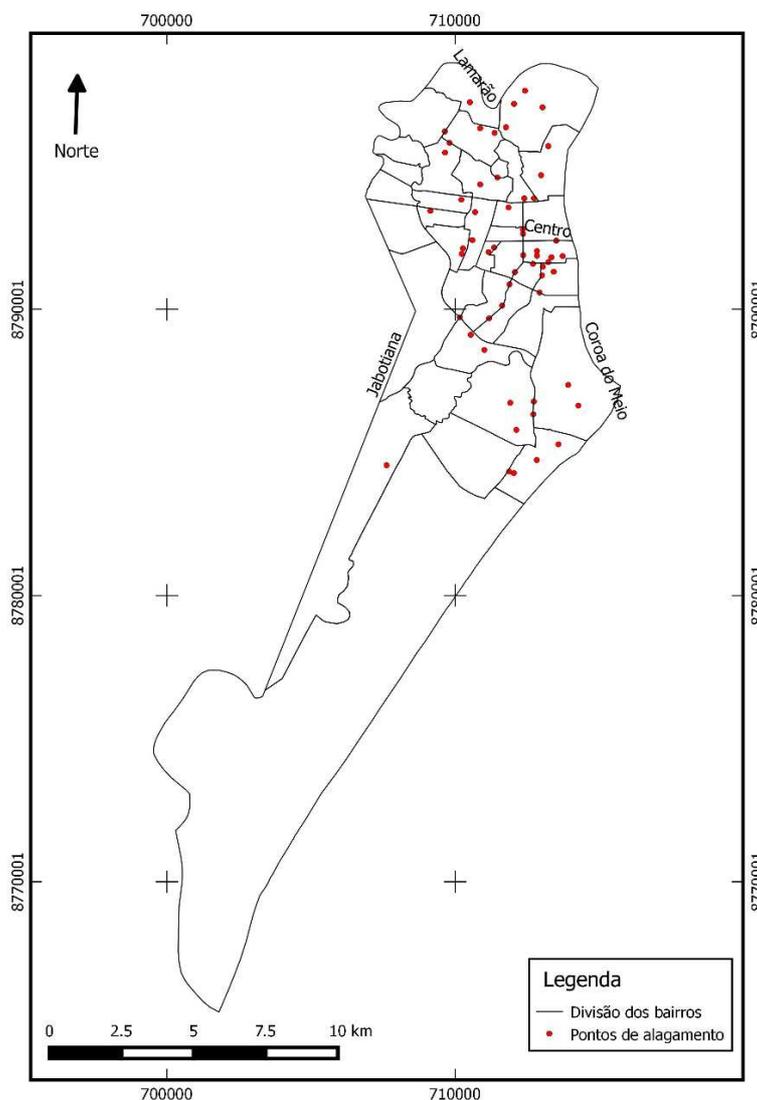


**Figura 1.** Localização do município de Aracaju no estado de Sergipe.

A elaboração do mapa dos pontos de alagamento da cidade de Aracaju foi realizada através das informações obtidas junto a Empresa Municipal de Obras e Urbanização do estado de Sergipe e foram trabalhadas no QuantumGIS 2.2 Valmiera.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados trabalhados foi gerado um mapa que conta com os 57 pontos de alagamento do município de Aracaju o qual se apresenta na Figura 2:



**Figura 2.** Mapa dos pontos de alagamento de Aracaju.

Verifica-se que a maioria dos pontos de alagamento do município de Aracaju são encontrados na zona norte da cidade, no bairro Centro e nos bairros adjacentes como o Getúlio Vargas, Cirurgia, Suissa, São José, Treze de Julho, Santo Antônio e Industrial, onde ocorre a maior concentração da população, uma vez que foi nessa região que se iniciou o processo de urbanização da cidade. Observa-se também a presença de pontos de alagamento na zona sul da cidade, no bairro Coroa do Meio, Farolândia e Atalaia, que são bairros caracterizados por uma ocupação mais recente, porém desordenada.

Conseqüentemente, com o crescimento demográfico há o aumento das ações antrópicas promovidas sobre o meio ambiente provocando impactos como, segundo Tucci & Genz (1995), o aumento da impermeabilização dos solos, aumento do volume pluvial escoado e redução de amortecimento, proporcionando aumento das vazões máximas, que podem representar seis vezes a vazão de pré urbanização.

De acordo com Secretária Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (2011), isto é verificado no município de Aracaju já que, com o desenvolvimento da ocupação urbana e a sua densificação, a vazão foi aumentando com a impermeabilização do solo e a rede de condutos, que encontra-se subdimensionada, não suporta o volume drenado, ocasionado assim a inundação dentro da rede de pluviais.

Além disso, o processo de implantação do município de Aracaju deu-se pela ocupação das partes mais elevadas, de forma dispersa e desordenada, e pelo aterro de áreas alagadiças mais baixas, igualmente descontínuas e desordenadas. Dessa maneira, os serviços de infraestrutura e saneamento básico não foram implantados conjuntamente com o crescimento da cidade, o espaço urbano foi sofrendo uma pressão humana e criando diversos problemas de infraestrutura, dentre eles a questão de enchentes e alagamentos, tão comum no município (SEMARH, 2011).

Outro fator determinante para os alagamentos é a ausência de sistema de drenagem em todas as localidades do município de Aracaju e quando existe são sistemas mal dimensionados que não suportam eventos de chuva que ultrapassam as precipitações médias das localidades, além de não possuir a rede coletora separadora promovendo assim a contaminação da rede existente com material sólido, contaminação da água, obstrução da drenagem e aumento de alagamentos.

## CONCLUSÕES

1. A utilização do mapa é de fundamental importância na avaliação e na determinação das medidas que devem ser adotadas para o controle dos alagamentos;
2. O aumento da impermeabilização dos solos do município de Aracaju proporciona o aumento do volume pluvial escoado e, conseqüentemente, das vazões máximas;
3. As enchentes em Aracaju são decorrentes do transbordamento de cursos d'água provocados pelo mau dimensionamento das redes de drenagem e obstrução por material sólido;
4. Há falta de planejamento e gerenciamento quanto às redes de drenagem, fazendo com que elas não atendam ao crescimento populacional.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à EMURB pela disponibilização dos dados necessários para o presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, H.M; SOUZA, A.C; COSTA, J.J; SANTOS, G.J. **O Clima de Aracaju na Interface com a Geomorfologia de Encostas**. SCIENTIA PLENA, VOL. 6, NUM. 8, 2010.

BARROSO, M.L.A; GOMES, M.M; SILVA, M.L.N. **Efeitos da urbanização sobre o canal de drenagem da AV. Pedro Valadares – Bairro Jardins – Aracaju/SE**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, Belém-Pa, 2009.

BECKER, P. **Obtenção de informações para Plano Diretor de Drenagem Urbana utilizando um SIG**. Dissertação de Mestrado. 107p. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

CRUZ, M.A.S; SOUZA, C.F; TUCCI, C.E.M. **Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007.

POMPÊO, C.A. **Drenagem urbana sustentável**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 5 n.1 Jan/Mar 2000, 15-23.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). **Estratégias para gestão integrada de águas urbanas, Aracaju**. INTEGRATED URBAN WATER MANAGEMENT PROJECT. versão consolidada 1.0. 2011.

TUCCI, C. E. M. & GENZ, F. **Controle do Impacto da Urbanização**. In: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. – organizadores; Drenagem Urbana, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, volume 5, Editora da Universidade, Porto Alegre. 1995.

## Metodologias de índices para análise da sustentabilidade em bacias hidrográficas

Isabella Ferreira Nascimento Maynard<sup>1</sup>; Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>2</sup> & Laura Jane Gomes<sup>3</sup>

**RESUMO:** *A manutenção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos é um desafio a ser equacionado na atualidade, tendo em vista que este recurso é indispensável para diversas formas de vida na terra. Os Índices e os indicadores de sustentabilidade tem sido utilizados como importantes ferramentas no processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Os índices/indicadores podem expressar a situação atual de uma bacia hidrográfica, em dados quantitativos, tornando a análise de uma situação, mensurável. Este trabalho teve como o objetivo analisar seis publicações científicas disponíveis em periódicos na web que utilizaram índices de sustentabilidade em bacias hidrográficas. O procedimento metodológico consiste em uma revisão bibliográfica, que analisa algumas metodologias com propostas de fornecer informações de modo a subsidiar a gestão dos recursos hídricos.*

**Palavras-chave:** recursos hídricos, informações, gestão.

### INTRODUÇÃO

A importância dos recursos hídricos para a vida na Terra é evidente, e mesmo assim, seus habitantes não dão a proporcional importância, permitem que situações extremas como a poluição e o uso inadequado dos recursos hídricos, não cessem de acontecer. É possível a utilização deste recurso de forma racional, com uma gestão eficiente, que tenha como objetivo a sustentabilidade.

Discussões em torno da temática da sustentabilidade surgem a partir da necessidade de se repensar uma interação fundamental da relação homem e a natureza (OLIVEIRA, 2007). O conceito de desenvolvimento sustentável, enseja mudanças de comportamento na forma como os seres humanos se relacionam com o meio ambiente, bem como no modo de formular, implementar e avaliar políticas públicas de desenvolvimento. Na operacionalização deste conceito surge a necessidade de pensar em novas formas de mensurar o crescimento e de garantir a existência de um processo transparente e participativo para o debate e para a tomada de decisão em busca do desenvolvimento sustentável (GUIMARÃES e FEICHAS, 2009).

Os indicadores e os índices de sustentabilidade são instrumentos de mensuração da sustentabilidade que tem como objetivo principal transformar dados em informações, podendo contribuir para o conhecimento, monitoramento e gerenciamento de uma situação e assim, tomar a decisão mais apropriada no processo de gestão. Além disso, os indicadores e os índices tem o papel de transmitir a informação à sociedade de forma objetiva, com clareza e confiabilidade. De forma esclarecedora, o índice é constituído por indicadores e os indicadores são resultantes da composição de parâmetros e dados.

O presente trabalho teve como objetivo reunir estudos da aplicação de metodologias de indicadores e/ou índices de sustentabilidade aplicados a bacias hidrográficas.

### MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de uma revisão da literatura, com base em consulta a artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados do Scielo e Google acadêmico, realizada entre setembro de 2012 e junho de 2013. Utilizou-se palavras-chaves como indicador de

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, isabellafnm@hotmail.com.

<sup>2</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, marcusascruz@gmail.com.

<sup>3</sup> Professora, Departamento de Engenharia Florestal, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, laurabuturi@gmail.com.br.

sustentabilidade, índice de sustentabilidade, sustainability index. Foram escolhidos artigos nos idiomas português e inglês. Após a busca dos artigos, foi feita uma seleção de seis artigos que apresentavam estudos de caso da aplicação de metodologias de índices e/ou indicadores de sustentabilidade em bacias hidrográficas, objeto de estudo deste trabalho.

Os critérios para análise utilizados foram: metodologia aplicada, objetivo da pesquisa, dimensões estudadas e resultados obtidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos seis artigos analisados todos revelam a importância e eficácia desta ferramenta no processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos. ROCHA et al. (2010) evidenciaram um alerta para a falta de unanimidade entre as metodologias, o que facilitaria a comparação entre os resultados obtidos em diferentes estudos; outra demanda para obter bons resultados na aplicação dos métodos é combater a falta de informações a nível de bacias hidrográficas.

A avaliação da sustentabilidade dos recursos hídricos pode ser realizada em dimensão de bacias hidrográficas. Dentre diversas metodologias pode-se destacar a proposta de Rocha *et al.* (2010), que é uma adaptação da metodologia proposta pelo PNUMA/UNESCO em 1987. Tal metodologia tem o objetivo de mostrar indicadores utilizados como parâmetros para atingir níveis ótimos de sustentabilidade.

Desta forma, Rocha et al. (2010) construiu um Índice de Salubridade Ambiental aplicado a gestão da bacia hidrográfica, no Rio Jiquiriça, no estado da Bahia. Este índice agrega, por exemplo, indicador de abastecimento de água, indicador de esgoto sanitário, indicador de resíduos sólidos, indicador regional e indicador socioeconômico. Estes indicadores são ferramentas cruciais na construção do Índice de Salubridade Ambiental, pois retratam de forma singular e pertinente questões indispensáveis no estudo de uma dada região.

O tratamento dado as variáveis componentes dos indicadores fica a critério do usuário, tornando-se difícil a comparação com estudos realizados por outros autores. Já que os critérios utilizados para as variáveis devem ter suas próprias especificidades, atendendo a necessidade de cada local e estudo (ROCHA et al, 2010).

Carvalho et al. (2011) buscou a sistematização de indicadores socioeconômicos e de gestão ambiental referente aos municípios que compõem a área da bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró (RN), tendo como objetivo, produzir um diagnóstico de confrontamento entre o Índice de Pressão Socioeconômica (IPS) e o Índice de Gestão Ambiental Municipal (IGAM) como parâmetro comparativo para a promoção da gestão ambiental municipal.

Como pontos positivos da metodologia, Carvalho et al. (2011) destaca que os índices propostos, possibilitam um acompanhamento integrado da situação referente a pressão socioeconômica e do incremento da gestão ambiental municipal através do uso dos mapas temáticos, e também possibilita uma visualização espacial da situação geral dos municípios. Esse tipo de monitoramento representa ainda, um suporte, tanto para a execução de programas quanto para o fortalecimento da gestão ambiental em municípios.

Kronenberg et al. (2004), aplicaram a metodologia Barômetro da Sustentabilidade na bacia do Jurumirim, que possui uma área de 70 km<sup>2</sup>, e está localizada no município de Angra dos Reis no Estado do Rio de Janeiro.

Segundo Kronenberg et al. (2004), o Barômetro da Sustentabilidade possibilitou identificar que a bacia estudada encontra-se em situação intermediária em relação ao desenvolvimento sustentável. Além disso, a bacia apresentou melhor desempenho nos aspectos ambientais do que nos sócio-econômicos, estando mais próxima da conservação ambiental do que na equidade social e do crescimento econômico.

Chaves e Alipaz (2007) utilizaram a matriz Pressão-Estado-Resposta da OECD (2003), e ainda as dimensões do programa HELP (*hydrology, environment, life, and policy*) da UNESCO, que levam em conta as dimensões: hidrológica, ambiental, social e política.

De acordo com Santos (2004), a estrutura da OECD (2003) é a mais utilizada e recomenda a adoção de três grupos de indicadores: o estado do meio e dos recursos naturais; as pressões das atividades humanas sobre o meio; as respostas da sociedade e dos agentes responsáveis pelo resultado das pressões e condições do estado.

Na pesquisa, Chaves e Alipaz (2007) ressaltaram que a gestão da água é um processo

dinâmico e a sustentabilidade da água de uma bacia hidrográfica está relacionada com fatores hidrológicos, sociais, ambientais e políticos.

Sendo assim, Chaves e Alipaz (2007) calcularam o Índice de sustentabilidade para bacias hidrográfica, no inglês, *Watershed Sustainability Index* (WSI) e tiveram como objetivo integrar as questões hidrológicas, sociais, ambientais e política, bem como as pressões existentes e as respostas políticas em um único indicador quantitativo, o Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas; numa escala que varia de 0 a 1, os autores encontraram o valor global do WSI igual a 0.65, que de acordo com a metodologia, significa que a bacia encontra-se em um nível médio de sustentabilidade. Com esta metodologia é possível identificar também as áreas mais críticas, que neste estudo, estão relacionados às dimensões Ambiental e Hidrológica.

Catano et al. (2009), também aplicaram o WSI (Chaves e Alipaz, 2007), nas dimensões HELP (UNESCO), em matriz Pressão-Estado-Resposta (OECD,2003), na bacia do rio Reventazón, situado na Costa Rica, em Cartago e Limón, onde todas as águas de seus limites deságuam no rio Reventazón e conseqüentemente no Mar do Caribe.

Segundo Catano et al. (2009), mais de 400 mil habitantes vivem dentro dos limites desta bacia e dependem desta água para diversos usos, inclusive como fonte de água potável e água para a agricultura. O relatório de 2007 do *State of the Nation*, indica que o rio Reventazón é o segundo rio mais poluído do país e atribui esta poluição principalmente à deficiência na gestão de resíduos, bem como o uso intensivo de agrotóxicos em atividades agrícolas.

Assim, a Comissão para a Conservação e Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Reventazón – CONCURE, em busca de reverter a situação deste rio, aplicou o WSI na bacia, dividindo-a em três regiões, e os índices WSI obtidos foram bem parecidos (0.74, 0.73, 0.74) em virtude das características semelhantes da bacia como um todo.

Cortés et al. (2012) aplicaram o WSI na bacia do rio Elqui, localizada na região semiárida do Chile. A aplicação deste método considerou a escala temporal de 5 anos e também incorporou as dimensões do programa HELP da UNESCO.

O resultado final do WSI para a bacia do rio Elqui foi de 0.61, na escala que varia de 0 a 1, classificando a sustentabilidade como “intermediária”. Os autores destacaram como pontos positivos da bacia, os indicadores relacionados ao Meio Ambiente e à Políticas. De outra forma, observaram maiores fragilidades na bacia relacionadas ao indicador Hidrologia, devido principalmente a situação de escassez hídrica na região (CORTÉS et al. 2012).

Segundo os autores (CORTÉS et al. 2012) a aplicação da WSI na bacia do Elqui demonstrou a praticidade do método, tanto como instrumento analítico, como uma ferramenta útil para gestores, pesquisadores e usuários da água. No entanto, a atualização de informações locais é necessária para o planejamento de médio e longo prazo e a formulação de estratégias de desenvolvimento para este divisor de águas, entre outros.

Assim, pode-se concluir que, seja qual for o método a ser utilizado, adequando-o a realidade de cada local e estudo em questão, este, deve ser feito de forma bastante dinâmica, sem gerar ambigüidades de informações, para que os usos destas ferramentas tenham como resultados, além de um bom diagnóstico, alternativas a serem tomadas por meio de políticas públicas, programas e projetos eficazes.

## CONCLUSÕES

1. Os indicadores de sustentabilidades são ferramentas eficazes que podem subsidiar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos.
2. Um dos pontos negativos para os métodos estudados é a dificuldade de reunir dados consistentes e que não gerem ambigüidades.
3. Dentre os métodos analisados nos artigos estudados, Chaves e Alipaz (2007), Catano et al. (2009), Cortés et al. (2012) que calcularam o Índice de Sustentabilidade para bacias hidrográfica, se destacam por considerarem dimensões hidrológicas, ambientais, sociais e políticas em matriz Pressão-Estado-Resposta.
4. O Índice de Sustentabilidade para bacias hidrográfica mostrou resultados significativos, visto que o método retrata com clareza e objetividade a situação da bacia hidrográfica em estudo.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe, à Embrapa e à Capes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATANO, N.; MARCHAND, M.; STALEY, S.; WANG, Y. Development and Validation of the Watershed Sustainability Index (WSI) for the Watershed of the Reventazón River. Commission for the Preservation and Management of the Watershed of the Reventazón River – COMCURE, 2009.

CARVALHO, R. G.; KELTING, F. M. S.; SILVA, E. V. Indicadores Socioeconômicos e Gestão Ambiental nos Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, RN. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 23 (1): 143-159, abr. 2011.

CHAVES, H.M.L.; ALIPAZ, S.; An Integrated Indicator for Basin Hydrology, Environment, Live, and Policy: The Watershed Sustainability Index. *Water Resources Management*. v. 21, n. 5, p 883-895. 2007

CORTÉS, A.E., OYARZÚN, R., KRETSCHMER, N., CHAVES, H., SOTO, G., SOTO, M., AMÉZAGA, J., OYARZÚN, J., RÖTTING, T., SEÑORET, M. AND MATURANA, H. Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui river basin, North-Central Chile. *Obras y Proyectos* nº 12, p. 57-69, 2012.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q.; Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. **Ambiente e Sociedade**. Campinas v. VII n.2. p 307-323. Jul-dez. 2009

KRONEMBERG, D. M. P.; CARVALHO, C. N.; JUNIOR, J. C. Indicadores de Sustentabilidade em pequenas bacias hidrográficas: uma aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à bacia do Jurumirim (Agra dos Reis/RJ). et al. 2005). **Geochimica Brasiliensis**. 18. p. 086-098. 2004

OLIVEIRA, C. M.; **Desenvolvimento sustentável: uma discussão ambiental e social**. In: III Jornada Internacional de Políticas Públicas, São Luís – MA, 2007.

ROCHA, J. L. S.; REGO, N. A. C.; SANTOS, J. W. B. dos. Indicador integrado de qualidade ambiental aplicado à gestão da bacia hidrográfica do rio Jiquiriça, BA, Brasil. **Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 5, n. 1, 2010.

SANTOS, R. F.; **Planejamento Ambiental: teoria e prática**; São Paulo. Oficina de textos, 2004.

## Modelagem do nível superficial e vulnerabilidade dos aquíferos de Sergipe

Janisson Batista de Jesus<sup>1</sup> & Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>2</sup>

**RESUMO:** *A aplicação de sistemas de informações geográficas é uma ferramenta que permite a análise das características ambientais a fim de possibilitar a sua modelagem e proporcionar a gestão ambiental. Esse estudo objetivou criar um modelo espacial do nível superficial do lençol freático para o Estado de Sergipe por meio da utilização de sistemas de informação geográfica, analisando o parâmetro de profundidade do método GOD a fim de servir como base para analisar a vulnerabilidade dos aquíferos quanto à sua contaminação. Para a execução do trabalho foi utilizado o ArcGIS e os dados do Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe. Foi criado o Modelo Digital de Elevação referente às profundidades dos poços cadastrados e da superfície do terreno, feita a subtração, foi obtida a altimetria dos aquíferos e adotado o método GOD para indicar o parâmetro de profundidade e o grau de vulnerabilidade do aquífero. De acordo com os resultados, verificou-se que grande parte dos aquíferos encontra-se em profundidades acima de 50 m, o que indica um menor risco de contaminação e que existe um padrão quanto à altimetria do nível freático do litoral para o interior do Estado.*

**Palavras-chave:** recursos hídricos, SIG.

### INTRODUÇÃO

Os aquíferos se apresentam como uma fonte passível de exploração a fim de garantir a demanda de água para os diferentes usos na sociedade. Porém, esse recurso pode ser facilmente poluído e tornando inapropriados ao uso do homem se não forem adotadas medidas preventivas que garantam a sua proteção perante as diversas atividades humana. Dessa forma, deve-se estudar a susceptibilidade dos mesmos quanto às inúmeras intervenções realizadas pelo homem.

A vulnerabilidade do aquífero à contaminação é definida como o conjunto de características essenciais dos estratos que separam o aquífero saturado da superfície do solo, determinando sua suscetibilidade a ser atingido por efeitos adversos de uma carga contaminante aplicada na superfície (FOSTER, 1987).

Estudos de vulnerabilidade de aquíferos por meio de mapeamento têm sido extensivamente utilizados em todo mundo com a finalidade de auxílio a programas de prevenção à contaminação da água subterrânea (BARBOZA et al., 2007).

Dessa forma, o mapeamento de vulnerabilidade de aquíferos tem se apresentado como uma ferramenta eficiente para a gestão de recursos hídricos subterrâneos, apontando o risco de contaminação do aquífero por atividades antrópicas (MEDEIROS et al., 2011). Assim, o método "GOD" proposto por Foster e Hirata (1988) é um dos muitos utilizados para analisar o grau de susceptibilidade dos aquíferos, o qual analisa por meio de classes de vulnerabilidade oriundas de três parâmetros: (G) - Tipo de ocorrência da água subterrânea; (O) - Classificação dos estratos acima da zona saturada do aquífero em termos do grau de consolidação e caráter litológico; (D) - Determinação da profundidade do nível freático.

O objetivo do trabalho foi criar um modelo espacial do nível superficial do lençol freático para o Estado de Sergipe por meio da utilização de sistemas de informação geográfica, analisando o parâmetro de profundidade do método GOD a fim de servir como base para analisar a vulnerabilidade dos aquíferos quanto à sua contaminação.

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, janisson-batista-de-jesus@hotmail.com; (apresentador do trabalho);

<sup>2</sup> Pesquisador da EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, 13 de julho, Aracaju, SE, CEP: 49001-1369, marcusascruz@gmail.com;

## MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho de modelagem dos aquíferos foi realizado para todo o Estado de Sergipe, o qual se encontra entre as coordenadas 10° 35' 24" S e 37° 22' 48" W, onde se analisou o parâmetro de profundidade superficial do nível freático (D), sendo obtido pela geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) tanto da profundidade dos poços como da superfície do terreno, em seguida foi realizada a diminuição da altimetria do relevo pela dos poços para a obtenção da altimetria do nível superficial dos aquíferos.

Para a execução do trabalho foi utilizado o ArcGIS 10.1 e os dados de 1075 poços e das curvas de nível disponíveis no Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe - SRH (2012), os quais foram convertidos para a resolução de 90 x 90 m.

Para a parte do método GOD foi feita a reclassificação do raster de acordo com as variações de profundidade e seus respectivos pesos para integrar o método. De acordo com o método utilizado, para o parâmetro estudado foram distribuídas 4 classes de profundidade, cada uma associada aos seus respectivos pesos os quais cada célula do raster corresponde a uma classe de vulnerabilidade sendo que, quanto mais profundo o nível estático do aquífero menor é o seu grau de vulnerabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados processados foram gerados mapas referentes à altimetria do nível freático (Figura 1) e do grau de vulnerabilidade de acordo com o método GOD para o parâmetro de profundidade (Figura 2).

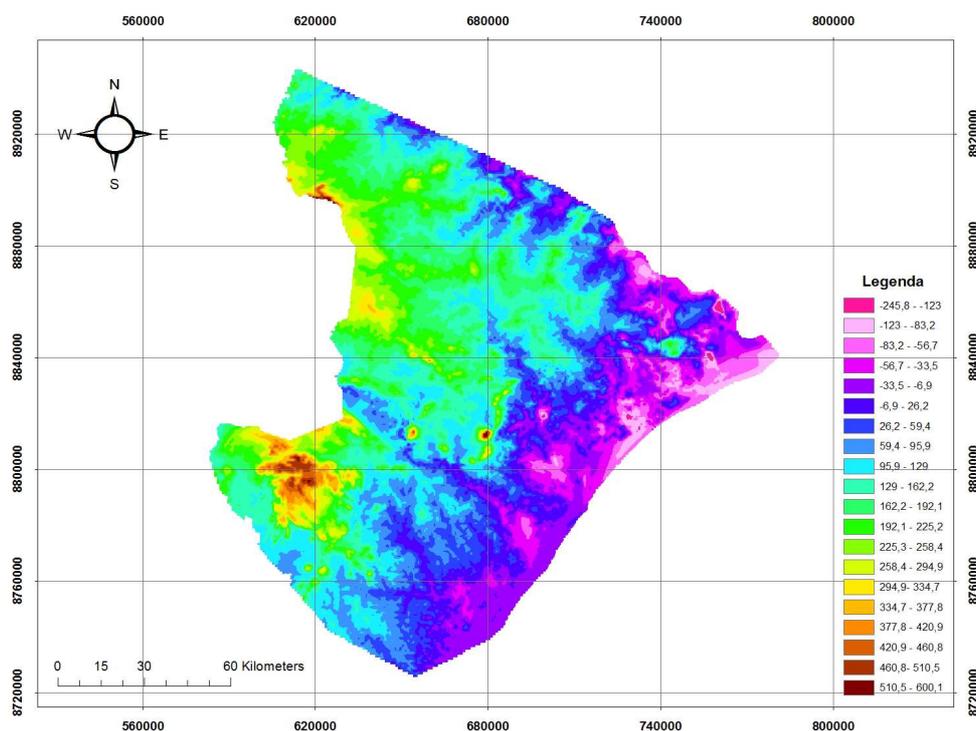


Figura 1. Mapa de altimetria do nível freático dos aquíferos de Sergipe.

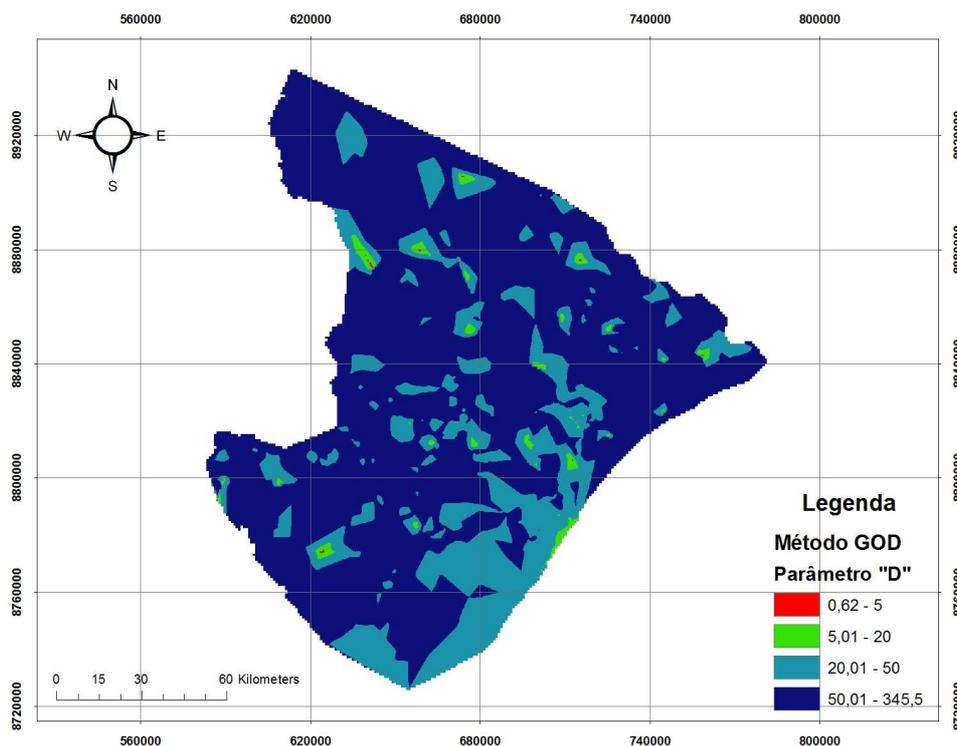


Figura 2. Mapa de vulnerabilidade pelo método GOD.

Verificou-se que grande parte do nível superficial dos aquíferos presentes em Sergipe atinge quase 70 m de profundidade e que os limites mais profundos estão situados na região nordeste do Estado, o que pode em várias áreas limitar a sua utilização devido à grande profundidade, principalmente para a agricultura, porém pode beneficiar o estado de conservação em relação ao risco de contaminação.

Já em relação à altimetria do nível freático, o qual leva em consideração o nível do aquífero em comparação com o nível médio dos mares, ou seja, a posição do nível do aquífero em relação ao nível do mar, observou-se um padrão do litoral ao interior do Estado, indo de grandes profundidades abaixo do nível do mar para elevadas alturas do nível freático na região semiárida do Estado, a qual tem também um relevo mais acentuado.

Deve-se destacar que, a situação ideal é a utilização de profundidades de todos os poços cadastrados no Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe para um mapeamento e modelagem mais precisa.

## CONCLUSÕES

1. A utilização da ferramenta SIG foi eficaz e eficiente na elaboração do trabalho;
2. Em grande parte do Estado de Sergipe o nível superficial de profundidade dos aquíferos atinge até aproximadamente 70 m;
3. Observou-se um padrão de altimetria do nível freático do litoral para o interior do Estado de Sergipe, o qual varia de extremidades de altimetria negativa à positivas em relação ao nível do mar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à SRH pela disponibilização dos dados necessários para o presente estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOZA, A. E. C.; ROCHA, S. F.; GUIMARÃES, W. D. Estudo preliminar da vulnerabilidade do aquífero livre localizado na região de Ponta da Fruta, Vila Velha – ES. In: XIII SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais. Florianópolis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007. p. 3279 - 3286.

FOSTER, S.S.D. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy, in W. van Duijvanbooden and H.G. van Waegeningh (eds.), Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollution, Proceedings and Information No. 38 of the International Conference held in the Netherlands, in 1987, TNO Committee on Hydrological Research, Delft, The Netherlands, 1987.

FOSTER, S. S. D. & HIRATA, R. C. A. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru, 1988, 81p.

MEDEIROS, C. M.; RIBEIRO, M. A. F. M.; RUFINO, I. A. A.; BARBOSA, D. L. Mapeamento da vulnerabilidade de parte da Bacia Sedimentar do Baixo Curso do rio Paraíba utilizando o método GOD. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. Anais. Curitiba, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. P. 3819 – 3826.

SERGIPE, Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe. Sistemas de informações sobre recursos hídricos de Sergipe – SIRHSE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Superintendência de Recursos Hídricos, versão 2012.9.

## O papel do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe (CBHSE) como espaço de negociação no tratamento de conflitos socioambientais

Maria de Fátima Campos de Sá<sup>1</sup> Laura Jane Gomes<sup>2</sup>

**RESUMO:** *Este trabalho teve como objetivo identificar nas Atas das Reuniões do CBHSE qual o principal problema gerador de conflitos socioambientais, no período de 2002-2012; sob o caráter deliberativo e desdobramentos ocorridos em função do papel do Comitê como mediador. O principal problema/conflito socioambiental encaminhado de caráter deliberativo foi relacionado a qualidade e quantidade das águas na sub-bacia do rio Poxim. A partir daí foi instituído um Grupo de Trabalho que resultou em vários desdobramentos visando a formulação de políticas públicas e conseqüente tratamento dos conflitos envolvidos o que demonstra que o referido Comitê vem se destacando como importante ente na gestão dos recursos hídricos no estado de Sergipe.*

Palavras-chave: participação social, gestão ambiental, recursos hídricos

### INTRODUÇÃO

As atribuições de caráter normativo, consultivo e deliberativo de um Comitê de Bacia Hidrográfica, como um ente de Estado na gestão de recursos hídricos, estão fundamentadas legal e institucionalmente na Lei Federal nº. 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Como o Comitê de Bacia Hidrográfica é um ente integrante dos Sistemas Nacional e Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem como principais atribuições: promover o debate sobre questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, acompanhar a sua execução e sugerir as providências necessárias ao cumprimento das metas; propor aos conselhos de recursos hídricos as acumulações, as derivações, as captações e os lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados.

O conjunto de atribuições legais do Comitê deixa claro que não se trata de um órgão executivo, mas um espaço colegiado para o debate sobre o destino das águas, entre os representantes do poder público, dos usuários e das organizações civis.

A instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe foi implementada segundo os princípios básicos e as estratégias metodológicas preconizadas no Programa Estadual de Apoio à Gestão Participativa dos Recursos Hídricos, pois dentre as competências do Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos, cabe à formulação de políticas e diretrizes para o gerenciamento dos recursos hídricos do Estado (SERGIPE, 1997).

Procurando analisar como vem se desenvolvendo as questões relacionadas aos conflitos socioambientais na arena das discussões do Comitê de Bacias, este trabalho teve como objetivo identificar por meio das Atas das Reuniões do CBHSE quais os principais

<sup>1</sup> Pós-graduanda em Gestão de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, mariafcsa@gmail.com

<sup>2</sup> Professora adjunta, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, laurabuturi@gmail.com

problemas geradores de conflitos socioambientais, no período de 2002-2012; Qual a forma dos desdobramentos ocorridos em função do papel do Comitê como mediador.

## MATERIAIS E MÉTODO

Na bacia hidrográfica do Rio Sergipe estão inseridos 26 municípios, inclusive a capital do Estado o que evidência uma densidade populacional significativa em termos urbanos e a uma probabilidade maior de conflitos pelo uso de água, nos mais diversos setores.

A pesquisa foi classificada como documental e descritiva por meio da análise de quarenta e nove (49) atas, sendo os registros em trinta e oito (38) reuniões ordinárias e mais onze (11) registros de reuniões extraordinárias, no período de 2002, ano de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, até o ano de 2012.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal problema/conflito socioambiental de caráter deliberativo discutidos no Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Sergipe (CBHSE) foi a qualidade e quantidade das águas na sub-bacia do rio Poxim.

As discussões do CBHSE de caráter deliberativo sobre a melhoria na qualidade e quantidade das águas na sub-bacia do rio Poxim, foram apresentadas em nove (09) reuniões ordinárias entre os anos de 2002 a 2012 e em 2009, 2010 e 2012 nenhuma discussão foi encaminhada.

A partir da deliberação, o Comitê instituiu um grupo de trabalho que elaborou uma agenda de atividades, com a finalidade de buscar apoio e interação com os órgãos fiscalizadores, gestores públicos e entidades relacionadas com o problema, para ampliar a discussão com a sociedade, elaborar relatório dos resultados e dessa forma deliberar e encaminhar para os gestores públicos, como forma de mediar e buscar soluções para o problema/conflito. O Grupo de Trabalho também acompanhou os encaminhamentos e participou dos desdobramentos das ações.

Os problemas de maior relevância e incidência relativos ao conflito foram:

**a) Poluição das águas na sub-bacia do rio Poxim**, e um dos indicadores citados, foi o lançamento de efluentes domésticos e industriais na região da grande Aracaju. Dentre as atividades do Comitê foram realizadas visitas técnicas com o objetivo de conhecer os problemas e deliberar, assim surgiu o projeto do Diagnóstico ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, realizado em 2005, por meio do convênio entre a SEPLAN/SRH e a UFS através dos Departamentos de Química e Engenharia Agrônômica com apoio do Edital FAPESE/2005.

Convém ressaltar que o Rio Poxim é um dos principais afluentes da margem direita da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe; Considerada uma sub-bacia e abrange parte dos municípios de Itaporanga D'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju e é formada principalmente pelos rios Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga.

**b) Escassez de água para abastecimento humano, especialmente na cidade de Aracaju.**

Devido à crescente escassez de água e denúncias feitas à DESO sobre a falta de água para o abastecimento da população, propostas foram deliberadas pelo CBHSE visando à recuperação de Mata Ciliar no trecho do rio Poxim no município de Aracaju, plantio de espécies nativas nas principais nascentes do rio, localizadas no povoado Cajueiro, município de Areia Branca-SE.

Apesar do projeto de construção de duas Barragens de perenização sobre os rios Poxim-mirim e Poxim-Açu para a regularização do rio Poxim no povoado Timbó São

ter sido proposto pelo governo do Estado através da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) em 2000, as discussões sobre os conflitos gerados com a construção das barragens e o licenciamento ambiental esteve em foco desde a instituição do CBHSE em 2002.

Verificou-se que os problemas foram apresentados em alguns momentos pelo Poder Público e em outros pela Sociedade Civil, dentre os representantes os da Entidade de Ensino de Pesquisa (UFS) e usuário, com a participação do Ministério Público Estadual que se demonstraram interessados na resolução dos problemas ambientais geradores de conflito, um deles, a ausência de mata ciliar que afeta a oferta de água que abastece os rios.

Ações de recuperação de nascentes voltadas para o abastecimento humano foram ampliadas, e daí surgiu o “Projeto de restauração da mata ciliar do riacho Cajueiro dos Veados em Malhador, SE” (Ministério Público de Riachuelo). Posteriormente surgiu o “Projeto adote um manancial”, por meio de parceria entre o Ministério Público Estadual (curadoria do meio ambiente de Lagarto), com o Estado através inicialmente da SEPLAN/SRH e municípios da sub-bacia do Piauitinga, e transferido para a SEMARH, após a sua criação em 2007.

No âmbito do Estado de Sergipe, surgiu através da SEMARH em 2009 o “Programa Preservando Nascentes e Municípios” que foi desenvolvido até o ano de 2012 pela Sociedade de Estudos Múltiplos, Ecológicos e de Artes e a Universidade Federal de Sergipe (SEMEAR) e UFS, e ampliado para nascentes da sub-bacia do rio Siriri - Bacia Hidrográfica do rio Japarutuba, também para a sub-bacia do rio Piauitinga, afluente da Bacia Hidrográfica do rio Piauí.

## **CONCLUSÕES**

Administrar os conflitos por meio da inserção de políticas coerentes com as necessidades da sociedade vem se constituindo um grande desafio para todos os atores sociais envolvidos no processo de gestão, sejam eles técnicos, governantes, usuários e sociedade civil.

Portanto, a participação qualificada da Sociedade Civil nas discussões de caráter deliberativo, remete ao poder público agir com mais intensidade e compromisso em apresentar propostas e tomar decisões para solucionar os problemas/conflitos. Neste sentido, o Comitê de Bacias Hidrográficas tem se mostrado um ambiente fértil para que ocorram discussões e um espaço de mediação de conflitos socioambientais em que diversos segmentos representativos da sociedade vem exercitando e cumprindo o seu papel na construção de uma gestão ambiental democrática e participativa.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal Nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, 1997.

SERGIPE. Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Estadual nº. 3.870, de 25 de setembro de 1997. Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. SEPLAN/SRH, 1997.

SERGIPE. Decreto Nº. 20.778 de 21 de junho de 2002 Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, e dá providências correlatas. , publicado no Diário Oficial de nº. 24.060 de 25 de jun. de 2002



## Pagamento por Serviços Ambientais Hidrológicos para a Gestão dos Recursos Hídricos

Elen Diana de Almeida Coelho<sup>1</sup>

**RESUMO:** *O aumento pela demanda dos recursos hídricos levou muitos países – Costa Rica, México, El Salvador e Brasil - a adotar o PSAH para utilização seus mananciais de forma sustentável. Este trabalho objetiva discutir sobre o papel do PSA direcionado aos recursos hídricos, como proposta às políticas de gestão das águas a serem implementadas em bacias hidrográficas. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos e dissertações nacionais e internacionais para mostrar o quanto o PSAH pode contribuir para a gestão dos recursos hídricos e como ela ocorre. Assim, chegou-se as seguintes conclusões: Os PSAH devem contar com marco legal e estrutura institucional para a sua implementação; os PSAH não necessitam de um mercado para funcionar e ocorrem em nível local, onde os provedores a jusante do rio conservam e recebem por isso, e os usuários (compradores) pagam pela conservação; A Lei 9.433/97 é um importante marco legal para se pensar PSAH no Brasil, pois instituiu a criação dos Comitês de bacias, que podem realizar a gestão e monitoramento dos mecanismos de PSAH e realizar a cobrança pelo uso da água, a qual pode gerar recursos financeiros para que podem ser investidos na conservação de bacias hidrográficas por meio do PSAH.*

**Palavras-chave:** bacias hidrográficas, comitê de bacia, cobrança pelo uso da água

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e a diversificação da sociedade ao longo da história ocasionaram usos múltiplos e variados dos recursos naturais. Percebe-se que houve um aumento considerável da demanda pelos recursos hídricos em todo o planeta, sobretudo, em países em desenvolvimento, nos quais há um crescimento acelerado da população, o que gera uso maior na indústria, na irrigação, em atividades domésticas, geração de energia elétrica, dentre outros. Esse consumo exacerbado ocorre muitas vezes de forma inadequada, o que tem provocado conflitos, escassez e perda da qualidade da água em todo o mundo (MORENO JÚNIOR, 2006).

Na atualidade, a preocupação com a disponibilidade dos serviços ambientais levou a considerá-los na elaboração de políticas públicas voltadas para a conservação e recuperação do meio ambiente, não somente com os instrumentos legais de comando e controle, como também a partir de incentivos econômicos (MORENO-SANCHEZ et al., 2012).

Dessa forma, para se evitar a deterioração dos recursos hídricos e fomentar a proteção dos mananciais estão sendo implementadas políticas públicas, sobretudo em nível municipal, voltadas para a cobrança pelos diversos usos – abastecimento de água potável, geração de energia elétrica, lançamentos de efluentes, irrigação e agricultura. Os recursos obtidos com cobrança são direcionados para a criação de mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais Hidrológicos (PSAH) (STATON et al., 2010).

O PSA consiste em uma transação voluntária, com celebração de um contrato entre pelo menos um comprador e um provedor, pelo qual o provedor deve promover a disponibilidade dos serviços ambientais (WUNDER et al., 2008). E está dividido em quatro categorias distintas: retenção ou captação de carbono; conservação da biodiversidade; conservação de serviços hídricos; e conservação de beleza cênica.

Assim, o PSA surge como mecanismo para promoção de práticas humanas que visam mitigar as pressões e seus impactos indesejados sobre o ambiente, que são ocasionados pelos processos de industrialização e desenvolvimento. Nessas condições, o PSA agrega valor aos serviços prestados pela natureza para permitir a recuperação destes (WUNDER et al., 2008), e é tido como um instrumento de gerenciamento sustentável da interação homem e meio ambiente (SWALLOW et al., 2010).

---

<sup>1</sup> Mestre em Direito Ambiental e Políticas Públicas, Historiadora, Pós-Graduada em História e Historiografia da Amazônia, Graduada em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá. elen.coelho@hotmail.com.

A partir das considerações acima, este trabalho objetiva discutir sobre o papel do PSA direcionado aos recursos hídricos, como proposta às políticas de gestão das águas a serem implementadas em bacias hidrográficas, tendo a cobrança pelo uso da água como instrumento catalisador de recursos financeiros que podem ser aplicados em mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais Hidrológicos (PSAH) e os comitês de bacias enquanto estrutura institucional para gerenciá-lo.

#### **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo apresenta os debates teóricos que são travados na atualidade para se pensar em PSA como instrumento viável à gestão e à conservação dos recursos hídricos. Desta feita, o levantamento bibliográfico em referências nacionais e internacionais, mostra como o Pagamento por Serviços Ambientais Hidrológicos (PSAH), bem como os marcos legais e as estruturas institucionais possibilitam a gestão dos mananciais. Levando-se em consideração a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento dos recursos hídricos.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os mecanismos de PSA que estão sendo implantados em diversos países não preenchem todos os requisitos apresentados no conceito de PSA definido por Wunder (VAN DE SAND, 2012). Por isso, Wunder (2007, p. 51) argumenta que os PSA são distintos e “constituem uma família diversa”, principalmente, quando se busca compreender suas formas de se manifestarem.

Para Smith, Groot e Bergkamp (2006), o esquema de pagamento público, que envolve órgãos públicos e pode ser implementado por meio de tributos (taxas e cobranças) – que recaem pela utilização de determinado serviço, concessão de direito para usar os recursos e mecanismos fiscais com base em impostos –, é o esquema de PSA mais comum em todo o mundo e tem obtido maior alcance, porque o Estado tem participação no processo.

Os mecanismos de PSAH devem contar com marco legal e estrutura institucional, os quais vão respaldar a implementação e o desenvolvimento destes. Caso estes não existam faz-se necessário criá-los, porém se já existem é preciso analisá-los e adaptá-los à realidade de cada local para êxito do projeto (MAYRAND & PAQUIN, 2004; GREIBER, 2010; CASAS & MARTÍNEZ, 2008). Como exemplo de tais afirmações, o caso de Costa Rica é emblemático, pois o país reformulou sua política florestal a partir dos anos 90. E em 1997, com a Lei Florestal já modificada, reconheceu-se a importância da conservação das quatro categorias de PSA.

Assim, o PSA serve como apoio à legislação para a proteção ambiental e pode ser utilizado como mecanismo para sanar as debilidades e deficiências no comando e controle das políticas públicas para a conservação do meio ambiente (FOLETO & LEITE, 2011). Dessa forma, o PSA pode coexistir e ser reforçado pelos instrumentos legais (WUNDER, 2006). Um exemplo claro é o Protocolo de Quioto, o qual reforça as discussões sobre o mercado de carbono (WUNDER, 2006). No tocante aos recursos hídricos, Altmann (2008) cita a cobrança pelo uso da água.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos em muitos países é um meio catalizador de recursos financeiros para a implementação de PSAH em bacias hidrográficas (ENGEL; PAGIOLA & WUNDER, 2008). O PSAH vem sendo aplicado na gestão, recuperação, uso sustentável e conservação de corpos hídricos em diversos países como Costa Rica, México, El Salvador, Bolívia e também em alguns estados brasileiros, como Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Cabe ressaltar ainda que a legislação pode criar importantes estruturas institucionais – comitês de bacias - as quais podem gerar recursos financeiros como taxas e impostos, a fim de permitir o fluxo de recursos financeiros para serem empregados em PSAH. E, tratando-se de PSAH, a presença dessas instituições pode facilitar seu estabelecimento (MAYRAND & PAQUIN, 2004).

Os comitês de bacias são essenciais para o desenvolvimento de mecanismos de PSAH, pois podem contribuir para o monitoramento, investigação científica, assistência técnica, gestão dos recursos financeiros, assegurar a aplicabilidade da lei que rege suas atividades, bem como contratos e regulamentos (GREIBER, 2010; MAYRAND & PAQUIN, 2004).

Posto isso, Greiber (2010) afirma que a Lei Federal n. 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e propõe a criação dos Comitês de Bacias, bem como a cobrança pelo uso da água, é convergente com a proposta básica do PSAH, porque quando se adota a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, “[...] deve-se cogitar que uma avaliação econômica dos serviços dos recursos hídricos. Esses ‘serviços’ e sua valoração serão a

base para uma governabilidade adequada dos recursos hídricos. Serviços como regulação dos ciclos, controle do clima, abastecimento de água, produção de energia e alimentos devem ser a base para uma nova abordagem na gestão e governança dos recursos hídricos” (TUNDISI, 2008, p. 9).

O PSAH aplicados em bacias hidrográficas pode sensibilizar os usuários a respeito da importância dos serviços ambientais prestados pela bacia, o que conseqüentemente contribui para uma utilização sustentável da água (VEIGA, 2007). Assim, o PSAH torna-se um instrumento eficaz e eficiente na tomada de decisões sobre a gestão da bacia hidrográfica

O PSAH tem como vantagem a descentralização da gestão ambiental e caracteriza-se como um novo instrumento de incentivo positivo no Direito brasileiro. O PSAH não visa o lucro, mas sim a conservação e proteção dos recursos naturais e, deste modo, não necessita de um mercado para funcionar, uma vez que na maioria dos casos opera com um único comprador - por exemplo, governo ou empresa de geração de energia elétrica - e sempre ocorre em nível local e regional.

Nicodemo et al. (2008) afirmam que existem dois tipos de sistemas PSA: um que ocorre em nível global - o mercado de carbono, a proteção da beleza cênica e da biodiversidade; o segundo se manifesta em escala local e regional, no qual os envolvidos nos esquemas estão próximos às áreas onde estes são empregados. Um exemplo claro é a proteção e conservação de bacias hidrográficas. Os autores frisam que a proximidade entre usuários e provedores permite que os PSAH sejam mais eficientes, pois reduzem os custos de transação, geram maiores informações entre os envolvidos, identificam com mais clareza os serviços a serem pagos, e aumentam a capacidade de captação dos recursos pelas instituições que fazem parte dos esquemas.

Stanton et al. (2010) destacam que houve um aumento significativo de pagamentos por serviços hídricos em todo o mundo: da ordem de 51 para 288 no período de 2000 a 2008. Com estudos realizados em nível global, verificou-se que o PSAH na América Latina também aumentou proporcionalmente. Fato é que há um expressivo número de programas que visam a conservação de bacias hidrográficas e estes estão sendo desenvolvidos no México, Colômbia, Equador, Costa Rica, Bolívia, Brasil dentre outros (FOLETO & LEITE, 2011). Nos referidos países estão sendo instituídas leis florestais e leis complementares que possibilitam o uso sustentável dos recursos naturais.

Em uma análise feita por Greiber (2010) e Mayrand e Paquin (2004), sobre os diversos casos de PSAH no mundo, verifica-se que a maioria dos mecanismos ocorre em escala local, com poucos agentes envolvidos; voltam-se as atenções para o uso rural, no qual uma comunidade a jusante do rio é afetada pelas atividades desenvolvidas a montante do mesmo rio. E, por fim, nesses esquemas os indivíduos a jusante conservam e recebem por isso, e os usuários a montante pagam pela conservação, ou seja, há uma relação direta entre provedores e recebedores.

## CONCLUSÕES

- 1 Os PSAH devem contar com marco legal e estrutura institucional para a sua implementação, servindo como apoio a legislação para a proteção do meio ambiente, em especial dos serviços hídricos;
- 2 Os PSAH não necessitam de um mercado para funcionar e ocorrem em nível local, onde os provedores a jusante do rio conservam e recebem por isso, e os usuários (compradores) pagam pela conservação;
- 3 A Lei 9.433/97 é um importante marco legal para se pensar PSAH no Brasil, pois instituiu a criação dos Comitês de bacias, que podem realizar a gestão e monitoramento dos mecanismos de PSAH e realizar a cobrança pelo uso da água, a qual pode gerar recursos financeiros para que podem ser investidos na conservação de bacias hidrográficas por meio do PSAH.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATMANN, A. **Pagamento por serviços ecológicos: uma estratégia para restauração e preservação da mata ciliar no Brasil?** 2008, 120 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2008.

CASAS, A.; MARTÍNEZ, R. **Marcos legales para el pago por servicios ambientales em America Latina y el Caribe**: Análisis de ochos países. 2008, p. 1-52. Disponível em: <<http://www.oas.org/dsd/PES/MARCOSlegalsFnLR2.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2012.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4, p. 663-674, 2008.

FOLETO, E. M.; LEITE, M. B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, v.13, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2011.

GREIBER, T. **Pagos por servicios ambientales: marcos jurídicos e institucionales**. Gland: UICN, 2010, p.1-338. Disponível em: <<http://www.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-078-Es.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2012.

MAYRAND, K.; PAQUIN, M. **Pago por servicios ambientales: estudio y evaluación de esquemas vigentes**. Montreal: UNIFÉSRA, 2004, p. 1-65. Disponível em: <[http://www.cec.org/Storage/56/4896\\_PES-Unisfera\\_es.pdf](http://www.cec.org/Storage/56/4896_PES-Unisfera_es.pdf)> Acesso em: 20 set. 2012.

MORENO JÚNIOR, Í. **Uma experiência de gestão de recursos hídricos: a implantação de uma proposta para o Estado do Rio de Janeiro**. 2006. 226 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MORENO-SANCHEZ, R.; MALDONADO, J. H.; WUNDER, S.; BORDA-ALMANZA, C. Heterogeneous users and willingness to pay in an ongoing payment for watershed protection initiative in the Colombian Andes. **Ecological Economics**, v. 75, p. 126-134, 2012.

NICODEMO, M. L. F.; VINHOLIS, M. de M. B.; PRIMAVESI, O.; ARMANDO, M. S. **Conciliação entre produção agropecuária e integridade ambiental: o papel dos serviços ambientais**. São Paulo: EMBRAPA, 2008, p. 1-71.

SMITH, M.; GROOT, D.; BERGKAMP, G. **Pay: Establishing payments for watershed services**. IUCN, Gland, Switzerland, 2006, p. 109. Disponível em: <<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2006-054.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2012.

STANTON, T.; ECHAVARRIA, M.; HAMILTON, K.; OTT, C. State of watershed payments: an emerging marketplace. **Ecosystem Marketplace**, n. 2438, p. 1-79, 2010. Disponível em: <[http://rportal.net/library/content/translinks/transLinks-2010/forest\\_trends/Report\\_StateofWatershedPayments.pdf/view?set\\_language=pt-br](http://rportal.net/library/content/translinks/transLinks-2010/forest_trends/Report_StateofWatershedPayments.pdf/view?set_language=pt-br)>. Acesso em: 14 fev. 2012.

SWALLOW, B. M. et al. Compensation and rewards for environmental services in the developing world: framing pan-tropical analysis and comparison. **Ecology and Society**, v. 14, n. 2, art. 26, 2009, p. 1-10. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art26/>>. Acesso em: 8 ago. 2011.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.org.br>>. Acesso em: 21 abril 2011.

VAN DE SAND, I. Payments for ecosystem services in the context of adaptation to climate change. **Ecology and Society**, v. 17, n. 1, art. 11, 2012, p. 1-14. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5751/ES-04561-170111>>. Acesso em: 17 set. 2012.

VEIGA, F. Edificando el pago por los esquemas de servicios ambientales basados en servicios forestales de agua em los bosques del Atlántico, Brasil. In: CREEL, Juan E. Bezaury; GUTIÉRREZ; Leonel Iglesias. **Servicios de ecosistemas en América Latina: Lecciones aprendidas en agua, bosques y ecoturismo**. Colombia: Cartagena de Indias, 2007, p. 31- 37.

WUNDER, S. Are direct payments for environmental services spelling doom for sustainable forest management in the tropics? **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, art. 23, 2006, p. 1-12. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art23>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. **Society for Conservation Biology**. vol. 21, n. 1, p. 48–58, 2007. Disponível em: <<http://www.eubarnet.eu/wp-content/uploads/2012/09/Wunder-The-Efficiency-of-payments.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2012.

WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. **Pagamentos por serviços ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008, p. 1-137. (Série Estudos, 10).

## Problema Público, Atores Sociais e Arenas em Processos de Formulação de Políticas Ambientais

Mayara Silva Nascimento<sup>1</sup>

**RESUMO:** *Avaliar como as políticas públicas de gestão ambiental são criadas tornou-se um objeto de estudo importante na agenda das Ciências Sociais. O presente estudo investigou como essas políticas públicas são criadas em Sergipe, especificamente o Programa Águas de Sergipe. Ademais, procurou-se analisar como o problema em torno do rio Sergipe foi criado e originou o programa; a importância dos atores sociais nesse processo e a identificação das arenas públicas. Para dar conta disso, utilizou-se como metodologia: catalogação e análise de matérias de jornais de circulação no Estado; do aparato jurídico/burocrático da Política de Recursos Hídricos de Sergipe; dos relatórios ambientais, carta consulta, sumário ambiental, ajudas-memória e leis que envolveram a criação do referido programa; por fim, foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Com isso, observou-se que o Programa Águas de Sergipe possui um caráter exógeno e foi criado no ano de 2009 visando, entre outras coisas, a revitalização do rio Sergipe. É importante salientar que o saber técnico especializado na área ambiental daqueles que fizeram parte da criação do programa configurou-se como um recurso importante para a confecção do problema público que originou o programa, além de as arenas públicas terem se configurado enquanto espaços de sentido preponderantes nesse processo.*

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental; Águas de Sergipe; Saber Técnico

### INTRODUÇÃO

A crise ambiental constitui, atualmente, como um problema mundial. Segundo estudos que tratam da questão ambiental, tal crise teve origem a partir de estabelecimento do modo de produção capitalista, ao qual permitiu o processo de modernização de grande parte da sociedade. Entretanto, grandes conferências mundiais iniciadas no limiar da década de 1970 trouxeram à tona os problemas causados ao meio ambiente em detrimento dessa modernização, culminando em mudanças ideológicas e institucionais referentes aos modos de apropriação dos recursos naturais em nível mundial (MCCORMICK, 1992).

É nessa perspectiva que o presente trabalho se insere numa tentativa de elaborar um esboço da construção da causa ambiental que deu origem ao Programa Águas de Sergipe; um importante projeto de revitalização do rio Sergipe e de fortalecimento da gestão ambiental do Estado. A partir disso, elabora-se uma análise sobre o problema público em torno do rio, os principais atores sociais envolvidos e seus recursos utilizados e como as arenas públicas (audiências, reuniões e discussão na mídia) configuram-se como espaços de discussão, representação e sentido nesse processo. Tal proposta está pautada a partir de uma investigação maior que visa analisar, de modo geral, *como o Programa Águas de Sergipe foi criado*. Portanto, parte-se do princípio de que para entender uma política pública é importante entender seus princípios de construção, sequência de eventos e seus remates (SPECTOR; KITUSE, 1973). Como hipótese norteadora parte-se do pressuposto de que o saber técnico na área ambiental foi o recurso mais importante para o sucesso na implementação dessa política pública.

Bem como, está alicerçado a partir de um conjunto de estudos que abordam a vertente do construcionismo para explicar a origem de um problema público de cunho ambiental e a importância deste último para a criação dos projetos e programas de gestão do meio ambiente

<sup>1</sup> Mestranda em Sociologia pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP: 49100-000, mayara-sociologia@hotmail.com.

(SABATIER, 1988; CEFAÏ, 1996; HANNIGAN, 2009), além daqueles estudos que tratam da utilização do saber técnico especializado na área ambiental e da expertise como importantes em processos de políticas públicas (OLIVEIRA, 2008). Sua importância recai no fato deste trazer uma análise que vai além de uma análise sobre políticas públicas de meio ambiente, mas que aborda da relação entre o Estado e a sociedade, bem como auxilia no entendimento sobre ação pública.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

Para a operacionalização deste estudo, a linha que o norteou está baseada no método qualitativo (BEAUD; WEBER, 2007). Assim, os procedimentos metodológicos foram divididos em quatro momentos. Desse modo, o primeiro momento consistiu em coletar estudos e notícias referentes à institucionalização da causa ambiental no Brasil e em Sergipe, com o intuito de entender como está estruturada a gestão do meio ambiente desde que a temática foi introduzida nas mais diversas esferas da sociedade sergipana. Já o segundo momento foi marcado pela catalogação e análise de notícias em jornais de circulação no Estado, a exemplo do Cinform, Jornal da Cidade e Infonet, as quais trataram da Política Estadual de Recursos Hídricos e do processo de criação do Programa Águas de Sergipe; bem como coletou-se toda a documentação referente ao arcabouço burocrático dessa política, além das leis, decretos, relatórios ambientais, carta consulta, sumário ambiental e ajudas-memória que compuseram a criação da referida política pública. Tal catalogação e análise desse material foram realizadas através do *software* de armazenamento NVIVO; um *software* de pesquisa qualitativa que permite gerir, formar e fazer sentido às informações não estruturadas. Por fim, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com 12 técnicos pertencentes à Unidade de Preparação do Projeto, com o representante do Banco Mundial e com representante do Ministério Público. Tais entrevistas foram gravadas e transcritas, e tiveram o intuito de angariar informações que não foram possíveis somente com a análise documental, bem como elaborar um apanhado do perfil social desses técnicos que fizeram parte do processo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O programa Águas de Sergipe foi criado no ano de 2009 numa tentativa de solucionar o problema da escassez de água no Estado, bem como fazer com que a gestão da água acontecesse a partir de uma perspectiva integrada e multissetorial. Mais especificamente, há a pretensão de expandir os serviços básicos de saneamento ambiental, investir em projetos de irrigação numa tentativa de desenvolver o setor agrícola. Por essa ótica, o fenômeno da seca caracteriza-se como um argumento legítimo que regulou uma série de políticas públicas, como aponta Ribeiro (2002) quando analisa a construção da seca como um problema no nordeste do Brasil. Segundo o referido estudo, a seca, enquanto problema social, só foi possível a partir do momento em que o Nordeste foi se afirmando enquanto região, o que veio a acontecer no início do século XX.

O início da discussão sobre um problema público em torno do rio Sergipe parte do Banco Mundial a partir da identificação da defasagem no sistema de gestão dos recursos hídricos em Sergipe e, posteriormente, foi publicizado em conjunto com atores da sociedade civil, técnicos e com o próprio Estado. Segundo Cefai (1996), um problema público é construído a partir de um processo de produção de histórias e interpretações, fruto de interações, interlocuções e soluções propostas pelos atores. Concomitante a isso está a construção do argumento ambiental que resultou no Programa Águas de Sergipe. A partir da análise do Relatório de Avaliação Ambiental, publicado em setembro de 2010, fica identificado como justificativa central para a sua criação está no fato de que há uma tripla desigualdade no Estado, composta pela concentração de renda, infraestrutura e concentração do PIB industrial nas áreas de petróleo e energia hidrelétrica. Esses três fatores ocasionam desigualdade social, territorial e pouca oferta de emprego nas regiões que não contemplam a chamada Grande Aracaju. A análise das características socioeconômicas e os indicadores sociais dos municípios levam a considerar que a bacia do rio Sergipe contempla mais da metade da população do Estado. Essa justificativa explicita a intenção de demonstrar que há uma demanda por melhorias na condição de vida da população a qual a bacia do rio Sergipe

abrange, numa tentativa de disponibilizar condições de salubridade ambiental. Desse modo, a construção de uma justificativa para os problemas em torno do rio não se insere apenas em argumentos técnicos sobre problemas ambientais, mas também injeta uma justificativa que aborda questões sociais. Essa justificativa ambiental tem sua eficácia naquilo que Lafaye e Thevenot (1993) chamaram de diversidade de vozes, que não estão apenas pautadas na fundamentação de argumentos, mas também nos tipos de recursos envolvidos, influenciando diretamente em diferentes orientações de reivindicação.

Os principais recursos acionados para construção desse programa podem ser explicados pela utilização do saber técnico especializado na área ambiental e pelas arenas públicas. O primeiro recurso mencionado justifica-se pelo alto grau de formação técnica dos envolvidos no processo, tendo, em sua maioria, um grande investimento em mestrado e doutorado em suas respectivas áreas de atuação. Já o segundo recurso diz respeito às audiências públicas, reuniões e o que era veiculado na mídia sobre o programa, caracterizando como importantes espaços de sentido, significação e crenças postas em jogo para a criação do programa, de modo que nesses momentos era possível angariar o maior número possível de atores sociais das mais diversas esferas.

Ademais, o Águas de Sergipe foi criado a partir contexto em que a preocupação pública com os problemas de degradação ambiental deixaram de ter disseminação progressiva e passaram a fazer parte, de fato, das agendas. Esse programa se insere no perfil multissetorial do ambientalismo brasileiro do início da década de 1990 defendido por Viola e Leis (1995; 1995a), ao qual é constituído por setores principais, porém integrados (um dos focos do programa), compostos, entre outros, por agências estatais de gestão ambiental, por cientistas/técnicos que desenvolveram pesquisas sobre a questão ambiental, por políticos profissionais e pela sociedade civil organizada. Não obstante, assim como na maioria dos casos, apesar de todo o investimento e estabelecimento da mudança de valores em prol da proteção ambiental, projetos como este têm esbarrado em ações antrópicas que não condizem com o discurso vigente. Além disso, é notório que o caso aqui estudado é detentor de um potencial de articulação que até então não era possível de se observar, acabando por aumentar a capacidade de realização da gestão da política de recursos hídricos e de criação de novos projetos ambientais. Por fim, essa aludida política pública detém de um caráter exógeno, em que a criação do problema público em torno do rio é indicada pelo Banco Mundial e desenvolvido pelo Estado de Sergipe.

## CONCLUSÕES

1. A construção do Programa Águas de Sergipe se deu a partir da iniciativa do próprio Estado e do Banco Mundial;
2. É caracterizado como uma política pública exógena;
3. O saber técnico especializado na área ambiental foi preponderante para o sucesso na implantação do programa.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – pela concessão da bolsa de mestrado. Além de todos os atores sociais que concederam importantes entrevistas sobre o tema aqui proposto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAUD, S.; WEBER, F. **Guia para a pesquisa de campo**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.
- CEFAÏ, D. La construction des problèmes publics. Définitions de situations dans des arènes publiques. In: **Réseaux**. v. 14, n. 75. 1996.
- HANNIGAN, J. **Sociologia Ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- LAFAYE, C.; THEVENOT, L. Une justification écologique? Conflits dans l'aménagement de la nature. In: **Revue Française de Sociologie**. v. 34, n. 4, agosto. 1993. p. 495- 524.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso: história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992.

OLIVEIRA, W.J.F. Engajamento Político, Competência Técnica e Elites Dirigentes do Movimento Ambientalista. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v.16, n.30, p. 167-186, jun. 2008.

SABATIER, P. An advocacy coalition framework of policy change and the role of policy oriented learning therein. **Policy Sciences**, v. 21. n. 2, 1988.

SPECTOR, M.; KITUSE, J. I. Social problems: a reformulation. **Social Problems**, 1973.

VIOLA, E.J.; LEIS, H.R. O ambientalismo multissensorial no Brasil para além da Rio-92: O desafio de uma estratégia globalista viável. In: VIOLA, E. J.; LEIS, H. R.; SCHERER-WARREN, I. et al. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: Desafios para as ciências sociais**. 2. ed. São Paulo: Cortez, Cap. 4, p.134-160, 1995a.

VIOLA, E.; LEIS, H.R. A evolução das políticas ambientais no Brasil, 1971-1991: do bissetorialismo preservacionista para o multissetorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável. In: HOGAN, D.J; VIEIRA, P.F. (Orgs.). **Dilemas Socioambientais e Desenvolvimento Sustentável**. Campinas, Ed. UNICAMP, 1995.

## PRODUÇÃO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SIRIRI-SE

Cristyano Ayres Machado<sup>1</sup>; Antenor de Oliveira Aguiar Netto<sup>2</sup>; Inajá Francisco de Souza<sup>3</sup>; Carlos Alberto Prata de Almeida<sup>4</sup>; Marinoé Gonzaga da Silva<sup>5</sup>

**RESUMO:** *A necessidade de conhecer o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para garantir a preservação e conservação dos recursos hídricos. Os modelos hidrológicos são ferramentas que permitem conhecer a dinâmica de uma bacia hidrográfica em pouco tempo e sem gastos dispendiosos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da produção de água simulada pelo modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Siriri. A simulação foi realizada para o período de 2000 a 2013, o procedimento de calibração e validação não foram realizados devido a falta de monitoramento de dados de vazão no exutório da bacia delineada. As subbacias que mais produziram água estão localizadas nas áreas de maior declividade. Estas áreas merecem cuidado especial com relação ao seu manejo, uma vez que a maior produção de água está relacionada à maior produção de sedimentos e conseqüentemente aos processos erosivos.*

**Palavras-chave:** Modelo hidrológico, SWAT, recursos hídricos

### INTRODUÇÃO

O SWAT é um modelo hidrológico que permite simular diferentes processos físicos na bacia hidrográfica como, a evapotranspiração, infiltração, escoamento de água, entre outros, com o objetivo de analisar os impactos das alterações no uso do solo sobre o escoamento (superficial e subterrâneo), produção de sedimentos e qualidade de água em bacias hidrográficas. O SWAT é um modelo matemático que tem domínio público, ele foi desenvolvido em 1996 nos EUA pelo *Agricultural Research Service* em conjunto com a *Texas A&M University* (NEITSCH et al. 2005).

Existem diversos estudos que utilizaram o modelo para avaliar o impacto do uso e manejo do solo em bacias hidrográficas, tanto no Brasil (ADRIOLO et al, 2008; BLAINSKI; SILVEIRA; CONCEIÇÃO, 2008; BLAINSKI. et al., 2011; LELIS e CALIJURI 2010) como em outros países (HOLVOET, 2008; KIM et al., 2010; LAM; SCHMALZ; FOHRER, 2010; MULUNGU e MUNISHI, 2007) que vislumbram a possibilidade de um melhor gerenciamento e planejamento dos recursos naturais, principalmente dos recursos hídrico devido sua importância estratégica.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a distribuição espacial da produção de água simulada pelo modelo SWAT para a bacia hidrográfica do rio Siriri, afluente da bacia hidrográfica do rio Japarutuba, importante fonte de água para abastecimento humano e irrigação.

### MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Siriri faz parte da bacia hidrográfica do rio Japarutuba e localiza-se entre as coordenadas 10°11' e 10°49' latitude sul e 36°41' e 37°26' longitude

---

<sup>1</sup> Doutorando PRODEMA/UFS.

<sup>2</sup> Professor PRODEMA/UFS.

<sup>3</sup> Professor PRODEMA/UFS.

<sup>4</sup> Doutorando PRODEMA/UFS.

<sup>5</sup> Professora Doutora IFS.

oeste, apresentando uma área total de 433,85 km<sup>2</sup>. Seu afluente principal nasce no município de Nossa Senhora das Dores – SE.

Para a realização da modelagem da bacia hidrográfica do rio Siriri é necessário fornecer os seguintes dados: Modelo Digital de Elevação (MDE), clima, tipo de solo, uso e ocupação do solo. Os mapas de solo e uso do solo foram obtidos a partir do Atlas Digital de Recursos Hídricos de Sergipe, possuem formato vetorial em escala de 1:400.000 (SERGIPE, 2012). O MDE utilizado foi fruto do projeto Brasil em Relevo, a partir de dados gerados pelo projeto Shuttle Radar Topography Mission, SRTM (MIRANDA, 2005).

Para simular os processos físicos da área em estudo, foram utilizados os seguintes parâmetros de solo: nome do solo, número de camadas, grupo hidrológico do solo, profundidade total. Quanto às camadas do solo foi considerado a profundidade, densidade do solo, capacidade de água disponível, porcentagem de carbono orgânico, condutividade hidráulica, albedo, fator de erodibilidade da camada, condutividade elétrica, porcentagem de argila, silte, areia e rocha. Os dados de solo foram obtidos por meio de coletas e análises de solos realizadas na área da bacia hidrográfica do rio Siriri.

Os valores diários de precipitação, temperatura máxima e mínima do ar, radiação solar, velocidade do vento e umidade relativa necessários para gerar os dados climáticos para as subbacias, em um período de 5 anos, tendo início em janeiro de 2000 a dezembro de 2005, foram obtidas da estação meteorológica de Japaratuba, localizada nas coordenadas Latitude -10.59 e Longitude -36.94. Foram utilizados dados diários de precipitação da estação de Japaratuba e de Capela, (Latitude -10.53 e Longitude -37.03), para o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2012.

Por falta de dados no exutório da bacia delimitada não foi realizada a calibração para a produção de água, o que não impede o seu, pois o modelo SWAT pode ser aplicado em bacias hidrográficas sem monitoramento de dados de vazão (NEITSCH et al., 2011)

O déficit hídrico das cidades concentra-se entre os meses de setembro a março, estando seus picos nos meses de dezembro e janeiro. Já o período chuvoso ocorre entre os meses de maio e julho, sendo que a maior precipitação média mensal (203,5 mm) observada ocorre no mês de maio (AGUIAR NETTO et al., 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No processo de delimitação da bacia hidrográfica foi definida a área de contribuição mínima para formação do canal em 80 ha, o valor mínimo. Este valor controla os detalhes da rede de drenagem e o tamanho das subbacias (GALVAN et al., 2009). O exutório foi adicionado para criação das subbacias nas coordenadas -10.54 de latitude e -37.11 de longitude. Foram obtidas 14 subbacias em uma área total delimitada de 47.30 km<sup>2</sup>. Após a delimitação da bacia hidrográfica procedeu-se a definição das HRUs foram determinados os limites para uso do solo (10%), tipos de solo (20%) e declividade (10%). Cinco classes de declividade de acordo com a EMBRAPA (2006) foram estabelecidas: 0 a 3% (relevo plano), de 3 a 8% (suave ondulado), de 8 a 20% (ondulado), de 20 a 45% (fortemente ondulado) e acima de 75% (montanhoso). Para a definição para as HRUs foram determinados limites para o uso do solo, tipos de solo e declividade, os valores estabelecidos foram de 10, 20 e 10% respectivamente. O número final de HRUs foi 41.

A produção de água na bacia hidrográfica do rio Siriri pode ser visualizada na Figura 1. A subbacia 1 apresentou a menor produção média de água (mm H<sub>2</sub>O ano<sup>-1</sup>), que apresenta a pastagem como uso do solo predominante, que ocupam tanto as encostas mais íngremes quanto os terrenos de menor declividade. Já as subbacias 13 e 14, ocupadas por floresta, 30.2% e 48.6%, respectivamente, apresentaram a maior produção média de água, ao contrário do que encontraram LINO, CORSUILL e KOBAYAMA (2009), isto pode ser atribuído ao fato de que estas subbacias estão localizadas nas áreas de maiores declividades, 8 – 20 %, classificado como ondulado. O aumento da declividade promove o

aumento do escoamento superficial (ABRAHAM; ROEHRIG; CHEKOL, 2007; KIMWAGA et al., 2011).

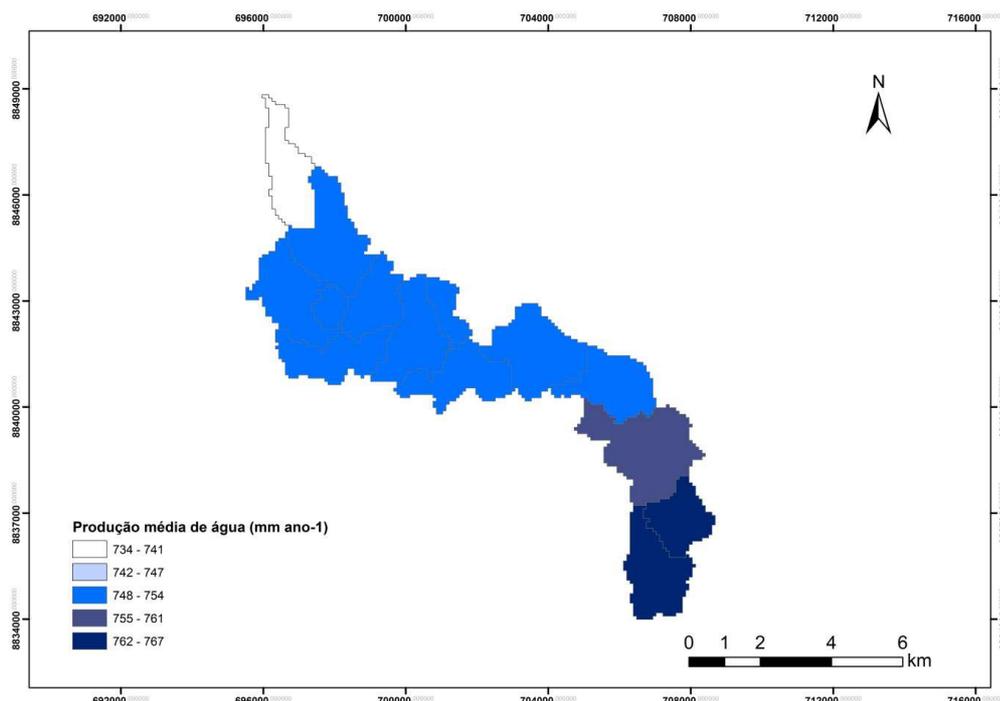


Figura 1: Produção média de água na bacia hidrográfica do rio Siriri referente ao período de 2000 a 2013.

## CONCLUSÃO

As subbacias com maiores produção de água estão localizadas nas áreas de maiores declividades e são ocupadas por florestas. Estas áreas merecem cuidado especial com relação ao seu manejo, uma vez que a maior produção de água está relacionada à maior produção de sedimentos e conseqüentemente aos processos erosivos. A produção de água em uma bacia hidrográfica tem relação direta com o uso de manejo do solo, dessa forma é necessário a utilização de boas práticas de manejo do solo. O modelo SWAT pode ser aplicado em estudos sobre o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica contribuindo para o planejamento e gestão dos recursos hídricos do estado de Sergipe.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFS, Governo de Sergipe, DESO, SRH pelo apoio nessa atividade acadêmica

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, L.Z., ROEHRIG, J., CHEKOL, D.A. Calibration and Validation of SWAT Hydrologic Model for Meki Watershed, Ethiopia, CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, University of Kassel-Witzenhausen and University of Gottingen, October 9-11, 2007, 5pp.
- AGUIAR NETTO, A. O. et al. Balanço hídrico na bacia hidrográfica do rio Siriri, Sergipe. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande: ABRH, v. 1. p. 1-11, 2009.
- ADRIOLO, M. V. et al. Calibração do modelo Swat para a produção e transporte de Sedimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS

- HIDRELÉTRICAS, 6., 2008. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Comitê Brasileiro de Barragens, 2008.
- BLAINSKI, E.; SILVEIRA, F. A.; CONCEIÇÃO, G. Utilização do modelo hidrológico SWAT para estudos na microbacia hidrográfica do rio Araranguá/SC. In: TALLER INTERNATIONAL RED RIEGOS CYTED, 2008, Florianópolis. Anais...Florianópolis: CEER, 2008.
- BLAINSKI, E. et al. Simulação de cenários de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Araranguá utilizando a técnica da modelagem hidrológica. **Agropecuária Catarinense**, v.24, n.1, mar., 2011.
- GALVÁN, L. et al. Application of the SWAT model to an AMD-affected river (Meca River, SW Spain). Estimation of transported pollutant load. *Journal of Hydrology*, v. 377, p. 445-454, 2009.
- HOLVOET, K. et al. Modifications to the SWAT code for modelling direct pesticide losses. **Environmental Modelling & Software**, v. 23, p. 72-81, 2008.
- KIM, J. et al. Effect of streambed bacteria release on E. coli concentrations: Monitoring and modeling with the modified SWAT. **Ecological Modelling**, v. 221, p. 1592-1604, 2010.
- KIMWAG, R. J. et al. Modelling of non-point source pollution around Lake Victoria using SWAT model: a case of Simiyu catchment Tanzania. *The Open Environmental Engineering Journal*, v. 4, p. 112-123, 2011
- LAM, Q. D.; SCHMALZ, B.; FOHRER, N. The impact of agricultural Best Management Practices on water quality in a North German lowland catchment. **Environment Monitoring Assessment**, v. 183, p. 351-379, 2011.
- LELIS, T. A.; CALIJURI, M. L. Modelagem hidrossedimentológica de Bacias hidrográficas na região sudeste do Brasil, utilizando o SWAT. **Revista Ambiente e Água**, v. 5, n. 2, p. 158-174, 2010.
- LINO, J. F. L.; CORSUIL, C. W.; KOBAYAMA, M. Análise da vazão da Bacia Hidrográfica do Rio Preto com o modelo SWAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, 2009, Campo Grande. Anais... Porto Alegre: ABRH, 2009.
- MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 28 mar. 2013.
- MULUNGU, M. M. D.; MUNISHI, S. E. Simiyu River catchment parameterization using SWAT model. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 32, p. 1032-1039, 2007.
- NEITSCH, S. L. et al. **Soil and Water Assessment Tool: Theoretical Documentation – Version 2005**. Temple: Agricultural Research Service (USDA) & Texas Agricultural Experiment Station (Texas A&M University), 2005. 541p.
- NEITSCH, S. L. et al. **Soil and Water Assessment Tool: Theoretical Documentation – Version 2009**. Texas Water Resources Institute Technical Report N° 406. Temple: Agricultural Research Service (USDA) & Texas Agricultural Experiment Station (Texas A&M University), 2011. 647p.
- SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe**. 2009. Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br>> Acesso em 05 de maio de 2012.

## Qualidade da água de cisterna no semiárido sergipano

Thaiza Monteiro Paz de Araujo<sup>1</sup>; Inajá Francisco de Sousa<sup>2</sup> & Antônio Ariovaldo Tadeu Lucas<sup>3</sup>

**RESUMO:** *Diante da importância da água para o desenvolvimento socioeconômico e da baixa disponibilidade para regiões semiáridas devido às limitações hidrológicas, os programas de construção e uso de cisterna constituem uma das tecnologias sociais mais utilizadas no sertão. Entretanto, a qualidade da água de consumo é um aspecto importante para as medidas de planejamento na gestão dos recursos hídricos e na tomada de decisões, devendo ser garantida a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Dessa forma, o estudo objetivou verificar a qualidade da água armazenada em cisternas no município de Poço Redondo, semiárido do estado de Sergipe, abastecidas por carros-pipa e água de chuva. Os resultados apontaram contaminação microbiológica para todas as cisternas avaliadas e desconformidade para os parâmetros físico-químicos de pH, condutividade elétrica, cor e DBO quando comparados aos limites estabelecidos pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde e Resolução 357/2005 do Conama.*

**Palavras-chave:** Tecnologia social, gestão dos recursos hídricos, aspectos sanitários

### INTRODUÇÃO

Sendo a água um constituinte fundamental para a vida e para o desenvolvimento socioeconômico das populações, a busca pela maior eficiência dos usos e das técnicas utilizadas para se garantir o acesso a esse recurso é cada vez mais estudado e trabalhado. Mas além da disponibilidade da água, o fator qualidade é indispensável para o consumo humano e para o uso agrícola.

Nas regiões semiáridas os componentes do ciclo hidrológico são limitados devido às características naturais dessa região, como a distribuição irregular da chuva com longos períodos de estiagem, altas taxas de evapotranspiração, o que agrava o déficit hídrico, e alta salinidade devido a elevadas taxas de evaporação.

Na busca de tecnologias para auxiliar a convivência das famílias rurais com a região semiárida foram desenvolvidos e aplicados diversos programas de caráter governamental e não-governamental para a captação de água de chuva e o armazenamento de água em cisternas visando contribuir com a disponibilidade de água, principalmente nos meses de estiagem.

Entretanto, o aspecto qualidade da água apresenta uma relevante importância na tomada de decisões e de medidas de planejamento dentro da gestão dos recursos hídricos, devendo ser garantida à população a potabilidade para consumo humano, de acordo com a portaria n. 2914/2011 do Ministério da Saúde e Resolução 357/2005 do Conama.

Diante das características naturais do semiárido, da importância da disponibilidade da água em quantidade e em qualidade, e segundo as tecnologias sociais atribuídas à essa região, este trabalho objetiva o estudo da qualidade da água armazenada em cisternas no semiárido sergipano.

### MATERIAIS E MÉTODO

O estudo ocorreu no município de Poço Redondo (Figura 1), semiárido sergipano, inserido na bacia hidrográfica do rio São Francisco, que apresenta uma população de 30.880 habitantes, área de 1.232 km<sup>2</sup>, e bioma predominante de caatinga (IBGE, 2013).

<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe (UFS), Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, [thaizapaz@gmail.com](mailto:thaizapaz@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor e Orientador do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, [inajafrancisco@gmail.com](mailto:inajafrancisco@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor e Co-orientador do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFS, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, [aatlucas@gmail.com](mailto:aatlucas@gmail.com)

Os povoados que participaram do estudo foram georreferenciados para formação de mapas e são eles: Ana Patrícia 2 (ANA), Caldeirão/Pedrinhas (CAL), Garrote (GAR), Lagoa do Canto (LC), Lagoa Dantas (LD), Lagoa Grande (LG), Salitrado (SAL), Serra da Guia (SG), Santa Rosa do Ermírio (STA), Pedra Grande (PG) e Poço Preto (PP).

Foram coletadas amostras de águas de cisterna para análises microbiológica e físico-química, no mês de Junho do ano de 2013, sendo considerada época de chuva. Havia três tipos de cisternas: cisterna de placa de cimento ligado aos telhados para captação de água de chuva, cisterna-calçadão e cisterna de polietileno, uma vez que praticamente todo o município foi atendido com programas de construção e instalação de cisternas.

As análises microbiológicas ocorreram no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), através do método Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW), onde se buscou verificar a presença ou ausência de coliformes totais e *Escherichia coli*. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal de Sergipe e os parâmetros analisados foram pH, condutividade elétrica, cor, DBO e sólidos totais dissolvidos (STD).

Foram utilizados os parâmetros fornecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e a Resolução 357 Conama que dispõe sobre classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e outras providências, para a comparação dos dados referente as análises.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As famílias que participaram da pesquisa informaram utilizar a água de cisterna para consumo diário, sendo o abastecimento do equipamento através de carros-pipa em época de estiagem, mais água de chuva no período chuvoso.

Os resultados das análises microbiológicas mostraram que para todas as amostras havia a presença de coliformes totais tanto em cisternas de uso doméstico quanto para uso agrícola, ou seja, não há tratamento da água. E com exceção dos resultados das análises para as comunidades Caldeirão/Pedrinhas, Garrote e Lagoa Grande (ambas cisternas de placa de cimento, de uso doméstico) e Poço Preto (cisterna calçadão, uso agricultura), as demais amostras continham a presença de bactérias *Escherichia coli*, não atendendo aos limites estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde para água potável de consumo humano, que refere-se à ausência em 100 mL (valor máximo permitido). O alto índice de *E. coli* indica condições higiênico-sanitárias deficientes (SIQUEIRA, 1995) e pode associar-se a doenças de transmissão hídrica como a febre tifóide, febre parasitifoide, desintéria bacilar e cólera, e ainda comprometer a produção agrícola.

No estudo realizado por Amorim (2001) o mesmo resultado foi encontrado nas cisternas avaliadas em Petrolina, Pernambuco. O estudo realizado por Silva et al (2012) confirmou a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras de água armazenada em cisterna no semiárido baiano. Alves et al (2012) detectaram a presença de coliformes totais e *E. Coli* em todos os pontos de coleta de água de cisternas no semiárido pernambucano.

Nas análises físico-químicas (Figura 2) houve variações do pH de 8,28 a 9,78, ultrapassando os limites estabelecidos pela Portaria n. 2924/11 do Ministério da Saúde que exige mantimento de pH entre 6 e 9,5 para água potável. A Resolução Conama 357/2005 confere para água doce de classe 1, 2 e 3, onde incluem o uso da água para consumo humano e irrigação de hortaliças, frutíferas e forrageiras, pH variando de 6 a 9.

Para condutividade elétrica observou-se altas variando  $58,23 \text{ mS.cm}^{-1}$  a  $203,5 \text{ mS.cm}^{-1}$  e sólidos totais dissolvidos variando de  $3 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $24 \text{ mg.L}^{-1}$ , estando de acordo com a Resolução 357/2005 Conama de até  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  para sólidos totais.

O parâmetro cor atende à resolução 357/2005 Conama (até  $75 \text{ mg Pt.L}^{-1}$ ) e ultrapassa quanto à portaria 2914 do Ministério da Saúde (de  $15 \text{ mgPt-Co.L}^{-1}$ ) sendo de  $8,15 \text{ mg.L Pt-C}^{-1}$  a  $17,59 \text{ mg.L Pt-C}^{-1}$  nas amostras do município de Poço Redondo.

Para o parâmetro DBO os resultados variaram de  $3,93 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $13,61 \text{ mg.L}^{-1}$  ultrapassando os limites para água doce de classes 1, 2 e 3 da Resolução 357/2005 do Conama que são de  $3 \text{ mg.L}^{-1}$ ,  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $10 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente.

Os resultados das análises da água de cisterna mostraram além da contaminação microbiológica da água, variações físico-químicas devido, supostamente, a deficiências sanitárias no manejo da água e da própria cisterna, como também à falta de tratamento da água, seja com cloro ou filtração. Outro ponto a ser verificado é sobre a origem e qualidade da água fornecida pelo governo, ou particular, através de carros-pipa, onde não há um controle sobre a qualidade da água e do veículo de transporte.

É necessário um monitoramento constante de qualidade, no corpo hídrico de captação da água, nos veículos de transporte e nas próprias cisternas envolvendo, dessa forma, o poder público, agentes comunitários e as próprias famílias. As famílias rurais estão satisfeitas por terem água perto de suas casas, mas a preocupação com a qualidade ainda deve ser levada em consideração (GNADLINGER, 2007).

## **CONCLUSÕES**

- A presença das bactérias coliformes totais indica contaminação fecal em todas as cisternas avaliadas no município de Poço Redondo;
- É necessário ter clareza dos pontos de coleta, origem e qualidade da água abastecida por carros-pipa, bem como garantir a qualidade dos veículos transportadores.
- É indispensável trabalho de conscientização através de visitas de agentes sanitários e/ou cursos de capacitação sobre a importância do tratamento da água com filtração e cloro;
- Fortalecer o trabalho de conscientização sobre o manejo adequado da cisterna e possíveis fontes de contaminação e manter a inspeção;
- Monitoramento contínuo da qualidade da água de cisterna envolvendo poder público, agentes comunitários e as próprias famílias e;
- Garantir a determinação dos aspectos legais referentes à água e seus usos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe e ao Laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal de Sergipe pelo apoio em relação às análises da água.

Ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe pela oportunidade da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

SIQUEIRA, R. S., Manual de microbiologia de alimentos. EMBRAPA – CTAA, 1995.

ALVES, F.; LUZ, J.; FIGUEIRAS, M.L.; MEDEIROS, L. L.; SANTOS, S. M.; GAVAZZA, S. Qualidade de água em cisternas no semiárido pernambucano. In: 8<sup>o</sup> SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Campina Grande – Paraíba, 2012. CD-ROM.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade microbiológica das águas de cisterna: estudo de caso no município de Petrolina – PE. 3<sup>o</sup> SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Campina Grande – PB, 2001.

GNADLINGER, J. Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no semiárido brasileiro. In: 3<sup>o</sup> SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Belo Horizonte – MG, 2007. CD-ROM.

SILVA, N. M.; COELHO, A. P. B.; PERELLO, L.; MORAES, L. R. S. Qualidade microbiológica das águas pluviais armazenadas em cisternas da área rural de Inhambupe, semiárido baiano: estudos de fatores intervenientes. In: 8<sup>o</sup> SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. Campina Grande – Paraíba, 2012. CD-ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=280540&search=sergipe|poco-redondo|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

### Mapa de Localização e Geologia - Poço Redondo

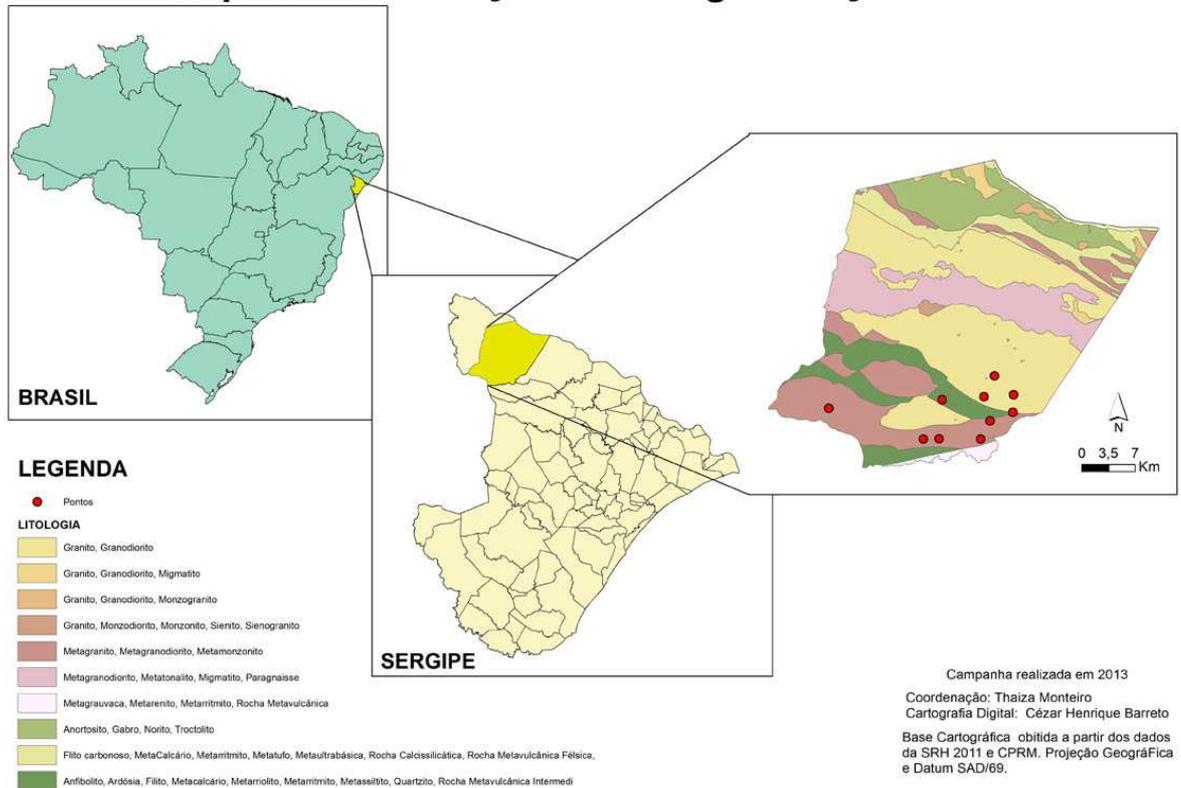


Figura 1. Localização do município de Poço Redondo e pontos de coleta de água de cisterna.

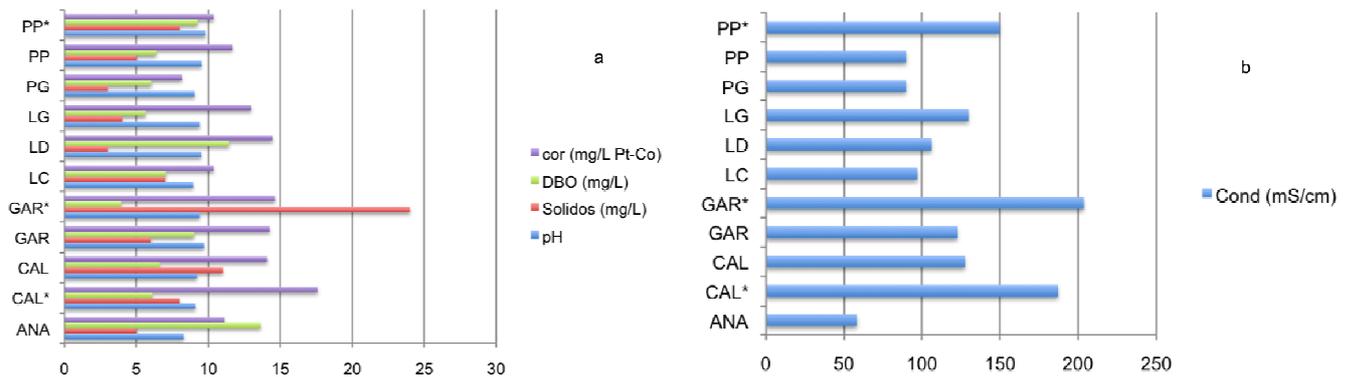


Figura 2. Gráfico relacionado ao resultado da análise físico-química das águas de cisterna em oito comunidades do município de Poço Redondo, no mês de Junho de 2013. **a.** Resultados referentes aos parâmetros cor, DBO, sólidos totais dissolvidos e pH; **b.** Resultado da condutividade elétrica. \* - cisterna tipo calçadão.

## Qualidade da Água Superficial para Dessedentação Animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe: Diagnóstico Preliminar

Julio Roberto Araujo de Amorim<sup>1</sup>; Marcus Aurélio Soares Cruz<sup>1</sup>; Lauro Nogueira Rodrigues Junior<sup>1</sup>; Márcia Helena Galina<sup>1</sup> & Luis Alberto Souza<sup>2</sup>,

**RESUMO:** No Estado de Sergipe, com a exponencial expansão do Polo de Produção de Milho em função do alto nível tecnológico que se passou a adotar nos últimos anos, está ocorrendo um processo de degradação dos recursos de solo e de água, o que pode comprometer tanto a sustentabilidade da própria atividade agrícola quanto da pecuária. Assim, este estudo tem o objetivo de realizar um diagnóstico da qualidade das águas superficiais para dessedentação animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe. Para realizar o diagnóstico da qualidade da água superficial para uso animal em cinco pontos ( $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ , e  $P_5$ ), localizados em áreas de produção de milho no Polo, foram analisados em laboratório os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e atrazina. A água do ponto  $P_1$  apresenta a melhor qualidade da água, enquanto as águas dos pontos  $P_4$  e  $P_5$ , as piores qualidades para uso na dessedentação animal. Há sinais do processo erosivo resultante das atividades antrópicas na região do Polo.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, degradação do solo, impactos ambientais

### INTRODUÇÃO

Em virtude da necessidade de incrementar a produção de alimentos para se atender a uma população cada vez mais crescente, têm aumentando sensivelmente os impactos ambientais resultantes das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos.

Exemplo disso é a exponencial expansão do Polo de Produção de Milho que vem ocorrendo no Estado de Sergipe em função do alto nível tecnológico que se passou a adotar nos últimos anos, com significativo aumento de produção e produtividade, elevando o estado à condição de segundo maior produtor do grão no Nordeste e confirmando os municípios de Simão Dias, Frei Paulo e Carira como os maiores produtores, segundo os dados da Produção Agrícola Municipal – 2012 do IBGE (2014).

Contudo, essa mudança trouxe consigo também a degradação dos recursos de solo e de água, o que pode comprometer tanto a sustentabilidade da própria atividade agrícola quanto da pecuária. Neste último caso, por representar um perigo para a produção animal pela presença de elevados conteúdos de sais dissolvidos e contaminantes nos corpos hídricos, podendo afetar a qualidade da carne e do leite produzidos a ponto de torna-los inadequados ao consumo humano, bem como provocar distúrbios fisiológicos e morte de animais, com consequentes perdas econômicas (AYERS; WESTCOT, 1994; BRITO et al., 2007).

Esse processo de degradação dos solos e dos recursos hídricos na região do Polo é consequência da intensificação do uso de máquinas e implementos inadequados, além do uso indiscriminado de insumos agrícolas, sobretudo agroquímicos, fatores que são apontados como as principais causas de graves problemas, tais como: redução da capacidade produtiva e de retenção de água dos solos, assoreamento e contaminação de mananciais (NOGUEIRA JUNIOR et al., 2013).

Assim, visando desenvolver um trabalho de experimentação participativa para fins de manejo e conservação do solo e da água, além de recuperação das áreas degradadas, está sendo desenvolvido o Projeto ConservaSolo no Território da Cidadania Sertão Ocidental, do qual

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar, 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP: 49025-040, julio.amorim@embrapa.br; marcus.cruz@embrapa.br; lauro.nogueira@embrapa.br; marcia.galina@embrapa.br.

<sup>2</sup> Técnico Agrícola, Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe, Rua da Nação, 66, Centro, Poço Verde, SE, CEP: 49.490-000, luisalberto.souza@emdagro.se.gov.br.

este estudo faz parte com o objetivo de realizar um diagnóstico da qualidade das águas superficiais para dessedentação animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

## MATERIAIS E MÉTODO

O presente estudo foi realizado na região do Polo de Produção de Milho, que está situado no Território Sertão Ocidental, um dos quatro territórios da cidadania do Estado de Sergipe e que abrange 19 municípios, dos quais alguns se localizam em áreas de clima semiárido.

Amostras de águas superficiais foram coletadas, no período seco de 2013, em cinco pontos localizados em áreas de produção de milho no Polo (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, e P<sub>5</sub>), os quais foram georreferenciados e, em seguida, descritos, conforme está apresentado na Tabela 1 e ilustrado na Figura 1.

Para realizar o diagnóstico da qualidade da água superficial para uso na dessedentação animal, foram analisados em laboratório os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e atrazina, herbicida amplamente utilizado no cultivo do milho na região.

As análises foram realizadas pelo Instituto Tecnológico de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), com exceção do parâmetro atrazina cuja análise foi realizada pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012).

A caracterização dos parâmetros de qualidade da água avaliados para fins de uso animal foi realizada com base em valores limites adotados para monitoramento da qualidade de corpos hídricos, preconizados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), e em guias de qualidade da água para gados e aves recomendados pela FAO (AYERS; WESTCOT, 1994).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise dos parâmetros e a caracterização da qualidade das águas superficiais para uso na dessedentação animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

Verifica-se que os valores de pH das águas variaram de 7,2 a 8,9, encontrando-se dentro dos limites permitidos para águas salobras da classe 3 pela Resolução CONAMA 357/2005.

Em se tratando de qualidade da água para uso animal, no período seco em regiões de clima semiárido, a salinidade é um dos parâmetros de maior importância. Como se pode observar na Tabela 2, os pontos P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> apresentam valores de condutividade elétrica (CE) dentro da faixa de 5,0 a 8,0 dS/m, cuja água é considerada ainda satisfatória para o gado, mesmo podendo causar diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados, porém é inadequada para aves. No entanto, as águas dos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> estão acima do limite máximo satisfatório, devendo ser evitadas para fêmeas prenhas e em lactação, principalmente a água do ponto P<sub>5</sub>, que não é recomendável para nenhum tipo de gado (AYERS; WESTCOT, 1994).

O parâmetro sólidos dissolvidos totais (SDT) tem correlação direta com a CE, apresentando o mesmo comportamento desta em relação aos efeitos na fisiologia animal, para todas as águas dos cinco pontos de coleta; já que os sais, quando em altos níveis, causam distúrbios fisiológicos e falta de apetite. Contudo, embora os efeitos da salinidade sejam devidos ao conteúdo de sais totais e não a um íon específico, há exceção para o íon magnésio (Mg<sup>2+</sup>) por provocar diarreia no gado (AYERS; WESTCOT, 1994).

Assim, deve-se considerar o teor de Mg<sup>2+</sup> na avaliação das águas, sobretudo quando a salinidade exceder 6,6 dS/m (4.000 mg/L) em águas usadas pelo gado bovino e 10 dS/m (6.000 mg/L), pelos ovinos (AYERS; WESTCOT, 1994). Nota-se que a concentração de Mg<sup>2+</sup> só excedeu os limites de tolerância para gados e aves na água do ponto P<sub>5</sub>, mesmo que os níveis de sais (CE e SDT) do ponto P<sub>4</sub> tenham ultrapassado os limites satisfatórios recomendados para todos os tipos de gados (Tabela 2).

Quanto à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), verifica-se que as águas dos pontos P<sub>1</sub> (não detectada), P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> apresentam valores abaixo de 10 mg/L O<sub>2</sub>, que é limite máximo permitido para as águas doces da classe 3 pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), enquanto os valores nas água dos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> estão acima desse limite. Entretanto, a água do ponto P<sub>5</sub>

apresentou valor muito elevado de DBO, indicando necessidade de grande quantidade de oxigênio para oxidar, por decomposição microbiana aeróbica, a matéria orgânica carbonácea presente. Isso é provavelmente causado pelo processo de erosão do solo, que traz consigo, além de partículas de sedimento responsáveis pelo assoreamento dos corpos hídricos, matéria orgânica. Esses materiais de origem orgânica são também consequência da deposição de lixo ou resíduos orgânicos nos mananciais.

A atrazina, ingrediente ativo de um herbicida utilizado amplamente no cultivo de grãos na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe, foi detectada em três pontos de coleta de água P<sub>2</sub> (0,03 µg/L), P<sub>4</sub> (1,04 µg/L) e P<sub>5</sub> (0,53 µg/L). Apesar de estarem abaixo do limite máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), os valores presentes nas águas dos pontos P<sub>4</sub>, principalmente, e P<sub>5</sub> são significativos, levando-se em consideração que as aplicações do herbicida foram realizadas de quatro a seis meses antes da coleta de água. A presença da atrazina na água também sugere que, além da degradação do solo por processo erosivo e consequente carreamento até os corpos de água, os animais podem estar sendo contaminados pelo agrotóxico, bem como a carne e o leite por eles produzidos.

A caracterização da qualidade da água revelou o ponto P<sub>1</sub> como o de menor grau de impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas e de melhor qualidade da água, se comparado aos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> que apresentaram os maiores graus de antropização e piores qualidades da água para consumo animal.

## CONCLUSÕES

1. A concentração de sais nas águas dos pontos P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> são satisfatórias para o gado, porém é inadequada para aves; enquanto as águas dos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> estão acima do limite máximo satisfatório, devendo ser evitadas para fêmeas prenhas e em lactação, principalmente a água do ponto P<sub>5</sub>, que não é recomendável para nenhum tipo de gado.
2. A concentração de Mg<sup>2+</sup> na água do ponto P<sub>5</sub> excedeu os limites de tolerância para gados e aves.
3. Os níveis de atrazina nas águas dos pontos P<sub>4</sub>, principalmente, e P<sub>5</sub> são significativos.
4. A água do ponto P<sub>1</sub> apresenta a melhor qualidade da água, enquanto as águas dos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub>, as piores qualidades para uso na dessedentação animal.
5. Há sinais do processo erosivo resultante das atividades antrópicas na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. 3<sup>rd</sup>. ed. Rome: FAO, 1994. 174 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29).

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357**. Diário Oficial da União de 18/03/2005. Brasília, 2005.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para consumo animal. In: BRITO, L. T. de L., MOURA, M. S. B. de M.; GAMA, G. F. B. (Eds.). **Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. cap. 5. p. 105-116.

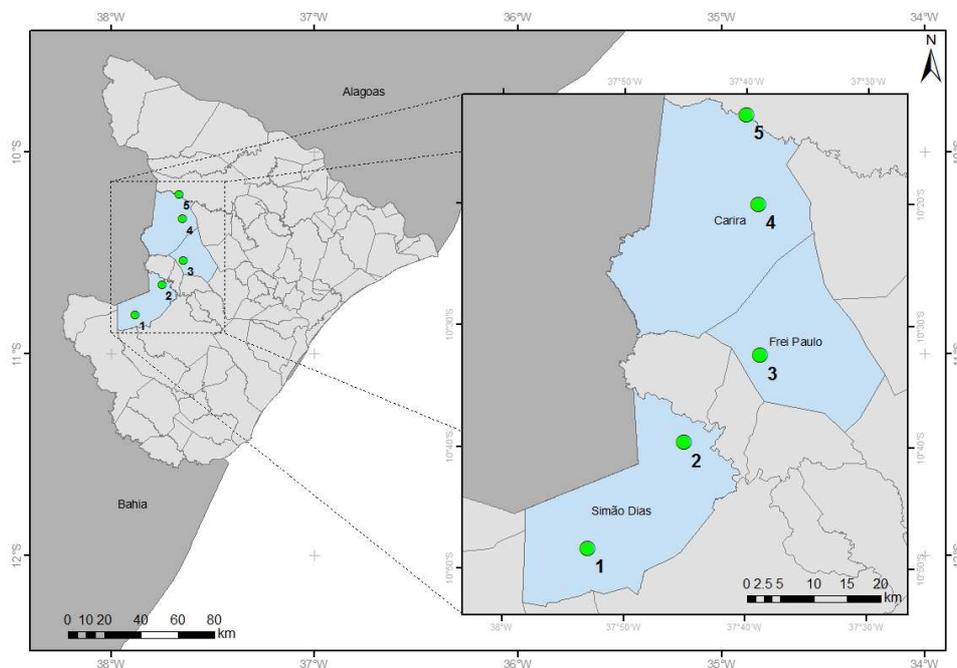
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal - 2012**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=27&i=P>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; AMORIM, J. R. A. de; GALINA, M. H.; SOUZA, L. A.; CARVALHO S. S. Diagnóstico da sustentabilidade da agricultura familiar no semiárido sergipano: resultados preliminares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 1., 2013, Iguatu. **Anais...** Iguatu: UFC, IFCE Campus Iguatu, 2013. Disponível em: <[http://sbrns.blogspot.com.br/p/blog-page\\_29.html](http://sbrns.blogspot.com.br/p/blog-page_29.html)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. (Eds.). 22<sup>th</sup> ed. **Standards methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association, 2012. 1.496 p.

**Tabela 1.** Descrição e localização dos pontos de coleta de água superficial na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

Ponto	Descrição do local de coleta	Localização		
		Município	Latitude	Longitude
P <sub>1</sub>	Ponte de madeira sobre o Rio Jacarezinho	Simão Dias	10° 48' 26" S	37° 53' 0" O
P <sub>2</sub>	Barragem em tributário do Rio Vaza-barris pela margem direita (Assentamento 8 de Outubro)	Simão Dias	10° 40' 40" S	37° 45' 7" O
P <sub>3</sub>	Barragem no Rio Algodãozinho	Frei Paulo	10° 21' 0" S	37° 39' 1" O
P <sub>4</sub>	Barragem em tributário efêmero do Rio Socavão (Assentamento Edmilson Oliveira)	Carira	10° 13' 37" S	37° 40' 3" O
P <sub>5</sub>	Ponte sobre o Rio Sergipe	Carira	10° 13' 37" S	37° 40' 3" O



**Figura 1.** Distribuição espacial dos pontos de coleta de água superficial na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

**Tabela 2.** Caracterização da qualidade das águas superficiais para uso na dessedentação animal na região do Polo de Produção de Milho em Sergipe.

Parâmetros	Pontos de coleta					Limites adotados
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	
pH	7,8	7,9	7,2	8,9	8,0	5,0 a 9,0 <sup>(1)</sup>
CE (dS/m)	6,7	6,4	7,4	10,1	34,6	5,0 a 8,0 <sup>(1)</sup>
SDT (mg/L)	3.751	3.562	4.140	5.680	19.390	3.000 a 5.000 <sup>(2)</sup>
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	78,5	106,4	71,8	193,1	600,7	250 a 500 <sup>(2)*</sup>
DBO <sub>5, 20</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )	ND <sup>(3)</sup>	7,0	8,7	10,9	161,0	10,0 <sup>(1)</sup>
Atrazina (µg/L)	ND	0,03	ND	1,04	0,53	2,0 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Fonte: Resolução CONAMA nº 357/2005; <sup>(2)</sup> Fonte: AYERS; WESTCOT (1994); <sup>(3)</sup> ND = Não detectado.

\* < 250 para aves confinadas e suínos; 250 para equinos, vacas lactantes, ovelhas e cordeiros; 400 para bovino de corte; e 500 mg/L para ovinos adultos.

## Redução do Consumo de Água no Instituto Federal de Sergipe através da Adoção de Ações Tecnológicas.

Clóvis Felipe José Guimarães Pereira<sup>1</sup>; Tatiana Máximo Almeida Albuquerque<sup>2</sup>; Francisco Carlos Passos<sup>3</sup>.

**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, através de: captação de água da chuva, reuso de água, e uso de aparelhos hidrossanitários poupadores. Neste contexto, esta pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju, por ser um órgão de ensino público, com grande quantidade de pessoas onde há a necessidade de implantação de medidas para conscientização e racionalização do uso da água. O estudo teve como objetivo avaliar a redução de consumo e consequente redução de gastos na conta de água, por meio da adoção de alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda, sendo elas: troca de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores, redução de vazamentos e manutenção rigorosa nas instalações hidrossanitárias da Instituição. O estudo foi iniciado no ano de 2011 e observando-se pelos resultados foram obtidos redução de consumo de água de 26,52% e de custos aproximadamente R\$ 20.000,00 até o ano de 2013.

**Palavras-chave:** gerenciamento da demanda de água, uso racional de água, ações tecnológicas.

### INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da vida na Terra, a água é o elemento mais importante para a sobrevivência de todos os seres vivos. O Brasil é o país mais rico em água disponível para o consumo, possui 12% de toda a água potável no mundo, entretanto sua distribuição é irregular, pois as regiões mais populosas detêm menor disponibilidade hídrica, a exemplo das regiões Sudeste e Nordeste (ANA, 2012). No Estado de Sergipe, as bacias hidrográficas apresentam reduzido potencial hídrico, excetuando-se a bacia do Rio São Francisco, a disponibilidade dos mananciais subterrâneos ainda é pouco conhecida e apresenta restrições de uso em grande parte do Estado em decorrência de seus elevados teores de sais (CRUZ, 2010).

Aliado à questão da escassa disponibilidade hídrica natural, tem-se o crescimento populacional acelerado que acarreta em aumento das demandas hídricas, bem como o mau uso desses recursos, ocasionando em reduções tanto na quantidade quanto na qualidade. Neste contexto, observa-se a necessidade da adoção de ações que englobem o uso racional de água com vistas ao desenvolvimento sustentável.

O uso racional e devidos cuidados com a água, tornam-se, pois, medidas que precisam ser inseridas no cotidiano de toda a população, e o "gerenciamento da demanda", que consiste, na prática, da adoção de medidas que incentivem seu uso controlado e eficiente, sem prejudicar a higiene e o conforto dos indivíduos, é um ponto importante para o manejo ideal dos recursos hídricos (ALBUQUERQUE, 2004).

Várias são as alternativas de gerenciamento da demanda de água ou ações para redução de consumo, tais como: tecnológicas, educacionais, econômicas e regulatórias/ institucionais. As ações tecnológicas objetivam controlar e reduzir o consumo de água através da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores, detecção e correção de vazamentos, reuso de água, etc. (ALBUQUERQUE, 2004).

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Sergipe, Avenida Engenheiro Gentil Tavares da Mota, 1166, Bairro Getúlio Vargas, Aracaju, SE, CEP: 49055-260, felipe\_ivyv@hotmail.com ([apresentador do trabalho](#));

<sup>2</sup> Professora do Instituto Federal de Sergipe e Doutora pelo curso de Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisa Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, tatiana.maximo@uol.com.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico, Universidade Federal da Paraíba, Servidor e Coordenador do Setor de Coordenação de Eficiência Energética do Instituto Federal de Sergipe.

Dentre os aparelhos presentes nas instalações prediais que contribuem para a redução do consumo de água têm-se os denominados aparelhos poupadores, tais como: 1) torneiras de baixo consumo que possuem dispositivos (arejadores, temporizadores, pulverizadores) que controlam e reduzem a vazão de água fornecida aos usuários; 2) bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (VDR) cujo volume de água gasto é 50% menor se comparado com bacias convencionais e 3) mictórios de baixo consumo com dispositivos de fechamento mecânico (temporizador) e com dispositivos sensores, que quando utilizados nas diversas edificações promovem economia de 50% no consumo de água (COELHO, 2001; SABESP, 2010).

A exemplo de programas como o Programa de Uso racional de Água (PURA) criado desde 1996 pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (Sabesp), que envolve ações tecnológicas e mudanças culturais para a conscientização da população em relação ao uso racional de água, este estudo teve por objetivo avaliar a redução de consumo e custos na conta de água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS Campus Aracaju, através da adoção de ações tecnológicas, tais como: uso de técnicas para detecção de vazamentos e manutenção da rede e troca de aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores, tais como torneiras e mictórios com válvulas temporizadoras. Essas medidas foram escolhidas por evidenciarem resultados relativamente rápidos e independentes das ações dos usuários, onde a redução de consumo é sempre alcançada, pois evitam o desperdício devido ao mau fechamento de componentes convencionais.

Selecionou-se esta instituição como estudo de caso devido à mesma ser uma instituição de ensino, composto por professores e funcionários alocados em cursos de níveis superiores, técnico subsequente, médio-técnico e Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), de forma a tentar promover a consciência populacional de forma indireta (já que os indivíduos não mudaram seus hábitos e não passaram por uma reeducação ambiental), e o uso racional da água, tendo como objetivo promover a redução de consumo dos recursos hídricos e consequentemente redução de custos com água.

## **MATERIAL 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 partir do ano de 2011 iniciou-se o monitoramento e o controle do consumo de água. A princípio, foi feita vistoria e manutenção rigorosa nas instalações hidráulicas, em que tubulações e conexões que continham fissuras/vazamentos foram substituídas por novas. Através dessa simples ação, observou-se uma redução na ordem de 6%, comparando-se as médias de consumos e custos anuais entre 2011 e 2012.

As ações de melhor aproveitamento de água continuaram e nos anos de 2012 e 2013 foram trocadas 40 torneiras e 12 mictórios, que antes eram acionadas por registro e agora são automatizadas e com arejadores (dispositivos que reduzem o volume de água disponibilizado sem prejuízo de higiene e que evitam desperdícios como, por exemplo, alguém que esquece a torneira aberta), com custo de R\$ 800, 00 (oitocentos reais). Outros aparelhos poupadores já poderiam ter sido implantados na Instituição, mas casos de vandalismo, como a quebra e furtos periódicos de torneiras, arejadores, molas de acionamento automático, pias e vasos sanitários, dificultam tal ação.

Uma importante ação realizada foi a instalação de dois reservatórios intermediários, com capacidade de 1000 litros cada, entre alguns blocos de ensino da instituição. Esses reservatórios possuem a finalidade de reduzir a coluna d'água de distribuição (pela Hidráulica, é sabido que a pressão e a vazão exercida nas instalações variam conforme a altura da coluna d'água), consequentemente diminuem a pressão exercida na rede e a vazão fornecida aos usuários, obtendo assim uma redução de consumo. Para um efetivo controle do uso racional da água, conduz-se uma política de manutenção preventiva fazendo-se diariamente duas leituras no hidrômetro, uma pela manhã e outra pela tarde, a fim de detectar qualquer anomalia que venha a ocorrer.

Por se tratar de um órgão público, o cálculo da conta de água é feito da seguinte forma:

- Até 10m<sup>3</sup> - paga-se a taxa mínima de R\$ 95,03;
- A cada m<sup>3</sup> que passa dos 10m<sup>3</sup> - paga-se a taxa de R\$ 14,41.
- Essa taxa é reajustada a cada ano, em 2012 e 2013 os reajustes foram de 10,2% e 5,96% respectivamente.

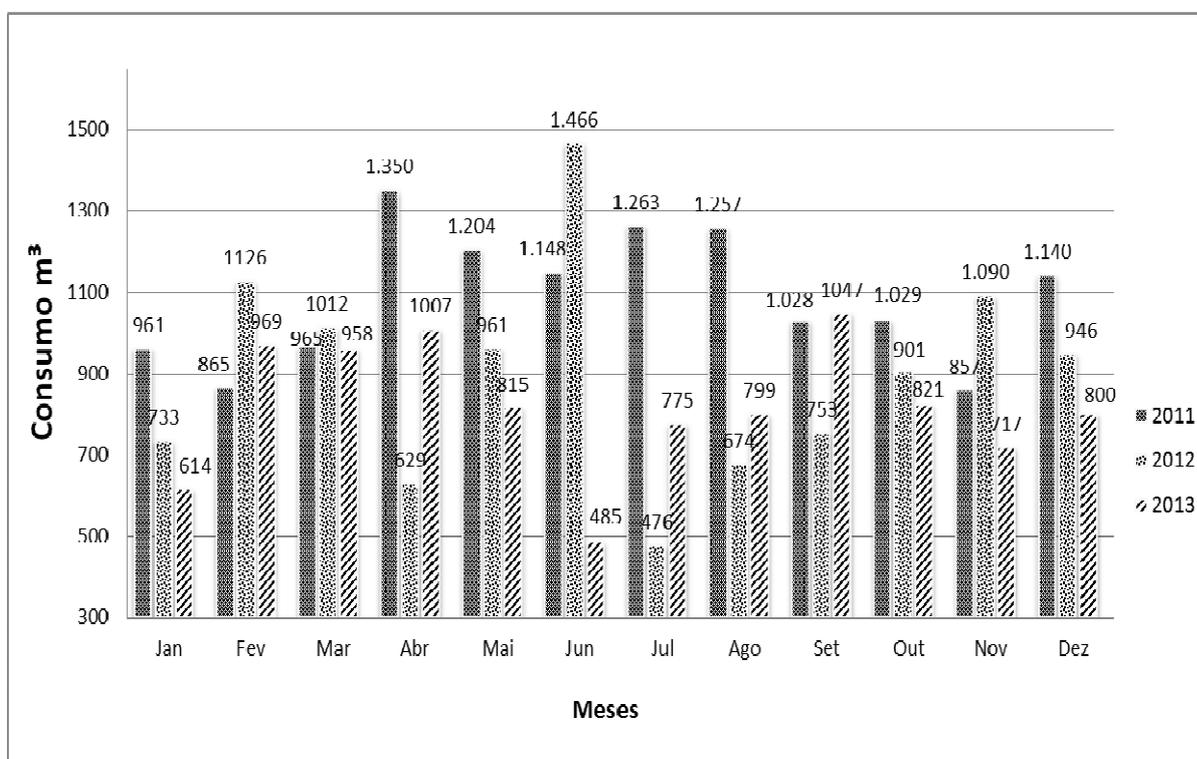
Atualmente o consumo médio diário no IFS – Campus Aracaju é de 20,14 m<sup>3</sup>/dia, e nunca se obteve um consumo inferior a 6 m<sup>3</sup>/dia, que pode ser interpretado como as perdas do sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

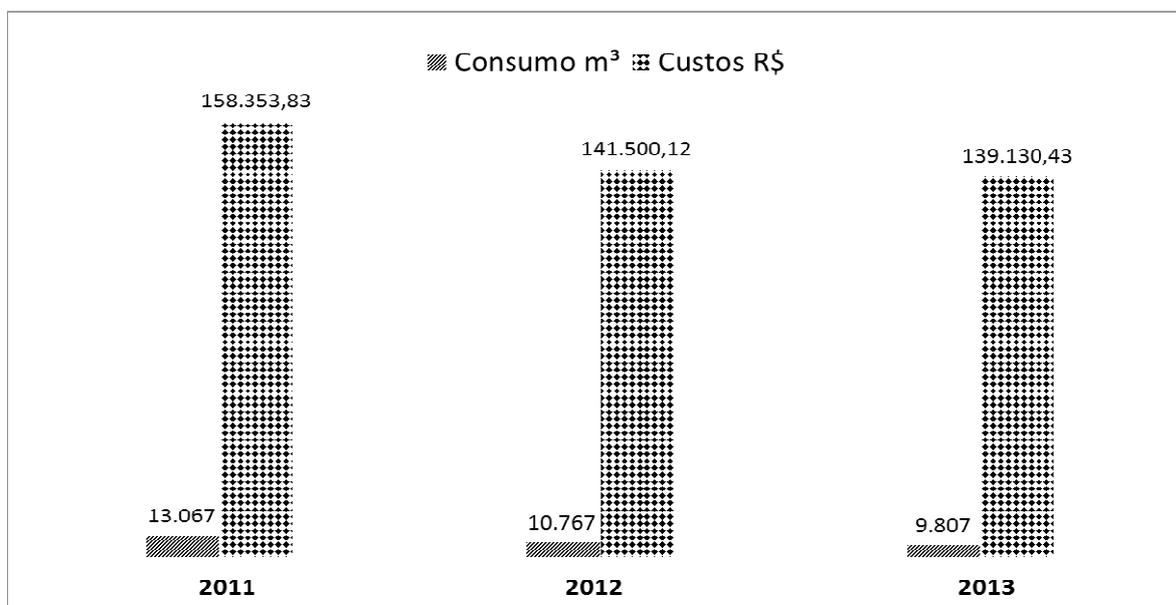
Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados através das Figuras 1 e 2. Na **Figura 1** observa-se que em 2011, em oito meses o consumo mensal ficou acima de 1000 m<sup>3</sup>; já em 2013, apenas dois meses ultrapassaram esse valor. Na **Figura 2** relatam-se os consumos anuais de água e os custos anuais entre os anos de 2011 a 2013. As reduções dos custos e do consumo de água são evidentes. Houve uma redução de 25% no consumo de água do IFS (cerca de 3260 m<sup>3</sup>) e nos custos (aproximadamente R\$ 20.000,00) entre os anos de 2011 a 2013. Percebe-se que em alguns meses houve consumos mensais bem acima da média, que devem ter sido ocasionados por furtos e vazamentos nos aparelhos e/ou fissuras nas instalações hidrossanitárias, que foram posteriormente concertadas.

Novos aparelhos poupadores já foram encomendados e estarão sendo instalados, e outros estudos estão em andamento. É notável que o IFS – Campus Aracaju possui ainda um alto potencial a ser explorado, e à medida que forem sendo instalados mais aparelhos poupadores e implantadas mais ações de gerenciamento da demanda melhores resultados serão obtidos.

Vale salientar que o número de pessoas que utilizam as instalações da instituição aumenta a cada ano com o ingresso de alunos, professores e funcionários, entretanto, o consumo e custos foram reduzidos. Não foi possível a quantificação de redução exata referente a cada ação tomada, pois não houve um estudo pré-determinado que previsse a porcentagem de redução individual.



**Figura 1** - Consumos mensais de água no IFS- Campus Aracaju, nos anos de 2011 a 2013.



**Figura 2** - Consumos e custos mensais de água no IFS- Campus Aracaju, nos anos de 2011 a 2013.

## CONCLUSÕES

1. Com a adoção das medidas tecnológicas no IFS - Campus Aracaju houve uma significativa redução de consumo de água em 26,52%, que equivale a menos 3.326,5 m<sup>3</sup> de água consumidos em dois anos, com diminuição de cerca de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) na conta de água.
2. Considerando os custos iniciais de R\$ 800 nos equipamentos, verifica-se que se trata de alternativas com retorno do investimento (sem considerar a taxa de juros).
3. Os resultados foram obtidos independentes da iniciativa dos usuários, já que se trata do uso de mecanismos automatizados que regulam os volumes de água fornecidos e/ou usados.
4. 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 BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ANA. Agência Nacional de Águas (2012). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil – 2012**, DF: ANA 2012. 264 p.
- COELHO, A. C. **Manual de economia de água** – conservação de água. Olinda: Comunigraf Editora, 2001.
- CRUZ, M. A. S. (2010). Vamos Cuidar das Águas de Sergipe. In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE, 3., Aracaju, 2010. Anais... Aracaju: SEMARH, 2010. Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2010/anais3\\_enrehse/](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/anais3_enrehse/)>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- SABESP- **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. O uso racional da água no comércio. São Paulo: FECOMÉRCIO, 2010. 52 p. Disponível em: <[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp\\_doctos/cartilha\\_fecomercio.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2014.

## SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BAIRRO JABUTIANA, MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE, E POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

Suzany Anjos Lima<sup>1</sup>; Neuma Rúbia F. Santana<sup>2</sup>

**RESUMO:** O acesso ao sistema de tratamento de esgoto é um dos importantes compromissos abordado no plano de saneamento. Porém, a urbanização desordenada das cidades aliada a falta de investimentos neste setor resultou em 55,2% da população brasileira com acesso ao serviço de esgotamento sanitário, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento (2008). Observando estes fatores o objetivo deste trabalho foi a verificação do sistema de esgotamento sanitário adotado por alguns empreendimentos imobiliários da região, e quais as possíveis implicações ambientais. Para obtenção de dados foram realizadas consultas aos órgãos públicos Administração Estadual do Meio Ambiente e a Companhia de Saneamento de Sergipe, com o intuito de coletar informações complementares quanto ao assunto. Após os levantamentos dos dados, constatou-se que a região é composta por muitos condomínios de prédios que na ausência do sistema público de esgoto sanitário, utilizam métodos simplificados para tratamentos dos efluentes e lançamento no sistema de drenagem, o qual deságua nas margens do rio Poxim. Ao fim do trabalho constatou-se que a deficiência do sistema de coleta de esgoto pode comprometer a sustentabilidade urbana, pois os esgotos são lançados no sistema de drenagem, no solo ou nos corpos hídricos, aumentando a poluição dos mananciais e, conseqüentemente, elevam os custos do tratamento das águas para abastecimento da população.

**Palavras-chave:** Efluentes domésticos; Sustentabilidade; degradação ambiental.

### INTRODUÇÃO

O saneamento básico tem como objetivo o controle e prevenção das doenças, melhorar a qualidade de vida da população, incentivo à produtividade e o desenvolvimento socioeconômico. O acesso ao sistema de tratamento de esgoto é um dos importantes compromissos abordado no plano de saneamento, por ser uma medida necessária para a sobrevivência humana e para a preservação do meio ambiente.

O sistema de esgotamento no meio urbano tem fundamental importância para a população e para o meio ambiente, visto que o sistema possui a finalidade de impedir o contato dos despejos com a população, com a água de abastecimento e irrigação de alimentos, inibir vetores patogênicos e por consequência reduz os custos médico-hospitalares, além de controlar a poluição e manter o ambiente sustentável (COSTA; 2010).

Investimentos adequados no setor de saneamento são fundamentais para reduzir os gastos com a saúde, conforme dados divulgados pelo Ministério da Saúde, onde afirmam que para cada R\$ 1,00 (um real) investido no setor de saneamento, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa (BRASIL, 2006). Portanto o serviço saneamento básico está relacionado com a melhoria na qualidade de vida da população, proteção do meio ambiente e com o desenvolvimento urbano sustentável.

Devido à impossibilidade do acesso ao sistema de esgotos sanitário, muitas cidades brasileiras lançam seus efluentes no sistema de drenagem pluvial, no solo ou nos corpos hídricos, aumentando a poluição dos mananciais e conseqüentemente elevam os custos do tratamento das águas para abastecimento da população.

O acesso ao esgotamento sanitário nas cidades brasileiras é precário, por isso escolheu-se uma região do Bairro Jabutiana, situado no município de Aracaju/SE, com o objetivo de verificar qual o sistema de esgotamento sanitário adotado por alguns condomínios de prédios localizados nesta área, para em seguida apresentar a importância do acesso ao serviço de esgotamento sanitário para a sustentabilidade nas cidades.

<sup>1</sup> Engenheira civil. Faculdade Pio Décimo. Email: [suzanylima@yahoo.com.br](mailto:suzanylima@yahoo.com.br) ([apresentador do trabalho](#));

<sup>2</sup> Doutoranda em desenvolvimento e meio ambiente Prodepa/UFS email: [rubia.aguas@yahoo.com.br](mailto:rubia.aguas@yahoo.com.br);

## MATERIAIS E MÉTODO

A área em estudo foi uma região do Bairro Jabutiana (Figura 01), zona sul do município de Aracaju/SE, a qual fica próxima da Av. Tancredo Neves e da Faculdade Pio Décimo.

**Figura 01** - Área de estudo do Bairro Jabutiana



**Fonte:** Google Earth, disponível em <<https://maps.google.com.br/>>.

Acessado em: 03 nov. 2013

Foram obtidas informações quanto ao sistema de tratamento dos esgotos sanitários na maioria dos empreendimentos da região. Seguem, na sequência, os nomes dos dez condomínios pesquisados, conforme Figura 01:

1. Serigy;
2. Águas do Poxim;
3. Recanto do Poxim;
4. Porto Alvorada Residencial;
5. Laguna Mar;
6. Lar Veredas;
7. Specialle;
8. Splendor Park;
9. Bellagio;
10. Privilège (em construção).

A pesquisa teve como metodologia uma análise qualitativa e uma pesquisa de campo.

Nos dias 09 e 13 de Setembro de 2013 foram protocolados os ofícios nos órgãos públicos, DESO e ADEMA, emitidos pela Faculdade Pio Décimo, solicitando informações a fim de complementar e dar prosseguimento à pesquisa.

Foram feitas pesquisas com o auxílio de um questionário, para obtenção de informações quanto ao tipo de sistema de tratamento de esgotos dos condomínios e a destinação dos efluentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

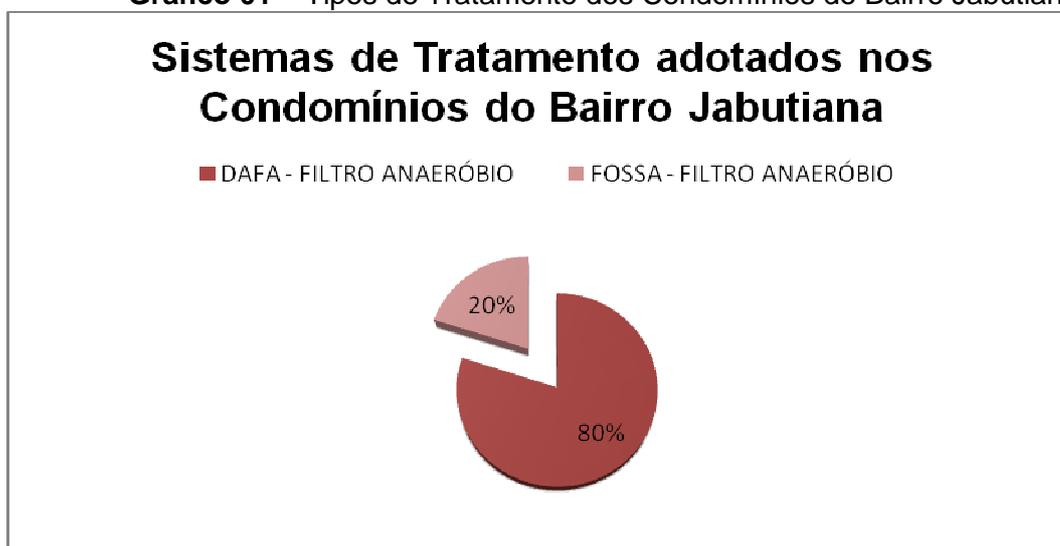
De acordo com a pesquisa em campo, o bairro não dispõe do sistema de esgotamento público, por isso os condomínios têm seu próprio tratamento, já que para os licenciamentos em local que não possui sistema público de esgoto, os efluentes necessitam de um prévio tratamento, exigido pelos órgãos ambientais, para posterior lançamento na drenagem, no solo ou corpos hídricos.

Segundo informações coletadas na Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), constatou-se que a região do bairro Jabutiana não dispõe do serviço de esgoto sanitário. O órgão disponibilizou informações das localidades e respectiva população atendida pelo sistema de esgotos sanitários.

De acordo com o IBGE (2011), a população de Aracaju no ano de 2010 é de 571.149 habitantes, então a partir das informações da DESO, podemos concluir que apenas 34,93% da população são atendidas com o sistema de esgotos sanitários.

Os resultados obtidos com a pesquisa são mostrados através do gráfico 01.

**Gráfico 01 – Tipos de Tratamento dos Condomínios do Bairro Jabutiana**



**Fonte:** Autor

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa (Gráfico 1), 80% dos condomínios entrevistados utilizam o sistema de tratamento DAFA e Filtro Anaeróbio e apenas 20% utilizam o sistema Fossa e Filtro Anaeróbio. Dos dez condomínios pesquisados, 100% lançam seus dejetos tratados na drenagem do bairro, a qual deságua no Rio Poxim. Pelas informações obtidas na ADEMA, em geral, os processos de licenciamento dos empreendimentos imobiliários do Bairro Jabutiana foram aprovados com a implantação de sistemas de tratamento de esgoto compostos por DAFA (Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente) e Filtro Anaeróbio. Porém, segundo este órgão público, próximo do ano de 2011 passou-se a exigir a implantação de sistemas de tratamento de esgotos compostos por DAFA e Filtro Aerado Submerso, com o objetivo de atingir uma maior eficiência de tratamento. Na região pesquisada não foram encontrados condomínios com esse tipo de Filtro, visto que estes foram licenciados antes de 2011. A fiscalização existe enquanto os empreendimentos estão na fase de projeto, para o licenciamento, e na fase da obra, para verificar se realmente foi executado o que estava no projeto. Entretanto, após a entrega não há garantia de que o sistema de tratamento esteja funcionando de maneira eficiente.

De acordo com Silva et. al. (2204), citado por Aguiar Neto et. al. (2006), o rio Poxim, que já foi responsável por 70% do abastecimento de água de Aracaju, contribui atualmente com apenas com 30% para o abastecimento, havendo a possibilidade de redução desse percentual. O rio Poxim, mesmo sofrendo com a poluição é uma fonte atual e importante para o abastecimento de água da capital sergipana.

## CONCLUSÕES

1. Esses métodos de tratamento, DAFA e Filtro Anaeróbio, e Fossa e Filtro Anaeróbio, não são suficientes para suprir as necessidades de uma cidade;
2. O ideal é um sistema de esgotamento público, onde os esgotos sejam coletados, transportados e tratados de tal forma que a população e os corpos hídricos sejam preservados.
3. Para que haja a sustentabilidade das cidades é necessário um planejamento eficiente do saneamento básico, a fim de garantir as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, objetivando a melhoria na qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR NETTO, et. al. Diagnóstico e avaliação ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim: **Relatório Final**. Aracaju: UFS, 2006.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3 ed. rev. Brasília/DF: Fundação Nacional de Saúde, 2006.
- COSTA, R. H. P. G. Esgoto. In: TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2. Ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro, IBGE, 2011.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) - 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

## Sustentabilidade Socioambiental na Sub-bacia do Rio Jacarecica

Patrícia Prado Cabral Souza<sup>1</sup>, Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto<sup>2</sup>

**Resumo:** *A sub-bacia do rio Jacarecica situa-se em uma área dinâmica em seus aspectos sócio, econômico e cultural, onde as relações são sistêmicas e complexas, integrantes de um ambiente natural pertinente ao contexto de bacias hidrográficas. Nesse sentido o trabalho se propôs a analisar como acontecem essas relações e de que forma interferem e/ou contribuem para a sustentabilidade socioambiental, como contribuição ao seu conhecimento como um todo. Pretende-se aqui, traçar um perfil socioambiental das comunidades locais, verificando a sustentabilidade ou não desse perfil, embasado em indicadores teórico-metodológicos, que possam servir para tal construção. Orientando-se por este viés, traçaram-se alguns objetivos delineadores, tais como: Definir indicadores socioambientais de sustentabilidade em bacias e sub-bacias hidrográficas; e Analisar aspectos econômicos, sociais e culturais das comunidades da sub-bacia do rio Jacarecica. Através da observação de diversos indicadores socioambientais, pode-se concluir que houve um enorme crescimento econômico e, conseqüentemente da qualidade de vida da população. Fato esse que, se de um lado traz progresso e esperança para essa população, por outro, preocupa o ritmo desse crescimento e a forma como a sustentabilidade vem sendo inserida nesse contexto.*

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica, indicadores.

### Introdução

A sub-bacia do rio Jacarecica está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, uma das mais importantes do Estado, abrangendo cerca de 56% de toda a população do Estado, e banha 26 municípios sergipanos, além de concentrar uma intensa atividade econômica, de grande relevância para Sergipe.

Dada a importância das barragens Jacarecica I e II e do Açude da Macela, e conseqüentemente, da sub-bacia do rio Jacarecica, na vida das pessoas, o trabalho busca compreender a sustentabilidade, pela realidade local e por analogia de estudos anteriores em áreas similares.

Outra característica importante é a predominância de população urbana, 86,8%, e de grandes indústrias, pecuária, aquicultura, pesca, de perímetros irrigados importantes para a agricultura do Estado, entre outras atividades, evidenciando um desenvolvimento nem sempre sintonizado com as questões ambientais, exercendo uma importante pressão ambiental ao longo de toda a Bacia.

Há ainda que se mencionar a presença de uma unidade de conservação ambiental sob a gerência do IBAMA, o Parque Nacional Serra de Itabaiana, importante área de preservação ambiental e de ecoturismo. Observa-se a predominância de dois tipos de bioma nessa região da sub-bacia do rio Jacarecica, a Caatinga e a Mata Atlântica.

---

<sup>1</sup> Pos Graduada no Curso Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, e-mail: patricia.souza@semarh.se.gov.br

<sup>2</sup> Professora Doutora da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Geografia – DGE, Núcleo de Pós Graduação em Geografia – NPGEO

Ao longo da sub-bacia do Jacarecica são quatro matadouros nos municípios de Moita Bonita, Itabaiana, Areia Branca e Malhador e também quatro lixões nos municípios de Ribeirópolis, Malhador, Itabaiana e Areia Branca.

Em síntese, trata-se de uma região populosa, com intensas e variadas atividades econômicas, de lazer e culturais, com grandes perspectivas de desenvolvimento econômico e crescimento populacional, evidenciando forte pressão ambiental e, consequentes impactos socioambientais.

## **Material e Métodos**

Algumas etapas e procedimentos foram necessários. A exemplo, uma revisão bibliográfica dos conceitos de meio ambiente, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade, do contexto histórico e social da construção dos principais indicadores sociais e de sustentabilidade utilizados hoje nos processos decisórios de diversos países.

Ocorreram visitas a Superintendência de Recursos Hídricos com a finalidade de entender a rede de interações que ocorre a partir da sub-bacia do rio Jacarecica, por meio da compilação de um conjunto de dados fornecidos por essa instituição, fundamentais para a contextualização da sub-bacia em seus aspectos socioambientais, buscando uma compreensão de como tudo isso influi no cotidiano das pessoas e na sustentabilidade socioambiental de suas ações.

Tornou-se necessário também buscar as informações pertinentes aos aspectos culturais, econômicos e geográficos da região estudada através de pesquisa dos dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## **Resultados e Discussão**

A implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e de seus instrumentos, como a outorga de direito de uso da água e a instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, constituem uma evolução institucional dentro da sub-bacia do rio Jacarecica. A presença do Estado na área estudada é forte também no tocante aos perímetros irrigados que são gerenciados pela Cohidro, empresa ligada a Secretaria de Estado da Agricultura.

A existência de uma Área de Proteção Ambiental, a Serra de Itabaiana, demonstra uma preocupação ambiental relevante e estabelece uma espécie de compensação às agressões decorrentes das atividades econômicas, predominantemente a agricultura e pecuária intensiva, bem como a indústria.

Aspectos preocupantes ainda dizem respeito a incidência de matadouros e lixões na região, a destinação desses resíduos gerados é, no mínimo, duvidosa. Apesar de já existirem projetos para implantação de aterros sanitários, por meio de consórcios municipais e regulamentação dos matadouros, os esforços ainda são incipientes e o processo vem caminhando lentamente.

A população da sub-bacia estudada cresce de uma maneira bastante acentuada, esse crescimento demonstra aumento de demandas variadas que, consequentemente, trazem impactos socioambientais.

Questões como saúde e educação são cada vez mais demandadas, e não difere muito do resto do estado, onde números não retratam a realidade, em comparação com outros municípios de Sergipe. A área estudada encontra-se na

média no que se refere ao número de instituições de saúde, instituições de ensino, número de professores e matrículas.

O IDH dos municípios da sub-bacia aponta para o fato de que, em nenhum dos municípios avaliados, o índice é elevado, ou baixo, pois todos têm índice médio de Desenvolvimento Humano, também observados no tocante a renda, longevidade e educação. O Índice de Desenvolvimento Humano varia de zero até um, sendo considerado baixo de 0 a 0,499, médio de 0,500 a 0,799, e alto maior ou igual a 0,800.

O abastecimento de água por meio de sistemas integrados garante uma cobertura de quase 100% dos municípios, o que contribui para a qualidade de vida das pessoas. Entretanto o esgotamento sanitário ainda deixa muito a desejar, praticamente não há rede de esgotamento sanitário, prevalecendo a utilização de fossas sépticas.

## **Conclusões**

Observando as dimensões analisadas para a sustentabilidade socioambiental, considerando aspectos sociais, ambientais, econômicos e institucionais, podemos concluir que alguns indicadores apontam para avanços significativos, e outros para retrocessos.

De acordo com os indicadores observados, pode-se concluir que o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da área são evidentes. A atuação das diversas esferas de governança precisa ser mais efetiva e pró-ativa, os programas têm que ser considerados sob a ótica da sustentabilidade socioambiental.

Por outro lado, observou-se ainda que a sociedade civil organizada também atua de forma muito tímida, se faz urgente a participação mais dinâmica desse segmento, de um modo mais crítico, buscando o empoderamento dessas instituições não governamentais.

## **Agradecimentos**

A minha orientadora Professora Doutora da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Geografia – DGE, Núcleo de Pós Graduação em Geografia – NPGeo Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto.

Aos colegas da Superintendência de Recursos Hídricos.

A todos os professores do Curso de Pós Graduação em Gestão de Recursos Hídricos.

## **Referências Bibliográficas**

BRASIL, Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infraestrutura Hídrica. Projeto de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-Árido Brasileiro – PROÁGUA, Unidade de Gerenciamento das Obras do PROÁGUA / Semi-árido - UGPO – PROÁGUA. **Marco Zero do Projeto de Ampliação do Sistema Integrado da Adutora do Agreste**. Brasília, 2002.

COSTA, Sandro Luiz da. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: aspectos jurídicos e ambientais**. Sergipe:EVOCATI, 2011.

CUNHA, Antonio Domingos. Sustentabilidade na Perspectiva Social, Política e Cultural, publicado no site: <http://www.webartigos.com/artigos/sustentabilidade-na-perspectiva-social-politica-e-cultural/23033>

DALTRO FILHO, José e SOARES, Maria José Nascimento (organizadores). **Meio ambiente, sustentabilidade e saneamento: relatos sergipanos**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010.

GOMES, Ivair. Sustentabilidade social e ambiental na agricultura familiar. Revista de Biologia e Ciências da Terra – Vol 5 Número1 – 1 Semestre, 2004.

IBGE, Censo 2010, tabelas publicadas no site: <http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?>

MAGALHÃES JUNIOR, Antonio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. - 3ª ed – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MAIA, Meirilane R & FONTES, Aracy L. Sustentabilidade da agricultura familiar. In: CARVALHO, DIANA M., ALCANTARA, FERNANDA V. E COSTA, J.E. (Orgs.). **Desenvolvimento territorial, agricultura e sustentabilidade no nordeste**. São Cristóvão: Editora UFS, 2010 P. 335-352.

O que são indicadores de sustentabilidade?, disponível em: <http://www.ambiente.maiadigital.pt/ambiente/indicadores/o-que-sao-indicadores-de-sustentabilidade>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2013.

PNUD – IDH de todos os municípios do Brasil 2000, disponível em: <http://www.pnud.org.br>. Acesso em: 17 de maio de 2013.

SERGIPE (Estado) Lei 3.870, de 25 de setembro de 1997, disponível em : <http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=12>. Acesso em: 02 de abril de 2013.

SERGIPE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. **Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos de Sergipe – SIRHSE. Versão 2012.9. Aracaju, 2012.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – SEPLANTEC. Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. **Gestão participativa das águas de Sergipe**. Aracaju, 2002.

TOMASONI, Marco A., PINTO, Josefa Eliane S. de S. e SILVA, Heraldo P. da. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GEOTEXTOS**, Salvador: Revista da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia, Ano 2009 – vol.5 – n.2, dezembro de 2009.

**Embrapa**

---

*Tabuleiros Costeiros*