



Rio Poxim:
o rural,
o urbano
e o ambiental
na bacia hidrográfica

Anderson Nascimento do Vasco
Lilian de Lins Wanderley
Marinoé Gonzaga da Silva
(Organizadores)

O rio Poxim é uma artéria fluvial de grande importância para a capital sergipana e, enfim, para a grande Aracaju e sua região. Ainda não se soube, porém, dar o devido valor a esse rio e à sua bacia, pequena, mas de grande valia. Os cuidados que o rio Poxim e seus afluentes deveriam ter, não tiveram e não têm. Zelar pela bacia hidrográfica desse rio urbano e rural deve ser uma das prioridades dos governantes e um dever das populações que nela habitam. Para tanto, ainda falta o ponta pé inicial: conscientização. Oxalá, um dia, todos possam despertar para essa questão vital: recuperar, conservar e preservar a bacia do rio Poxim.

Os professores organizadores Anderson Nascimento do Vasco (IFS), Lilian de Lins Wanderley (UFS), Marinoé Gonzaga da Silva (IFS) e os outros autores, dão luz ao livro "Rio Poxim: o rural, o urbano e o ambiental na bacia hidrográfica". Um trabalho que, decerto, mudará os esteios da compreensão que se deve ter da importância dessa bacia para o futuro das populações que dela se servem e que dela devem cuidar.

Este livro é um descortinar de dados e um alerta. É obra para figurar dentre as mais consideráveis sobre o tema das águas e do meio ambiente, nas terras sergipanas. Bravo!

Angelo Roberto Antonioli
Reitor da UFS

Anderson Nascimento do Vasco
Lilian de Lins Wanderley
Marinoé Gonzaga da Silva
(Organizadores)

**RIO POXIM: O RURAL, O URBANO E
O AMBIENTAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA**

**RIO POXIM: O RURAL, O URBANO E
O AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA**

Anderson Nascimento do Vasco

Lilian de Lins Wanderley

Marinoé Gonzaga da Silva

Organizadores

Capa: Intermarket

Representante do conselho editorial da EDIFS: Irinéia Rosa do Nascimento,
Letícia Bianca Barros de Moraes Lima, Chirlaine Cristine Gonçalves

Arte final e diagramação: Sarah Elisabeth Santos Cupertino, Crislaine Santos de
Macêdo, Jonathas Farias de Carvalho

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou duplicada sem autorização
expressa do IFS

©2014 by autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R585 Rio Poxim [recurso eletrônico]: o rural, o urbano e o ambiental na bacia
hidrográfica / Anderson Nascimento do Vasco, Wanderley, Silva,
organizadores. – Aracaju: IFS, 2014.
292 p. : il.

Formato: e-book
ISBN 978-85-68801-59-8

1. Meio ambiente. 2. Recursos naturais. 3. Fauna. 4. Floral. I.
Vasco, Anderson Nascimento do. II. Wanderley, Lílian de Lins. III.
Silva, Marinoé Gonzaga da.

CDU: 556.51(813.7)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Célia Aparecida Santos de Araújo
CRB 5/1030

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe –IFS

Avenida Jorge Amado, 1551 - Loteamento Garcia Bairro Jardins - Aracaju / Sergipe. CEP.:
49025-330 TEL: 55 (79) 3711-3222E-mail: edifs@ifs.edu.br. Impresso no Brasil – 2014



Ministério da Educação

**Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Sergipe**

Presidente da República

Dilma Roussef

Ministro da Educação

Henrique Paim

Secretário da Educação Profissional e Tecnológica

Aléssio Trindade de Barros

Reitor IFS

Ailton Ribeiro de Oliveira

Pró-reitora de Pesquisa e Extensão

Ruth Sales Gama de Andrade

Agradecimentos ao IFS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS), a oportunidade de publicação e socialização do conhecimento em ciências ambientais. Todos os trabalhos apresentados neste livro estão em consonância com os desafios ambientais colocados para a nossa civilização e adequado às exigências estabelecidas pela legislação ambiental brasileira.

Prefácio

O rio Poxim é uma artéria fluvial de grande importância para a capital sergipana e, enfim, para a grande Aracaju e sua região. Ainda não se soube, porém dar o devido valor a esse rio e à sua bacia, pequena, mas de grande valia. Os cuidados que o rio Poxim e seus afluentes deveriam ter, não tiveram e não tem. Zelar pela bacia hidrográfica desse rio urbano e rural deve ser uma das prioridades dos governantes e um dever das populações que nela habitam. Para tanto, ainda falta o ponta pé inicial: conscientização. Oxalá, um dia, essa questão vital: recuperar, conservar e preservar a bacia do rio Poxim.

Os professores organizadores Anderson Nascimento do Vasco (IFS), Lilian de Lins Wanderley (UFS), Marlindo Gonzaga da Silva (IFS) e os outros autores, dão luz ao livro “Rio Poxim: o rural, o urbano e o ambiental na bacia hidrográfica”. Um trabalho, que, decerto, mudará os esteios da importância dessa bacia para o futuro das populações que dela se servem e que dela devem cuidar.

Este livro é um descortinar de dados e um alerta. É obra para figurar dentre as mais consideráveis sobre o lema das águas e do meio ambiente, nas terras sergipanas. Bravo!

Angelo Roberto Antonioli
Reitor da UFS

Apresentação

O rio Poxim pode servir como um caso emblemático da política de gestão de recursos hídricos em Sergipe e no Brasil, onde a pressão da urbanização e a da produção agrícola avançam em descompasso com a aplicação da legislação e dos investimentos públicos para conservação dos recursos naturais nas bacias hidrográficas. Apesar disso, é indiscutível o esforço que vem sendo feito pelo poder público e pela sociedade para superação desse hiato tanto quanto é inegável a importância histórica e atual que o rio Poxim possui como fonte de abastecimento do setor produtivo e das necessidades do consumo humano em Aracaju e em outros municípios da sua bacia hidrográfica. Do mesmo modo, é constatável que o crescimento alcançado trouxe notáveis benefícios para a população que habita suas terras, o que faz do rio Poxim uma artéria que conduz a motivação na direção da superação dos velhos problemas e para a busca de soluções nos novos e inesgotáveis horizontes do desenvolvimento.

Desse contexto emerge uma produção científica instigada pela crise ambiental do rio Poxim e pela necessidade crescente de estudos sobre esse manancial hídrico e sua bacia hidrográfica, congregada nos doze capítulos escritos por especialistas que elegeram o urbano e o rural como campos de pesquisa, percolados pela variável ambiental que impulsionou as investigações e propostas apresentadas.

Este livro, produzido a partir de experiências acadêmicas e de experimentações científicas de professores de graduação e de pós-graduação, se constitui em um trabalho que integrou a Universidade Federal de Sergipe e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, e incorpora um dos seus modos de cumprir o papel que cada um exerce como formadores de profissionais qualificados e úteis à sociedade.



Ailton Ribeiro de Oliveira
Reitor do Instituto Federal de Sergipe

SUMÁRIO

O que existe para além das águas do rio Poxim? Uma reflexão socioeconômica.....	15
<i>Antenor de Oliveira Aguiar Netto</i>	
<i>Patricia Rosalba Salvador Moura Costa</i>	
<i>Edson Leal Menezes Neto</i>	
<i>Aldjane Moura Costa</i>	
Rio Poxim: História e Vida.....	32
<i>Alda Lisboa de Matos</i>	
<i>Anne Grazielle Costa Santos</i>	
<i>Josiene Ferreira dos Santos Lima</i>	
Incorporação dos recursos naturais e impactos ambientais da urbanização na bacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe (1980-2010).....	54
<i>Lilian de Lins Wanderley</i>	
<i>Maria da Graça Vargas Aguiar</i>	
Aspectos da vegetação ciliar do rio Poxim.....	85
<i>Robério Anastácio Ferreira</i>	
<i>Thadeu Ismerim Silva Santos</i>	
<i>Diogo Gallo Oliveira Santos</i>	
O Município, o sistema de indicadores desustentabilidade e a proteção do rio Poxim.....	114
<i>Eduardo Lima de Matos</i>	
Caracterização do uso do solo e fragmentação florestal da Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Poxim.....	130
<i>Cristiano Cunha Costa</i>	
<i>Sérgio Luís Rocha</i>	
<i>José Antônio Pacheco de Almeida</i>	
<i>Laura Jane Gomes</i>	

Aspectos relevantes à qualidade de vida nabacia hidrográfica do rio Poxim,Sergipe.....161

Anne Grazielle Costa Santos
Alda Lisboa de Matos
Josiene Ferreira dos Santos Lima
Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas

Propriedades físico-hídricas dos solos da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu.....183

Antenor de Oliveira Aguiar Netto
Marinoé Gonzaga da Silva
Allan Cunha Barros
Samuel Barreto da Silva
João Marcos de Jesus Sales
Tácio Oliveira da Silva

A qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Poxim.....206

Marinoé Gonzaga da Silva
Anderson Nascimento do Vasco
Carlos Alexandre Borges Garcia
Antenor de Oliveira Aguiar Netto
Simonise Figueiredo Amarante

Contaminação por agrotóxicos na bacia hidrográfica do rio Poxim.....229

Fábio Brandão Britto
Anderson Nascimento do Vasco
Arisvaldo Vieira Mello Júnior
Gilsia Fabiane Oliveira Morais

Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplanctônica na bacia hidrográfica do rio Poxim.....247

8Ana Paula Sousa Pereira
Anderson Nascimento do Vasco
Fábio Brandão Britto
Waleska da Graça Santos

Construção da barragem do Poxim: Intervenções no meio natural e medidas ambientais para sua

operação.....267

Lilian de Lins Wanderley

Marcelo Cardoso Sousa

Cláudio Júlio Machado Mendonça Filho

Mário Jorge Maia Magalhães

Fernando Brasiel Sampaio

Adnilton Fonseca da Costa

O que existe para além das águas do Poxim? Uma reflexão socioeconômica

Antenor de Oliveira Aguiar Netto¹

Patricia Rosalba Salvador Moura Costa²

Edson Leal Menezes Neto³

Aldjane Moura Costa⁴

1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo tem como objetivo contribuir para uma reflexão em torno da importância histórica, social e econômica que as águas do rio Poxim têm para o Estado de Sergipe, considerando, sobretudo, a cidade de Aracaju e sua população. É necessário frisar que, historicamente, o abastecimento da capital sergipana sempre dependeu deste rio. De acordo com Aguiar Netto et al. (2007), no passado o rio Poxim respondia por 70 % do abastecimento; atualmente, com cerca de 27% devido à ausência de planejamento urbano e territorial, que contribuiu para o lançamento de efluentes domésticos e industriais em suas águas sem o prévio tratamento, fato que demonstra a necessidade de cuidados com o rio para o aproveitamento qualitativo de suas águas. A importância atual do Poxim pode ser ratificada através da construção de uma barragem que visa regularizar a vazão e continuar garantindo água para o consumo humano da capital, conforme abordagem dos autores Wanderley et al. em capítulo publicado também neste livro.

A compreensão da relevância que o rio Poxim exerce sobre a composição socioeconômica do Estado de Sergipe se estabelece para além de suas águas e dialoga diretamente com a preocupação teórica sobre o meio ambiente no contexto global. No cenário destacado, o debate sobre

¹Pós-Doutor em Recursos Hídricos. Professor Associado na Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: antenor.ufs@gmail.com

²Doutora em Ciências Humanas. Professora do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

³Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

⁴Mestranda em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

gestão dos recursos hídricos é primordial, na medida em que a água é um bem econômico, social e cultural imprescindível para a população.

A percepção dos problemas e da importância do rio Poxim perpassa pela necessidade de se conhecer questões mais amplas diretamente ligadas às suas águas. Nesse sentido, pretende-se estabelecer um diálogo sobre algumas características sociais e econômicas que circundam as margens e os municípios sergipanos que abrangem o rio Poxim.

As reflexões aqui apresentadas adicionam ao debate do gerenciamento dos recursos hídricos uma fotografia sobre o povo do Poxim, e contribuem para a exposição de suas necessidades, aspectos caros e condicionais ao planejamento racional e humano dos recursos hídricos.

2. RIO POXIM: CONHECENDO O ESPAÇO E SEUS CORPOS D'ÁGUA

A bacia hidrográfica do rio Poxim situa-se na porção leste de Sergipe (Figura 1), localizada entre as coordenadas geográficas 10°55' e 10°45' de latitude sul e 37°05' e 37°22' de longitude oeste, apresentando, em sua maior parte, clima tropical úmido, vegetação inserida no bioma da Mata Atlântica, geologia do Grupo Barreiras e geomorfologia de Tabuleiro Costeiro. De formato alongado no sentido noroeste-sudeste, esta unidade de planejamento possui uma área de 348,71km², sendo limitada, ao sul, pela bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris e, ao norte, pelo rio Sergipe. As suas principais nascentes localizam-se a oeste, limite final da Serra dos Cajueiros e, sua foz, a leste, no complexo estuarino Sergipe/Maré do Apicum, próxima ao Oceano Atlântico.

A configuração espacial de uma unidade de planejamento de recursos hídricos não segue necessariamente a divisão político administrativa do Brasil e de seus estados. Assim, a bacia hidrográfica do rio Poxim abrange parte dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristovão e Aracaju (Figura 1).

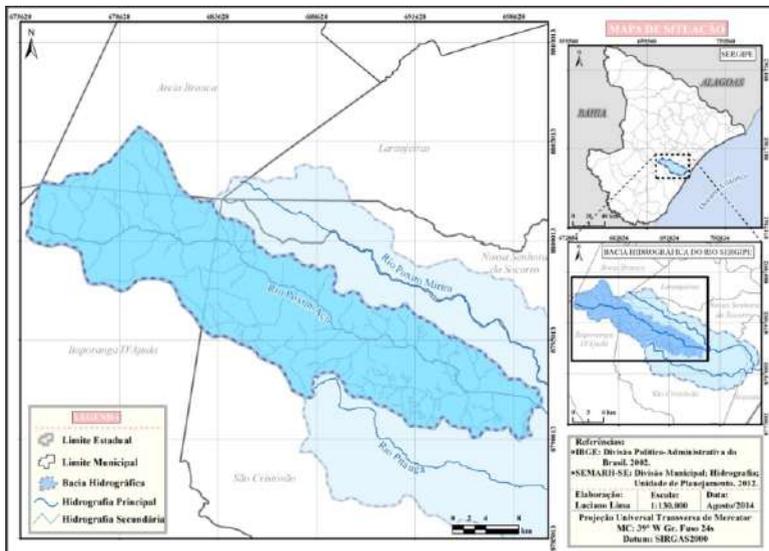


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Poxim em Sergipe.
 Fonte: SERGIPE (2012). Autor: Luciano Lima Santana, 2014.

De acordo com o zoneamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os seis municípios abrangidos parcialmente pela bacia hidrográfica do rio Poxim pertencem às Mesorregiões Geográficas do Agreste e do Leste Sergipano. A área destes municípios representa quase quatro vezes mais do que a plotada na bacia hidrográfica do rio Poxim (Tabela 1). Itaporanga d'Ajuda é o maior município em território a se inserir na unidade de planejamento, com 754,31km² da área. Contudo, considerando a participação individual, verifica-se que São Cristóvão é responsável por mais de 60% da área de abrangência, enquanto Laranjeiras e Areia Branca contribuem com valores entre 2 a 3%.

Tabela 1. Distribuição das áreas dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Poxim-Sergipe.

Municípios	Área total (km ²)	Área na bacia (km ²)	Percentual de área dentro da bacia (%)
Aracaju	181,05	14,33	4,11
Areia Branca	128,46	10,07	2,89
Itaporanga d'Ajuda	754,31	40,56	11,63
São Cristóvão	430,65	227,35	65,19
Laranjeiras	162,79	7,11	2,04
Nossa Senhora do Socorro	156,55	49,29	14,14
Total	1.813,81	348,71	100,00

Fonte: SERGIPE, 2012. Adaptado pelos autores.

O rio Poxim é formado por inúmeros tributários, todos com fluxo de água perene, sendo seus principais afluentes os rios Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga. Por sua vez, os principais corpos d'água compreendidos na bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu são o riacho Cajueiro, das Minas, das Serras, das Porteiras, Tiririca, Caroba, Lagoa Preta, Damásio, Menino, Buraco da Besta, Vermelho, Sizia e o riacho Timbó, sendo este último aquele que apresenta o maior fluxo d'água.

As nascentes e os minantes, classificados como preservados, que compreendem a origem do rio Poxim-Mirim estão localizados na porção noroeste da bacia hidrográfica do rio Poxim. Apresenta pequenos tributários, com destaque para os riachos do Congo e da Perna. O rio Poxim surge após a junção dos rios Poxim-Açu e Poxim-Mirim, logo após a BR-101 Sul, no povoado Pai André, no município de São Cristóvão, que se caracteriza por atravessar uma planície aluvial. Em sua trajetória final, o rio Poxim atravessa áreas urbanas de São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro e Aracaju, que se assemelham por apresentar problemas ambientais (AGUIAR NETTO et al., 2007).

Na divisa entre os municípios de São Cristóvão e Aracaju, na Avenida Marechal Rondon, encontra-se uma captação para coleta d'água da DESO. Esta obra de engenharia, projetada pelo Engenheiro Saturnino Brito e inaugurada em 1958, passou a ser o principal abastecedor de água da capital sergipana. Em 1968 e 1979 sofreu modificações e atualmente

contribui com cerca de 27% do volume total de água ofertada, com vazão de 580L s^{-1} (SERGIPE, 2006).

O rio Pitanga, contribuinte da margem direita do rio Poxim, nasce no município de São Cristóvão, e em seguida passa a banhar o município de Aracaju até a sua confluência com o rio Poxim, praticamente na foz deste, se constituindo em uma bacia hidrográfica consideravelmente urbanizada. Nas imediações do Povoado Cabrita, em São Cristóvão, existe a barragem para captação d'água para fins de consumo humano, apresentando um volume produzido de 362.000m^3 de água por mês, para atender a uma população de 60.000 pessoas de Aracaju, perfazendo um total de 10% da demanda total. O sistema Cabrita foi inicialmente instalado em 1906, constituindo-se no mais antigo complexo de coleta d'água para Aracaju, sendo reformado pelo Governo do Estado de Sergipe, através da DESO, no início da década de 70 do século XX (SERGIPE, 2006).

Ferreira et al (2011) afirmam que considerando as 20 principais nascentes que compõem a bacia hidrográfica do rio Poxim, composta pelos rios Pitanga, Poxim-Açu e Poxim-Mirim, 90% apresentaram significativa antropização (90%), na maioria delas (65%) com elevada degradação (sem raio mínimo de 50m de vegetação em seu entorno) e ocupadas por agricultura (50%) e pastagem (35%). Somente duas nascentes foram classificadas como preservadas e apresentam raio mínimo de 50m de vegetação em seu entorno.

Matos (2006) argumenta que a bacia hidrográfica do rio Poxim possui áreas com uma beleza natural destacável, contudo, com um grau de impactação já detectável, porém, danos reversíveis. A Figura 2 mostra uma visual do rio Poxim-Açu que ilustra o significado dessas palavras anteriores. Em relação, a mitigação dos danos, merece destaque o programa preservando nascentes e municípios, com metodologia interdisciplinar integra ações de recuperação de nascentes, monitoramento quantitativo e qualitativo das águas do rio Poxim e atividades de educação ambiental.



Figura 2. Rio Poxim-Açu, no município de São Cristóvão-SE.

Fonte: AGUIAR NETTO, A. O. (2006)

3. DEMARCANDO ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

De acordo com o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, o Estado de Sergipe apresenta uma população de 2.068.017 habitantes (BRASIL, 2010). A bacia hidrográfica do rio Poxim, composta por partes dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju, engloba uma população de 885.018 habitantes (Tabela 2).

A população dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Poxim aumentou nas últimas duas décadas, sendo este um dos aspectos presentes no Brasil, seguindo o contexto de mudanças sociais e econômicas dos últimos anos que ocorre nas médias e grandes cidades.

Tabela 2. População residente nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Poxim.

Município	População total (2010)	População urbana (2010)	População rural (2010)	Estimativa populacional (2013) *
Aracaju	571.149	571.149	0	614.577
Areia Branca	16.857	8.191	8.666	17.825
Itaporanga d'Ajuda	30.419	11.869	18.550	32.496
São Cristóvão	78.864	66.665	12.199	84.620
Laranjeiras	26.902	21.257	5.645	28.533
Nossa Senhora do Socorro	160.827	155.823	5.004	172.597
Total bacia Poxim	885.018	834.954	50.064	950.648
Total Sergipe	2.068.017	1.520.366	547.651	2.195.662

Fonte: BRASIL, 2010. Adaptado pelos autores.

Nota: (*) População estimada pelo IBGE em 1º de julho de 2013.

Ocorrendo de forma expressiva em nível mundial, a urbanização se acentua ao longo de todo o século XX e início do XXI, variando de intensidade e de forma de um lugar para o outro, em decorrência das peculiaridades locais. Esse crescimento, que ocorre na maior parte das cidades brasileiras, tem acelerado bastante nos últimos anos. Aracaju não foge à regra, apresentando hoje um tamanho compatível com as demais cidades médias e capitais estaduais. Os municípios que compreendem a bacia hidrográfica do rio Poxim apresentam, assim, apenas 5,7% de sua população na zona rural.

O município de Aracaju tem uma participação preponderante na concentração populacional e desenvolvimento local. É o município mais populoso, representando 64,54% do total das pessoas residentes na região da bacia hidrográfica, maior Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) com valor igual a 0,770 e maior Índice de Desenvolvimento Municipal da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (IFDM) equivalente a 0,7458, apesar de não ser o município com maior área abarcada pela malha hidrográfica da bacia do rio Poxim: 14,33% da área total. São Cristóvão representa o maior município em área coberta pela bacia (65,19%), mas possui índices de desenvolvimento abaixo da média estadual e nacional (Tabela 3).

Tabela 3. Aspectos gerais do desenvolvimento socioeconômico na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Município	IDH	Posição Brasil	Posição Sergipe	IFDM	Posição Brasil	Posição Sergipe
Aracaju	0,770	227 ^a	1 ^a	0,7926	275	1 ^a
Areia Branca	0,579	4.654 ^a	52 ^a	0,6191	3.153	34 ^a
Itaporanga d'Ajuda	0,561	5.027 ^a	63 ^a	0,5332	4.680	6 ^a
São Cristóvão	0,662	2.846 ^a	3 ^a	0,7519	649	9 ^a
Laranjeiras	0,642	3.254 ^a	9 ^a	0,6796	1.947	11 ^a
Nossa Senhora do	0,664	2.802 ^a	2 ^a	0,6091	3.337	10 ^a
Sergipe	0,665			0,5891		
Brasil	0,727			0,7320		

Fontes: PNUD, 2013; FIRJAN, 2014. Adaptado pelos autores.

Para representar o forte crescimento populacional, que repercute na pressão sobre o uso dos recursos naturais, reproduz-se aqui o texto e gráfico de COSTA (2012):

O crescimento da população da capital sergipana entre os anos de 1870 e 2013 pode ser visto na Figura 3, que evidencia um ajuste polinomial escolhido para os dados da população em função do tempo que pode ser comprovado pelo elevado valor do coeficiente estatístico de determinação muito próximo do valor unitário.

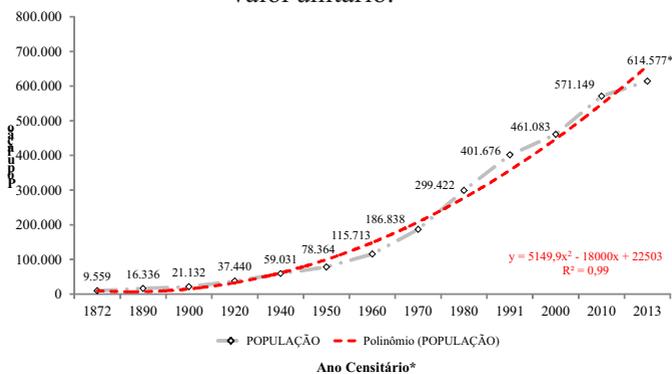


Figura 3. Crescimento polinomial da população de Aracaju-SE, entre 1870 e 2013. Fonte: COSTA (2012).

Nota: (*) População estimada pelo IBGE em 1º de julho de 2013.

O crescimento populacional contribuiu para maior preocupação e controle por parte do Estado (FOUCAULT, 1988). Dessa maneira, foram estabelecidos nos últimos anos projetos que tinham como objetivo conhecer mais profundamente os problemas que afetam a sociedade brasileira. Um desses projetos estabeleceu metas para melhorar a educação, percebida como um problema que urge políticas públicas sérias a médio e longo prazo para o incremento positivo de alguns índices sociais. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), calculado, atualmente, a cada dois anos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), tem contribuído para que o País tenha noção de como está a educação em nível básico e com isso possa projetar políticas públicas que objetivem a qualidade de ensino e o desenvolvimento do Brasil.

Segundo os dados apresentados sobre o IDEB, todos os municípios abrangidos pela bacia hidrográfica do rio Poxim apresentaram um aumento da média da educação básica das séries iniciais do ensino fundamental (Tabela 4). As cidades de Areia Branca e Laranjeiras obtiveram a maior taxa de crescimento, passando de 2,7 em 2005 para 3,9 no ano de 2013 e de 2,6 para 3,8, respectivamente. São Cristóvão, que passou de 3,0 para 3,4, a cidade com menor desenvolvimento educacional.

Tabela 4. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica das escolas públicas dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Poxim, 4ª série/5º ano.

MUNICÍPIOS	2005	2007	2009	2011	2013	Meta 2021
Aracaju	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,6
Areia Branca	2,7	2,6	3,1	3,5	3,9	4,2
Itaporanga d' Ajuda	2,7	3,3	3,1	3,4	3,7	4,1
São Cristóvão	3,0	3,1	3,4	3,4	3,4	4,3
Laranjeiras	2,6	2,9	3,1	3,6	3,8	4,1
Nossa Senhora do Socorro	3,1	3,3	3,6	4,0	4,0	4,5
Sergipe	2,8	3,2	3,4	3,6	3,8	5,1
Brasil	3,6	4,0	4,4	4,7	4,9	5,8

Fonte: BRASIL, 2012. Adaptado pelos autores.

A situação é agravada quando observamos o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica para as séries finais do ensino fundamental (Tabela 5). Sessenta e sete por cento (67%) dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Poxim apresentaram decréscimo da média entre os anos de 2005 e 2013 Areia Branca, Laranjeiras , Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão , sendo este último com a maior queda absoluta. Apenas as cidades de Aracaju e Itaporanga d'Ajuda obtiveram médias superiores entre o intervalo de tempo analisado. Um olhar sistêmico sobre este universo ratifica a necessidade premente de ações públicas no ensino, considerando-se o distanciamento atual das metas estipuladas para o ano 2021.

Tabela 5. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica das escolas públicas dos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Poxim, 8ª série/9º ano.

MUNICÍPIOS	2005	2007	2009	2011	2013	Meta 2021
Aracaju	2,8	3,0	2,7	3,0	2,9	4,1
Areia Branca	2,4	2,9	2,3	2,8	2,2	4,1
Itaporanga d'Ajuda	2,8	2,7	2,4	2,6	3,2	4,3
São Cristóvão	2,9	3,0	2,7	2,7	2,4	4,4
Laranjeiras	2,9	2,7	2,5	2,7	2,5	4,3
Nossa Senhora do Socorro	2,8	2,6	2,6	2,7	2,5	4,2
Sergipe	2,7	2,8	2,8	2,9	2,8	4,8
Brasil	3,2	3,5	3,7	3,9	4,0	5,5

Fonte: BRASIL, 2014. Adaptado pelos autores.

As notas atribuídas aos municípios da bacia hidrográfica do rio Poxim estão inseridas nesse contexto e refletem a qualidade de ensino e de vida do povo, necessitando de políticas públicas que melhorem os aspectos educacionais e, conseqüentemente, a cidadania dos seus habitantes. Todos os municípios que compõem a bacia do rio Poxim apresentaram melhoria expressiva em seus indicadores econômicos (Figura 4). A elevação da renda *per capita* atrela-se à redução do percentual de famílias extremamente pobres ou pobres, na região.

¹Para visualização dos dados referentes a todos os municípios sergipanos, acessar o site do INEP:

<http://ideb.inep.gov.br/>

²Renda familiar menor ou igual a R\$ 70,00

³Renda familiar menor ou igual a R\$ 140,00

A capital sergipana apresenta a maior renda *per capita* da bacia e do Estado, R\$ 1.052,03, apesar de não ser o município com maior elevação deste indicador ao longo do tempo: Itaporanga d'Ajuda, com 149% de incremento em duas décadas. Nossa Senhora do Socorro é o município que apresenta as maiores reduções em seus indicadores de pobreza, sendo São Cristóvão o detentor da maior redução na distribuição de renda.

Apesar dos avanços significativos em seus indicadores econômicos, o percentual de famílias na linha de pobreza, quando aglutinadas faixas pobres e extremamente pobres, representa patamar aquém dos padrões de países desenvolvidos ou em desenvolvimento: Itaporanga d'Ajuda (42,2%), Areia Branca (33,6%) e Laranjeiras (31,3%) possuem mais de trinta por cento de suas famílias nestas faixas. Ressalta-se a esta procuração o fato de que 50% dos municípios que compõem esta bacia hidrográfica – Aracaju, Areia Branca e Itaporanga d'Ajuda – mantiveram ou aumentaram a sua desigualdade na distribuição de renda, conforme Índice de Gini destacados.

Indicadores e Índice	Aracaju				Areia Branca			Varição (1991-2010)	Itaporanga			Varição (1991-2010)
	1991	2000	2010	%	1991	2000	2010	%	1991	2000	2010	%
Renda per capita (emR\$)	513,29	700,81	1.052,03	105%	140,25	171,68	294,32	110%	97,47	167,73	242,62	149%
% de extremamente pobres	12,41	8,5	3,43	-72%	30,36	29,86	12,01	-60%	50,25	32,77	18,99	-62%
% de pobres	32,37	24,73	11,11	-66%	71,43	63,75	33,59	-53%	81,91	60,17	42,21	-48%
Índice de Gini	0,62	0,63	0,62	0%	0,44	0,51	0,48	9%	0,47	0,51	0,49	4%

Indicadores e Índice	São Cristóvão				Laranjeiras			Varição (1991-2010)	Nossa Senhora do Socorro			Varição (1991-2010)
	1991	2000	2010	%	1991	2000	2010	%	1991	2000	2010	%
Renda per capita (emR\$)	173,07	261,6	388,36	124%	139,9	177,8	313,29	124%	163,37	234,39	379,98	133%
% de extremamente pobres	34,59	17,17	8,59	-75%	39,65	25,79	11,37	-71%	35,45	15,91	8,09	-77%
% de pobres	59,01	43,74	22,97	-61%	72,87	59,88	31,34	-57%	64,17	41,9	21,41	-67%
Índice de Gini	0,53	0,52	0,47	-11%	0,53	0,51	0,49	-8%	0,52	0,47	0,47	-10%

Figura 4. Renda, pobreza e desigualdade nos municípios da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim.

Fonte: PNUD, 2013; IPEA, 2000. Adaptado pelos autores.

4. UM OLHAR ESPECÍFICO PARA A PRODUÇÃO ECONÔMICA

Em relação à composição do produto interno bruto (PIB) sergipano, o setor de serviços aparece contribuindo com o maior valor, respondendo então por 66,2% de tudo que foi produzido pelo Estado. Já o setor industrial representa 27,9% de todo valor estadual e foi o setor que mais cresceu em 2009, se comparado ao ano anterior (6%). Por último aparece o setor agropecuário, com uma participação de 5,9%, sendo o segundo setor que mais cresceu em Sergipe com uma taxa de 4,4% em relação ao ano de 2008 (BRASIL, 2010).

Em termos de atividades econômicas, a bacia hidrográfica do rio Poxim, tal como o Estado, possui o setor de serviços como o mais importante, especialmente devido a capital Aracaju. Aguiar Netto et al. (2007) informam que o rio Poxim em seu trecho final é totalmente urbanizado e atravessa o Distrito Industrial de Aracaju, onde se concentra a maior parte das indústrias dos setores de mobiliário de madeira (24% do total), artefatos de metal, produtos alimentícios, vestuário, construção civil, químicas, gráfica e outros setores (Figura 5).

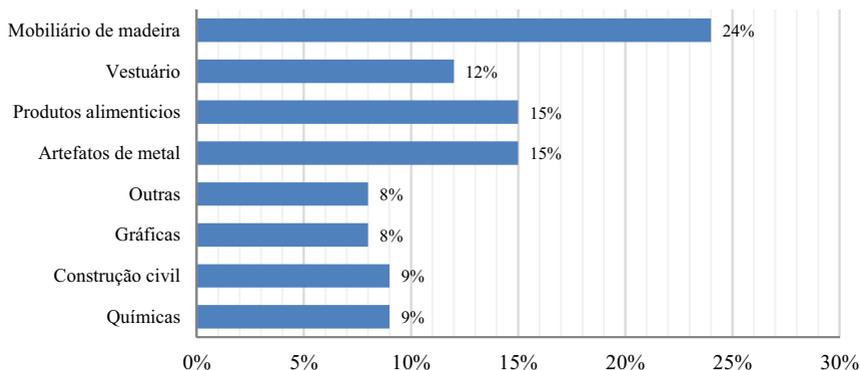


Figura 5. Distribuição por setores das indústrias no Distrito Industrial de Aracaju, compreendidas na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Fonte: AGUIAR NETTO, A. O. et al. (2007)

A agricultura é também desenvolvida na região, com destaque para as grandes propriedades e a cultura de cana-de-açúcar, especialmente no curso médio do rio Poxim e ao longo da maior parte do rio Poxim-Mirim (Figura 6). Nas nascentes do Poxim-Açu e ao longo do rio Pitanga verifica-se a predominância de pequenas propriedades para produção de subsistência, onde há principalmente a produção de milho (grão), mandioca e feijão.

Macedo et al. (2008), analisando a distribuição de terras na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-Mirim, explicam que esta é fruto da organização histórica do espaço agrário, seu modo de produção, práticas e hábitos que se encontram controlados pelas condições de clima e solo, além de uma estreita relação com questões socioeconômicas.

A pecuária é típica de grandes propriedades, mas, em Sergipe, essa premissa não é lei: pois esta também é praticada em pequenas e médias, onde 84% dos estabelecimentos com área entre 10 e 50 ha possuem gado. A bovinocultura, nas últimas três décadas, vem se expandindo e melhorando o seu perfil genético, aumentando em quantidade e qualidade.

Diniz (1996) afirma que a partir de 1940, quando a pecuária penetra mais fortemente no Vale do Cotinguiba, o Estado de Sergipe volta a ter no gado sua principal fonte de renda agrícola. Tal fato se explica pelas políticas direcionadas para saúde animal, inseminação artificial, adaptação de novas raças, melhoria das pastagens, ensilagem, crédito rural e mercado garantido para produtos de origem animal. Na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim esta atividade econômica apresenta-se em todas as suas áreas, com forte predominância no curso médio dos seus rios, e em particular, na confluência do Poxim-Açu com o Poxim-Mirim.



Figura 6. Plantio de cana-de-açúcar no município de Nossa Senhora do Socorro-Se, nas proximidades do rio Poxim-Mirim.

Fonte: AGUIAR NETTO, A. O. (2006)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Poxim está para além das suas águas. Não mais se pode considerar a bacia hidrográfica como um sistema fechado, limitante, de onde o olhar vagueia apenas sobre as questões hídricas, mas sim como um conjunto de partes integrantes e interdependentes que juntas conferem sentido a existência do rio. Assim, questões de ordem socioeconômica e cultural quando trazidas à reflexão, privilegiam análises mais apuradas e possibilitam maior conhecimento da população circundante oferecendo uma dimensão ampla do todo frente à parte.

A averiguação dos índices sociais e econômicos presentes nos municípios abrangidos pelo Poxim mostram resultados preocupantes, ao mesmo tempo em que oferece elementos para a problematização, numa perspectiva quantitativa, das relações entre as condições de sobrevivência do povo, do desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente.

Nesse sentido, pode-se inferir que a preocupação com as questões econômicas não está acompanhada de uma reflexão sobre os elementos

que conferem à população dos municípios abarcados pelo rio Poxim, e seus afluentes, as bases para a cidadania. Esta observação respalda-se através da exposição de índices como o IDHM, IDEB, IFDM e GINI,ressaltando-se a elevação da degradação ambiental do rio nos últimos anos.

Este problema ambiental e social não pode ser dissociado de questões referentes a pouca expressão de políticas públicas direcionadas a preservação das águas do Poxim, e do acesso da população à cidadania. O pleno conhecimento dos direitos e exercício dos deveres por parte do povo pode conferir maior preocupação com o meio ambiente e, conseqüentemente, possibilitar um desenvolvimento social e econômico com sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O. et al. Cenário dos corpos d'água na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim - Sergipe, na zona urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2007, São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2007. p.1 – 19.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de informações municipais**. Estado de Sergipe, 2010.

BRASIL . Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica**. Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/>>. Acesso em, Set de 2012.

COSTA, P. R. S. M. **Aracaju dos anos 90: crimes sexuais, homossexualidade, homofobia e justiça**.360p. Tese – (Doutorado em Ciências Humanas).Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC, 2012.

DINIZ, J. A. F. **A condição camponesa em Sergipe, desigualdade e persistência da agricultura familiar**. Aracaju, NPGeo-UFS, 1996.

FERREIRA, R. A. et al. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à recuperação. **Revista Árvore** (Impresso). , v.35, p.265 - 277, 2011.

FRANÇA, V. L. A. **Aracaju: estado e metropolização**. São Cristóvão: Editora da Universidade Federal de Sergipe, 1999. 253 p.

FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM)**. Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/IFDM/>>. Acesso em, Set de 2014.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1988.

MACEDO, L. C. et al. Diagnóstico sócio-ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-Mirim, Sergipe. **Magistra.** , v.20, p.389 - 397, 2008.

MATOS, E. L. Apresentação. In: **Diagnostico e avaliação da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim**. Aracaju: UFS, 2006. P 1-2.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: < <http://www.pnud.org.br/IDH>>. Acesso em, Set de 2014.

SERGIPE. Companhia de Saneamento de Sergipe. **Sistemas de Abastecimento de água**. Disponível em <http://www.deso-se.com.br/deso.php?var=1090588288>. Acesso em: 25 out. 2006.

SERGIPE. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Atlas digital sobre recursos hídricos Sergipe**. Sergipe: SEMARH, 2012.

Rio Poxim: História e Vida

Alda Lisboa de Matos¹

Anne Grazielle Costa Santos²

Josiene Ferreira dos Santos Lima³

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da cidade de Aracaju e São Cristóvão condicionou a ocupação das margens do rio Poxim, e está causando sérios problemas ambientais ao rio. A migração da população do campo para a capital atraídos pelo crescimento econômico, e a ausência de um planejamento adequado nas áreas que margeiam o rio agravam a situação dos corpos d'água.

Inúmeros rios no Brasil encontram-se inseridos da malha urbana, tal cenário muitas vezes reflete negativamente, pois os rios acabam recebendo cargas de poluição como: resíduos sólidos, industriais, doméstico e sanitário. Esses agentes poluidores contribuem para perda da qualidade da água e conseqüentemente na perda da qualidade de vida das comunidades que residem próximas aos rios.

O Estado de Sergipe está geograficamente localizado na parte leste do nordeste brasileiro e tem a menor área territorial do Brasil, sua população segundo o censo de 2010 é de 2.068.017 habitantes distribuídos ao longo dos seus 22.050,3 km² (IBGE, 2010), e dispõe uma faixa litorânea de 163 km de extensão (FRANÇA et al.,2007) é constituído por 75 municípios e possui uma rede de drenagem formada por oito bacias hidrográficas.

Apesar de ser uma cidade planejada, Aracaju não difere das demais capitais brasileiras em relação aos problemas decorrentes da ausência de planejamento urbano, isto porque, a cidade enfrenta sérias dificuldades de gestão de uso e ocupação de áreas na bacia hidrográfica que ainda, se agravam com o desenvolvimento urbano, industrial e a expansão de mercado.

¹Mestre em Desenvolvimento. Meio ambiente (UFS). E-mail. aldamatoss@yahoo.com.br.

²Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFS). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFS).

³Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFS). Mestre em Desenvolvimento e Meio ambiente (UFS).

Dessa forma, o presente capítulo aborda a história e vida do rio Poxim, por meio das mudanças ocorridas nas três últimas décadas, com o processo de uso e ocupação da área desta bacia hidrográfica. A metodologia empregada para este trabalho obteve respaldo em levantamento bibliográfico e acervo fotográfico, ressaltando a relação homem natureza por meio dos relatos de moradores com o mínimo de 30 anos de idade.

2. BREVE HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO POXIM

Em 1590 o território sergipano foi ocupado efetivamente pelos portugueses. O rei da Espanha Felisbello Freire presenteou Cristóvão de Barros com terras sergipanas, assim Cristóvão de Barros promoveu a expedição militar na busca de estabelecer colônias e conseqüentemente o povoamento do território. Com a ordem de vender ou repartir as terras para quem quisesse fundar colônias, Cristóvão de Barros edificou a primeira povoação sergipana com intuito assegurar a região. Junto à foz do rio Sergipe, atual Cotinguiba, sobre o istmo que perto do mar forma o deságüe do rio Poxim, levantou um forte e junto a ele fundou um verdadeiro arraial, onde a povoação estendeu-se dando o nome de cidade (RISÉRIO, 2010).

No final do século XVI ocorreu a mudança da cidadezinha, a qual se deslocou para um ponto mais ao centro, por condições topográficas da cidade que não permitia que os habitantes se prevenissem de assaltos, sendo escolhido um outeiro escavado que fica junto à barra do rio Poxim, para sede da nova São Cristóvão, proporcionando assim, melhores condições para vigiar a entrada de inimigos. Porém no início do século XVII a cidadezinha saiu das proximidades do rio Poxim e foi para uma colina às margens do Paramopoma, afluente do Vaza-Barris (RISÉRIO, 2010).

Percebe-se que a povoação de Sergipe sempre se deu às margens dos rios, o rio Poxim teve sua contribuição na colonização de São Cristóvão por sua localização e importância pela qualidade de suas águas. No período de 1850 a 1900 preocupados em mudar a capital de Sergipe para um sítio que seguisse às exigências da época, com a ideia de que as cidades

deveriam ficar à beira mar, situadas nos melhores portos ou às margens dos rios mais importantes. Aracaju era esse sítio que ficava à beira mar e rodeada de rios como o Sergipe, Poxim e Vaza-Barris. Seria então a nova capital da Província exercendo forte controle sobre suas diversas regiões econômicas (RIBEIRO, 1989).

A povoação de Aracaju foi acontecendo principalmente às margens dos rios, sendo que nas décadas de 1920 a 1960 houve uma expansão das zonas noroeste e oeste (Bairro América, Palestina, entre outros) crescendo em várias direções. Parte desse crescimento às margens do rio Poxim deu-se na década de 50 com a inauguração da BR-101, que se transformou no principal eixo do escoamento (RIBEIRO, 1989).

Assim, as margens do rio Poxim foram sendo povoadas, no início para retirar o sustento com a pesca, abastecimento humano, mas com o “inchaço” populacional e a falta de planejamento a degradação ambiental tornou-se presente em todo seu curso ocasionando vários problemas de saúde e gestão desse recurso.

3. RECORTE ESPACIAL DA PESQUISA

A bacia hidrográfica do rio Poxim faz parte do complexo hídrico da bacia hidrográfica do rio Sergipe, está localizado na porção leste, na sua margem direita mais precisamente, é um rio que está inserido na área metropolitana de Aracaju. Ao Norte limita-se com o rio Poxim-Mirim e ao Sul com o rio Pitanga, no oeste encontra-se a Serra dos Cajueiros limite final do rio, já a Leste confluem juntamente com o rio Pitanga formando o curso principal do rio Poxim. Situa-se entre as coordenadas 10° 55'e 10° 45' de latitude Sul e 37° 05' e 37° 22' de longitude Oeste.

O rio Poxim surge após a junção dos rios Poxim-Açu e Poxim-Mirim, logo após a BR-101 Sul, no povoado Pai André, no município de São Cristóvão, que se caracteriza por atravessar uma planície aluvial. (AGUIAR NETTO et al., 2007). Segundo Aguiar Netto et al (2006), o rio Poxim-Açu, constitui-se no principal corpo d'água da bacia hidrográfica do rio Poxim [...]. Os principais corpos d'água compreendidos na bacia hidrográfica do Rio Poxim-Açu são o Riacho do Cajueiro, das Minas, das Serras, das Porteiras, Tiririca, Caroba, Lagoa Preta, Damásio, Menino,

Buraco da Besta, Vermelho, Sizia e o Riacho Timbó que possui o maior fluxo d'água.

Considerado uma bacia hidrográfica, ele abrange parte dos municípios de Itaporanga D'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju recebendo as águas dos rios Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga tendo sua foz na maré do Apicum (FELIX e SILVA, 2007).

A bacia hidrográfica do rio em questão encontra-se inserida no domínio da província costeira, representada pelas bacias sedimentares costeiras meso-cenozóica e suas extensões submersas na margem continental, desenvolvida a partir do jurássico (SERGIPE, 2008).

As unidades estratigráficas, compostas por arenito, siltito, calcário e seixos de quartzo, afloram nos vales dos rios que compõem a bacia hidrográfica do rio Sergipe e seus sedimentos ricos em calcário originam solos para a agricultura tais como os Vertissolos, que se localizam principalmente no vale do rio Poxim-Mirim. Nas margens dos rios Poxim e Pitanga encontram-se ainda os Gleissolos (AGUIAR NETTO et al., 2006; SERGIPE, 2008).

Partindo da classificação climática de Köpper-Geiger que se baseia na precipitação climática e na temperatura do ar, a bacia hidrográfica do rio Poxim enquadra-se no clima tropical úmido apresentando seca no verão. Tal fato é explicado devido à maritimidade e à presença de baixo relevo que facilita a entrada dos ventos alísios que vêm em direção ao continente.

Para Soares (2001), os índices pluviométricos são distintos no decorrer da bacia, sendo na faixa litorânea equivalentes a 1900mm, na parte média, a 1800mm e, na superior a 1600mm. Na nascente do rio Poxim-Açu, verifica-se intenso desmatamento, tal fato condiciona segundo Vasco et al. (2011), em época de verão o deslocamento da água cerca de 2.0km a jusante.

O rio Poxim-Açu encontra-se na unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros que corresponde às bacias sedimentares costeiras mesocenozóica apresentada no período jurássico. O relevo da bacia hidrográfica é caracterizado por apresentar colinas com cristas arredondadas. (AGUIAR NETTO et al., 2006).

Segundo Franco (1983), o clima agrestino demarca uma vegetação mista de cerrado e caatinga hipoxerófila. As margens do rio Poxim-Açu, há predominância de uma vegetação ciliar devastada devido à forte antropização no tocante ao uso e ocupação do solo e com presença de algumas espécies arbustiva. (AGUIAR NETTO et al., 2006).

A bacia hidrográfica do rio Poxim está inserida no bioma da mata Atlântica, mas, atualmente, a vegetação nativa predominante se restringe aos manguezais nos estuários, vegetação de restinga sobre os terrenos arenosos e alguns remanescentes, da floresta Tropical úmida (VASCO et al., 2011).

4. CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO RIO POXIM PARA ABASTECIMENTO DE ARACAJU

A necessidade de retirar água do Poxim para abastecer Aracaju vem desde o final do século XIX. No ano de 1891, o Estado celebrava um contrato com a firma Machado e Monteiro para abastecimento de água potável para a capital, mediante canalização de um dos rios Poxim ou Pitanga. Essa foi a primeira vez que discutiu a possibilidade de canalizar a água do rio Poxim, fato que somente ocorreriam décadas depois (SANTANA, 1999).

Em 1897, foi publicado o livro *Chorographia do Estado de Sergipe* de L.C. Silva Lisboa onde tratava sobre a água potável de Aracaju alegando que:

A falta de água potável é uma das necessidades mais palpitantes da cidade. Os auctores da mudança da capital não estudam bem as condições do terreno antes de effectualá [...] a água existente é de péssima qualidade, denominada pelo povo – água branca em oposição à água vermelha mais procurada por ser mais saborosa, apesar da materia corante que em si contem. Propriamente falando a população vive a míngua desse meio hygiene, ingerindo um liquido pútrido, que as vezes determina molestias incuráveis (SANTANA, 1999, p. 90).

As águas do Poxim sempre foram bem vistas pelo Governo para abastecer a comunidade aracajuana principalmente pela proximidade dos novos bairros habitacionais que estavam crescendo e o sistema atual da Cabrita não iria conseguir atender toda a demanda de água. Segundo Santana (1999), a parte de Aracaju abastecida pelo rio Pitanga, apresentava um déficit superior a 3 milhões de litros de água diário, que poderia ser suprido pelo rio Poxim.

Nesse passo a água do rio Poxim tornou-se fundamental para complementar o abastecimento. No ano de 1957 a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) preocupada em abastecer o desenvolvimento dos bairros, como era o caso do Aribé (Siqueira Campos) via-se a necessidade de buscar água do rio Poxim. As obras então contratadas referiam-se à captação, adução, tratamento e filtração de água desse rio, além de reservatório e rede de distribuição do bairro (SANTANA, 1999).

As obras de captação, recalque, adução, tratamento, filtração e reservatório, permitiria um futuro acréscimo do sistema, que abangeria todo o bairro Joaquim Távora e, ainda, reforçaria o sistema da Cabrita que hora abastecia Aracaju. Esse conjunto de obras estava projetado para alcançar 12.960m³ de água por dia. Com tal volume era previsto abastecer 13.000 prédios, ou seja, o número de instalações de água excederia do dobro daquelas então em funcionamento. A água retirada do rio Poxim superou as expectativas alcançando uma vazão de 14 milhões de litros diários (SANTANA, 1999).

Não é de hoje que grandes volumes de água pretendia ser retirado do rio Poxim. Observa-se que não havia a preocupação da revitalização do rio. O rio Poxim enfrentava não somente a crescente povoação às suas margens, mas também a retirada constante de água. Em 1980 as preocupações quanto à qualidade, disponibilidade, e o esgotamento sanitário ganham destaque. Segundo Santana (1999), o governo da época traçou alguns objetivos a serem alcançados no setor de abastecimento e saneamento de Aracaju. Foram os objetivos:

- Construção de uma lagoa de estabilização para tratamento de resíduos no Campus universitário, nos conjuntos habitacionais populares Rosa Elze, domésticas, Jardim edistrito industrial de Aracaju;
- Elevar o nível de cobertura e qualidade dos serviços de saneamento, possibilitando melhores padrões higiênicos e sanitários prioritariamente as populações mais pobres;
- Reforçar a capacidade de produção dos sistemas de abastecimento de água que apresentam déficit no que tange à quantidade e qualidade de água distribuída, como também melhorar as condições operacionais de distribuição do produto e ampliar a capacidade de atendimento de tais sistemas;
 - Atender a população urbana de Aracaju com serviços adequados de esgotos sanitários;
 - Proteger os mananciais utilizados no abastecimento público;
 - Promover a integração da política habitacional com as políticas de saneamento básico, através das três esferas governamentais e do setor privado;
 - Reduzir o déficit no abastecimento de água nas comunidades rurais e
 - Promover e/ou intensificar a drenagem urbana e limpeza pública.

No tocante a importância econômica, o rio Poxim contribui no abastecimento de água para a capital Aracaju e para alguns bairros vizinhos como o conjunto Rosa Elze e o Eduardo Gomes em São Cristóvão. De acordo com Silva et al. (2004), o rio Poxim é responsável por 27% do abastecimento de água da capital essa porcentagem já foi maior em 1958 quando tornou-se o principal abastecedor de água de Aracaju chegando até a 70% da demanda. O sistema Poxim projetado por Francisco Saturnino Rodrigues de Britto, chefe da seção de água da construtora da Capital de Minas, na atualidade atende uma demanda populacional cada vez mais crescente.

Segundo Araújo (2009), a água do rio Poxim é de múltiplos usos desde a dessedentação de animais, irrigação, e ao abastecimento público, mesmo tendo condições de referência a classe 1 e a atual a classe 4. A redução da demanda de água da bacia do rio Poxim para a capital Aracaju

se deu principalmente pela má qualidade da água, resultante do desmatamento das margens, da ocupação desordenada pela população em alguns trechos e ao lançamento de esgotos domésticos e industriais somado ao uso da água da bacia do São Francisco.

A bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se com 90% de degradação em suas nascentes, causada principalmente por queimada nas áreas que margeiam os mananciais, além da retirada de madeira em algumas áreas pela comunidade local.

5. IMPORTÂNCIA SOCIOECONOMICA DO RIO POXIM PARA SERGIPE

Um dos problemas que atinge os cursos de água do Estado de Sergipe está ligado à insuficiência hídrica, causado principalmente pela escassez periódica de chuvas, afetando a regularidade dos rios. Assim, os rios perdem seus volumes d'água ou reduzem substancialmente durante alguns meses do ano. Em período de chuva o solo não permite armazenar toda água que cai, agravando ainda mais a seca. Segundo Lima (2004), o Estado de Sergipe apresenta uma insuficiência hídrica per capita em termos de disponibilidade, verificada na parte semiárida do agreste, conhecida como área de transição.

Desde o século XVI a bacia hidrográfica do rio Poxim, vem passando pelo processo de ocupação das áreas marginais (ARAÚJO, 2009). Pode-se verificar que algumas áreas encontram-se totalmente sufocadas pela ocupação desordenada de residências, indústrias e comércios.

As características de degradação da bacia do rio Poxim são visíveis em alguns pontos de suas nascentes, à medida que se aproxima das áreas com maior contingente populacional o quadro de degradação se agrava podendo ser verificado a olho nu concentração de resíduos sólidos e a enorme quantidade de vegetação aquática nos corpos d'água desse rio. (FERREIRA et al. 2011). As nascentes do rio Poxim-Mirim afluente do rio Poxim, encontra-se com grau de conservação relativamente bom, pois existe vegetação em seu entorno num raio mínimo de 50m.

O crescimento populacional em áreas marginais, se não for bem

planejada pode gerar impactos ambientais e acarretar sérios problemas para a sociedade. Segundo Riccids (2007, p.51) “o forte crescimento demográfico integra o mesmo processo de desenvolvimento, traduzindo-se em aumento de pressão antrópica sobre o bioma”.

Santos e Pinto (2010), acrescentam que o acelerado crescimento demográfico, associado à crescente urbanização que se processa muitas vezes de forma desordenada, acaba intensificando o desmatamento, ocasionando a transformação do meio natural e o surgimento de intervenções quanto ao esgotamento dos recursos naturais.

Em Sergipe a cobertura vegetal nativa está muito degradada, mas o processo degradacional, não ocorre apenas nas Bacias Costeiras (ARAÚJO, 2009). Segundo Franco (1986), no século XX, os ecossistemas naturais do Nordeste brasileiro já apresentavam grande processo de antropização, os remanescentes florestais já estavam basicamente substituídos pelas formações secundárias. Tal fato demonstra um cenário de destruição da vegetação nativa causada principalmente pela retirada da madeira para fins comerciais. Em locais pontuais onde se verifica a ausência quase total da vegetação como o caso da bacia hidrográfica do rio Poxim, a retirada da vegetação deve-se, principalmente, as atividades agrícolas desenvolvidas pelas comunidades que margeiam parte desse manancial.

As atividades agrícolas na bacia do rio Poxim tem por base a produção de farinha de mandioca, e o uso da lenha é fundamental para a atividade (SERGIPE, 2008). A vegetação exerce um papel relevante no processo de intemperismo e fundamental para a evolução da paisagem. Segundo Araújo (2009), a remoção da vegetação provocada pela ação do homem além de causar impactos, afeta o equilíbrio biostático e favorece os processos resistáticos.

6. RIO POXIM AO OLHAR INCIPIENTE DE RELATOS DOS MORADORES

O diagnóstico e avaliação ambiental da bacia hidrográfica do rio Poxim verificou que nas margens do rio existia uma vegetação abundante, e

grande diversidade de peixes (SERGIPE, 2008). Hoje os moradores que residem às margens ou que precisam da água desse rio para algum tipo de atividade, reclamam da qualidade e/ou da escassez desse recurso. Tais eventos devem-se, principalmente ao padrão de exploração dos recursos naturais das áreas marginais dos cursos d'água que fazem parte do complexo hídrico do rio Poxim, estes problemas são agravados com a proximidade das áreas de maior concentração populacional.

Nesse contexto, os relatos dos moradores que desde sempre moram as margens desse rio respaldam a questão até então abordada. Como é o caso da moradora Ruthe Dulce de Almeida que viveu grande parte de sua vida no sítio do Quendera, localizado no Bairro Rosa Maria que está entre o conjunto Rosa Elze e o Eduardo Gomes. Quando indagamos conhecer o rio Poxim o Sr. Décio sobrinho de dona Ruthe, nos relatou todo processo de ocupação das planícies que circundam o rio Poxim nas mediações do Bairro Eduardo Gomes e Rosa Elze. Segundo ele:

“Antes era muito difícil chegar até o sítio Quendera, pois a ponte que fica próximo da UFS era de madeira e para passar, todos tinham que descer do ônibus assim permitir que o mesmo conseguisse chegar ao outro lado do rio. Nessas mediações os habitantes mais frequentes eram os ciganos”.

Continuando o relato Décio argumenta um pouco sobre as atividades que se desenvolviam no rio Poxim:

“Já vi muitos ciganos lavando roupa nesse Poxim, o pessoal aqui de casa também lavava roupa, tomavam banho, mas hoje tomo água filtrada do poço aqui de casa, muitas pessoas tem poço aqui. Quando chove muito, ainda inunda essa rodovia, topa na casa lá em baixo. Nessa área tinha muitos pé de coco minha Tia Ruthe vendia além do coco, mandioca, manga e banana... ela vendia lotes. Na verdade toda essa área aqui do Jardim Universitário era conhecido como barreiro, assim, primeiro ela

vendia o barro quando aplainava vendia os lotes, ela foi muito inteligente. Algumas pessoas dizem que toda essa área aqui é área de ocupação, o que eu sei foi que ela herdou do prefeito José Conrado de Araujo.”

O morador relata sobre sua tia Ruthe e sobre João Barreto de Neto, pessoas notáveis e importantes para àquela comunidade:

“Ruthe Dulce fez doação de terras para a construção de uma escola que tem seu nome e que funciona até hoje. Outra pessoa que foi muito influente nesse bairro foi João Barreto de Neto ele era colonista e dava a vida por esse lugar largou tudo, pois ele era rico e veio morar aqui, ajudava a todos, tem uma associação que ele fundou que é para os idosos. O que eu sei é que esse rio era muito usado, hoje não vejo ninguém lavando, pescando ou andando de Barco por esse trecho”.

O relato do morador evidencia a forma de ocupação dessa área o que não difere das conjunturas tipicamente tradicionais das ocupações das margens de rios em áreas com fervoroso processo de urbanização. De acordo com Maria Rosilene Santos:

“A Universidade Federal de Sergipe fez com que muitas pessoas viessem a morar aqui no Rosa Maria, Rosa Elze e Eduardo Gomes. Meu pai veio pra cá para trabalhar na UFS, eu tinha 9 anos, e me lembro das pessoas lavando roupas, e andando de barco. Minha mãe também usava a água para lavar roupas e carregávamos de balde para casa. Hoje, está tudo ocupado de casa, não tem saneamento, o lixo aqui passa uma vez por semana, meu lixo eu queimo no quintal”.

Na verdade, foi constatado por relatos dos moradores que não existe coleta de lixo, eventualmente o carro da coleta utiliza o percurso como rota

o Bairro Eduardo Gomes onde realiza a coleta. Segundo a moradora, que reside no local a cerca de 30 anos os primeiros ocupantes do local foram os ciganos moradores e dentre as principais atividades desenvolvidas no rio a pesca era constante, no entanto, hoje não é possível realizar essa atividade.

Algo expressado pelo senhor Elder Ferreira Santos, mais conhecido por Tuca pescador residente do Bairro São Conrado há 30 anos. Cidadão aracajuano que viu o rio Poxim ser aterrado e ocupado, por moradias:

“As casas não era como essas de hoje, eram de madeira e plástico e não paravam de aumentar, tudo isso aqui no horizonte era manque, esse rio tinha uma largura assim - três vezes a largura de hoje. Nesse rio eu ainda consigo pescar é uma boa pescaria, mas tem os dias, só, quando a maré está grande de três em três dias – hoje vai encher às 15h. Mas só a pesca não dá, faço conserto, sou mecânico”.

“Essas indústrias estragaram tudo, o povo tomava banho, andavam de barco, lavavam roupas, hoje é isso aí, as pessoas ainda continuam aterrando. Tudo isso aqui é área de ocupação, dizem que vão tirar as

casa do Pantanal e construir uma orla, todo esse povo vai ser levado para o Bairro 'terra dura', esse povo aí é perigoso é um foco de drogas”.

O Pantanal ao qual o Sr. Tuca se refere trata-se da ocupação irregular da margem esquerda do rio Poxim nas mediações do Bairro São Conrado. A comunidade do Pantanal sofre com problemas sociais que envolvem violência, drogas e ausência de infraestrutura básica. Angustiado, o morador lamenta a não concretização das obras de saneamento, no caso, da coleta de lixo, esgotamento sanitário e água do abastecimento público.

“O ano passado fez um saneamento aqui, mas até agora todo o esgoto cai direto no rio Poxim isso causa doença na pessoa, eu não bebo a água daqui, antes vinha da cabrita, mas fecharam a torneira agora vem do São

Francisco tem dia que é uma água marrom, eu bebo mineral pego direto do poço uma vez por semana na casa de meu filho”.

Observa-se que os problemas que o rio Poxim enfrenta causa indignação não somente a pesquisadores e estudiosos, mas a comunidade que tinha a pesca como sustento.

No relato da Sra. Marli Ferreira dos Santos, residente do bairro Eduardo Gomes, percebe quanto o rio Poxim foi alterado:

“Essa área era linda!... a água era cristalina, tinha jacaré, tilápias, piau e camarão, mas com a construção de uma pocilga, o constante lançamento de lixo e animais mortoss, o rio Poxim hoje virou uma lixeira! Mesmo nessas condições, tem gente que pesca, eles colocam as redes de tardezinha e de manhã recolhem”.

Durante os relatos constatou-se que a bacia hidrográfica do rio Poxim enfrenta muitos problemas de poluição, dentre esses, o lançamento de esgoto sem prévio tratamento. O bairro Eduardo Gomes que possui sistema de esgotamento sanitário encontra-se desativado por falta de manutenção, propiciando a comunidade insalubridade e vulnerabilidade de saúde. Nos bairros Jardim Universitário, Rosa Maria e São Conrado existem as ocupações irregulares das planícies de inundação e o esgoto doméstico, em algumas casas, é canalizado diretamente até o rio, além do lançamento de resíduos sólidos domiciliar.

Nas imediações do Bairro Rosa Elze, no município de São Cristóvão, verifica-se a ocupação das margens do rio Poxim nas mediações dos conjuntos habitacionais do Tijuquinha, Eduardo Gomes, Manoel Preto, Vila de São Cristóvão e no conjunto Jardim Universitário, que segundo a Lei 4771/65 do código florestal brasileiro estas áreas deviam está preservadas, para garantir a qualidade da água da bacia.

Na localidade do Povoado Quissamã em Nossa Senhora do Socorro encontramos o Srº. Celso do Nascimento de 61 anos residente do Assentamento Moacir Vanderley que enfatizou indignado a sua vida de pescador:

“Sou pescador profissional, vivi sempre da pesca e da agricultura foi assim que criei meus filhos. Já pesquei em muitos lugares de Canindé até aqui, todos esses rios. Passei um tempo doente e deixei de pescar na maré. Hoje sou aposentado pela pescaria”.

O Srº Celso ao ser interrogado sobre o rio Poxim de imediato diz:

“O rio Poxim Mirim e o rio Poxim- Açú era um rio muito rico, mas hoje sinto dificuldade devido à poluição. Antes tinha Taieira, traira, Piau e Mandi. Hoje ainda se encontra até camarão, mas estão tudo poluído, essas fábricas jogam remédio que vem destruindo tudo, no verão eu não gosto de pescar; a água fica pouca e me dá coceira nas pernas”.

Quando questionamos sobre as fábricas mencionadas pelo Srº Celso, o mesmo relata as usinas canavieiras instaladas no município de Laranjeiras, além das pocilgas que jogam os dejetos diretos no rio. E ainda acrescentou:

“As grandes fazendas são os principais problemas, por que os órgãos não impedem elas de poluírem? tem que ter uma punição. Nós cuidamos no nosso lugar, mas os grandes...”.

Percebe-se na voz do morador certa indignação quanto ao descaso dos setores competentes em prol de fiscalização e punição para os que comentem crime ambiental. Quando questionado sobre qual seria o trecho do rio mais perceptível o impacto ambiental, o Srº Celso é enfático nas suas colocações:

“a pior parte do rio é todos os rios, onde existem seres humanos que não tem consciência, são as áreas onde existem balneários, pois eles deixam muito lixo”.

Acrescenta:

“antigamente a água era limpa, agora pessoas que vivia da água da pesca e agricultura vive na fábrica, teve que mudar de profissão.”

Os relatos da moradora Maria Nery Rosa, conhecida no assentamento Moacir Vanderlei por Mariazinha, não é diferente dos relatos já mencionados, mas em sua fala demonstra uma relação de dependência e cuidado com a água que para ela é mais que um rio:

“essa área era uma riqueza, já pesquei Traíra, Piau, Camarão e Corró, quando tirávamos o cesto de dentro do rio vinha cheio de camarão, uma coisa linda. Tinha uma cachoeira logo ali, mas o rio foi desviado, pois as pessoas começaram a ir tomar banho e deixar lixo no rio. Hoje a nossa água de beber é no Cardoso poderia ser aqui, se não fosse à poluição da usina”.

Mariazinha se emociona ao lembrar que já sofreu por falta de água:

“no verão passado eu chorei, nós queremos trabalhar, mas sem água, quando eu vi minha horta morrer e sem poder fazer nada...”. “eu cuido do rio, cato o lixo e vendo as garrafas pet, o dinheiro eu faço doação para a construção da igreja. Nos aqui estamos cuidando e preservando o rio, o nosso rio é como uma mãe”.

Maria Auxiliadora dos Santos de 53 anos que sempre viveu nas margens do Poxim nas mediações do bairro Palestina nos explica parte de sua história que para ela nunca esteve desvinculada do rio:

“o rio Poxim era bem cuidado, a gente se alimentava era de dali, hoje a entrada do rio esta fechada com certa bem rente ao rio. É uma tristeza, os proprietário das terras fecharam o rio, não permitindo a entrada do povo”.

Continuando seu relato Auxiliadora fala da relação que sua família sempre manteve com o rio:

“eu já andei de canoa, o era todo limpo, agente ia pescar camarão Piau, Traíra, ali ara um rio, eu fui criada assim. A noite fazia um fogo para espantar as muriçocas e pescávamos eram tanto camarão chega borbulhava o cesto”.

É visível a importância que o rio Poxim tinha para essa família. Não era apenas um rio, mas uma verdadeira mãe que alimentava seus filhos:

“hoje não podemos mais entrar no rio e não temos mais paz por causa da lixeira que contamina o rio, e os poços que já estão contaminados. Antes a água aqui da região era boa, cheia de minador. As fontes hoje não se pode mais usar, está contaminado”.

A lixeira que a moradora se refere e a lixeira de Nossa Senhora do Socorro localizado no Bairro Palestina:

“Nunca pode um rio acabar e esse daí acabou. Eu não posso levar meus filhos e netos para o rio porque já não tem como. A vida da gente era aquele rio, é o que digo sempre a minha vizinha”.

A busca de elucidar o saber dos moradores, que residem às margens dos rios que formam a Bacia do Poxim, quanto aos problemas relacionado a esse corpo d'água e verificar as transformações ocorridas ao longo dos anos a partir dos seus relatos, nos dá a sensação de que se trata de um problema irreversível.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas ambientais evidenciados na pesquisa trouxe a perplexidade de quão degradante é a situação do rio Poxim. As interpretações dos moradores a cerca do processo de degradação desse recurso apresentam-se como um quadro de referências ambientais que não deve ser desprezado. O conjunto desses relatos revela a importância crescente da participação das comunidades preocupadas em um uso sustentável para os recursos hídricos. Cobram atitudes concretas dos órgãos ambientais que favoreça a revitalização do rio Poxim.

Diante dos cenários apresentados de insustentabilidade ambiental, os quais estão elencados as situações de degradação e escassez da água do rio Poxim. São necessários mecanismos para ampliação da participação dos atores sociais nos processos locais de uso e acesso a água, apresentando-se como aspecto fundamental na obtenção de resultados positivos para a preservação desse manancial.

As falas dos moradores mostram que o rio Poxim era limpo, entretanto, hoje suas águas estão nas palavras proferidas pelos mesmos, “a cada dia uma poluição”, os peixes escassos, contaminados, impróprios para consumo. Em suas águas podia pescar e nadar. Suas águas eram propícias para o lazer, davam bons peixes, sem falar na paisagem. Assim, os vários olhares perceberam uma mesma história de sujeitos que sonharam, cresceram, esperaram e sofreram com as mudanças ocorridas no rio Poxim. Tais olhares, vindos das lembranças permitiram-nos ir além do que as pesquisas apontam sobre a situação do referido rio. Portanto, pode-se dizer que o rio Poxim carece de uma efetiva interseção entre política ambiental e a política.

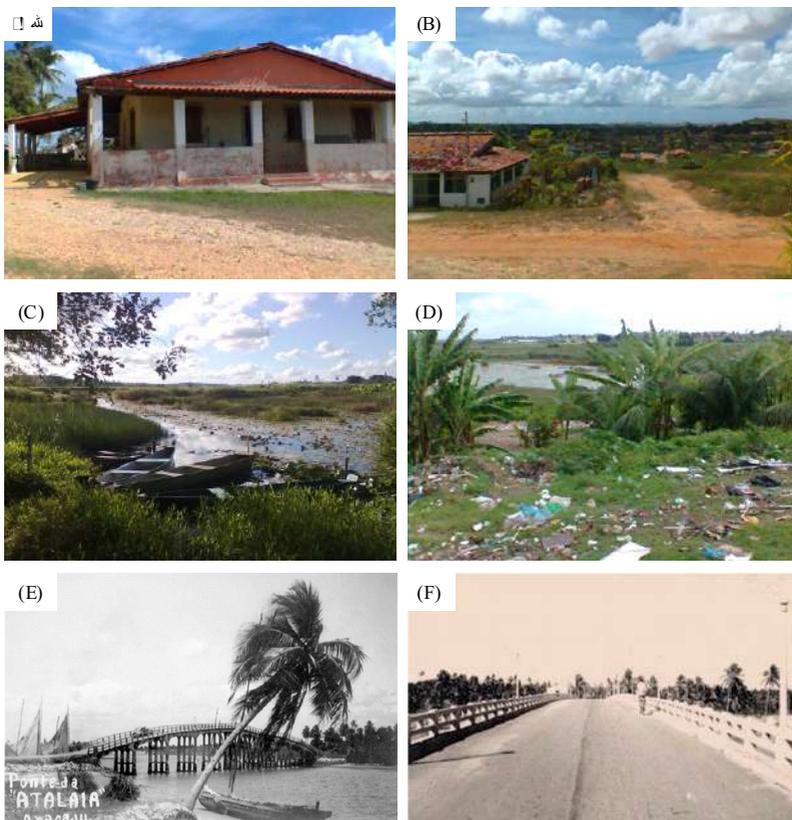


Figura 1. Casa de Ruthe Dulce. Antigo Sítio Quendera (A). : Margem do rio Poxim no Santa Maria (B). Margem do rio Poxim no bairro Eduardo Gomes (C). Barcos de pescadores no rio Poxim no bairro Eduardo Gomes (D). Lixo a Céu aberto as margens do rio Poxim no bairro Juscelino Kubitschek sobre rio Poxim (E) Ponte

Fonte: Arquivo Pessoal, 2012. *Figura (E) e (F). Arquivo Aracaju 154 anos. Disponível em:<http://www.aracaju.se.gov.br/154anos>.



Figura 2. Lançamento de esgoto no rio Poxim. Bairro São Conrado. (A). Rio Poxim nas mediações do bairro São Conrado. (B). Ponte sobre rio Poxim Mirim, margem desprotegida. (C). Rio Poxim-Açu, ausência de mata ciliar. (D). Lixão nas proximidades do rio Poxim em Nossa Senhora do Socorro. (E) Lixão nas proximidades do rio Poxim em Nossa Senhora do Socorro (F). Fonte: Arquivo Pessoal, 2012.



Figura 1. Casa de Ruthe Dulce. Antigo Sítio Quendera (A). : Margem do rio Poxim no Santa Maria (B). Barcos de pescadores no rio Poxim no bairro Eduardo Gomes (C). Lixo a Céu aberto as margens do rio Poxim no bairro Eduardo Gomes (D). Antiga ponte do Atalaia sobre rio Poxim (E) Ponte Juscelino Kubitschek sobre rio Poxim (F).

Fonte: Arquivo Pessoal, 2012. *Figura (E) e (F). Arquivo Aracaju 154 anos. Disponível em:<http://www.aracaju.se.gov.br/154anos>.

REFERENCIAS

AGUIAR NETTO, A. O. et al. Cenários dos corpos d'água na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-Sergipe, na zona Urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo. 2007.

_____, A. O. et al. Descrição geral da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. **In: Diagnóstico e avaliação ambiental de sub-bacia hidrográfica do rio Poxim**. Relatório Interno UFS/FAPESE, Aracaju, 2006. Disponível em:

ARAÚJO, H. M. de. **Cobertura vegetal, uso do solo e ocupação da terra na bacia costeira de Sergipe**. Egal, 2009.

BAIXINHO, Tonho. Poxim. **Tributos aos rios Sergipanos**, faixa 08, Produção ;Osmário Santos. s/d.1 CD-ROM.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 05 de maio de 2012.

_____, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965.

FRANÇA, V. L. A. **Aracaju: estado e metropolização**. São Cristóvão: Editora da Universidade Federal de Sergipe, 2007. 253 p.

FRANCO, E. **Biogeografia do Estado de Sergipe**. Aracaju. Editora SEEC, 1983.

FELIX, F. F.; SILVA, Marinoé Gonzaga da. Aspecto sócio ambiental da bacia hidrográfica do rio Poxim: Percepção ambiental do povoado parque dos faróis -SE. **Fórum Ambiental do alta Paulista**. V.03. 2007.

FERREIRA, R. A. et al. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. **Revista Árvore**, v. 35, n2, mar/abr. 2011.

LIMA, J. H.; PINTO, J. E. S. S. **Estudos climatológicos da microbacia do rio Poxim (SE)**. Relatório final do Programa Institucional de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq/UFS, 2004, São Cristóvão - Se. 63 p

RIBEIRO, N. M. G. **Transformações do Espaço Urbano: o caso de Aracaju**. Recife: FUNDAJ, editora Massangane, 1989.

RICCIDOS, S. R. **Crise hídrica na irrigação: o caso do ribeirão (MG) Brasília**: Universidade de Brasília 2007. (Dissertação de mestrado).

RISÉRIO, A. **Uma história do Povo de Sergipe**. Aracaju: Seplan, 2010.

SANTANA, J. L. **História do Saneamento Básico de Sergipe**. Sergipe: Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, 1999.

SANTOS, C.O. PINTO, J.E.S.S. Indicadores: Ferramentas de avaliação da qualidade e sustentabilidade. IN: CARVALHO, D.M. (org). **Desenvolvimento territorial, agricultura e sustentabilidade no nordeste**. UFS, 2010, pp. 15-43.

SERGIPE. Diagnóstico Socio-ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim-Mirim, Sergipe. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 4, p. 389-397, out./dez., 2008.

SILVA, A. S. et al. **Índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA_ÁGUA): municípios da região do entorno do rio Poxim, SE**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004.

SOARES, J. A. **O rio Poxim, processos urbano e meio ambiente**. UFS/Gestão de Recursos Hídricos em meio ambiente, 2001. 67 p. (Monografia de Especialização).

VASCO, A. N. et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

Incorporação dos recursos naturais e impactos ambientais da urbanização na bacia do rio Poxim, Sergipe (1980-2010)

Lílian de Lins Wanderley¹
Maria da Graça Vargas Aguiar²

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta resultados de estudos realizados na área conurbada dos municípios de Aracaju e São Cristóvão, situada na Bacia Hidrográfica do rio Poxim, cuja superfície se define por um recorte espacial que integra o Bairro Jabotiana, em Aracaju, capital do Estado, a uma parte do município de São Cristóvão, a Macrozona Urbana 2-Grande Rosa Elze, polarizada pela capital e espacialmente distanciada da sua sede municipal, a cidade de São Cristóvão, situada em outra bacia hidrográfica.

Estas áreas formam, em conjunto, um polígono limitado ao sul pela Ferrovia Norte-Atlântica, que corta a parte sul do Bairro Jabotiana, ao leste pela Av. Tancredo Neves a norte pela Av. Marechal Rondon. Para oeste ultrapassa os limites de Aracaju com S. Cristóvão e chega até o limite oeste da Macrozona Urbana 2-Grande Rosa Elze, conforme definida pela Lei 044/2009 que consolida o Plano Diretor Participativo de São Cristóvão (S. CRISTÓVÃO, 2009).

Informalmente, as referências ao bairro distinguem a Jabotiana Norte, polarizada pelo trecho norte da Av. Tancredo Neves e pelo trecho

¹Doutora em Geografia. Professora associada da Universidade Federal de Sergipe (UFS) email:lilianwanderley@uol.com.br

²Socióloga. Técnica em Pesquisa do Governo de Sergipe. E-mail: mgvaguair@hotmail.com

leste da Av. Marechal Rondon, da Jabotiana Sul, polarizada pelo trecho sul da Av. Tancredo Neves, pelo Bairro Inácio Barbosa e vias de circulação como Estrada da Jabotiana e Estrada da Cabrita.

Na chamada Jabotiana Sul, os elementos espaciais de maior visibilidade são os novos prédios residenciais da margem oeste da Av. Tancredo Neves, os trilhos da Ferrovia Norte Atlântica, que se estendem da Avenida Augusto Franco para o sul e cortam a linha divisória de Aracaju com S. Cristóvão, o rio Poxim, os conjuntos Sol Nascente, JK, Santa Lúcia, o Cemitério Colina da Saudade, e os quarteirões do Largo da Aparecida, também na margem esquerda do rio Poxim, onde moradias de invasão vem dando lugar a edifícios residenciais.

Já na Jabotiana Norte, também sobre terrenos a oeste da Av. Tancredo Neves, destacam-se Revendedora de Veículos Toyota, a Faculdade Pio X, oficinas e galpões industriais e armazéns que se alinham na margem dessa avenida, onde antes se registravam apenas as sedes institucionais da ACADEPOL, do SET-SENAT, do CENAM e a da FUNASA. Atualmente, condomínios residenciais recém - edificados se instalaram nessa mesma margem, configurando um espaço construído e de elementos naturais com forte presença do rio Poxim (Figura 1).

O polígono da área de estudo se complementa com a Macrozona Urbana 2 -Grande Rosa Elze, situada após o limite de Aracaju com São Cristóvão, integrada ao bairro Jabotiana pela Av. Marechal Rondon, pela Avenida CHESF e pela Estrada da Jabotiana, sendo composta, assim como em Jabotiana, de elementos naturais e elementos construídos, com destaque para a Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, denominada Campus São Cristóvão e conhecida como Campus UFS (Figura 1). Também nesta parte o rio Poxim é o eixo central das relações ambientais, enquanto a rede viária esco, simultaneamente, para Aracaju e

para a Grande Rosa Elze a população assentada nos núcleos principais de povoamento: conjuntos habitacionais Eduardo Gomes, Luís Alves, Tijuquinha, Jardim Universitário, loteamentos Rosa Elze e Rosa Maria, condomínios residenciais e povoados, entre estes o Madre Paulina, o Barreiros e o Várzea Grande.

Como uma contribuição no âmbito dos estudos urbano-ambientais, esta pesquisa tem como objetivo geral fornecer um panorama do uso e incorporação dos recursos naturais ocorridos nas três últimas décadas e analisar o processo de urbanização e os impactos decorrentes. Em termos específicos, foram focados os vetores da urbanização, o uso dos recursos naturais, a degradação da paisagem e a deterioração dos mananciais, pretendendo ser esta mais uma contribuição ao tema Bacia do Poxim.



Figura 1. Grande Rosa Elze e Jabotiana: principais elementos urbano-ambientais.

Fonte da ortofotocarta: SERGIPE, 2004.

2. BASE CONCEITUAL E MATERIAIS DA PESQUISA

Com uso de ortofotocartas de escala 1:5 000 (SERGIPE, 1979, 2004), de imagens de satélite (GEOEYE, 2010), de trabalho de campo para obtenção de informações primárias, de fotografias terrestres e do uso de dados secundários de órgãos oficiais e empresas, foi analisado o

crescimento urbano da área de interseção Aracaju-São Cristóvão, que em 1980 se constituíam, oficialmente, como parte das respectivas zonas rurais.

O estudo abrangeu o período de 1980 a 2010, quando teve lugar um processo particular de conurbação, pois envolveu a cidade de Aracaju e um núcleo urbano do município de S. Cristóvão, territorialmente fragmentado e distanciado 16km desta sede municipal.

A conurbação de cidades vem acontecendo em muitos municípios brasileiros, configurando-se espacialmente na unificação da malha urbana de dois ou mais centros urbanos, em decorrência de seu crescimento horizontal. Na Grande Aracaju esse fenômeno vem ocorrendo há cerca de vinte anos, já estando incorporado ao Sistema Integrado de Transportes e levado em conta na *Lei Complementar Estadual nº 25 de 29 de dezembro de 1995*, que criou a Região Metropolitana de Aracaju (SERGIPE, 1995).

As interações com base nos transportes e na mobilidade da mão de obra, como geradores de movimentos pendulares que servem à conurbação, refletem nesse caso, uma particularidade: a Grande Rosa Elze e não a sede da cidade de S. Cristóvão engendrou junto com Aracaju o processo de conurbação, lastreado por vínculos com essa capital e sua posição adjacente ao Bairro Jabotiana.

Para Villaça (1998), a fusão de áreas urbanas chamada de conurbação envolve o aspecto espacial e pode ocorrer por diversos processos de absorção, através dos quais pequenos núcleos urbanos são integrados a um município, significando que “[...] uma cidade começa a absorver outra quando passa a desenvolver com ela uma intensa vinculação socioeconômica. Esse processo envolve uma série de transformações tanto no núcleo urbano absorvido como no que absorve” (VILLAÇA, 1998, p.51).

Nessa área hoje unificada que integra o Bairro Jabotiana e a Grande Rosa Elze, um estoque de recursos de solo, vegetação, unidades de relevo, recursos minerais e mananciais superficiais e subterrâneos foi afetado pelo processo conjunto de urbanização ou incorporado pelo setor imobiliário e da construção civil, que de forma direta ou indireta atuaram como insumidores e processadores desses recursos naturais, nesta parte da bacia do rio Poxim.

Segundo Venturi (2006, p.15) “[...] os recursos naturais são componentes da paisagem geográfica, materiais ou não, que ainda não sofreram importantes transformações pelo trabalho humano e cuja origem independe do Homem, aos quais foram atribuídos, historicamente, valores econômicos, sociais e culturais. Portanto, só podem ser compreendidos a partir da relação Homem-Natureza”. Nessa perspectiva, essa relação de valor do recurso natural ocorre diretamente pela demanda da sociedade, sendo comum que algumas áreas incorporadas no processo de expansão urbana tenham sido antes afetadas negativamente pelo uso industrial, lavra mineral, agricultura degradadora ou até por disposição de resíduo tóxico. Esse estado de desvalorização perdura até quando a escassez de terrenos expande a demanda por moradia ou negócios para essas áreas, inserindo-as, por essa razão, no mercado imobiliário.

Na trajetória urbana desses dois espaços que em 1980 ainda eram zonas rurais de Aracaju e de S. Cristóvão, a Jabotiana já detinha, em parte, uma malha urbana consolidada nos conjuntos Sol Nascente, JK e Santa Lúcia e na própria invasão do Largo da Aparecida, embora grandes áreas de terrenos ainda se encontrassem desocupados, tanto na Jabotiana Norte quanto na Jabotiana Sul.

Fenômeno semelhante ocorria na Grande Rosa Elze, mas as duas referidas malhas não se tangenciavam, uma vez que se posicionavam diagonalmente, tendo entre si um estoque de terrenos ruralizados pertencente a ambos, interpostos pelo curso do rio Poxim e sua planície fluvial.

Segundo Rocha et al. (2011), o rio Poxim detém um cenário típico para análise desses impactos ambientais, em particular nos últimos cinco anos, quando ocorreu um intenso fluxo de ocupações irregulares, indústrias, serviços e sistemas residenciais nas proximidades de sua calha de drenagem e muitas vezes na sua Área de Preservação Permanente (APP). Nesse contexto de vulnerabilidade ambiental sob a pressão de demandas por habitação à base de financiamento público, são oportunas as preocupações com a concentração urbana e seus efeitos, manifestadas por Tucci, Hespanhol & Cordeiro Netto (2003), que seriam: a degradação ambiental dos mananciais, o aumento do risco das áreas de abastecimento por conta da poluição orgânica e química, a contaminação dos rios por

esgotos doméstico, industrial e águas pluviais, a geração de enchentes urbanas pela ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem, e a insuficiência de coleta e disposição do lixo.

Cabe aqui um paralelo entre essas preocupações e a área de estudo: os atributos do meio natural, constituídos pelas unidades geomorfológicas e pela forte presença do rio Poxim e seus recursos naturais associados, em face da pressão da ocupação e do uso dos recursos minerais, incorporaram problemas ambientais que, por não terem sido contemplados com soluções adequadas pelo poder público, ainda acompanham a marcha urbana para oeste da cidade de Aracaju.

3. CAMINHOS DA URBANIZAÇÃO

A área de estudo compreende, de um lado, um espaço claramente aracajuano, que materializou espacialmente a marcha para oeste da expansão urbana da capital, precedida pelo advento da Cidade Universitária ou Campus UFS, em terras de S. Cristóvão, e do incipiente núcleo habitacional conhecido como Rosa Elze, hoje expandido e formalizado no Plano Diretor Participativo como Macrozona Urbana2-Grande Rosa Elze, pela Lei 044/2009 (SÃO CRISTÓVÃO, 2009).

Tomando-se o ano de 1980 como um marco desse estudo, vê-se que essa área, situada a oeste da capital, ainda permaneceu por muito tempo como espaço rural do município de Aracaju, mesmo após a Lei No. 873/82, que delimitou os bairros desta cidade (ARACAJU, 1982), eliminando oficialmente a zona rural. Após essa lei, o Censo Demográfico de 1991 não mais contabilizou população rural, mas essa continuada ruralidade da Jabotiana ainda se sustentava nos sítios de coco e fruteiras e em algumas propriedades de gado produtoras de leite ou meramente especulativas, junto àquelas com mineração de cascalho e areia, às quais se devem muitos dos impactos ambientais e das transformações na paisagem do Bairro Jabotiana.

A ortofotocarta da Figura 2 (SERGIPE, 1979) oferece um panorama retrógrado desse espaço rural ainda preservado, tendo no centro o rio Poxime nos lados as avenidas Marechal Rondon e Tancredo Neves, que limitam o norte e o oeste do Bairro Jabotiana. O Campus UFS, em fase de

implantação, já sinalizava a futura Grande Rosa Elze e nesse ano de 1979, a oeste da Av. Tancredo Neves, já funcionavam a lavra de areia da Várzea da Canoa e da Fazenda Boa Esperança, a lavra de cascalho da Fazenda Bonsucesso e a do Morro da Jabotiana, na Jabotiana Sul, que hoje se acha desmontado e substituído por edifícios.

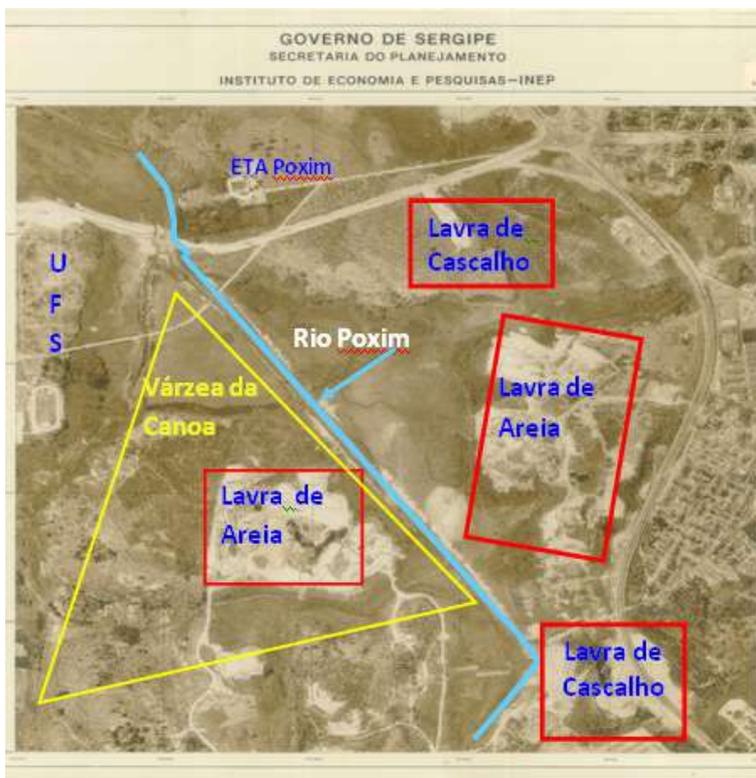


Figura 2. Área de Estudo: em 1979, Zona Rural de Aracaju e S. Cristóvão, entre a Av. Tancredo Neves e o Campus da UFS, com raros núcleos de povoamento. Presença do sistema hidrográfico do Poxim. Pastagens, vegetação natural e lavra de areia e cascalho, em fase adiantada de exploração. Pista da Av. Tancredo Neves, a leste, e pista da Av. Marechal Rondon, a norte. Junto ao Poxim, a Estação de Tratamento de Água da DESO, a ETA Poxim.

Fonte da ortofotocarta: SERGIPE. Secretaria de Planejamento, 1979.

Em paralelo com a extração dos recursos minerais pela construção civil, a dinâmica da ocupação do solo rural revertia-se, agora direcionada à urbanização, como se pode deduzir de Souza (2009), que registra ter ocorrido, na década de 1970, a venda de 9.491 lotes de 23 loteamentos para moradia urbana, implantados em terrenos próximos do Campus UFS, dentre estes os loteamentos Rosa Elze e Rosa Maria, seguidos do Jardim Universitário I e II e do Recanto dos Pássaros, hoje congregando cerca de 1.000 casas.

Prosseguindo, em 1984, a COHAB- Companhia de Habitação de Sergipe adquire terras no imóvel rural Sítio Cheiroso, a oeste do Campus UFS, em terras de S. Cristóvão, e inicia a construção do Conjunto Habitacional Brigadeiro Eduardo Gomes (Figura 3-F), com 3.109 moradias, e do Conjunto Lafayette Coutinho, em 1992, com 504 unidades (SOUZA, 2009). Nesse mesmo ano, pela Lei Municipal No. 16 de 13 de dezembro (S. CRISTÓVÃO, 1984), essa área é oficializada Zona de Expansão Urbana, legitimando os caminhos para a consolidação futura da Grande Rosa Elze.

Nesse contexto evolutivo de incorporação dos recursos naturais pelo crescimento da malha urbana, o surgimento de equipamentos sociais diversos nos conjuntos Lafayette Coutinho, Luís Alves e Loteamento Tijuquinha motivou a instalação de uma Sub-Prefeitura no Rosa Elze (Figura 3C), e com esta se oficializou a condição urbana dessa parte fragmentada do Município de S. Cristóvão.

Nos trinta anos contados de 1980 para 2010 alguns elementos atuaram como impulsionadores da valorização do solo e integradores de espaço como vetores da dinâmica da ocupação e da urbanização. A cidade Universitária ou Campus UFS, construída em terras da Fazenda Santa Cruz e inaugurada em 1980, foi o marco definidor dessa nova área urbana e impulsionadora da valorização do solo e dos fatores da dinâmica social e econômica, nesse incipiente núcleo urbano do Loteamento Rosa Elze, como moradia, comércio e serviços. Seu continuado desenvolvimento atraiu novos moradores provindos de Aracaju, de S. Cristóvão e de outros municípios, atingindo o status de Macrozona Urbana de São Cristóvão.

Segundo informações da SECOM/UFS, em 2010, funcionavam no Campus cento e duas opções de cursos, ocupando três turnos em pelo menos 10 meses por ano. Embora variando por turno, o Campus, praticamente, não pára, uma vez que às 18 horas já se movimentam os que deixam e os que adentram para as aulas noturnas, que às vezes avançam até às 11 horas da noite.

A população do Campus chega e sai, majoritariamente, por transporte coletivo, via Terminal Rosa Elze (Figura 3C), enquanto os veículos particulares estacionam dentro do Campus, com fluxo de chegada e saída pela guarita da Av. Marechal Rondon, e em todo o momento é acrescido de veículos de passeio, motos, táxis, ônibus, carroças, topiques e caminhões pesados que circulam da Av. Gov. João Alves Filho/Rodovia João Bebe Água/Rodovia Marechal Rondon, na direção de Aracaju - Grande Rosa Elze e vice-versa.

Essa população flutuante composta por alunos, professores, funcionários e prestadores de serviços, que totalizavam 19.411 pessoas em 2010, vem exercendo pressão de demanda por moradia e serviços, já existindo um expressivo número de funcionários e alunos residindo nos novos condomínios da Grande Rosa Elze e da Jabotiana. Como consequência desse processo, foram implantadas vias articuladoras e providenciado o funcionamento do Sistema Integrado Metropolitano de Transportes, comandado pelos seguintes acessos:

Avenidas Tancredo Neves e Marechal Rondon-já existentes em 1979, como se vê na Figura 2. A primeira delimita o Bairro Jabotiana pelo leste e dela derivam os principais acessos à Jabotiana e à Grande Rosa Elze. A segunda começa, perpendicularmente à primeira, no viaduto da Av. Tancredo Neves, e prossegue até a Rótula Lions, no final da Av. Marechal Rondon (Figura 3D), após passar em frente à guarita do Campus, servindo de limite norte ao Bairro Jabotiana.

Av. Gov. João Alves Filho - considerada como uma via arterial do Plano Diretor Participativo de São Cristóvão, de 2009, inicia-se na Rótula Lions e separa o Loteamento Rosa Elze do Campus Universitário, desenvolvendo-se o sentido norte-sul, com traçado paralelo à cerca limite do Campus, e contornando-o pelos fundos até a Av. CHESF. Essa pista

continua para oeste com o nome de Av. José Conrado de Araújo até articular-se com a Rodovia João Bebe Água, distante do Terminal de Integração cerca de 2,5km.

Rodovia João Bebe Água ou SE-065 -representa uma continuidade para oeste das avenidas Governador João Alves Filho e José Conrado de Araújo, começando a 2,5km do Terminal de Integração da Grande Rosa Elze e terminando na cidade de S. Cristóvão. A expansão dos negócios imobiliários com financiamentos oficiais alcançou os terrenos marginais a essa rodovia, tanto para oeste do Conjunto Eduardo Gomes quanto para o sul, entre a pista e a Avenida CHESF, agora em célere ocupação por prédios residenciais populares e de classe média. A duplicação dessa rodovia representa novo suporte ao crescimento do tráfego atual e maior integração interna da Região Metropolitana de Aracaju.

AvenidaCHESF-trata-se de uma pista não pavimentada e sobre a faixa de domínio da linha de transmissão da CHESF/Gasoduto Petrobrás, separando o Loteamento Rosa Elze do Loteamento Rosa Maria, onde cruza a Av. Gov. João Alves Filho e prossegue para o sul até o Bairro São Conrado. Mesmo precária, serve ao escoamento do tráfego da Grande Rosa Elze para os bairros da zona sul e Zona de Expansão de Aracaju, funcionando também como eixo de acesso a inúmeros condomínios, recentemente construídos ao longo da Rodovia João Bebe Água. Sobre essa avenida será construída a Linha Vermelha, que ligará a rótula da BR-101/BR-235 ao Bairro São Conrado, ao Bairro Santa Maria e a Praia de Aruana(Figura 3D), sendo um vetor de expansão da Grande Rosa Elze para o sul, integrando-a às praias da Zona de Expansão.

Estrada da Jabotiana - segue direção oeste – leste, cruzando a Av. CHESF em traçado sinuoso e com aclives e declives topográficos sobre leito de chão batido ou com precário revestimento. Serve aos povoados Várzea Grande e Santo Inácio e à ocupação junto ao Sítio São João e Chácara Santa Luzia, mantendo esse mesmo traçado até o sul do Bairro Jabotiana, mais precisamente até o Conjunto Santa Lúcia, precedido por diversos prédios residenciais, concluídos ou em construção, à margem dessa estrada.

Fotos da Figura 3 mostram o Terminal de Integração da Grande Rosa Elze (A), uma rua do Conjunto Eduardo Gomes (B), a Sub-Prefeitura (C), a Av. CHESF (D), o Residencial Vila Vitória, na Av. Marechal Rondon (E) e o Conj. Eduardo Gomes (F).

As fotos G a L retratam o *boom* imobiliário da Jabotiana Norte, com acelerada ocupação por prédios residenciais nos terrenos a oeste da Av. Tancredo Neves; nas fotos M, N, O, Q e R se evidenciam a desruralização e a urbanização da parte sul do Bairro Jabotiana, Largo da Aparecida e oeste do Conjunto Santa Lúcia, e os impactos sobre os solos e o relevo; a foto P mostra o avanço sobre a Área de Proteção Ambiental do rio Poxim e a foto S expõe a forte pressão da ocupação sobre esse sistema hidrográfico.

4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO NATURAL

4.1. Mananciais de superfície

De acordo com Pelizzaro et al. (2008), a redução da disponibilidade qualitativa e quantitativa da água tem sido tema de discussões nos meios científicos e políticos e está diretamente associada ao uso e ocupação da terra em face da impermeabilização da superfície do solo e aos processos produtivos nos aglomerados urbanos, ao aumento do escoamento superficial e à geração de efluentes domésticos e industriais.

O rio Poxim, com captação e tratamento na área de estudo, abastece cerca de 30% de Aracaju, sendo o principal coletor natural da drenagem da Grande Rosa Elze e da Jabotiana, e também dos bairros América, Capucho, Inácio Barbosa, São Conrado e Coroa do Meio. Este rio corre dentro da sua ampla planície, tendo na sua margem direita o Campus UFS, os conjuntos habitacionais e os loteamentos da Grande Rosa Elze, estreitando-se próximo da UFS. Nesse trecho o canal se reduz para cerca de 10 metros, com sequência retilínea de direção NO/SE, tendo em sua margem direita a localidade Várzea da Canoas e o Riacho Xoxota, afluente do Poxim que separa Aracaju de São Cristóvão, formando parte da linha limítrofe entre ambos.

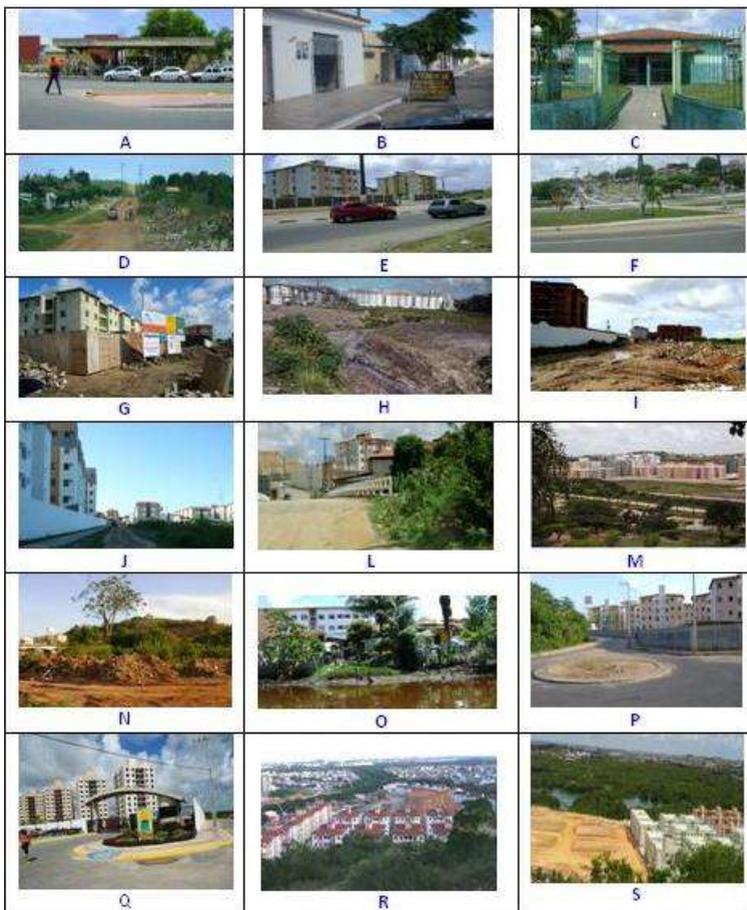


Figura 3. Urbanização da Grande Rosa Elze (A-F) e do Bairro Jabotiana (G-S), com impactos sobre o relevo e o sistema hídrico do Poxim.

Fonte: Pesquisa dos autores, 2010.

Pela margem esquerda o Poxim recebe um afluente, aqui denominado Riacho Principal, e outros riachos secundários, que servem de canais de drenagem das águas da Av. Tancredo Neves para o Poxim. Na altura do Largo da Aparecida e do Conjunto Sol Nascente, na Jabotiana Sul, o Poxim muda o seu curso para a direção NE/SO, daí seguindo até o final dos conjuntos JK e Santa Lúcia, e deixa o Bairro Jabotiana,

prossequindo para o Bairro InácioBarbosa, continuando sob a ponte da Farolândia até a confluência com o rio Sergipe, na Praia do Bico do Pato, junto à Coroa do Meio.

A penetração das águas de marés no canal fluvial acontece a 500-600m a jusante da ponte da Av. Marechal Rondon e a Planície Flúvio-Lagunar, que contorna o seu curso, passa a se constituir uma Planície Flúvio-Marinha, com margens habitadas e bosques de mangues.

Riacho Xoxota - esse riacho deságua no rio Poxim e tem sua nascente nas proximidades do Colégio Estadual Professor Hamilton Alves, no Conjunto Eduardo Gomes, junto à qual se acha a Estação de Tratamento de Esgotos ETE Rosa Elze, pertencente à DESO-Companhia de Saneamento de Sergipe. Esta ETE recebe e trata os esgotos domiciliares coletados na Grande Rosa Elze, gerando um efluente que é lançado nas águas do Riacho. Após o ponto de lançamento, o Riacho recebe outro afluente, que nasce nesse Conjunto, e que transporta poluentes recebidos por diversos domicílios e estabelecimentos não ligados à rede coletora da DESO. A jusante desse ponto, antes da confluência com o Poxim, o Riacho Xoxota ainda recebe o efluente de outra Estação de Tratamento, a da Cidade Universitária/UFS, que opera há trinta anos e processa atualmente uma carga orgânica produzida por 20.000 frequentadores diários. Segundo informações da Prefeitura do Campus, não há monitoramento desse equipamento, mas já foram constatados problemas de assoreamento e contaminação acima dos limites legais. Esses despejos não afetam a ETA Poxim - Estação de Tratamento de Água Poxim, da DESO, que está localizada a montante desses lançamentos.

Riacho Principal do Poxim- esse afluente da margem esquerda do Poxim nasce noBairro América e segue sob a pista da Av. Tancredo Neves, fluindo para o canal do Poxim com direção oeste-leste paralela à Av. Marechal Rondon, recebendo os efluentes da sede da Petrobrás, da Faculdade Pio X e de outros estabelecimentos, de condomínios em construção na margem oeste da Av. Tancredo Neves, do Residencial Vila Vitória e de sedes de empresas de transportes na margem da Av. Marechal Rondon. Sua importância no sistema hidrográfico urbano do Poxim decorre de ser o principal corpo hídrico natural receptor das águas de drenagem dos novos empreendimentos da Av. Tancredo Neves, já

mostradas nas fotos **G, H, I, J e L** da Figura 3. Sua importância também é atribuída à função ambiental da sua planície fluvial, preenchida por vegetação de várzea e por associação de mata nativa, espécies exóticas e mangue, que pode ser visualizada na Figura 3S. Além desse, o Riacho do Largo da Aparecida é outro coletor de drenagem urbana para o Poxim e tem origem no lado leste da Av. Tancredo Neves, de onde atravessa sob o pavimento, na altura do Posto Gasol e Parque do DETRAN, fluindo sob o pavimento da Rua A dessa invasão, hoje urbanizada, até desaguar no Poxim.

4.2. Geologia e geomorfologia

O enquadramento das unidades geológico-geomorfológicas presentes na área de estudo seguiram a classificação de Santos (1997), conforme se segue.

Planície Flúvio-Lagunar e Planície Flúvio-Marinha (QPm)-

Essa unidade geológica-geomorfológica está relacionada ao Quaternário da Era Cenozóica, do Período Holoceno, ocupa a baixada do Poxim e possui o máximo de 3,0m de altitude, iniciando-se na junção do rio Poxim-Mirim com o rio Poxim-Açu, em terras de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro, estendendo-se até Aracaju.

Como aparece na Figura 1, essa planície se desenvolve no norte da área de estudo, marginando o Terraço Marinho Pleistocênico onde se assenta o Campus UFS e os loteamentos Rosa Elze e Rosa Maria, e se espalha para o sul até a Ponte UFS, seguindo para o Bairro Jabotiana, onde se estreita até o Bairro Inácio Barbosa, já em terras do município de Aracaju, voltando a ampliar-se com a penetração das águas de marés até a foz, na Praia do Bico do Pato, próxima ao Shopping Riomar, em Aracaju. Esta Planície encaixa-se entre o Relevo Colinoso do Barreiras e os Terraços Marinhos, tanto do lado de Aracaju, quanto de São Cristóvão, sendo mais estreita na margem esquerda do Poxim. É formada por várzea e por terrenos emersos de areia e argila ecolonizada por vegetação típica de várzea, sendo receptora da drenagem e se mantém pelos sedimentos trazidos pelo rio Poxim e pela pequena rede de afluentes, dispersados dos Terraços Marinhos e do Relevo Colinoso do Barreiras. A influência das marés começa a cerca de 600m a jusante da Ponte UFS, a partir de onde a

planície flúvio-lagunar assume a condição de **Planície Flúvio-Marinha (QPm)**.

Pela calha do Poxim e canais tributários penetram sedimentos que originam solos paludosos, sob uma alameda de mangue que se amplia na direção dos Conjuntos Sol Nascente, JK e Santa Lúcia, recortada de canais de marés e de canais retificados por antigas obras hidráulicas. Da expansão dessa planície flúvio-marinha toma parte o riacho Principal, que flui em sentido leste-oeste e cujos sedimentos trazidos pelas águas de marés atingem os primeiros níveis da Planície e avançam para montante da sua confluência no Poxim, dando suporte a um bosque marginal de mangues.

Já o **Terraço Marinho Pleistocênico (QPa)** e o **Relevo Colinoso do Barreiras (Tb)**, posicionados em níveis superiores, circundam a **Planície Flúvio - Lagunar** e a **Planície Flúvio-Marinha**. O **Terraço Marinho** pertence ao Pleistoceno da Era Quaternária, enquanto o **Relevo Colinoso do Barreiras (Tb)** tem origem nas formações geológicas do Grupo Barreiras, do Terciário, sendo ambas áreas dispersoras de drenagem para os níveis deprimidos das planícies do Poxim. Os Terraços Marinhos chegam a níveis altimétricos de três a dez metros acima do nível do mar, superfície plana a semi-plana e constituição arenosa, enquanto o Relevo Colinoso do Barreiras, com altitude de até 60 metros, é composto de material areno-argiloso e cascalho. No processo de urbanização, os morros da Jabotiana Sul e os da Jabotiana Norte, representantes dessa unidade geológico-geomorfológica do Terciário, vem sendo desmontados ou terraplenados para construção de prédios, principalmente os condomínios residenciais.

5. DEGRADAÇÃO DA PAISAGEM E DOS MANANCIAIS

5.1. Impactos Sobre o Relevo

As superfícies dos Terraços Marinhos e do Relevo Colinoso do Barreiras foram expostas nos últimos trinta e cinco anos aos impactos da lavra mineral de areia e cascalho e aos da ocupação urbana, com notáveis alterações na paisagem. A mineração começou antes da urbanização, quando predominavam atividades rurais que, à certa altura, associaram-se à extração de materiais para aterros de vários bairros da cidade. No final

dos anos setenta a construção do Campus UFS, da Av. Marechal Rondon e dos primeiros loteamentos impulsionou a lavra desses materiais, sendo a paisagem natural aos poucos substituídas por empreendimentos imobiliários na Grande Rosa Elze e na Jabotiana.

Os Terraços foram reduzidos em superfície e altura pela extração de areia em duas áreas de destaque: na Fazenda Boa Esperança, a oeste da Av. Tancredo Neves, e na Várzea da Canoa, junto à Planície Flúvio- Lagunar do Poxim, a leste do Campus UFS, como retrata a ortofotocarta da Figura 2, de 1979. Essa atividade clandestina feita com uso de escavadeiras e bombas de sucção rebaixou os Terraços para níveis menores de 3,0m, esculpindo desníveis e taludes, encostas e depressões ou chegando a eliminá-los ou separá-los em parcelas, como se pode ver nas fotos **A, B e D** da Figura 6. A consequência principal das escavações, porém, foi o aprofundamento das crateras para mais de 5,0m abaixo da superfície, provocando exposição do lençol freático e subida do seu nível, com formação de charcos extensos e permanentes, mostrados na imagem da Figura 4. Esta imagem de satélite destaca oito charcos formados por essa degradação, sendo os menores passíveis de drenagem e aterramento e os maiores irreversíveis ou de soluções onerosas. Essas condições podem relegar esse espaço ao abandono pelos proprietários e pelo poder público, à ocupação irregular por invasões e à disposição de lixo, como já acontece, já que as jazidas foram esgotadas, sendo agora lavradas por carroceiros com uso apenas de pá e enxada (fotos **E, F** da Figura 6).

Já a lavra de areia da Fazenda Boa Esperança, a oeste da Av. Tancredo Neves, indicada no mapa da Figura 2, foi mais moderada e menos impactante, não originando charcos de magnitude semelhante, pois o desnível topográfico facilitou o escoamento das águas residuárias da mineração para o Riacho Principal e para o Riacho do Largo da Aparecida, e daí para o rio Poxim. Uma parte não escoada, juntamente com os esgotos da ocupação urbana da Av. Tancredo Neves, infiltrou-se e deu impulso ao crescimento e adensamento da vegetação, camuflando as alterações na superfície do solo e na rede de canais naturais, e na de canais artificiais, criados pela mineração. A recente construção de prédios residenciais nesse lado oeste da Av. Tancredo Neves descortinou esses impactos da mineração passada e da ocupação dos anos noventa no sistema de drenagem, já

mostrados nas fotos **G a M** da Figura 3.

O avanço da urbanização determinou o arrasamento do Morro da Jabotiana e de outros, nas proximidades do Largo da Aparecida, do Conjunto Santa Lúcia e da Estrada da Jabotiana, na Jabotiana Sul. A substituição desses morros por condomínios, às margens do Poxim e canais tributários, são mostrados nas fotos **N a S** da Figura 3. Atualmente, esse vetor de urbanização alcançou os terrenos da Várzea da Canoa, o que provocará um *continuum* na urbanização para oeste, uma vez que, persistentes e inevitáveis planos de ocupação pelo setor imobiliário começarão por aterros de alguns desses charcos, mostrados na imagem de satélite da Figura 4, visando a instalação dos futuros condomínios e novos logradouros, conforme descrito por Wanderley et al.(2013).

As fotos **Aa G** da Figura 5 mostram o desmonte do relevo, constatando-se que os charcos da mineração no espaço de interseção Jabotiana-Rosa Elzee os impactos da lavra mineral sobre os solos, a vegetação e os recursos hídricos do sistema Poxim formataram um quadro de profunda degradação ambiental. As recentes operações de nivelamento do terreno e junção de alguns charcos para fins de ocupação foram registrados por Wanderley et al.(2013) e podem representar soluções para o seu adequado aproveitamento (Figura 5).

5.2. Impactos Sobre a Qualidade dos Mananciais

As características da urbanização e dos processos produtivos nos centros urbanos configuram unidades paisagísticas específicas, que podem ser relacionadas à qualidade ambiental, inclusive da água (PELIZZARO et al. 2008). Pela sua importância, a qualidade das águas do rio Poxim é foco de estudos acadêmicos e de permanente monitoramento por parte da DESO, por abastecer cerca de 30% de Aracaju. Sua estação de tratamento de água, a ETA Poxim, localizada junto à Ponte UFS, sofre progressiva pressão da urbanização, seja diretamente ou através de seus afluentes. Como consequência, focos de contaminação foram constatados pela DESO, embora não comprometam a qualidade do tratamento, por ocorrerem a jusante do ponto de captação da água pela ETA.



Figura 4. Impactos ambientais sobre o relevo e os recursos hídricos no espaço de intersecção Jabotiana-Grande Rosa Elze: oito charcos ocupantes das crateras da lava de areia.

Fonte da imagem: GeoEye, 2010. Desenho: LÍlian Wanderley.

Paralelamente, na margem norte da Rodovia SE-065 ou Rodovia João Bebe Água, junto aos loteamentos Rosa Elze, Rosa Maria, Conjunto Brigadeiro Eduardo Gomes e outros conjuntos e loteamentos, situa-se a Estação de Tratamento de Esgotos ETE Rosa Elze, que processa os esgotos domiciliares coletados pela rede pública, despejando-os finalmente no Riacho Xoxota, curso d'água indicado na imagem da Figura 4.



Figura 5. Várzea da Canoa: início das operações de terraplenagem, desmonte de relevo residual, aterramento de alguns charco e preservação de outros, para implantação de condomínios residenciais e logradouros. Avanço da urbanização no sentido leste-oeste Jabotiana-Grande Rosa Elze. Fonte: Wanderley et al., 2013.



Figura 6. Impactos sobre relevo e os recursos hídricos no sistema Poxim: mineração de areia e cascalho e formação de charcos permanentes (A a G). Ocupação de APP, despejos de lixo, desfiguração da drenagem e assoreamento (H a L).

Fonte: Pesquisa de campo, 2010.

Constata-se, porém, que a universalização dos serviços de coleta e tratamento de esgotos não acompanhou o crescimento urbano da Grande Rosa Elze. O sistema de esgotos não foi ampliado, formatando-se uma situação em que, em 2011, eram coletados e tratados os esgotos domésticos de 4.064 residências ou 43,0% do total de habitações da Grande Rosa Elze, não sendo atendidas 5.394 habitações (47%), que lançavam seu efluente em fossas ou nas galerias de águas pluviais. Segundo a DESO (2011), 3.990 das 4.629 residências do Conjunto Eduardo Gomes estavam ligadas à rede coletora, ficando de fora 729 habitações. No Loteamento Rosa Maria, apenas 164 casas das 2.326 habitações estavam ligadas à rede, ficando 2.162 habitações fora do sistema de coleta e tratamento. O pioneiro Loteamento Rosa Elze e outros núcleos avulsos não estavam e nem estão no sistema, no total, a ETE Rosa Elze coletava e tratava o esgoto doméstico de 4.064 domicílios em 2011, o que representava somente 43% dessa comunidade.

Como agravante desse quadro, este mesmo levantamento constatou também que domicílios e estabelecimentos da Grande Rosa Elze jogavam esgotos e dejetos *in natura* em um córrego que deságua no Riacho Xoxota, a jusante da Estação de Tratamento de Esgotos ETE Poxim, sem passar pelo processo de tratamento das lagoas dessa Estação. Apesar desses despejos, acrescidos por aqueles precariamente tratados na Estação de Tratamento de Esgotos da UFS, que também despejam no Riacho Xoxota, não há comprometimentos ambientais decorrentes dos despejos dessa carga orgânica trazida pelo Riacho. Na verdade, não ocorrem misturas com a água do abastecimento público, uma vez que esse Riacho desagua a 1.100m depois da captação e tratamento de água pela DESO.

Contudo, preocupações com possíveis focos clandestinos de poluição de natureza orgânica não doméstica capaz de sobrecarregar o processo de tratamento biológico próprio das lagoas de estabilização da Companhia levaram a DESO a levantamentos na Grande Rosa Elze, que detectaram onze abatedouros de frango, cujos efluentes são lançados irregularmente na rede de águas pluviais que deságua no rio Poxim, com exceção de apenas um abatedouro, que é licenciado pela ADEMA (DESO, 2011).

Outros focos de poluição hídrica já haviam sido constatados, quase dez anos antes, em pesquisa de Daltro Filho; Góis Santos (2002) no trecho a montante da Ponte Poxim UFS: seguindo parâmetros da Resolução CONAMA 20/86, constatou-se valores de coliformes condizentes com a insuficiente infraestrutura de rede de esgotos e drenagem nas comunidades e com focos de contaminação por criatórios de bois e de suínos. Segundo os autores, o resultado é o estágio pré-eutrófico das águas do rio, evidenciado pelo crescimento de vegetação bio-indicadora em grande parte da Planície Flúvio-Lagunar do rio Poxim.

Em 2010, levantamento ambiental do rio Poxim (DESO, 2010), desde a Ponte UFS até a foz, investigou a qualidade hídrica por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e de efluente, efetuadas no Laboratório de Controle de Qualidade da DESO, com uso de amostras de água coletadas em 25 pontos georreferenciados desse trecho. Foram encontrados 10 pontos de despejos de moradias construídas sobre a margem do rio Poxim, a maioria utilizando tubos e canos para descarte de efluentes diretamente no rio. Com base nesses dados, Wanderley, L.L. et al. (2011) consideraram que o subtrecho norte-sul entre a Ponte UFS e o final do Conjunto JK, com extensão de 3.250m, que banha a Jabotiana, é o mais impactado em termos microbiológicos, uma vez que os coliformes totais e os coliformes termotolerantes apresentaram um aumento da ordem de 97,9 % à medida que se vai da Ponte UFS para esse Conjunto. Comportamento semelhante afetou indicadores de poluição como amônia, nitrato, nitrito, fósforo total e oxigênio consumido, cujos valores também aumentaram nessa mesma direção, alcançando o Distrito Industrial e o Inácio Barbosa.

A análise desses parâmetros e a de carbono orgânico total nessa pesquisa feita pela DESO (2010) mostra que o manancial vem sofrendo aumento de carga orgânica por poluição de efluentes domésticos em toda a sua extensão, principalmente no subtrecho dos dez lançamentos de esgoto detectados na pesquisa. Segundo conclusões dessa pesquisa, o que até o momento vem dando resistência ao rio é a influência das marés semi-diurnas, que chega até 500m-600m a jusante da Ponte UFS, e neutraliza, de certa forma, os despejos *in natura* da ocupação do Distrito Industrial de Aracaju, do Bairro S. Conrado e dos conjuntos habitacionais e invasões do Bairro Inácio Barbosa.

5.3. Assoreamento do Poxim

Em todo o trecho de 11.625m que vai da Ponte UFS até a sua foz, trecho que atravessa terras do município de Aracaju pela margem esquerda, o rio Poxim apresenta baixas profundidades e sérios problemas de assoreamento, especialmente no subtrecho que vai dessa ponte ao final do Conjunto JK, onde predominam profundidades entre 0,50m e 1,0m, com estrangulamentos na calha do rio, conforme estudo batimétrico feito pela DESO (2010). Esses dados foram obtidos na campanha batimétrica realizada por essa Companhia, entre setembro e dezembro de 2010, com uso de navegação equipada com sonar e GPS, em uma (1) seção longitudinal iniciada na Ponte do rio Poxim UFS e terminada na Praia do Bico do Pato, na Coroa do Meio, além de 44 seções transversais. O objetivo foi identificar assoreamento nesse trecho do rio Poxim, cumprindo Termo de Cooperação Técnica firmado com a ADEMA para suprir este órgão ambiental de elementos para avaliar a capacidade de recebimento de novos efluentes pela calha do rio, e que serão gerados nos futuros empreendimentos residenciais previstos para a área de interseção Jabotiana-Grande-Rosa Elze.

Por sofrer menor influência das marés, nesse trecho inicial do estuário, o Poxim flui com baixa velocidade da corrente e expõe o fundo raso do seu leito, além de apresentar materiais argilosos de origem exógena em suspensão (WANDERLEY, et al. 2011). Estas conclusões, baseadas no citado estudo batimétrico, apontam ainda que nesse subtrecho de 3.250m de extensão, medidos da Ponte UFS para o Conjunto JK, formaram-se bancos de areia, o que indica incapacidade física de receber novos efluentes e necessidade de dragagem do leito para comportar os despejos de novos sistemas condominiais (Figura 7).



Figura 7. Bancos de areia e cascalho e sólidos em suspensão indicam o grau de assoreamento e a contribuição de sedimentos argilosos de morros marginais.
Fonte: Wanderley; Mendonça Filho & Magalhães (2011).

Além dessas limitações, pode-se afirmar que essa parte da bacia urbana costeira do Poxim se encontra em estado de criticidade, pelo risco de inundação indicado por essas condições físicas e ambientais, o que converge com Rocha et al. (2011). Segundo esses autores, na dinâmica normal de cursos d'água, a diminuição das áreas molhadas, originadas pelo assoreamento ou restrições do canal fluvial devido às construções, deve ser necessariamente compensada pelo extravasamento da calha do rio, provocando inundações periódicas. Nesse contexto, verificou-se localmente que a redução da área molhada em seção do curso do Poxim, no mesmo subtrecho pesquisado pela DESO, é causa de recorrentes inundações que acontecem no Bairro Jabotiana, afetando moradores dos residenciais JK, Sol Nascente e Santa Lúcia, e por fatores considerados por Wanderley (2012) ao estudar os reflexos da urbanização no oeste da cidade de Aracaju e o aporte ambiental sobre os recursos hídricos.

Como agravante do elevado grau de assoreamento do canal fluvial, também constataram Rocha et al. (2011) um grande acúmulo de resíduos como colchões, fogões, geladeiras, sofás, garrafas plásticas e outros lixos, que acabam por diminuir a capacidade de transporte do rio e gerar mais deposição de sedimentos.

Em face desses problemas, a dragagem do leito para aprofundamento e ampliação da calha do rio Poxim, desenhada com base na referida pesquisa batimétrica (DESO, 2010), vem configurando uma solução que tende a ser viabilizada através de parceria entre o Governo do Estado e o setor da construção civil, que breve deverá passar do protocolo formal para a prática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos trinta anos, esse espaço territorial partilhado pelos municípios de Aracaju e São Cristóvão é objeto do presente estudo teve sua base de recursos naturais utilizada como insumo do processo de urbanização, que envolveu uma cidade-capital e uma área fragmentada de um município vizinho, consolidando um processo de conurbação pelo *continuum* da malha urbana e vias de conexão, produzindo grandes transformações na paisagem e no meio ambiente.

Nesse contexto, o expressivo crescimento populacional da Grande Rosa Elze respondeu pelo aumento de 219,2% da população de S. Cristóvão no período de 1980-2010, passando de 24.134 para 77.030 habitantes em 2010, devendo-se essa intensidade à consolidação urbana da Grande Rosa Elze, que em 2010 abrigou uma população residente de 43.837 habitantes (IBGE Cidades, 2010), correspondendo a 57% do contingente populacional total do município.

Já a Jabotiana ou Bairro Jabotiana veio apresentar crescimento notável de 2000 para 2010, quando passou de 9.713 para 17.157 habitantes (76,6%), agregando 7.444 novos moradores. Esse atraso deve-se ao fato de que até o ano 2000 a Jabotiana ocupava posição secundária no processo de conurbação e metropolização Aracaju-S. Cristóvão, em face da grande disponibilidade de terrenos na Zona de Expansão de Aracaju e no Bairro Jardins. O preço elevado dos terrenos, neste último, e as inundações na Zona de Expansão fortaleceram o vetor de crescimento para a Jabotiana, tanto nos

terrenos da Jabotiana Norte, quanto nos da Jabotiana Sul, alcançando para oeste as terras do município de S. Cristóvão. Um fator de peso nesse processo foi a facilidade de acesso a financiamento oficial para casa própria, de meados da década de 2000 até atualmente, que aqueceu o mercado imobiliário e impulsionou a construção de condomínios residenciais para a classe média e outros setores da população.

A dinâmica urbana dos anos 1980 a 2010, seguida da incorporação de espaços e recursos pelo setor imobiliário e a construção civil, impuseram-se, marcadamente, nesta parte da bacia do Poxim. Neste processo, o rio Poxim, coletor principal das águas superficiais e sub-superficiais desse espaço, atraiu as soluções particulares para descarte das águas da mineração, da drenagem pluvial e dos esgotos urbanos. Segundo Wanderley (2012), foram estas soluções que modificaram, em grande medida, o arranjo hídrico natural da área e por conta disso, os canais artificiais, riachos e linhas naturais de drenagem aparentemente se misturam e se confundem, embora se possam distinguir corpos hídricos de maior competência.

Na certeza de que o estoque de terrenos ainda disponíveis continuará a ser incorporado e que o espaço se adensará na perspectiva da ocupação verticalizada, seguem algumas breves considerações finais. As barreiras ambientais, constituídas pela Planície Flúvio-Lagunar e pela Planície Flúvio-Marinha do Poxim, acompanhada da legislação geral que regula as áreas de preservação, podem, ainda assim, não torná-las imunes a ocupações que comprometam tanto o sistema hídrico quanto a paisagem.

Requer-se, portanto, o controle pontuado do espaço em questão e sua delimitação georreferenciada sobre base cartográfica de grande escala devem ser acompanhados de dispositivos legais específicos a serem inseridos no plano diretor urbano de Aracaju e de S. Cristóvão. Tais medidas poderão assegurar maior instrumentação para o controle e a fiscalização pelos respectivos municípios e maior clareza e discernimento aos órgãos ambientais de licenciamento.

Com o foco na atuação dos atores sociais locais, é oportuno ter em mente que grande parte dos Terraços Marinhos e das colinas ou morros do Barreiras já foi suprimida pela mineração ou ocupada por moradias e outros fins. O que resta de morros e colinas já deve estar licenciado para construção, mas os Terraços remanescentes da Várzea da Canoa passaram a receber lixo e, ainda pior, ficaram expostos a invasões, prática muito comum em espaços dessa natureza. A degradação crônica dessa paisagem, composta por oito grandes charcos, conforme mostrados na imagem de satélite da Figura 4, acha-se recentemente submetida a intervenções radicais pela ação empresarial com suporte da engenharia e focada no manejo adequado dos antigos charcos da mineração, iniciativa que foi retratada na Figura 5. Com essa diretriz poderá também assegurar a futura qualidade da paisagem e do ambiente para os novos ocupantes e a viabilidade urbano-ambiental do espaço metropolitano Jabotiana-Grande Rosa Elze.

O crescimento demográfico da Grande Rosa Elze responde pelos altos índices apresentados por S. Cristóvão, com aumento da vantagem dos recursos do Fundo de Participação dos Municípios. A concentração de 43.837 pessoas ali residentes, em 2010, de um total

de 77.030 pessoas em todo o município, dá a esta área a supremacia de abrigar 57% da população municipal, superior ao contingente de 33.193 habitantes (43%) que se distribui pelo restante do município, incluindo a cidade-sede.

É evidente que a Sub-Prefeitura Municipal de S. Cristóvão, sediada na própria Grande Rosa Elze, necessita exercer maior controle ambiental e monitoramento desse espaço fragmentado do território, já que tem se mostrado desaparelhada para o enfrentamento da degradação por focos de poluição hídrica e pontos de acúmulo de lixo em povoados, na Avenida CHESF e em vias de acesso interno da Grande Rosa Elze.

Em termos de consumo humano, a Área não sofre riscos de desabastecimento hídrico, considerando as garantias futuras trazidas pela Barragem do Poxim-Açu. Contudo, não se descartam os riscos à qualidade futura da água captada na ETA Poxim, caso não sejam eliminados os focos a montante da captação, oriundos do crescente despejo dos abatedouros de aves diretamente nesse manancial e do lixo acumulado na sua margem. Nesse quadro de responsabilidades as esferas municipal e estadual devem prevalecer o interesse público na saúde ambiental e os cuidados com a economia empresarial do saneamento, pelos elevados custos do tratamento da água em níveis exigidos pela legislação específica. Nesse contexto, soluções de curto prazo se fazem necessárias à qualidade ambiental e de vida da comunidade beneficiada pelo rio Poxim.



Figura 8. Situação recente da Várzea da Canoa, em comparação com a da Figura 4: supressão de quatro dos oito charcos pré-existentis. Números indicam os charcos remanescente (1 a 3), ficando o charco 4 como aglutinador de charcos menores. Terreno licenciado e terraplenado para implementação do plano empresarial de ocupação residencial.
Fonte: Cnes/Spot Image. Digitalglobe, 2013. Trabalho das autoras, 2013.

Por fim, a questão Jabotiana-Grande Rosa Elze ganha maiores dimensões quando a análise foca a metropolização de Aracaju, já abordada por França (1999) e considerada na *Lei Complementar Estadual nº 25* de 29 de dezembro de 1995, que criou a Região Metropolitana de Aracaju (SERGIPE, 1995). A conurbação Aracaju-S.Cristóvão via Jabotiana-Grande Rosa Elze, que inicialmente foi um fenômeno impulsionado pela moradia popular hoje se apresenta com múltiplas vertentes e sob forte poder de pressão pela indústria imobiliária e da construção civil, em que a demanda residencial para segmentos sociais de classe média é o carro chefe. Na dinâmizada expansão para oeste, a urbanização avança coadjuvada por setores de serviços educacionais, comércio e múltiplos serviços e investimentos em infraestrutura viária para articular e integrar espaços situados em quadrantes estratégicos dessa área metropolitana.

Nesse contexto, o necessário ordenamento e disciplinamento do uso e da ocupação do solo requer a estruturação de um órgão gestor específico e supramunicipal, com atributos de poder para a gestão social, econômica e ambiental do território metropolitano.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabelas especiais do censo demográfico 1980-1991**. Rio de Janeiro, 1991.

_____. IBGE Cidades. **Censo demográfico de Sergipe- 1980**. Rio de Janeiro, 1980. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

_____. **Censo demográfico de Sergipe- 1991**. Rio de Janeiro, 1991. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

_____. **Contagem populacional do Estado de Sergipe- 1996**. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

_____. **Censo demográfico de Sergipe- 2000**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

_____. **Censo demográfico de Sergipe- 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 14 de junho de 2012.

CNES/Spot Image.Digitalglobe, 2013. Disponível em Google/Maplink. Acesso em 5 de julho de 2013.

DALTRO FILHO, José ; GÓIS SANTOS, Denise Conceição de. **Avaliação da qualidade da água do rio Poxim, no entorno da captação da DESO, na Grande Aracaju-Sergipe-Brasil**. IN: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental -1 a 5 de setembro de 2002, Vitória-ES. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Ambiental.

DESO.Companhia de Saneamento de Sergipe. **Levantamento batimétrico e ambiental do rio Poxim**. Aracaju, 2010. Relatório.

_____. **Situação ambiental da ETE Rosa Elze e sua relação com a comunidade.** Aracaju, 2011. Relatório.

FRANÇA, Vera Lúcia Alves. **Aracaju:** estado e metropolização. Aracaju: Editora UFS: Fundação Oviedo Teixeira, 1999. 217p.

GEOEYE [USA:s-n], 2010. Disponível em <wikimapia.org/country/Brazil/>. Acessos em: 28 de outubro de 2010 e 5 de agosto de 2011.

PELIZZARO, P.C et al.. Urbanização em áreas de mananciais hídricos: estudo de caso em Piraquara, Paraná. **Cadernos Metrópole** 19 pp. 221-243 Curitiba, 1º. sem. 2008.

ROCHA, J. C. et al. Um colchão, uma geladeira e uma avaliação dos pontos assoreados, através do levantamento de seções transversais, no trecho urbano do rio Poxim, Sergipe. In: **Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**, IV - 23 a 25 de março de 2011, Aracaju-SE.

SERGIPE. Assembléia Legislativa do Estado de Sergipe. **Lei Complementar Estadual nº 25 de 29 de dezembro de 1995.** Aracaju, 1995. Cópia xerox.

_____. Secretaria de Estado do Planejamento. **Cartografia básica dos municípios litorâneos.** Aracaju: Secretaria de Estado do Planejamento, 2004.

S. CRISTÓVÃO. Câmara de Vereadores de S. Cristóvão. **Lei Municipal No. 16 de 13 de dezembro de 1984.** São Cristóvão, 1984. Cópia xerox.

_____. Prefeitura Municipal de S. Cristóvão. **Lei 044/2009- Plano diretor participativo do Município de São Cristóvão.** São Cristóvão, fevereiro de 2009. Cópia xerox.

_____. Secretaria de Planejamento. **Ortofotocarta**. Folha 79-70-16. Aracaju: INEP, 1979.

SOUZA, B. C. M. F. de. **Desenvolvimento regional e gestão metropolitana**: reflexões a partir da política habitacional na Região Metropolitana de Aracaju. 150p. Dissertação de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos Locais- Universidade Federal de Sergipe, S. Cristóvão, 2009.

TUCCI, C. E. M. et al.. **Cenários da gestão da água no Brasil**: uma contribuição para a “visão mundial da água”. Salvador, 2003.

Disponível em:

<<http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>.> Acesso em 10 de maio de 2012.

VENTURI, Luis Antonio Bittar. Recurso natural: a construção de um conceito.

GEOUSP: Espaço e Tempo, São Paulo, N° 20, 2006-pp.09-17

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998. 373p.

WANDERLEY, L. de L.. Reflexos da urbanização no oeste da cidade de Aracaju e aporte ambiental sobre os recursos hídricos. **Cadernos de pesquisa e extensão desafios críticos - cpedecv**. 10 n. 10 jul./dez. 2012

_____ et al.. A urbanização para oeste da cidade de Aracaju-se: conurbação e impactos ambientais. **Cadernos de pesquisa e extensão desafios críticos – cpedecv**. v. 11 n. 11 jan./jun. 2013

_____ ; MENDONÇA FILHO, C. J. M. e MAGALHÃES, M. J. M. **Levantamento batimétrico e ambiental do rio Poxim, em Aracaju**: uma contribuição ao solucionamento de problemas ambientais e de assoreamento. Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe IV. 23 a 25 de março de 2011, Aracaju-SE.

Aspectos da vegetação ciliar do rio Poxim

Robério Anastácio Ferreira¹
Thadeu Ismerim Silva Santos²
Diogo Gallo Oliveira³

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Poxim é de suma importância para o município de Aracaju, uma vez que esta é uma das principais fontes de abastecimento de água para a capital (FEITOSA e OLIVEIRA, 2006). Apesar de sua significativa importância socioeconômica, observa-se um considerável quadro de degradação, tanto em relação aos seus recursos hídricos, quanto nos aspectos de usos dos solos e na composição e estrutura da vegetação ciliar ao longo dos rios. Mediante esta situação de degradação ambiental observada, faz-se necessário estabelecer medidas mitigadoras que venham a minimizar os impactos ambientais decorrentes da forma de exploração e, ainda, é necessário e premente desenvolver estratégias que possam promover a recuperação e/ou restauração dos ambientes em processo de degradação ou já degradados nesta unidade de planejamento.

Na bacia hidrográfica do rio Poxim que é composta pelos rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga observa-se que nas áreas de nascentes e nas regiões serranas, predominam pequenas propriedades rurais; no curso médio dos rios encontram-se grandes propriedades agrícolas produtoras de cana-de-açúcar e ocupadas com pastagem, na região de sua foz estendem-se as áreas industriais e urbanas. Apesar de toda a sua importância social e econômica, a bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se em alto estado de degradação ambiental, principalmente no que se refere à supressão de sua vegetação ciliar, conforme destacam Ferreira et al. (2011).

¹Doutor em Agronomia. Professor associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS).
Email: raf@ufs.br

²Mestre em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

³Mestre em Ecologia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Para tentar reverter esse quadro de degradação ambiental, faz-se necessário adotar medidas que possam dar suporte às ações de recuperação e restauração ambiental, considerando-se: as diversas formas de uso dos solos; as diferentes tipologias de vegetação características, observadas ao longo dos cursos d'água; os aspectos silviculturais que envolvem a seleção de espécies; os métodos que podem ser usados para acelerar o estabelecimento, o crescimento e o desenvolvimento das espécies implantadas e, ainda, as necessidades econômicas e sociais das comunidades humanas existentes na bacia hidrográfica. Associado ao entendimento das formas de uso e estado de conservação dos ambientes nesta unidade de planejamento, a realização de uma criteriosa análise da vegetação ainda remanescente, por meio dos levantamentos florísticos e das análises fitossociológicas também é imprescindível para subsidiar tais ações (FERREIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

A obtenção de informações sobre a vegetação primitiva, seja por meio de estudos de cenários históricos ou obtendo-se informações já publicadas em literatura é de fundamental importância para uma eficaz recuperação ou restauração ambiental. Na ausência de informações prévias, realizar estudos florísticos e análises fitossociológicas nos fragmentos ainda existentes numa bacia hidrográfica é imprescindível, mesmo que estes não sejam mais fiéis à vegetação original, característica de cada ambiente ou da região.

Neste sentido, uma análise florística visa obter um conhecimento prévio da composição das formações vegetacionais primárias e secundárias, fornecendo subsídios para estudos mais detalhados, enquanto a análise da fitossociologia, que consiste no reconhecimento e definição de comunidades vegetacionais, no que se refere à origem, estrutura, classificação e relações com o meio será fundamental para se entender os ecossistemas (FELFILI E REZENDE, 2003; MARANGON et al., 2007). Com base nestas informações poder-se-á selecionar mais facilmente as espécies potenciais para as finalidades desejadas, em consonância com os ecossistemas característicos dentro da bacia hidrográfica.

Em se tratando de bacias hidrográficas de grandes dimensões, como pode ser considerada a bacia hidrográfica do rio Poxim, para se realizar projetos de recuperação ou restauração de ambientes degradados vários

fatores devem ser entendidos e considerados. De acordo com Lamb et al. (2005), nestas condições, a recuperação ambiental deverá envolver aspectos bem mais complexos ou amplos do que simplesmente observar as particularidades nos sítios pequenos ou pequenas áreas particulares, onde as áreas ciliares estão situadas. Assim, a recuperação deve ser entendida no contexto de paisagem degradada, tornando esta o objetivo mais relevante e, ainda, se faz necessário analisar e considerar outros aspectos também relevantes, além da vegetação nas áreas de preservação permanente.

Alguns dos fatores que devem ser considerados para se realizar um bom planejamento visando à implantação de reflorestamentos para fins de recuperação e/ou restauração de paisagens são: criar a possibilidade de fomentar um arranjo institucional eficiente; observar os aspectos da legislação vigente; realizar um bom policiamento ou monitoramento; fornecer as informações necessárias e dar assistência técnica adequada para os produtores rurais e as comunidades locais que devem estar inseridas nesse processo, sobre as espécies empregadas nos plantios, sobre os aspectos de produção quanto aos valores de mercado e, também, implantar sistemas silviculturais mais eficientes que apresentem resultados mais eficazes e mais rápidos (LAMB et al., 2005).

Nas regiões tropicais, além dos fatores ecológicos e silviculturais, de acordo com Lamb e Lawrence (1993) é necessário que principalmente as condições socioeconômicas das comunidades locais sejam observadas, uma vez que em algumas situações estes fatores podem ser mais críticos na determinação do método mais apropriado para ser empregado.

No estado de Sergipe algumas experiências para recuperação de matas ciliares já foram realizadas com sucesso, podendo-se empregá-las como referência para trabalhos que podem ser realizados na bacia hidrográfica do rio Poxim.

A primeira experiência com esta finalidade foi realizada por Aragão (2009) testando-se métodos de plantio de mudas e uso de semeadura para recuperação de mata ciliar na região do Baixo São Francisco sergipano. Segundo o autor, os dois métodos mostraram-se bastante promissores em se tratando de estabelecimento e desenvolvimento inicial, podendo-se recomendar as espécies testadas para uso em outras regiões onde estas

ocorrem. No Brasil, o emprego do plantio de mudas é predominante como método para recuperação de áreas degradadas, especialmente as que ocorrem em áreas ciliares.

Outra experiência com recuperação de área degradada que também pode ser utilizada como referência para a bacia hidrográfica do rio Poxim foi realizada por Santos (2010) empregando-se espécies florestais por meio de semeadura direta. Neste caso, a autora recomendou o uso deste método com boa probabilidade de sucesso, quando se deseja recuperar áreas degradadas onde é possível o uso desta técnica. Na tentativa de ampliar conhecimentos e difundir o uso da semeadura direta para recuperação de áreas degradadas e ciliares, Ferreira e Santos (2012) fornecem informações sobre seu uso visando elucidar os fatores que podem interferir no seu sucesso ou podem facilitar a adoção da semeadura direta como um método mais simples, mais barato e eficiente para recuperação e/ou restauração ambiental.

Além do uso da regeneração artificial (plantio de mudas ou semeadura direta), outros métodos podem ser empregados com a finalidade de recuperação e/ou restauração de ambientes degradados, tais como o uso da regeneração natural ou plantios de enriquecimento. Deve-se entender que o método mais adequado para a recuperação e/ou restauração de ecossistemas degradados é aquele que é mais eficiente em termos ecológicos e silviculturais, por promover um maior e mais rápido estabelecimento da vegetação e, também que seja mais barato, tornando-se acessível ao maior número de produtores. Como já mencionado anteriormente por Lamb e Lawrence (1993), é necessário que qualquer um dos métodos empregados esteja também em consonância com as condições socioeconômicas das comunidades envolvidas no processo.

2. ASPECTOS VEGETACIONAIS E USOS DO SOLO RELACIONADOS ÀS ÁREAS DE NASCENTES

Nas principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim, em termos de contribuição para a produção de água, encontram-se diferentes tipologias de vegetação, indo desde aquelas onde predominam espécies

caducifólias até aquelas que predominam espécies de Florestas Estacionais Semidecíduais, de acordo com a classificação de Veloso et al. (1991). No entanto, enfatiza-se que na maioria dos ambientes observa-se a predominância de estrato arbóreo (Figura 1 e Tabela 1), conforme mencionado por Ferreira et al. (2006) e Ferreira et al. (2011).



Figura 1. Área de nascente do rio Poxim com vegetação degradada no entorno, no Povoado Cajueiro, município de Itaporanga D'Ajuda - SE.

Fonte: FERREIRA et al., 2006.

Outro aspecto de grande relevância em termos de usos desta bacia hidrográfica está associado à ocupação das áreas de entorno das nascentes. Em se tratando do modelo comum de ocupação das terras em todo o Estado de Sergipe, a agricultura e a pastagem predominam. Com base em trabalho realizado por Ferreira et al. (2011), a partir da classificação de uso e ocupação dos solos das 20 principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim, a agricultura está presente em 50% (10 nascentes) delas, enquanto a pastagem é observada em 35% (7 nascentes), sendo que em 2 nascentes encontram-se as duas atividades conjuntamente. As outras 2 nascentes são ocupadas com outros usos, tais como: lazer (banhos) e uso doméstico (lavar roupas e utensílios).

Tabela 1. Formas de ocupação e uso dos solos no entorno de nascentes e vegetação remanescente na bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado de Sergipe.

Fonte: FERREIRA et al., 2011

N ^o	Coordenadas		Forma de uso do solo			
	Latitude	Longitude	Pastagem	Agricultura	Vegetação	Outros
1	0675991	8802446	X	X	arbórea	
2	0675479	8802676			arbórea (queimada)	
3	0675392	8802664			arbórea (queimada)	
4	0675303	8802618			arbórea (queimada)	
5	0675133	8800040		X	arbórea	X
6	0674499	8801088		X	arbórea	
7	0677383	8802310			arbórea	
8	0684456	8802262		X	arbórea	
9	0684535	8802188		X	arbórea	
10	0688567	8792632		X	Arbórea (regeneração)	
11	0688566	8792636		X	arbórea	
12	0693488	8792888	X		arbórea	
13	0705665	8790622			sem vegetação	X
14	0690802	8798882		X	sem vegetação	
15	0689552	8798156	X		arbórea	
16	0698538	8794926			arbórea	
17	0698745	8793560	X		arbórea	
18	0681310	8800556	X		sem vegetação	
19	0681499	8799596	X	X	arbórea (regeneração)	
20	0681094	8798808	X	X	arbórea (regeneração)	
		Total	7	10	17	2

Como a vegetação arbórea é predominante nas nascentes, este fator poderia condicionar um fluxo perene de água. Porém, verifica-se que no rio Poxim-Açu existe uma mudança entre as estações chuvosa e seca no regime do principal fluxo de água.

De acordo com os moradores do entorno, a nascente principal deste curso d'água era perene. Porém, em trabalho realizado por Ferreira et al. (2006), verifica-se que a nascente principal, situada na Serra do Cajueiro (Figura 2), apresenta fluxo de água apenas no período chuvoso (março a setembro), enquanto no período seco (outubro a janeiro) há um deslocamento de quase 1,5km e o fluxo de água inicia-se a partir de uma nascente secundária, que está situada no Povoado Cajueiro. Esta distinção torna o rio, neste trecho, com um atributo peculiar de intermitência, que é observada no período seco pela ausência de fluxo de água da nascente principal. Provavelmente, esta característica seja decorrente do processo de ocupação, ocasionada pelos constantes e evidentes desmatamentos e queimadas realizadas pela população local (FERREIRA et al., 2011).



Figura 2. Nascente principal do rio Poxim-Açu, na Serra do Cajueiro, município de Itaporanga D'Ajuda – SE, mostrando o seu ponto principal e a vegetação característica de seu entorno, na estação seca, com indícios de queimadas e fortes desmatamentos.

Fonte: FERREIRA et al., 2006.

A nascente principal é classificada como pontual, intermitente e sem raio mínimo de 50m de vegetação em seu entorno, sendo degradada em decorrência de queimadas e retirada da madeira pelas comunidades para diversos usos, tais como: uso doméstico e para consumo da lenha em casas de farinha da região. A declividade na área da serra varia de 25 a 100% (FERREIRA et al., 2011).



Figura 3. Nascente difusa observada no período seco e pequena barragem construída pela comunidade a 50m desta, situada no Povoado Cajueiro, no rio Poxim-Açu, município de Itaporanga D'Ajuda - SE. Fonte: FERREIRA et al., 2006.

Quanto ao aspecto da produção de água, o fluxo da nascente principal é pontual, enquanto na nascente secundária é difusa, apresentando dois pontos de fluxo (Figura 3). As duas nascentes são consideradas degradadas, uma vez que não se observa o prescrito no Código Florestal (Lei 4.771/1965), em função da supressão quase total da vegetação no entorno, restando apenas pequenos fragmentos florestais descontínuos. Considerando-se a nascente principal do rio Poxim-Mirim (Figura 4A), observa-se que esta apresenta bom estado de preservação, com vegetação no seu entorno em raio mínimo de 50m da cobertura vegetal original (Figura 4B) e a nascente é classificada como pontual e perene (FERREIRA et al., 2011).



Figura 4. Nascente principal perene do rio Poxim-Mirim, Povoado Pedrinhas, município de São Cristóvão – SE (A) e Fragmento florestal em área da nascente principal do rio Poxim-Mirim, com raio mínimo de 50m de vegetação no seu entorno, Povoado Pedrinhas, município de Areia Branca – SE (B).

Fonte: FERREIRA et al., 2006.

O fragmento no entorno da nascente apresenta-se com sua vegetação com composição e estrutura pouco antropizada. Deve-se considerar que no fragmento, além da nascente principal, segundo relatos de moradores locais, ainda há vários minantes na parte inferior do curso d'água. Outro fator observado foi que a declividade do terreno na área de entorno da nascente varia de 25 a 45%.

O rio Pitanga apresenta nascente principal localizada em área de mata fechada e com relevo fortemente inclinado. O curso d'água tem nascente pontual, perene e perturbada (presença de vegetação sem raio mínimo de 50m em seu entorno). Ao longo do trecho do rio existem vários

minantes nas regiões mais altas. Apresenta fragmento florestal seguindo o curso d'água, com espécies características da flora regional (Figura 5). A declividade da área corresponde à faixa de 25 a 45%.



Figura 5. Área da nascente perene do rio Pitanga no município de São Cristóvão – SE, mas antropizada e sem raio mínimo de 50m de vegetação (foto superior) e fragmento florestal seguindo o curso do rio (foto inferior), município de São Cristóvão - SE.

Fonte: FERREIRA et al., 2006.

Na região mais baixa do curso d'água, na foz do rio Poxim, localizada na área urbana da cidade de Aracaju, há predominância de formação de manguezais. As localidades ao longo do rio onde se encontram os manguezais mais preservados são as proximidades do Conjunto Inácio Barbosa e do Conjunto Parque dos Coqueiros (Figura 6).

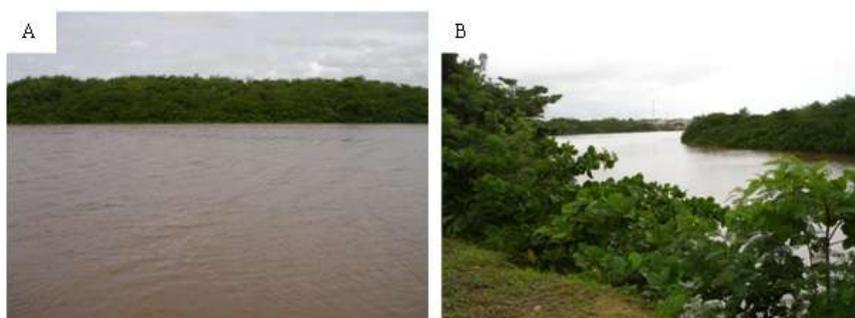


Figura 6. Áreas de Manguezais no Conjunto Parque dos Coqueiros (A) e Conjunto Inácio Barbosa (B), município de Aracaju - SE.

Fonte: FERREIRA et al., 2006.

Segundo Landim e Guimarães (2006), as espécies de maior ocorrência nos manguezais de Sergipe são: mangue vermelho (*Rhizophora mangle* L.), mangue branco (*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn.) e mangue preto ou siriba (*Avicennia* sp). Outra espécie é o mangue de botão (*Conocarpus erectus* L.), encontrado em ambiente de transição entre o mangue e a terra firme.

A partir da classificação das 20 principais nascentes diagnosticadas, observou-se que apenas 2 (10%) nascentes encontram-se preservadas. Associado ao uso e ocupação do solo no entorno destas nascentes há predominância de exploração agrícola e pastoril e supressão da vegetação. Estes fatores ocasionam um acelerado quadro de degradação das nascentes, uma vez que 13 (65%) encontram-se degradadas e 5 (25%) encontram-se perturbadas (Tabela 2).

Quanto ao tipo de reservatório, observa-se que no rio Poxim 15 (75%) das nascentes apresentam-se com fluxo de água pontual e 5 (25%) apresentam-se como difusas. No caso das nascentes difusas, estas ocorrem nas áreas mais planas e de menor declive da bacia hidrográfica.

Tabela 2. Classificação das nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado de Sergipe-SE, quanto ao tipo de reservatório e estado de conservação. Pt – pontual; Di – difusa; Pr – preservada; Pe – perturbada; Dr – degradada. Fonte: FERREIRA et al., 2011.

N°	Latitude	Longitude	Alt. (m)	Reservatório		Conservação		
				Pt	Di	Pr	Pe	Dr
01	0675991	8802446	188	X				X
02	0675479	8802676	238	X				X
03	0675392	8802664	270	X				X
04	0675303	8802618	281	X				X
05	0675133	8800040	161		X			X
06	0674499	8801088	178	X				X
07	0677383	8802310	179		X		X	
08	0684456	8802262	111	X		X		
09	0684535	8802188	107	X		X		
10	0688567	8792632	103	X			X	
11	0688566	8792636	134	X			X	
12	0693488	8792888	54	X				X
13	0705665	8790622	7		X			X
14	0690802	8798882	68	X				X
15	0689552	8798156	74	X				X
16	0698538	8794926	36		X		X	
17	0698745	8793560	20	X				X
18	0681310	8800556	96		X			X
19	0681499	8799596	115	X			X	
20	0681094	8798808	124	X				X
Total				15	5	2	5	13

Entende-se por nascentes perturbadas aquelas que não têm raio mínimo de 50m de vegetação em seu entorno, mas apresentam boa capacidade de autorregeneração. Enquanto as nascentes degradadas não apresentam condições mínimas para se autorregenerar e, neste caso, somente é possível recuperá-las por meio de métodos de regeneração artificiais com o plantio de mudas ou por semeadura direta, a exemplo das experiências realizadas no Estado de Sergipe por Aragão (2009) e Santos (2010).

De acordo com Castro (2001) e Pinto et al. (2005) as nascentes podem ser classificadas quanto ao tipo de reservatório e quanto ao estado de conservação. Para o tipo de reservatório, as nascentes são classificadas em: a) pontuais (quando o fluxo ocorre em apenas um local) e b) difusas (quando o fluxo ocorre em mais de um local). Quanto ao estado de conservação, são classificadas em: a) preservadas (quando apresentam raio mínimo de 50 m de vegetação em seu entorno, de acordo com o código florestal), b) perturbadas (sem 50 m de vegetação, mas em bom estado) e c) degradadas (sem o mínimo de vegetação que exerça a função de proteção).

Em programas futuros na bacia hidrográfica do rio Poxim, em se tratando da necessidade de recuperar o grande número de nascentes degradadas, um dos primeiros aspectos a ser observado está relacionado ao conhecimento da vegetação aí presente. Neste sentido, Ferreira et al. (2011) apresentam uma relação de espécies arbustivas e arbóreas de ocorrência nesta bacia hidrográfica (Tabela 3), de modo a contribuir para uma boa seleção de espécies que podem ser empregadas para fins de recuperação e/ou restauração de nascentes e margens dos cursos d'água. Outros aspectos relevantes também são mencionados pelos autores, tais como: escolha de métodos de regeneração, estratégias metodológicas para acelerar o processo de recuperação/restauração, aspectos socioeconômicos das comunidades, aspectos da legislação e arranjos institucionais necessários para se implantar programas eficientes que visem reverter o quadro de degradação das principais nascentes desta unidade de planejamento.

Tabela 3. Listagem florística das espécies arbóreas em áreas de nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim, Estado de Sergipe. As espécies estão dispostas em ordem de famílias botânicas, nomes populares e grupo ecológico (GE): pioneira (P), clímax exigente em luz (CL), clímax tolerante à sombra (CS), baseado na classificação de Oliveira Filho et al. (1995), Vilela et al. (1997), Carvalho et al. (1999) e Lorenzi (1992, 1998). *sem classificação ecológica.
Fonte: FERREIRA et al., 2011.

Família/Espécie	Nome vulgar	G.E.
Anacardiaceae		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	CL
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	P
Annonaceae		
<i>Xilopia brasiliensis</i> Spreng.	Pindaíba	CS
Apocynaceae		
<i>Hancornia speciosa</i> Gomez	Mangabeira	*
Araliaceae		
<i>Scheffera morototonii</i> (Aubl.) Dene.	Pé-de-galinha	P
Burseraceae		
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	CL
Clusiaceae		
<i>Simphonia globulifera</i> L.f.	Ganahador/bulandi	*
Dilleniaceae		
<i>Curatela americana</i> L.	Lixeira	CL
Euphorbiaceae		
<i>Richeria grandis</i> Vahl.	Jaqueira-brava	*
Fabaceae e-Caesalpinioideae		
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Canafistula	CL
Fabaceae e-Mimosoideae		
<i>Stryphonodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Maria-farinha/timbo	CL
<i>Inga laurina</i> Willd.	Ingá	CL
<i>Inga uruguensis</i> Hooker e Arnott	Ingá	CL
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth) Barney e Grimes	Bordão-de-velho	P
Fabaceae e-Faboideae		
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Angelim	CS
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Mau-vizinho	P
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	Sucupira-preta	P
Flacourtiaceae		
<i>Casearia sylvestris</i> Schwartz.	Camarão	CL
Lamiaceae		
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Maria-preta	CL
Lecythidaceae		
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess) Miers	Biriba	CL
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	Sapucarana	*
<i>Gustavia augusta</i> L.	Sapucaia	*
Malpighiaceae		
<i>Byrsonima sericea</i> Juss.	Murici	P
Melastomataceae		
<i>Miconia ligustroides</i> Noudon	Erva-de-rato	CL
<i>Tibouchina mutabilis</i> Cong.	Flor-de-natal	CL
Meliaceae		
<i>Guarea guidonea</i> (L.) Sleumer	Jitó	CS
Moraceae		
<i>Ficus</i> sp.	Gameleiro branco	CS
<i>Brosimum</i> cf. <i>guianense</i> (Aubl.)	Conduru	CL
Myrtaceae		
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiraba	CL
<i>Eugenia</i> sp.	Murta	CS
<i>Psidium</i> sp.	Araçá	CS

3. ASPECTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO EM UM FRAGMENTO FLORESTAL: ESTUDO DE CASO

O fragmento florestal selecionado para realização das análises da composição florística e da estrutura fitossociológica localiza-se no Campus Experimental Rural da Universidade Federal de Sergipe (10°55'20"W e 37°12'00"S), município de São Cristóvão, na margem direita do rio Poxim-Açu (Figura 7). A área possui aproximadamente 46 ha, com vegetação classificada como Floresta Estacional Semidecidual, segundo o sistema de classificação da vegetação brasileira, proposto por Veloso et al. (1991).

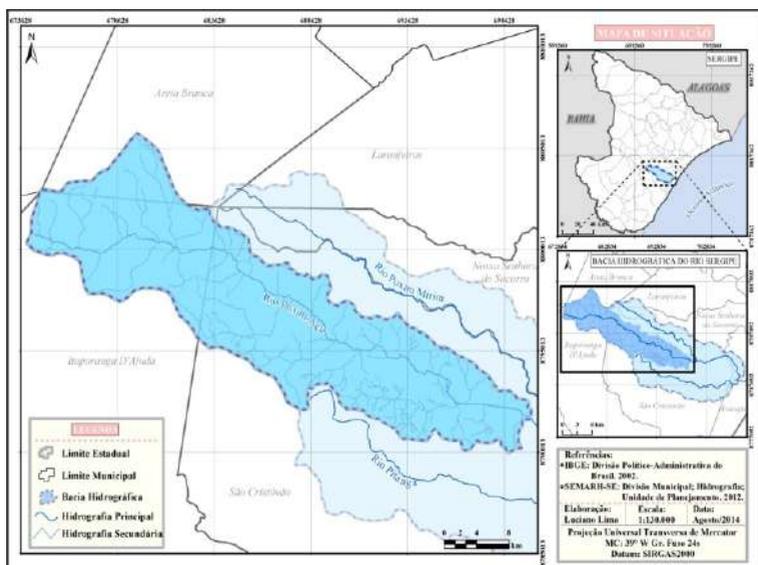


Figura 7. Localização da bacia hidrográfica do rio Poxim, inserida na bacia hidrográfica do rio Sergipe, Sergipe, Brasil.

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo As – tropical úmido com seca no verão. A precipitação média anual é de 1.800 mm e a temperatura média anual 26°C. O relevo é basicamente de colinas com cristas e topos arredondados, embora ocorram interflúvios tabulares condicionados pelo Grupo Barreiras (SERGIPE, 2004). Segundo

Nascimento et al. (2004) os solos da região são classificados como Neossolo Flúvico Psamítico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 2006).

O método de amostragem empregado nestas análises foi por meio de parcelas de área fixa. Foram alocadas, sistematicamente, 18 parcelas de 15x15 m em 6 transectos paralelos entre si a uma distância de 50 m, onde em cada um deles foram instaladas 3 parcelas, uma no meio e as duas outras em cada uma das extremidades. A orientação dos transectos foi perpendicular ao curso do rio, no sentido da margem até a borda do fragmento, realizada com o auxílio de uma bússola, sendo que o comprimento de cada transecto variou conforme a irregularidade da borda do fragmento.

Foram inclusos todos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos que apresentavam diâmetro à altura do peito (DAP) medido a 1,30 m do solo \geq 5,0 cm, incluindo-se também os bifurcados, caso atendessem ao nível mínimo estabelecido. Foi medido o DAP de cada indivíduo, com auxílio de fita diamétrica. Os indivíduos foram etiquetados com plaquetas de alumínio enumeradas, e anotados o nome regional da espécie e o diâmetro.

O material botânico coletado foi devidamente herborizado e identificado no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE) e também, por comparação em literatura taxonômica especializada. As espécies foram agrupadas em famílias botânicas e classificadas de acordo com o Sistema Angiosperm Phylogeny Group III (APG III, 2009). As espécies foram classificadas também quanto ao hábito vegetativo.

Para análise da estrutura horizontal do estrato arbustivo-arbóreo foram considerados os parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta e relativa (DAi e DRi), dominância absoluta e relativa (DoAi e DoRi), frequência absoluta e relativa (FAi e FRi) e o índice de valor de importância (IVI) (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Na análise da estrutura diamétrica, os indivíduos foram distribuídos em classes, sendo que o limite inferior da primeira classe diamétrica foi de 5cm, com intervalos de 2,5cm. Para o cálculo da diversidade florística do fragmento florestal foram empregados os índices de Shannon-Wiener (H') e de Equabilidade de Pielou (J'), conforme Brower e Zar (1984). As análises foram realizadas com auxílio do software Mata Nativa 2.10® (CIENTEC, 2006), licenciado para a Universidade Federal de Sergipe.

4. RESULTADOS OBSERVADOS EM RELAÇÃO À COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ASPECTOS FISTOSSOCIOLÓGICOS DO FRAGMENTO ESTUDADO

a) Amostragem

Conforme o número de parcelas amostradas pode-se observar uma tendência à suave estabilização do número de espécies encontradas, a partir da oitava unidade amostral, voltando a elevar-se após a décima terceira parcela (Figura 8). O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,979$) de aproximadamente 98% evidencia que o número de espécies observado está próximo ao esperado. A tendência linear mostrou a concordância com a curva espécie-unidade amostral. De acordo com Muniz et al. (1994), mesmo aumentando-se o número de unidades amostrais, a referida curva nunca alcançará a assintótica, tendo em vista o surgimento de novas espécies, ainda que em número reduzido.

Em áreas de vegetação ciliar, em geral, espera-se a estabilização tardia da curva devido à grande heterogeneidade florística, como consequência dos gradientes ambientais impostos pela inclinação do terreno e suas consequências na umidade e fertilidade dos solos (SILVA JÚNIOR, 2004).

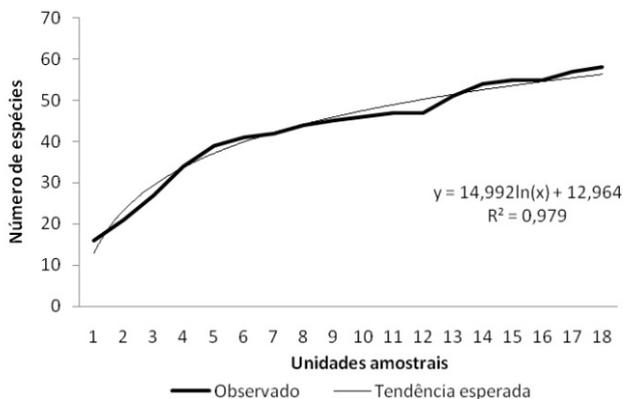


Figura 8. Curva do coletor relacionando o número de unidades amostrais (18) versus o número de espécies amostradas (58), em fragmento de vegetação ciliar no rio Poxim-Açu, município de São Cristóvão, Sergipe.

b) Composição florística

Na análise florística do remanescente estudado foram registrados 563 indivíduos, distribuídos em 58 espécies (13 não identificadas), 41 gêneros e 26 famílias botânicas (Tabela 4). Das 13 espécies não identificadas, 3 foram indicadas apenas pela família, pois o material botânico coletado dessas espécies não apresentava estruturas reprodutivas (flor ou frutos) que possibilitassem a identificação nos herbários. Desta forma, a riqueza de espécies (58) encontrada no fragmento está dentro dos números registrados em outros levantamentos realizados em matas ciliares, que podem variar de 33 a 243, conforme mencionado por Rodrigues e Nave (2004). Estes autores observaram que em 80% dos estudos observou-se mais de 40 espécies.

As famílias botânicas mais expressivas em termos de indivíduos, em porcentagem, foram: Myrtaceae (22,74%), Lecythidaceae (19,18%), Sapindaceae (12,43%), Fabaceae-Mimosoideae (6,93%), Malpighiaceae (4,62%) e Salicaceae (4,44%), somando 70,34% do total de indivíduos amostrados. Holanda et al.,(2010) estudando a estrutura de espécies arbóreas na Mata Alcaparra no município de Nazaré da Mata/PE, verificou, também, que o maior número de indivíduos contemplava a família Myrtaceae.

Em relação ao número de espécies, as famílias mais ricas foram: Myrtaceae, com oito espécies, e Fabaceae-Mimosoideae, Fabaceae-Faboideae, Lechytidaceae, Anacardiaceae, Salicaceae, Rubiaceae e Sapindaceae, todas com três espécies cada. O gênero mais rico foi: *Casearia* (Salicaceae) com três espécies. Oliveira et al. (2012) ao analisarem a vegetação das nascentes da bacia hidrográfica do rio Piauitinga no município de Salgado-SE, também destacaram Myrtaceae e Fabaceae como as famílias mais ricas em espécies, que pode estar ligado ao sucesso de estabelecimento e adaptação delas às condições de habitat oferecidas pelos ambientes ciliares.

Tabela 4. Relação de famílias botânicas e espécies arbóreo-arbustivas ocorrentes em um fragmento de vegetação ciliar no rio Poxim-Açu, município de São Cristóvão, Sergipe.

Família	Nome Científico	Nome	Hábito
Anacardiaceae		Vulgar	
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	Arbóreo
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira	Arbóreo
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau pombo	Arbóreo
Annonaceae			
	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Pindaíba	Arbóreo
Araliaceae			
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. e Frodin	Pé de galinha	Arbóreo
Arecaceae			
	<i>Eaëis guianensis</i> N.J.Jacquin	Dendenzeiro	Arbóreo
Boraginaceae			
	<i>Cordia selloviana</i> Cham.	Cordia	Arbóreo
Burseraceae			
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	Arbóreo
Dilleniaceae			
	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira	Arbóreo
Fabaceae-Caesalpinioideae			
	<i>Cassia grandis</i> L. f.	Cana fistula	Arbóreo
Fabaceae-Faboideae			
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Angelim	Arbóreo
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira	Arbóreo
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunt	Falso-ingá	Arbóreo
Fabaceae-Mimosoideae			
	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	Arbóreo
	<i>Inga taurina</i> (Sw.) Willd.	Ingazinho	Arbóreo
	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth) Barney e Grimes	Bordão de velho	Arbóreo
Lamiaceae			
	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Maria-preta	Arbóreo
Lecythidaceae			
	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	Biriba	Arbóreo
	<i>Gustavia augusta</i> L.	Sapucarana	Arbóreo
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia	Arbóreo
Malpighiaceae			
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Murici	Arbóreo
Malvaceae			
	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Embira	Arbóreo
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mataba	Arbóreo
Melastomataceae			
	<i>Tibouchina mutabilis</i> Cogn.	Flor de natal	Arbustivo
Meliaceae			
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Jitó	Arbóreo
Moraceae			
	<i>Brosimum guianensis</i> (Aubl.) Huber	Conduru	Arbóreo
Myrtaceae			
	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O. Berg) Mattos	Guabiroba	Arbustivo
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	Guabiroba	Arbustivo
	<i>Eugenia</i> sp.	Guaçatonga	Arbóreo
	<i>Myrcia</i> sp.	Araça	Arbustivo
	Myrtaceae sp. 1	-	Arbóreo
	Myrtaceae sp. 2	-	Arbóreo

c) Diversidade florística

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') calculado para o fragmento foi de 3,16 nats.ind⁻¹ e o índice de equabilidade de Pielou de 0,78. Em áreas ciliares, quanto à diversidade de Shannon-Wiener e a equabilidade de Pielou, Pinto et al. (2005) na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG, calcularam 3,89 nats/ind. e 0,71; Battilani et al. (2005) em um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim-MS, calcularam 3,41 nats/ind. e 0,81; Ferreira et al. (2007) analisando a vegetação da Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife-PE, encontraram os valores em 2,69 nats/ind. e 0,76 e Kunz et al. (2010), em um trecho de Floresta Estacional Perenifólia, na bacia do Rio das Pacas, Querência-MT, encontraram 3,38 nats/ind. e 0,85. Os valores observados no presente estudo estão situados entre a maioria dos valores encontrados nestes levantamentos, indicando a existência de diversidade significativa para o fragmento estudado e para a região da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu.

De acordo com Felfili e Resende (2003), os valores de H' na maioria das vezes situam-se entre 1,3 e 3,5 podendo alcançar 4,5 em ambientes florestais tropicais. Desta forma, a diversidade do fragmento encontra-se dentro da faixa de variação para esse índice.

d) Parâmetros fitossociológicos

As estimativas dos parâmetros fitossociológicos são apresentadas na Tabela 5. O cálculo do número total de indivíduos resultou em uma densidade média de 1.390 indivíduos/ha e área basal total de 19,80 m²/ha. O maior DAP encontrado foi para um espécime de *Tapirira guianensis* (41,0 cm).

As dez espécies com os maiores índices de valor de importância (IVI) foram: *Campomanesia xanthocarpa*, *Eschweilera ovata*, *Inga laurina*, *Tapirira guianensis*, *Allophylus edulis*, *Cupania revoluta*, *Byrsonima sericea*, *Inga vera*, *Guazuma ulmifolia* e *Protium heptaphyllum*, as quais juntas representaram 62,03% do total. Dentre estas espécies, *E. ovata*, *I. laurina*, *T. guianensis*, *I. vera* e *P. heptaphyllum*, são frequentemente encontradas nos levantamentos realizados em fragmentos

associados às áreas ciliares em Sergipe. De acordo com Kunz et al. (2010), as espécies de maior valor de importância amostradas em comunidades não perturbadas podem ser utilizadas em planos de manejo em razão da importância ecológica que apresentam, pois os altos valores de dominância, frequência e densidade determinam a representatividade dessas espécies na comunidade, garantindo o equilíbrio do ecossistema.

Tabela 5. Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies arbustivo-arbóreas amostradas em fragmento de vegetação ciliar no rio Poxim-Açu, município de São Cristóvão, Sergipe. N – número de indivíduos; DA – densidade absoluta (indivíduos/ha); DR – densidade relativa (%); FA – Frequência absoluta; FR – frequência relativa (%); DoA – dominância absoluta (m²/ha); DoR – dominância relativa (%); IVI – índice de valor de importância.

Nome Científico	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	100	246,91	17,76	77,78	7,25	3,48	17,59	42,61
<i>Eschweilera ovata</i>	93	229,63	16,52	88,89	8,29	2,19	11,05	35,86
<i>Inga laurina</i>	25	61,73	4,44	66,67	6,22	1,63	8,2	18,86
<i>Tapirira guianensis</i>	20	49,38	3,55	44,44	4,15	1,85	9,33	17,03
<i>Allophylus edulis</i>	36	88,89	6,39	44,44	4,15	1,08	5,47	16,01
<i>Cupania revoluta</i>	33	81,48	5,86	61,11	5,70	0,87	4,38	15,94
<i>Byrsonima sericea</i>	26	64,20	4,62	55,56	5,18	0,96	4,86	14,66
<i>Inga vera</i>	9	22,22	1,60	22,22	2,07	0,94	4,76	8,44
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	41,98	3,02	33,33	3,11	0,45	2,28	8,41
<i>Protium heptaphyllum</i>	19	46,91	3,37	33,33	3,11	0,36	1,79	8,27
<i>Casearia sp.</i>	14	34,57	2,49	33,33	3,11	0,21	1,07	6,67
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	29,63	2,13	27,78	2,59	0,35	1,75	6,47
<i>Ziziphus joazeiro</i>	10	24,69	1,78	27,78	2,59	0,39	1,99	6,35
<i>Gustavia augusta</i>	9	22,22	1,60	11,11	1,04	0,63	3,17	5,81
<i>Casearia sylvestris</i>	10	24,69	1,78	27,78	2,59	0,19	0,96	5,33
<i>Xylopia frutescens</i>	12	29,63	2,13	11,11	1,04	0,31	1,56	4,73
<i>Cassia grandis</i>	3	7,41	0,53	5,56	0,52	0,71	3,6	4,65
<i>Randia armata</i>	8	19,75	1,42	27,78	2,59	0,10	0,5	4,51
<i>Samanea tubulosa</i>	5	12,35	0,89	11,11	1,04	0,49	2,47	4,40
<i>Campomanesia dichotoma</i>	7	17,28	1,24	22,22	2,07	0,11	0,58	3,89
<i>Schefflera morototoni</i>	3	7,41	0,53	16,67	1,55	0,19	0,95	3,04
Myrtaceae sp. 2	3	7,41	0,53	16,67	1,55	0,17	0,87	2,96
<i>Tibouchina mutabilis</i>	6	14,82	1,07	16,67	1,55	0,06	0,32	2,94
<i>Myrcia sp.</i>	6	14,82	1,07	16,67	1,55	0,06	0,31	2,93
<i>Lecythis pisonis</i>	6	14,82	1,07	16,67	1,55	0,06	0,29	2,91

<i>Cordia sellowiana</i>	3	7,41	0,53	16,67	1,55	0,16	0,79	2,87
<i>Brosimum guianensis</i>	4	9,88	0,71	16,67	1,55	0,12	0,58	2,85
<i>Pisonia cf. tomentosa</i>	6	14,82	1,07	11,11	1,04	0,07	0,37	2,48
<i>Stenocalyx dysentericus</i>	4	9,88	0,71	16,67	1,55	0,05	0,23	2,50
<i>Genipa americana</i>	5	12,35	0,89	5,56	0,52	0,21	1,05	2,45
Indeterminada 5	2	4,94	0,36	11,11	1,04	0,15	0,77	2,16
<i>Andira fraxinifolia</i>	3	7,41	0,53	11,11	1,04	0,11	0,57	2,14
<i>Faramea sp.</i>	2	4,94	0,36	11,11	1,04	0,13	0,66	2,05
<i>Eaeis guianensis</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,26	1,31	2,01
Indeterminada 1	3	7,41	0,53	11,11	1,04	0,07	0,35	1,92
<i>Eugenia sp.</i>	3	7,41	0,53	11,11	1,04	0,04	0,2	1,77
<i>Bowdichia virgilioides</i>	3	7,41	0,53	11,11	1,04	0,03	0,13	1,70
Indeterminada 10	5	12,35	0,89	5,56	0,52	0,06	0,31	1,71
Myrtaceae sp. 1	4	9,88	0,71	5,56	0,52	0,04	0,22	1,45
Indeterminada 4	2	4,94	0,36	5,56	0,52	0,06	0,28	1,15
<i>Simarouba amara</i>	2	4,94	0,36	5,56	0,52	0,04	0,19	1,07
<i>Curatella americana</i>	2	4,94	0,36	5,56	0,52	0,04	0,18	1,05
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,06	0,3	1,00
Indeterminada 8	2	4,94	0,36	5,56	0,52	0,02	0,12	0,99
<i>Casearia arborea</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,05	0,25	0,94
Indeterminada 3	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,03	0,17	0,86
<i>Apeiba tibourbou</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,03	0,17	0,86
<i>Schinus terebinthifolius</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,02	0,12	0,82
<i>Anacardium occidentale</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,02	0,09	0,79
<i>Vitex polygama</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,02	0,08	0,78
Myrtaceae sp. 3	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,07	0,77
Indeterminada 2	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,06	0,76
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,07	0,76
<i>Sapindus saponaria</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,06	0,75
<i>Guarea guidonia</i>	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,03	0,72
Indeterminada 9	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,04	0,73
Indeterminada 7	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,04	0,73
Indeterminada 6	1	2,47	0,18	5,56	0,52	0,01	0,03	0,73
Total	563	1390,12	100	1072,22	100	19,80	100	300

Os valores de densidade absoluta das espécies variaram entre 2,47 e 246,91 indivíduos/ha. As espécies com maior densidade, em ordem decrescente, foram: *Campomanesia xanthocarpa*, *Eschweilera ovata*, *Allophylus edulis*, *Cupania revoluta*, *Byrsonima sericea*, *Inga laurina* e *Tapirira guianensis*, as quais totalizaram 59,14% do número absoluto de indivíduos. As espécies *E. ovata* e *T. guianensis* também apresentaram as maiores densidades no levantamento fitossociológico realizado por Ferreira et al. (2007) na Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife-PE.

Em relação à dominância absoluta, as espécies com maior representatividade foram: *Campomanesia xanthocarpa*, *Eschweilera ovata* e *Tapirira guianensis*. O valor de dominância absoluta total ficou abaixo dos valores encontrados em outros estudos já realizados em mata ciliares (PINTO et al., 2005; BATTILANI et al., 2005; FERREIRA et al., 2007; KUNZ et al., 2010).

As espécies com maior frequência foram: *Eschweilera ovata*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Inga laurina*, *Cupania revoluta*, *Byrsonima sericea*, *Tapirira guianensis*, *Allophylus edulis*, *Guazuma ulmifolia*, *Protium heptaphyllum* e *Zanthoxylum rhoifolium*, que juntas somaram 50,27% da frequência total de espécies. Em um levantamento fitossociológico realizado por Ferreira et al. (2007), na Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife-PE, apresentou *E. ovata*, *T. guianensis* e *P. heptaphyllum* como sendo as espécies de maior frequência. Isso indica uma maior adaptabilidade dessas espécies nos ambientes estudados.

e) Distribuição diamétrica

O valor médio estimado do DAP foi de 9,9 cm, tendo como o máximo 41,00 cm e o mínimo 5,00 cm. A distribuição nas classes diamétricas da comunidade arbustivo-arbórea apresentou o padrão característico de florestas inequidâneas, com a forma de um “J-invertido” (ASSMANN, 1970), a qual mostra uma maior concentração de indivíduos de menor diâmetro nas classes iniciais e diminuição acentuada no sentido das maiores classes (Figura 9). Os centros das duas primeiras classes somados (6,3 e 8,8 cm) foram os que obtiveram o maior número de indivíduos (297) com 52,75% do total, decrescendo no terceiro centro em mais de um terço.

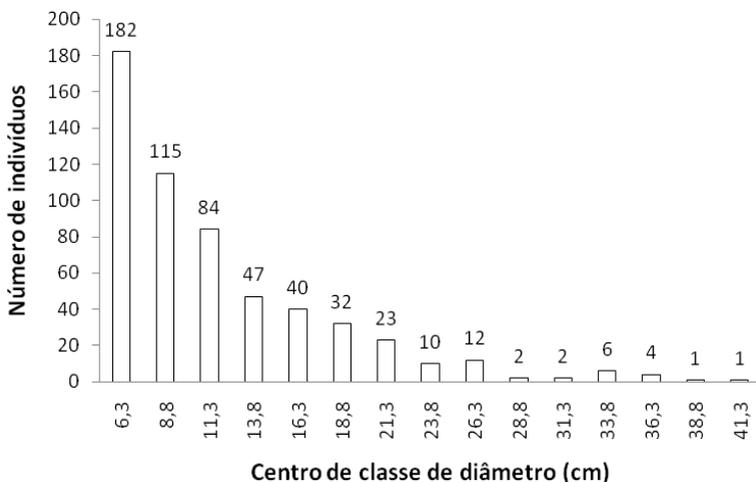


Figura 9. Distribuição por classe de diâmetro do número de indivíduos arbustivo-arbóreos amostrados em fragmento de vegetação ciliar no rio Poxim-Açu, município de São Cristóvão, Sergipe.

Esse resultado corrobora a afirmação de Machado et al. (2010), de que quase a totalidade dos inventários de comunidades arbóreo-arbustivas de florestas nativas apresenta uma distribuição diamétrica seguindo o modelo *J*-invertido, ou exponencial negativo. Para Imaña-Encinas (2009), esse padrão indica, aparentemente, um balanço positivo entre o recrutamento e a mortalidade, o que caracterizaria a comunidade como autorregenerativa. Convém mencionar que esse padrão de distribuição diamétrica dependerá do grau de conservação da comunidade florestal inventariada.

Entretanto, esse comportamento não pode ser considerado regra, pois, de acordo com Ferreira et al. (2007), as variações são geralmente relacionadas à ecologia populacional de cada espécie e que, na maioria dos casos, observa-se a existência de grandes descontinuidades ou achatamentos nas distribuições, chegando até à ausência quase total de indivíduos jovens em algumas espécies.

Para Costa-Junior (2008), uma conclusão mais decisiva sobre o comportamento da distribuição diamétrica de espécies florestais nativas, depende do estudo da regeneração natural e da ecologia, atrelados a um

estudo etnobotânico para verificar prováveis níveis de exploração das espécies que compõem determinadas classes diamétricas da comunidade vegetal, pela comunidade local.

A análise da estrutura fitossociológica do fragmento de vegetação ciliar, realizada na bacia hidrográfica do rio Poxim, pode possibilitar a indicação de algumas espécies com potencial para a recuperação da vegetação da região.

De acordo com os parâmetros fitossociológicos obtidos, as espécies *Campomanesia xanthocarpa*, *Eschweilera ovata*, *Inga laurina*, *Tapirira guianensis*, *Allophylus edulis*, *Cupania revoluta*, *Byrsonima sericea*, *Inga vera*, *Guazuma ulmifolia* e *Protium heptaphyllum*, foram as que apresentaram maior importância ecológica, pois os altos valores de dominância, frequência e densidade determinam a representatividade dessas espécies na comunidade. Desta forma, essas espécies seriam as mais indicadas para utilização em projetos ou programas para a recuperação e/ou restauração da vegetação ciliar das nascentes ou cursos d'água da região, por apresentarem uma maior adaptabilidade no ambiente estudado. Porém, isto não significa que as demais espécies sejam excluídas, uma vez que as espécies que no presente apresentam baixo IVI podem ter sido também abundantes no passado.

E ainda, deve-se dar atenção aquelas espécies que podem estar em caráter de raridade na região, uma vez que estimular a sua regeneração ou plantar novos indivíduos pode garantir a sua permanência na comunidade vegetal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação das principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim torna-se uma preocupação e requer um olhar diferenciado em termos de uso e ocupação do solo. Dentre as 20 principais nascentes somente 2 (10%) encontram-se preservadas, o que pode vir a acarretar, no futuro, problemas de redução da produção de água nesta unidade de planejamento, tanto em quantidade (vazão) como em qualidade.

O elevado número de nascentes degradadas 13 (65%), em decorrência do uso e ocupação dos solos com predominância de agricultura e pastagens tornam estas áreas prioritárias para projetos de recuperação/restauração, pois associados aos desmatamentos constantes podem ocasionar uma significativa redução da biodiversidade da flora regional e local nesta bacia hidrográfica e, conseqüentemente, da fauna nativa associada à vegetação.

A fragmentação e o desmatamento acelerado já é uma realidade preocupante na bacia hidrográfica do rio Poxim, mesmo antes de se ter conhecimento prévio sobre os padrões ecológicos e de distribuição das espécies vegetais aí ocorrentes.

Os escassos estudos florísticos e fitossociológicos realizados em fragmentos florestais no Estado de Sergipe dificultam a comparação entre áreas de vegetação ciliar, tornando-se assim, necessário o desenvolvimento de mais trabalhos nos remanescentes vegetacionais, possibilitando, por conseguinte, dar subsídio na tomada de decisão relacionada à conservação e à restauração florestal tanto na bacia hidrográfica do rio Poxim, quanto em outras bacias hidrográficas do Estado.

REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105-121. 2009.

ARAGÃO, A.G. **Estabelecimento de espécies florestais nativas, em área de restauração ciliar no Baixo Rio São Francisco**. 61p. (Dissertação – Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2009.

ASSMANN, E. **The principles of forest yield**: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands. Braunschweig: Pergamon Press, 1970. 506 p.

BATTILANI, J.L.; SCREMIN-DIAS, E.; SOUZA, A.L.T. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.3, p. 597-608. 2005.

BROWER, J.E.; ZARR, J.H. **Field e Laboratory Methods for General Ecology**. Iowa: Wm. C. Brown Company (2nd ed.). 1984, 226p.

CARVALHO, D.A. et al. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de florestas ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce – MG**. Lavras: UFLA, 1999. 39p.

CASTRO, P.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. CPT, 2001. 84p. (Série Saneamento e Meio Ambiente, n.26).

CIENTEC. **Mata Nativa 2**: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas. Viçosa: CIENTEC, 2006. 295 p.

COSTA- JUNIOR, R.F. et al. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa na mata sul de Pernambuco, nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 173-183, abr.-jun., 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FEITOSA, I.C.; OLIVEIRA, P.J. Delimitação de áreas remanescentes de vegetação ciliar na sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, utilizando sistema de informações geográficas. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 3, Aracaju, 2006. **Anais...** Aracaju: Embrapa, 2006.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. **Comunicações – Técnicas Florestais: conceitos e métodos em fitossociologia**. V.5, n.1. Brasília: UNB, 2003. 68p.

FERREIRA, R.L.C. et al. Estrutura fitossociológica da mata ciliar do Açude do Meio, Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife-Pe. **Magistra**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.31-39, 2007.

FERREIRA, R.A. et al. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: da degradação à restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, p.265-277, 2011.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, P.L. Direct sowing: an alternative to the Restoration of Ecosystems of Tropical Forests. In: SUDARSHANA, P.; NAGESWARA-Rao, M.; SONEJI, J.R. **Tropical Forests**. Ed. Rijeka : InTech, 2012, p. 333-348.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, T.I.S.; SANTOS, B.L. Análise florística e fitossociológica em fragmentos e nascentes do rio Poxim. V.5. In.: AGUIAR NETTO, A.O.; FERREIRA, R.A.; ALVES, J.P.H.; GARCIA, C.A.B.; MOREIRA, F.D.; NASCIMENTO, N.S.; COSTA, A.M.; MACÊDO, L.C. **Diagnóstico e avaliação ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim**. São Cristóvão: UFS, v.5, p.137-162, 2006.

IMAÑA-ENCINAS, J et al. Estrutura diamétrica de um trecho de floresta estacional semidecidual na área do Ecomuseu do Cerrado, Goiás. **Cerne**, Lavras, v.15, n.2, p.155-165, 2009.

KUNZ, S. H. et al. Estrutura fitossociológica de um trecho de floresta estacional perenifólia, bacia do Rio das Pacas, Querência – MT. **Cerne**, Lavras, v.16, n.2, p.115-122, 2010.

LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTA, J.A. Restoration of degraded tropical rain forest landscapes. **Science**, v.310, p.1628-1632, 2005.

LAMB, D.; LAWRENCE, P. Mixed plantations using high value rainforest trees in Australia. In: LIETH, H.; HOLMANN, M. (eds.) **Restoration of tropical forest ecosystems**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.101-108.

LANDIM, M.; GUIMARÃES, C.P. Manguezais do Rio Sergipe. In: ALVES, J.P.H. (eds.) **Rio Sergipe: Importância, vulnerabilidade e preservação**. Aracaju: Ós Editora, 2006. p.195-221.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum Ltda, 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas arbóreas do Brasil**. 2a edição. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 352p.

MACHADO, E.L.M. et al. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.723-732, 2010.

MARANGON, L. C. et al. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p.208-221, 2007.

MUELLER-DOMBOIS, D; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Wiley, 1974, 574p.

MUNIZ, F. H.; CESAR, O.; MONTEIRO, R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Florestal do Sacavém, São Luís, Maranhão (Brasil). **Acta Amazonica**, v.24, n.3/4, p.219-236, 1994.

NASCIMENTO, C.F.B. et al. Solos ocorrentes na área do Campus Rural-UFS, São Cristóvão – Porção centro-litorânea de Sergipe. In: Congresso de Iniciação Científica, 6., 2004, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: UFS, 2004. p.135.

OLIVEIRA, D.G. et al. Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.127-141, 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do alto médio Rio Grande**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 27p.

PINTO, L.V. A. et al. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.775-793, 2005.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP. 2004. p.45-71.

SANTOS, P.L. **Semeadura direta com espécies florestais nativas para recuperação de agroecossistemas degradados**. 76p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão: UFS, 2010.

SERGIPE (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento, da Ciência e da Tecnologia. **Atlas digital sobre recursos hídricos Sergipe.**

SEPLANTEC/SRH. Sergipe, 2004. (CD-ROM).

SILVA-JÚNIOR, M.C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na reserva ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.419-428, 2004.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.**Rio de Janeiro: IBGE, 1991.123p.

VILELA, E.A. et al. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de florestas ripárias do Baixo Rio Paranaíba e Alto Rio São Francisco – MG.** CEMIG: Belo Horizonte, 1997. 23p.

O município, o sistema de indicadores de sustentabilidade e a proteção do rio Poxim

Eduardo Lima de Matos¹

1. INTRODUÇÃO

A Constituição de 1988 reconstruiu a Federação Brasileira, reequilibrando os poderes e efetivando uma nova repartição de competências, estabelecendo uma nova ordem constitucional para o país. A grande novidade foi a inserção do Município no sistema federativo, passando dessa forma a integrar o pacto federativo que passou a ter a seguinte ordem: União, Estados, Distrito Federal e Municípios, momento em que todo o sistema de competências foi reestruturado, bem como a distribuição de receitas.

A introdução dos Municípios no sistema federativo era defendida por alguns e contrariada por outros, sob o argumento que o território do Município já integra um território federativo que é o do Estado, assim não haveria sentido para essa inserção.

Porém, a grande opção foi política e não técnica, pois a inserção dos Municípios no sistema federativo consultava aos interesses da federação e principalmente da descentralização, uma vez que um país com a dimensão continental como o Brasil, as competências atribuídas aos Municípios possibilita uma gestão descentralizada e eficiente no exercício das prestações de serviços essenciais para alcançar o bem estar do conjunto da sociedade. Entretanto, os Municípios ainda não estabeleceram as estruturas adequadas para a proteção ambiental, de fato, poucos Municípios têm os requisitos básicos para o estabelecimento da gestão plena ambiental.

¹ Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Promotor de Justiça do Ministério Público do Estado de Sergipe. Professor Assistente da Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: eduardolimadematos@gmail.com

O sistema de indicadores da sustentabilidade é um norteador das condições ambientais na localidade, a partir desse sistema, é possível a Administração Pública Municipal estabelecer um controle das condições ambientais reais.

Na concretização de um sistema de gestão da qualidade ambiental a partir da utilização de indicadores, possibilitará a municipalidade se antecipar a problemas, identificar pontos de risco e atuar de forma preventiva em favor do conjunto da sociedade.

2. COMPETÊNCIAS MUNICIPAIS NA CONSTITUIÇÃO DE 1988

A Constituição de 1988 efetivou a repartição de competências dos entes federativos, tanto na parte material como na parte formal, estabelecendo círculos de competência para cada ente especificamente, como leciona Moraes (2010), repartindo o interesse nacional, o regional e o local, dessa forma todos os entes fiscalizam, fazem leis e estabelecem limites, cada um dentro da sua esfera de competência.

As peculiaridades locais, os aspectos ambientais específicos e outras atividades serão de competência do gestor local, claro que em algumas matérias a própria Constituição de 1988 estabeleceu a competência comum de todos, pois é um interesse do conjunto, é uma matéria em que a ação deve ser integrada, uniforme e geral.

No aspecto material a competência está definida no art. 23 da Constituição de 1988, repartida entre todos os entes federativos, com a finalidade do exercício do poder de polícia, para o combate da poluição e proteção do ambiente, assim reza o art. 23 da CF/1988, *in verbis*:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

...

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

O art. 23 da CF/1988 é bastante expressivo e claro, todos os entes federativos estão obrigados a proteção ambiental, ou seja, exercício dos instrumentos de controle para assegurar a proteção ambiental, significando

fiscalização prévia e permanente das atividades e obras implementadas por todos, sejam pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou de direito privado.

Os instrumentos de fiscalização são inúmeros, muitos deles especificados na Lei 6938/1981, que estabelece a política nacional do meio ambiente, a qual diz o seguinte:

Art. 9º. São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

Doutrina Vinculada

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental;

Nota: Inciso regulamentado pelo Decreto nº 4.297, de 10.07.2002, DOU 11.07.2002.

III - a avaliação de impactos ambientais;

Doutrina Vinculada

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

Doutrina Vinculada

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas; (Redação dada ao inciso pela Lei nº 7.804, de 18.07.1989, DOU 20.07.1989)

Nota: Assim dispunha o inciso alterado:

"VI - a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico, pelo Poder Público Federal, Estadual e Municipal;"

Doutrina Vinculada

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de defesa ambiental;

- IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.
- X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; (Inciso acrescentado pela Lei nº 7.804, de 18.07.1989, DOU 20.07.1989)
- XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes; (Inciso acrescentado pela Lei nº 7.804, de 18.07.1989, DOU 20.07.1989)
- XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais; (Inciso acrescentado pela Lei nº 7.804, de 18.07.1989, DOU 20.07.1989)
- XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros. (NR) (Inciso acrescentado pela Lei nº 11.284, de 02.03.2006, DOU 03.03.2006)

Todos os entes federativos podem exercer os mecanismos de controle para a proteção do ambiente, desde a avaliação de impacto ambiental, bem como a revisão do licenciamento que implica no controle efetivo da atividade exercida.

A Constituição de 1988 alargou os poderes dos entes federativos para que de fato de forma integrada e participativa ocorra o controle de todas as atividades que são exercidas no seio da sociedade, como bem enfatiza Milaré (2010), mesmo que quem esteja fiscalizando não seja o licenciador, por exemplo, a União é o ente que concede a licença de algumas atividades específicas, este fato não impede que o Município efetue o controle ambiental e represente aos órgãos competentes em caso de descumprimento de normas ambientais.

Uma das competências importante é o estabelecimento dos padrões ambientais, forma de estabelecer limites, a partir de padrões que são

considerados limites de suportabilidade do ambiente, é possível monitorar a qualidade de vida para o conjunto da sociedade, assim, através dos padrões são efetivados limites, que uma vez rompidos, entende-se a ocorrência de uma situação de risco para o conjunto da sociedade e por conseguinte para o ambiente.

Os padrões ambientais constituem num eficiente sistema de controle, pois são estabelecidos modelos ideais, os quais são cobrados e exigidos de todos para que façam a devida adequação de suas atividades ou obras aos padrões que representam a qualidade de vida na localidade.

A emissão de ruídos, efluentes, quantidade de resíduos domésticos e industriais, são atividades que permeiam diariamente a vida dos Municípios brasileiros, necessitando de controles, limites e monitoramento, competência bem delimitada na Constituição de 1988 para os Municípios como bem assevera Matos (2001).

Quando são estabelecidos os padrões, se tem um passo forte para o controle de atividades, a partir de um modelo que deve ser seguido, porém não é só, a Administração Municipal deve exercer um controle maior para constatar se de fato os padrões estão sendo respeitados e atendidos.

Os modelos são estabelecidos e devem ser seguidos, mas nem sempre são, muitas vezes no momento do licenciamento ocorre o respeito, posteriormente o beneficiário da atividade se distancia do modelo licenciado, assim cabe ao ente federativo está atento, monitorando para assegurar o ambiente equilibrado para o conjunto, principalmente manter permanente vigilância para o cumprimento das licenças concedidas e seus limites condicionados.

Dessa maneira, o sistema de sustentabilidade, visa proporcionar uma visão sistêmica do conjunto do ambiente na localidade, possibilitando um monitoramento mais preciso e permanente, de fato significa o exercício do poder de polícia determinado pela Constituição de 1988 para assegurar a proteção do ambiente.

Ora, a partir do momento que o sistema de indicadores é implementado, possibilita uma avaliação, claro que por amostragem, dos indicadores sociais, ambientais, de saúde, econômicos e educacionais, os quais permitem uma avaliação da realidade local, delimitando o padrão de

exercício das atividades, bem como a forma de controle por parte do ente federativo.

3. O SISNAMA COMO INSTRUMENTO DE EFETIVIDADE DO PODER DE POLÍCIA

A Lei 6.938 de 1981 estatuiu a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecendo os objetivos, diretrizes e instrumentos para implementação em todo o território nacional e para todos os entes federativos.

Dentre os mecanismos estabelecidos está o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, como mecanismo de integração dos diversos órgãos ambientais dos entes federativos, sendo a junção de todas as estruturas organizacionais para o objetivo de alcançar uma política ambiental integrada e uniforme.

Na verdade decorridos quase trinta anos da edição da referida lei ainda não foi efetivada a implementação desse sistema pela Administração Pública Brasileira, não obstante algumas tentativas que não resultaram em ações concretas para o alcance da vontade legal.

O primeiro ponto a ser observado é a desigualdade entre os entes federativos no tocante a estrutura interna de administração ambiental, pois no ente União existe uma estrutura mais estabelecida, quanto aos Estados e Distrito Federal a situação é razoável, tendo alguns Estados uma eficiência na sua estrutura e outros uma deficiência total, sendo quase inexistente a atuação dos seus órgãos.

Em relação aos Municípios a situação é mais grave, totalizando um número superior a noventa por cento de unidades federativas que não têm sistema integrado de gestão ambiental, dados disponíveis no site do Ministério das Cidades (www.mmc.gov.br), mostrando a omissão total em termos de política ambiental.

Assim, o sistema foi idealizado a partir da junção de todos os órgãos ambientais com a finalidade de alcançar a uniformidade e integração na ação ambiental, a partir do momento que os Municípios se omitem o sistema não funciona e na esfera federativa respectiva acontece a inexistência de política ambiental.

De fato a realidade brasileira é a seguinte: os Municípios na sua maioria não efetivam política ambiental e os Estados passam a agir supletivamente como determina a Lei 6938/81, contudo os Estados não possuem uma estrutura administrativa para substituir todos os Municípios, assim na maioria impera a omissão e as atividades são exercidas sem nenhum licenciamento e controle.

O estrangulamento dessas atividades acontece quando os conflitos chegam ao Ministério Público ou ao Poder Judiciário a partir do ajuizamento de ações, conflitos que são gerados pela omissão de política ambiental na esfera municipal.

Alguns exemplos existem que bem caracterizam a realidade municipal brasileira, a total falta de controle em atividades de lazer como bares que utilizam equipamento sonoro, a total falta de controle na área de alimentos, como restaurantes, abatedouros e similares, bem como nas demais atividades que muitas vezes acontecem sem nenhuma interferência municipal, colocando em risco a saúde da comunidade como o bem estar do conjunto da sociedade.

O controle passa existir quando o Ministério Público o exige, efetivando o controle externo da Administração Pública ou pela via judiciária com a implementação de medidas coercitivas para impelir a municipalidade a exercer suas atribuições constitucionais.

Fora disso o descumprimento de suas obrigações constitucionais é gritante, ficando o cidadão sujeito a diversas intemperes pela omissão do Município nos controles previstos na lei, porém não concretizados, fato que se repete na maioria das cidades do Brasil. Recentemente ficou patente essa situação com acidentes que ocorreram em parques de diversões localizados em diversos Municípios que funcionavam sem nenhuma licença.

De forma geral o poder de polícia não existe, assim, atividades de lazer, prestação de serviços, alimentos, e outras ações acontecem sem nenhum controle, ficando a população totalmente desprotegida, bem como o ambiente torna-se vulnerável as diversas atividades, que muitas vezes são exercidas sem licenciamento ou monitoramento dos Órgãos Públicos.

Os conflitos mais comuns são os relacionados com a poluição

sonora, matadouros e disposição final de resíduos, que transcorrem naturalmente sem nenhum controle, causando danos ao meio ambiente e a população, só ocorrendo a adequação quando são exigidos por meios coercitivos, especificamente mediante ações judiciais.

O grande desafio está no sentido de efetivar o SISNAMA, como instrumento de concretização do poder de polícia ambiental de forma ampla e geral, abrangendo todos os entes federativos, que sincronizadamente exercerão suas competências constitucionais e dessa forma atuarão para a efetivação de uma política ambiental de amplitude nacional.

4. O SISTEMA DE INDICADORES DA SUSTENTABILIDADE

O Município como ente federativo mais próximo do cidadão exerce suas competências com a finalidade de atender as necessidades básicas da comunidade, dentre outras atividades estão ações básicas de saúde, saneamento ambiental, coleta e disposição final de resíduos, iluminação pública e limpeza urbana.

No exercício dessas atividades é preciso organizar a estrutura municipal, diante do princípio da legalidade, previsto na art. 37, caput, da Constituição de 1988, primeiro tem que criar os órgãos públicos necessários ao exercício das competências, através de Lei, moldando a estrutura que irá concretizar as competências constitucionais.

Na gestão da qualidade ambiental o Município tem que montar uma estrutura para o controle das atividades, são necessárias leis que criem o Plano Diretor do Município, regras de saneamento ambiental, regras de saúde pública para todas as atividades, Código de edificação, parcelamento do solo, código ambiental, lei que disciplina atividades que necessitarão de estudo de impacto de vizinhança, dentre outras normas essenciais para o equilíbrio das intervenções no âmbito municipal.

Além disso, se faz necessário, uma lei criando o órgão ambiental municipal, conselho municipal de meio ambiente, seleção de recursos humanos para as entidades ambientais e implementação do Sistema

Nacional do Meio Ambiente, essa são as estruturas essenciais para o exercício das competências ambientais.

O grande desafio está no fato do avanço tecnológico permanente, que multiplica as atividades, bem como intensifica as agressões ambientais, e nem sempre as estruturas de gestão acompanham essa velocidade, pondo em risco a suportabilidade do ambiente, como afirma BELLEN (2006, 19):

A geosfera, segundo eles, tem capacidade de manter seus serviços dentro de um nível apropriado e suficiente. Essa capacidade é limitada por características específicas da Terra. Esse aspecto pode ser considerado a base de definição da capacidade de carga (Arrow et all, 1995). No momento que essa capacidade de carga é ultrapassada provoca-se uma redução dos serviços oferecidos pela biosfera à sociedade humana. Ela ocorre justamente em função das atividades humanas que interagem com o meio ambiente.

Assim, a gestão ambiental municipal será voltada para o alcance da sustentabilidade, como afirma a Lei 10.257 de 2000, art. 2º, do Estatuto da Cidade, que preconiza a gestão do municipal deve ser voltada para alcançar a cidade sustentável.

Com o exercício das competências, montagem da estrutura de gestão, será possível ao governo local agir de forma a conseguir a sustentabilidade na localidade, assegurando a todos um ambiente ecologicamente equilibrado.

Contudo, que instrumentos podem ser utilizados para monitoramento permanente da qualidade ambiental, o sistema de indicadores ambientais, pois possibilita efetivar uma leitura das condições gerais ambientais a partir dos indicadores como afirma BELLEN (2006,45), in verbis:

Os indicadores são de fato um modelo de realidade, mas não podem ser considerados a

própria realidade, entretanto devem ser analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente de mensuração. Eles são, segundo Hard e Barg (1997), sinais referentes a eventos e sistemas complexos. São pedaços de informação que apontam para características dos sistemas, realçando o que está acontecendo. Os indicadores são utilizados para simplificar informações sobre fenômenos complexos e para tornar a comunicação sobre eles mais compreensível e quantificável.

Esse é o ponto principal, o sistema de indicadores possibilitará informações permanentes sobre a qualidade ambiental na localidade, possibilitando um pedaço da realidade e uma avaliação das condições ambientais existentes.

Dessa forma, o Município que tenha um sistema de indicadores implantado e que seja alimentado periodicamente com dados produzidos na localidade, terá uma avaliação mais precisa da situação ambiental e possibilitará uma aplicação mais racional das verbas públicas, através de políticas públicas específicas

BELLEN (2006) afirma que o sistema de indicadores possibilita a avaliação de condições e tendências, comparação entre lugares e situações, avaliação entre condições e tendências em relação as metas e objetivos, prover informações de advertência e antecipa futuras condições e tendências.

Ora, o sistema de indicadores de sustentabilidade possibilitará uma gestão atual, geral e universal, a partir da existência de dados que espelham a situação real e podem delinear a atuação da Administração Pública. Uma hipótese, se os Municípios da Serra do Estado do Rio de Janeiro trabalhassem com sistema de indicadores de sustentabilidade, com certeza teriam evitado a tragédia, pois com antecedência razoável as Municipalidades teriam o retrato da situação nos morros e fariam a retirada das famílias, exercendo a prevenção de eventos extremos.

Vários são os sistemas existentes, BELLEN (2006) aborda três sistemas bastante conhecidos, o ecological footprint method, o dashboard sustainability e o barometer of sustainability, esses são apenas três abordados pelo autor, existem muitos outros que podem ser adotados. Seja qual for o sistema dará com certeza a gestão municipal uma posição da situação da sustentabilidade no Município.

Agora, é importante observar que no art. 23 da Constituição de 1988 está a obrigação do Município em proteger o meio ambiente, no art. 225 da Constituição de 1988 também vem a obrigação dos entes públicos de realizarem ações para a proteção ambiental, especificamente com a aplicação do princípio da precaução, que implica em ações preventivas para evitar os danos.

Os entes federativos estão obrigados a efetivarem medidas de precaução para assegurar a integridade ambiental, nesse particular, ou seja, quanto ao Poder Público a Carta Magna tornou as providências de cumprimento obrigatório, como medidas de ordem pública.

Quando o Município adota um sistema de indicadores de sustentabilidade está exercendo um controle, visualizando a realidade, como afirma RABELO (2008, 96):

O índice de sustentabilidade tem como principal função permitir o conhecimento do grau de sustentabilidade no qual se encontra o que se avalia e perceber assim os demais índices que o compõem e em quais indicadores poderão ser tomadas ações que façam melhorar seu grau ou continuar no ritmo de sustentabilidade que se busca. Desse modo, a fase final da sequencia metodológica apresentada possibilita conhecer o atual estágio de sustentabilidade e visualizar sua tendência, ao longo do tempo, avaliando-se as tendências humanas – subsistema meio ambiente humano – que afetam e podem inviabilizar os processos ambientais – subsistema recursos naturais e conseqüentemente modificar permanentemente o sistema – natureza.

Dentro desse raciocínio é correto concluir que o sistema de indicadores de sustentabilidade é obrigatório a partir das normas constitucionais relativas aos Municípios como uma forma de gestão sustentável, preventiva e adequada. Dessa maneira anualmente o Município deverá alimentar um banco de dados para a produção de indicadores, especificamente nas áreas econômica, de saúde, ambiental, educacional e social, como forma de entender as tendências que ocorrem no seu território e assim orientar as políticas públicas locais.

Não se constitui numa faculdade do gestor local, se impõe como um dever Constitucional, arts. 23 e 225, uma vez que é obrigação dos entes federativos a defesa e proteção do ambiente de forma expressa.

Não bastassem as normas expressas que caracterizam o dever de efetivar um sistema de indicadores de sustentabilidade, voltado a indicar tendências para a gestão do interesse local, é importante invocar o princípio da eficiência, poder-dever e economicidade.

A eficiência, como princípio expresso na constituição, obriga o gestor público a atuar de forma que o poder público exerça suas atribuições para concretizar o interesse público, assim no tocante a proteção ambiental a municipalidade deve agir para a proteção de forma preventiva, esse é o dever, como fazer, através do sistema de indicadores de sustentabilidade que dará uma amostra da realidade local e suas tendências, possibilitando uma atuação preventiva e satisfativa para o conjunto da sociedade.

Nessa linha, também os princípios do poder-dever e economicidade, o primeiro estabelece que a Administração Pública tem que atuar preventivamente, exercendo suas competências para evitar danos ao conjunto da sociedade e o segundo que os recursos públicos devem ser utilizados de forma econômica com a finalidade de atingir o melhor custo benefício, assim, através do sistema de indicadores de sustentabilidade será possível efetivar uma previsão das necessidades, estabelecer as ações estratégicas e necessárias para todo o conjunto.

É importante expressar que os princípios são de cumprimento obrigatório, na forma da Constituição de 1988, dessa forma, o Município deve cumpri-los integralmente como dever constitucional.

É o exercício da Administração preventiva, o princípio do poder-

dever, o atuar da Administração Municipal para assegurar o bem estar do conjunto da sociedade, evitando danos e exercendo permanentemente o monitoramento das condições da qualidade do ambiente.

5. OS MUNICÍPIOS, OS INDICADORES E A PROTEÇÃO DO RIO POXIM

O dever do Município na proteção ambiental tem matriz constitucional, a qual atinge todos os entes federativos, implicando no dever da montagem da estrutura necessária para efetivar toda proteção ao ambiente.

Qual a hermenêutica constitucional aqui utilizada, os Municípios estão obrigados a proteção ambiental, assim todos devem montar sistemas de controles, com a finalidade de efetivar um permanente acompanhamento da qualidade ambiental, como determina a Carta de 1988.

Estruturar os Órgãos Públicos, editar as normas, regulamentar as normas e colocar toda a estrutura em funcionamento, possibilitando de fato um controle das atividades desenvolvidas no território e assegurar ao conjunto da sociedade qualidade de vida, a partir de um sistema de monitoramento permanente.

A Municipalidade tendo montado todo o seu corpo administrativo deve efetivar suas atividades, com a finalidade de exercer suas competências, podendo introduzir novos mecanismos de controle ambiental, nesse ponto é fundamental a adoção de novos mecanismos para o controle ambiental.

Nessa inovação, o Município pode introduzir o conjunto de indicadores ambientais, como instrumento que proporcionará uma amostragem da situação ambiental na localidade, demonstrando ao gestor as áreas críticas que necessitam de maior atenção da gestão pública e realizar um planejamento de todas as ações que deverão ser desenvolvidas pela Municipalidade para assegurar a proteção ambiental, como insculpido na Constituição de 1988.

Com um instrumento gerencial desses, será possível atuar em áreas de risco, áreas de preservação permanente, áreas a serem urbanizadas, enfim, todo o território será trabalhado com maior atenção e as áreas de proteção ambiental terão de fato um acompanhamento permanente através do sistema de indicadores que for escolhido pela municipalidade.

No caso objeto do presente trabalho, os Municípios dentro da área de influência da bacia hidrográfica do rio Poxim podem adotar um sistema de indicadores de sustentabilidade, com a finalidade de acompanhar a qualidade do meio ambiente na área de influência da bacia. Inferindo todos os indicadores de acordo com as atividades exercidas na referida bacia.

Com a finalidade de minorar os custos e aplicar o princípio da eficiência e razoabilidade, os Municípios que estão na área de influência da bacia hidrográfica do rio Poxim podem implementar esse sistema de indicadores de sustentabilidade através da forma de Consórcio Público, como estabelece a Lei 11.107 de 06 de abril de 2005.

Uma dúvida recairá sobre o gestor, como montar um sistema de indicadores de sustentabilidade, diante da receita e condições de gestão dos Municípios brasileiros, esse fato pode ser superado através de um convênio de cooperação técnica com a Universidade Federal de Sergipe, como já aconteceu quando do estudo da bacia hidrográfica do Poxim, contratada pela Superintendência de Recursos Hídricos – SRH e a Companhia de Saneamento – DESO.

Além disso, a montagem do sistema de indicadores de sustentabilidade pode ser financiado através dos recursos arrecadados na bacia, através da agência de águas, conforme estabelecido na Lei 9433/97.

Na verdade, trata-se de serviço público pioneiro, em termos de Município, principalmente no tocante a proteção da água, uma vez que a Municipalidade tem o dever de proteger a água, só não pode legislar sobre água, pois é privativo da União, conforme art. 22, inciso IV da Constituição Federal de 1988.

Com adoção desse sistema estará o Município se integrando no sistema de gerenciamento hídrico estadual, colaborando com a proteção da bacia hidrográfica e principalmente exercendo poder de polícia permanente, o que é fundamental, pois a maioria das atividades exercidas

no seio da bacia hidrográfica do rio Poxim estão sob o poder de fiscalização dos Municípios.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Constituição de 1988 reestruturou a Federação Brasileira, inserindo o Município no cenário da Federação e repartindo as competências para cada ente, além de efetivar uma repartição também nas receitas de cada um, como fator de assegurar a autonomia prevista na Carta Magna. O Município passou a ter a obrigação de proteger e defender o meio ambiente, estabelecendo estruturas gerenciais compatíveis com o exercício das atividades previstas na Constituição de 1988, dessa maneira um dos instrumentos é o sistema de indicadores de sustentabilidade, mecanismo gerencial que possibilita o exercício de políticas públicas de interesse do conjunto da sociedade.

A partir do momento que os entes federativos adotarem sistemas de indicadores de sustentabilidade, que tem fundamentação na Constituição de 1988, arts. 23 e 225, a adoção de políticas públicas estará norteada por dados reais e consistentes, passíveis de assegurar uma plena efetividade como deseja a Constituição de 1988, como deixa claro o princípio da eficiência inserto na Constituição de 1988 no art. 37, caput.

Inovando o Município na adoção de sistema de indicadores de sustentabilidade para as atividades exercidas na bacia hidrográfica, nesse caso a do rio Poxim, estará o ente federativo Município cumprindo seu dever de proteção ambiental previsto no art. 23 da Constituição Federal de 1988 e se integrando no sistema de gerenciamento hídrico, fato fundamental, pois a maioria das atividades impactantes na bacia hidrográfica do rio Poxim.

REFERÊNCIA

BELLEEM, Hans Michael van. **Indicadores de sustentabilidade**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2010.

Brasil. Lei 6938 de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Distrito Federal: disponível www.planalto.gov.br.

Brasil. Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Distrito Federal: Congresso Nacional, disponível www.planalto.gov.br.

MATOS, E. L. **Autonomia Municipal e Meio Ambiente**. Minas Gerais: Del Rey 2001.

MEIRELES, H. L. **Direito Municipal Brasileiro**. 6. ed. . São Paulo: Malheiros, 1993.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

MORAIS, A. **Direito Constitucional**. São Paulo: Atlas, 2010.

RABELO, L. **Indicadores de sustentabilidade**. Fortaleza: Prodepa, UFC, 2008.

Caracterização do uso do solo e fragmentação florestal da Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Poxim

Cristiano Cunha Costa¹

Sérgio Luís Rocha²

José Antônio Pacheco de Almeida³

Laura Jane Gomes⁴

1. INTRODUÇÃO

No contexto histórico da humanidade, a relação homem e natureza substituíram as vastas extensões de vegetação natural por atividades agropecuárias e áreas urbanas, visando atender a interesses econômicos e sociais. Assim, o meio natural sofreu intensa pressão antrópica que resultou na alteração da paisagem natural em mosaicos isolados os quais, atualmente, são denominados como fragmentos florestais.

No Brasil, a Mata Atlântica, que antes se estendia por toda a costa e em alguns estados adentrando o interior do país, está, atualmente, restrita a fragmentos com diferentes tamanhos, formas e distâncias, comprometendo o fluxo da fauna e a dispersão de propágulos entre esses fragmentos que estão relegados a condição de “ilhas”.

Embora protegido por leis e referenciado pela Constituição Federal (1988), o bioma Mata Atlântica continua sofrendo com o uso predatório dos seus recursos, havendo perda da biodiversidade, com consequente estreitamento da base genética ou extinção de algumas espécies, comprometendo a sustentabilidade do bioma.

¹ Doutorando em Engenharia de Matérias pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).
cristianocunha1982@hotmail.com

² Graduado em Serviço Social pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

³ Doutor em Geografia. Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

⁴ Doutora em Engenharia Agrícola. Professora Adjunta da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Estudo realizado por Neiman (1989), no Estado de Sergipe, na década de 80, constatou que restava apenas 1,8% da floresta de Mata Atlântica. Por outro lado, Santos (2009 a), ao estudar fragmentos florestais de floresta Mata Atlântica com tamanho superior a 17 ha, afirma que o ecossistema correspondia a 8% da vegetação original.

Convém ressaltar que o estado de Sergipe não possui uma política estadual de florestas apesar da significativa demanda que a sociedade tem por espécies florestais para os mais diversos fins: geração de energia, construção civil e uso cultural. Como consumidores pode-se destacar as olarias, padarias, casas de farinha, indústrias e as festas emanadas pelas tradicionais fogueiras juninas (GOMES et al., 2006).

Para Gomes et al. (2006) alguns fragmentos de Mata Atlântica estão protegidos, devido à criação de unidades de conservação, estadual e federal, como, por exemplo: a Floresta Nacional do Ibura, Área de Proteção Ambiental Morro do Urubu e a Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul e algumas Reservas Particulares de Patrimônio Natural.

Tal estratégia é de fundamental importância para a proteção de espécies ameaçadas de extinção a exemplo do bicho-preguiça (*Bradypus torquatus*), tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), macaco-prego (*Cebus xanthosternos*), macaco guigó (*Callicebus personatus coimbrai*), beija-flor (*Thalurania watertonii*), pintassilgo-do-nordeste (*Carduelis yarrellii*), olho-de-fogo (*Pyriglena atra*), lagartinho-de-abaeté (*Cnemidophorus abaetensis*) (MMA, 2008).

No caso da bacia hidrográfica do rio Poxim, este estudo partiu do princípio que apresenta elevado grau de fragmentação florestal e degradação das suas matas ciliares e nascentes. Diante do exposto, fica evidente a necessidade da realização de estudos mais detalhados no sentido de conhecer as características desses fragmentos sob o aspecto da paisagem.

Este trabalho teve como objetivo propor, mecanismos que venham contribuir para a proteção dos remanescentes florestais localizados na bacia hidrográfica do rio Poxim-SE. Para isso, foi necessário conhecer o uso da terra, caracterizar os fragmentos florestais sob a ótica do estudo da paisagem; realizar o levantamento da mata ciliar existente na bacia

hidrográfica do rio Poxim, no sentido de propor estratégias para a conservação nessa importante bacia hidrográfica.

2. CONSEQUÊNCIAS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

O processo de desmatamento nos trópicos, com a fragmentação das formações florestais, tem levado à extinção muitas espécies vegetais e animais (BARBOSA, 2004). A perda de biodiversidade, para Galindo-Leal et al. (2005), tem início por meio da diminuição da variabilidade genética, das interações ecológicas e termina com a extinção local de populações de plantas e animais. Quando todas as populações de uma espécie em particular desaparecem, essa espécie desaparece para sempre da superfície do planeta. A extinção de espécies é uma perda imensurável, porque cada espécie contém informações genéticas únicas, moldadas por complexas interações ecológicas ao longo de milhões de anos de evolução. A extinção de espécies causa mudanças em processos ecossistêmicos, e, à medida que os ecossistemas empobrecem, seus produtos e serviços diminuem.

Borges et al. (2004) citam como principais consequências da fragmentação: as alterações no microclima como na umidade do ar, temperatura e radiação solar, particularmente nas bordas dos fragmentos, que ficam mais sujeitas à exposição solar, aumento dos riscos de erosão, assoreamento dos cursos d'água e redução gradativa do recurso água, pela menor capacidade de retenção de água das chuvas e maior velocidade de escoamento superficial, havendo também uma maior evapotranspiração e maior possibilidade de ocorrência de espécies invasoras.

O comportamento dos fragmentos florestais é influenciado pelos efeitos de borda, tamanho, forma e conectividade. Dessa maneira, segundo Viana e Pinheiro (1998), tais fatores apresentam relações com fenômenos biológicos que afetam a natalidade e a mortalidade de plantas como, por exemplo, o efeito de borda, a deriva genética e as interações entre plantas e animais.

Catelani e Batista (2007) afirmam que para reverter a degradação dos fragmentos florestais, deve-se conhecer a sua situação, em relação à

distribuição por tamanho, forma, área do núcleo e outros elementos dos fragmentos florestais remanescentes, consistindo em uma ferramenta de grande importância no planejamento de conexão entre fragmentos significativos como subsídio à manutenção da biodiversidade.

A seguir, serão tratados alguns conceitos de como analisar a caracterização dos fragmentos florestais, que apesar de serem aspectos interligados serão tratados aqui de forma separadas para facilitar um melhor entendimento.

a) Tamanho: Há uma relação estreita entre a área ocupada por uma comunidade e sua riqueza de espécies. A riqueza de espécies diminui com a redução da área (PAGLIA et al., 2006). Dessa maneira, a relação entre o tamanho da área e a diversidade de espécies deveria ser considerada no planejamento das reservas e na determinação dos seus limites. Uma área ideal é aquela grande o bastante para se manter ecologicamente regulável, através da interação de todos os seus componentes.

A fragmentação dos ecossistemas resultou como consequência em remanescentes de diferentes tamanhos, na sua maioria com pequenas áreas (SAUNDERS et al., 2005). Nesse sentido, quanto menor a área, mais difícil será protegê-la e menor sustentabilidade ela terá na preservação do ambiente natural.

O tamanho dos remanescentes é importante para explicar a abundância e a distribuição das espécies mais sensíveis a fragmentação (UEZU, 2006). Sabe-se que os grandes tamanhos dos fragmentos são componentes dominantes para espécies que se mantêm nesses fragmentos (MARTENSEN et al., 2008).

Segundo Primack et al. (2001) há espécies cujos indivíduos ou grupos de indivíduos requerem grandes áreas de habitat, ou seja, estes animais são de grande tamanho corporal e exigem mais alimento e água proporcionados pelas grandes áreas naturais as quais estão severamente degradados ou devastados.

A redução nos tamanhos das populações de muitas espécies pode provocar a extinção local ou global de algumas espécies, estreitando sua base genética. Há de forma implícita uma sequência de efeitos que vão desde a perda de algumas espécies, estruturas e funções dos ecossistemas

até a transformação completa do habitat (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Nesse contexto, um importante referencial teórico é dado pela Teoria da Biogeografia de Ilhas de MacArthur e Wilson (1967) que foi elaborada visando prever o número de espécies que uma ilha de determinado tamanho poderá suportar, baseando-se no balanço entre a extinção e imigração. Nesse contexto, os fragmentos de florestas assemelham-se a ilhas, pois é possível estimar o número de espécies que um determinado fragmento de floresta pode manter, sendo uma ferramenta para a conservação.

No entendimento de Primack e Rodrigues (2001), pela biologia da conservação, os fragmentos maiores favorecem a existência de fauna de maior porte; fragmentos de menores tamanhos há fauna de porte mais reduzido, comprometendo o equilíbrio das populações.

Uma metapopulação corresponde a um conjunto de populações conectadas por indivíduos que se movimentam entre si. A formação de uma metapopulação é, sem dúvida, favorecida pela fragmentação de habitats onde cada população ocorre em um fragmento. No entanto, a metapopulação pode também ocorrer em habitats contínuos, dependendo do nível de agregação da espécie e da capacidade de dispersar desta dentro do ambiente (PAGLIA *et*

al., 2006).

Segundo a Teoria das Metapopulações áreas menores e algumas vezes mais distantes podem apresentar mais diversidade, dependendo da espécie estudada. Além do tamanho da área, fatores como a presença de bordas e a configuração geral da paisagem são importantes (PÉRICO *et al.*, 2005).

O tamanho do fragmento é uma característica inversamente proporcional no que diz respeito ao efeito de borda (RANTA *et al.*, 1998). Dessa forma, quanto menor for o fragmento, maior será a alteração existente do habitat natural para biota, obrigando-as a viverem no interior do fragmento, onde preserva as condições peculiares.

Em áreas de Mata Atlântica, onde se observa uma pequena

densidade de fragmentos florestais, a distância pode influenciar na migração de propágulos e animais, podendo comprometer a biodiversidade dos mesmos (LANA, 2006).

b) Forma dos fragmentos: A forma dos fragmentos afeta significativamente os processos ecológicos, podendo ser largo ou estreito, sinuoso ou reto (PRIMACK, 2001).

É obtida pelo Índice de Circularidade (IC) que corresponde como o efeito de borda medido pela razão entre perímetro e área dos remanescentes florestais (CHRISTOFOLETTI, 1999, *apud* ROCHA et al., 2007).

Por meio do índice de circularidade ou da relação borda/interior, pode-se determinar a tendência em relação à forma de um fragmento. O fragmento apresentará tendência à forma arredondada, quando o valor do índice de circularidade (IC) for próximo de 1. À medida que este se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado (MARTINS et al., 2002).

Viana e Pinheiro (1998) classificam a forma dos fragmentos. Quando este índice é menor que 0,6 os fragmentos são considerados “muito alongados”; entre 0,6 e 0,8, “alongados”; e maiores que 0,8, “arredondados”. Dessa forma, quanto mais distante da forma circular, maior susceptibilidade do fragmento as interferências externas, comprometendo a sustentabilidade do remanescente.

Quanto maior o círculo (ou outro formato), maior a área florestada nele contida. É difícil proteger uma faixa longa e estreita de terra, pois ela é ecologicamente mais frágil, favorecendo ao efeito de borda. Nesse sentido, para Rocha et al. (2007) quanto mais perfeitamente circular for um fragmento, menor será o efeito de borda.

Os efeitos da borda dos fragmentos sobre a diversidade biológica e sustentabilidade da floresta podem ser tão marcantes como a influencia do tamanho (LANA, 2006).

Para Laurence (2001) os fragmentos florestais são fortemente influenciados pelos efeitos de borda, que são compostos por várias mudanças ecológicas associadas às abruptas bordas artificiais dos fragmentos. Dessa maneira, essas mudanças são mais pronunciadas na

borda e diminuem na direção do interior da floresta (VIANA et al., 1992).

Tudo indica que o efeito de borda pode influenciar de formas diferenciadas, de acordo com os diferentes ecossistemas. Por exemplo, Santos e Santos (2008) afirmam que a vegetação do fragmento de ecossistema caatinga estudado não era ecologicamente afetada pela criação de bordas, isto é, o efeito de borda é insuficiente para eliminar plantas já estabelecidas ou alterar o recrutamento e a sobrevivência de novos indivíduos nesse ecossistema. Para Lana (2006) a maioria dos fragmentos de Mata Atlântica, na bacia hidrográfica do rio Doce (MG), possuem a forma alongada (geralmente em topos de morros) e apresentam, de uma forma geral, acentuado efeito de forma.

c) Conectividade: Conectividade é caracterizada por facilitar ou impedir o movimento entre remanescentes naturais. É uma propriedade importante para a sobrevivência de metapopulações em um fragmento (METZGER e DÉCAMPS, 1997).

A distância entre “ilhas” de floresta preservada é também importante para o contato de espécies inconstantes, especialmente pássaros e insetos. Assim, é preciso conhecer a distância dos fragmentos da vegetação na paisagem natural local que servirão de fontes de propágulos para a área em processo de restauração.

Segundo Viana et al. (1992) o grau de isolamento de um fragmento pode afetar o influxo de animais, pólen e sementes e, portanto, a diversidade biológica e a dinâmica das populações de plantas e animais. A distância entre os fragmentos é uma das barreiras existentes para os processos de dispersão e colonização das populações. Em um ambiente não perturbado as sementes, os esporos e os animais se movem passiva e ativamente através da paisagem. Quando chegam a um local apropriado, estabelecem-se e formam novas populações, estabelecendo-se ou extinguindo-se em escala local, uma vez que a espécie que migrou pertence a outro habitat ou se estabelece iniciando a sucessão ecológica (PRIMACK et al., 2001).

O isolamento de um fragmento pode ser mensurado pela distância do fragmento em relação ao fragmento vizinho mais próximo. É interessante destacar que quanto mais distante um fragmento de outro,

maior é a dificuldade das espécies migrarem entre eles.

Martensen et al. (2008) ao estudar a diversidade de aves relacionando-as com o tamanho e a conectividade de fragmentos de florestas tropicais, observaram que os grupos de aves foram afetados diretamente pelo tamanho e pela conectividade, enquanto que grupos de insetívoros e onívoros, dentre outros, foram afetados pela área e conectividade; outros grupos (insetívoros e nectários, por exemplo) foram afetados somente pela conectividade.

Os fragmentos bem conectados podem sustentar um elevado número de espécies e indivíduos, devendo ser prioridade para a conservação. Vidal et al. (2007) estudando a produção da serrapilheira em paisagem fragmentada, concluiu que os dados obtidos apontam para uma forte contribuição da estrutura da vegetação na determinação dos padrões de produção e deposição de serapilheira, provavelmente em razão da origem dos fragmentos e das várias décadas já decorridas desde sua regeneração. Além disso, a conectividade das manchas de mata indicou a importância na manutenção das espécies arbóreas zoocóricas e, conseqüentemente, de fluxos de animais dispersores.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

As aerofotografias da área de estudo foram cedidas pela Superintendência de Recursos Hídricos de Sergipe (SRH) da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e correspondem ao ano de 2004, tendo projeção UTM, Zona 24 Sul e Datum SAD-69. São fotografias ortoretificadas e ortogeoreferenciadas na escala 1:10.000.

O uso e cobertura do solo foi feito por meio de fotointerpretação as quais foram digitalizadas no programa ARCGIS 9.2, de acordo com a licença de uso ArcView 9.3.1: KEY 426498032_V93.ESU9. Dessa maneira, a vetorização se deu por meio da adoção de parâmetros como textura, coloração e tonalidade, resultando no levantamento de atividades realizadas na bacia hidrográfica e a forma de ocupação.

Os fragmentos foram vetorizados com o auxílio do programa

ARCGIS 9.2, com escala de visualização de 1:10.000. Foi feita a interpretação das fotografias aéreas e a digitalização dos fragmentos de Mata Atlântica, considerando os parâmetros de textura, tonalidade e similaridade nas cores da vegetação.

O tamanho dos fragmentos foi obtido por meio do próprio programa ARCGIS 9.2, após a digitalização dos fragmentos, sendo possível estimar o tamanho dos fragmentos da área de estudo. Em seguida, os dados foram agrupados em tamanho de classes, podendo relacionar o número de fragmentos de acordo com o seu tamanho. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula estatística:

$$K = \sqrt{n}$$

$$A = TMF - Tmf$$

$$C = A \cdot K$$

$$Li = MVO + C$$

Onde: C = tamanho de classe;

A = amplitude;

TMF = tamanho do maior fragmento;

Tmf = tamanho do menor fragmento;

n = número de fragmentos;

Li = limite inferior;

MVO = menor valor observado.

O índice de circularidade ou da relação borda/interior foi determinado para propor a tendência em relação à forma de um fragmento, conforme CHATURVEDI (1926).

$$IC = \frac{4000 \cdot \pi \cdot A}{P^2} \quad \text{equação (1)}$$

Sendo: IC = índice de circularidade;

A = área do fragmento, em ha;

P = perímetro do fragmento, em m.

O fragmento apresentará tendência à forma arredondada, quando o valor do índice de circularidade (IC) for próximo de 1. À medida que este se distancia de 1, tem-se um fragmento alongado (OLIVEIRA *et. al.*, 2005).

Com relação à conectividade, utilizou-se a metodologia sugerida por Catelani e Batista (2007). Com base nos dados de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Poxim foi processado o isolamento da classe “Mata Capoeira”, que corresponde aos fragmentos florestais existentes na bacia. A organização computacional se deu a partir da criação de um banco de dados georreferenciados no SPRING, sob o qual foram processados os dados de base e os cruzamentos e conversões para compatibilização entre dados espaciais e métricas.

A partir do mapa de fragmentos florestais foi gerado um mapa de distância no modelo numérico, que corresponde a um mapa matricial no qual as células referentes a cada pixel da imagem resultante possuem valores crescentes em metros à medida que se afastam dos fragmentos florestais. O dado numérico resultante desse processo foi agrupado em faixas de 100m de largura a partir das bordas dos fragmentos florestais existentes na bacia hidrográfica.

As incursões a campo foram feitas com o fito de confirmar as alterações referentes ao uso de ocupação do solo no período de 2004 a 2010. Para isso, utilizou-se de uma ficha de campo e um GPS de navegação (modelo Garmim) para a obtenção das coordenadas referentes à localização.

Tal atividade permitiu a coleta de fotografias representativas da atual situação dessas categorias e a coleta de coordenadas, permitindo, dessa forma, fazer um levantamento dos atuais impactos da vizinhança no entorno dos fragmentos florestais.

4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM

O levantamento do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Poxim permitiu a obtenção de 15 categorias de uso e ocupação: área degradada, área embrejada, área industrial, assoreamento, campos de restinga, corpos d'água, cultivos agrícolas/solos expostos, dunas e areal, manguezal, mata, mata ciliar, povoados e distritos, sede municipal, viveiro/salinas e pastagem (Figura 01).

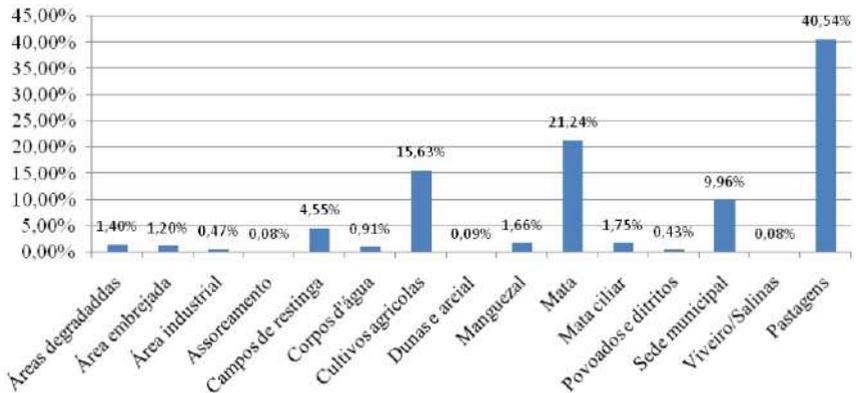


Figura 1. Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, 2010.

As atividades pastoris é a atividade predominante, uma vez que a pastagem é praticada em quase metade da área da bacia hidrográfica (40,54%), demonstrando a importância econômica dessa atividade nas propriedades agrícolas da região. Segundo o BRASIL (2009) os bovinos, suínos e equinos, são, respectivamente, os principais rebanhos criados nos municípios que compõem a bacia hidrográfica.

As atividades agrícolas correspondem a segunda maior atividade econômica praticada na bacia hidrográfica, correspondendo a 15,63% da área de estudo. De acordo com levantamento realizado pelo BRASIL (2009) as principais culturas praticadas nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Poxim estão cana-de-açúcar, coco-da-baía, mandioca e laranja, principalmente.

A expansão das fronteiras agrícolas, motivada pela necessidade crescente de produzir alimentos em quantidades cada vez maiores, promoveu o desmatamento das matas ciliares para implantação de empreendimentos agropecuários (Wammes et al., 2007). Isso se deve ao fato de, de modo geral, as margens dos rios serem a parte mais produtiva da propriedade e, também, pelo desconhecimento da importância em se manter as áreas de preservação permanente.

Para Milaré (2000) compatibilizar meio ambiente e desenvolvimento significa considerar os problemas ambientais dentro de um processo contínuo de planejamento e gestão, observando-se, de forma holística, as dimensões: sociocultural, político, econômico e ecológico. Por outro lado, observa-se que, na bacia hidrográfica do rio Poxim, a floresta mata atlântica está restrita a fragmentos florestais de diferentes tamanhos e níveis de isolamento. Essas áreas naturais compreendem a 21,24% da área de estudo, demonstrando que a supressão da floresta se deu em detrimento aos diferentes usos e ocupação desordenados dentro da bacia hidrográfica.

Como impacto dessa ação antrópica, nota-se que há uma redução na disponibilidade da quantidade de água e os rios na bacia hidrográfica ficam mais largos e rasos, comprometendo no abastecimento público. Isso porque sem a vegetação a água da chuva não tem como infiltrar no solo e acaba escorrendo superficialmente, causando erosão e assoreamento no leito dos rios.

Para agravar a situação, as matas ciliares representam 1,75% da área total da bacia hidrográfica do rio Poxim. Dessa maneira, fica evidente o elevado quadro de degradação ambiental das matas ciliares. Historicamente, houve a cultura de retirar a vegetação ciliar para o plantio de espécies agrícolas, pelo fato de que o solo existente nas margens dos rios serem mais férteis do que qualquer outro na propriedade. Por outro lado, a retirada da vegetação ciliar, trouxe vários impactos ambientais negativos, dentre eles: redução na vazão dos rios, assoreamento dos cursos d'água, perda da qualidade de água, redução da fauna aquática e implicações na vida econômica das populações ribeirinhas que vivem da pesca.

Com relação ao manguezal, por se tratar de um ecossistema típico da zona costeira da bacia do rio Sergipe, observou-se que essas áreas na bacia hidrográfica do rio Poxim compreendem apenas 1,66% da área em estudo.

Do mesmo modo, de acordo com levantamento realizado no ano de 2005, no estado de Sergipe, a área de mangue correspondia a 1,86% (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2009). Diante de tais circunstâncias, os manguezais encontram-se permanentemente ameaçados por diversas atividades humanas desenvolvidas no litoral, principalmente a agropecuária e a urbanização, comprometendo a sustentabilidade dessas áreas ricas em espécies endêmicas (SANTANA et al., 2007; MENEZES et al., 2007).

No estado de Sergipe, a invasão aos mangues está vinculada à expansão imobiliária, ao despejo de esgotos, ao aterro intencional e ao desmatamento, atrelados ao crescimento urbano da cidade de Aracaju.

5. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL

5.1. Tamanho e Distribuição dos Fragmentos Florestais

Foram identificados 96 fragmentos florestais de Mata Atlântica, com área total de 8286,40 hectares, sendo divididos em 10 classes com amplitude de 2347,54812 ha (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos fragmentos florestais, referente ao ano de 2004, quanto ao tamanho médio, número de fragmentos, Σ da Área e % de área total dos fragmentos.

Classes de tamanho (ha)	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	Nº de fragmentos	Fragmentos %	? da Área dos fragmentos (ha)
[0,0031? 260,84179[	18,58	89	92,71	1653,62
[260,84179? 521,68047[	379,84	01	1,04	379,84
[521,68047? 782,51915 [	686,21	03	3,13	2058,62
[782,51915? 1043,35783[	923,39	02	2,08	1846,77
[1043,35783? 1304,19651[	0	00	0	0
[1304,19651? 1565,03519[	0	00	0	0
[1565,03519? 1825,87387[	0	00	0	0
[1825,87387? 2086,71255[	0	00	0	0
[2086,71255? 2347,55123[	2347,55	01	1,04	2347,55
[2347,55123? 2608,38991[	0	00	0	0
Total		96	100,00	8286,40

Fonte: Pesquisa, 2010.

Observou-se que a maior concentração de fragmentos florestais (89 fragmentos) está no intervalo de classe de menor tamanho, apresentando um tamanho médio de 18,58ha e correspondendo a 92,71% dos fragmentos florestais na área de estudo. Dessa maneira, estes fragmentos representam 82,71% dos fragmentos e somam uma área de 1653,62 hectares.

A porcentagem de área total dos fragmentos diminuiu à medida que aumentou o tamanho dos fragmentos florestais. Há um intervalo de classe de tamanho com apenas um único fragmento cujo tamanho é de 2347,55 hectares, sendo o fragmento de maior tamanho (número 95) e está localizado no município de São Cristóvão, representando 1,04% da área total de fragmentos em estudo.

É notável que os fragmentos florestais de maior tamanho apresentam apenas poucas unidades, aumentando a concentração à medida que se direciona para o interior da bacia hidrográfica do rio Poxim, pois há mudança quanto ao uso e ocupação do solo, devido a redução na exploração das atividades econômicas, principalmente para São Cristóvão que possui 59,16% do território municipal na bacia hidrográfica (Figura 2). Dessa maneira, esses dados evidenciam o alto grau de degradação existentes nesses fragmentos resultantes da ação antrópica, comprometendo o fluxo gênico, com estreitamento da base genética, e, conseqüentemente, implicando na inexistência da biodiversidade nesses fragmentos.

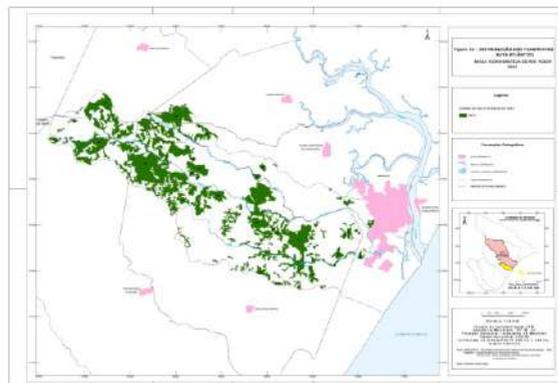


Figura 2. Distribuição dos fragmentos florestais de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Poxim, 2010.

A digitalização das fotografias aéreas permitiu um estudo mais detalhado com relação aos fragmentos florestais localizados na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Neste caso, tornou-se possível estabelecer relação da distribuição dos fragmentos florestais quanto a sua distribuição por municípios. Desse modo, constatou-se que alguns fragmentos de tamanho significativo abrangem dois ou mais municípios, a exemplo de Areia Branca, Itaporanga D'Ajuda, São Cristóvão e Laranjeiras que apresentam 2347,551 hectares de mata contínua. Neste caso, pode-se afirmar que ações de preservação desse fragmento devem abranger ações conjuntas desses 4 municípios.

Observou-se que o município de São Cristóvão apresenta a maior quantidade, somando 68 fragmentos com tamanho médio de 51,091 hectares e cuja área total é de 3473,16 hectares (Tabela 2). Por outro lado, o tamanho médio desses fragmentos é de apenas 51,09 hectares.

Tabela 2. Distribuição dos fragmentos de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Poxim-SE por municípios.

Município	Nº de fragmentos	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	? das áreas dos fragmentos (ha)
Aracaju	03	19,536	58,60785
Areia Branca	01	3,704	3,704
Laranjeiras	05	0,185	0,926373
Itaporanga D' Ajuda	08	104,351	834,8072
N. Sra. do Socorro	07	33,551	234,855
São Cristóvão	68	51,091	3474,159
Aracaju/N. S. Socorro	01	29,951	29,951
Areia Branca/Itaporanga	01	637,505	637,505
Laranjeiras/S. Cristóvão	01	664,337	664,337
Areia Branca/Itaporanga/Laranjeiras/ S. Cristóvão	01	2347,551	2347,551

Fonte: Pesquisa, 2010.

Vale ressaltar ainda que o município de São Cristóvão desempenha importante papel com relação ao afloramento de nascentes, a tal ponto de haverem no município 4 empresas distribuidoras de água mineral, atendendo todo estado sergipano e gerando emprego e renda para o município. Dessa maneira, torna-se evidente a importância da manutenção

da cobertura florestal, no que tange a infiltração da água ao solo para abastecimento dos mananciais.

Segundo Brasil (2003) houve um crescimento no consumo de água mineral na região nordeste do país e no estado de Sergipe se constatou um aumento na produção desse tipo de água de 34%. O município de Itaporanga D'Ajuda possui um total de 08 fragmentos florestais, apresentando um tamanho total das áreas de 834,80 hectares. Dessa forma, o município tem uma menor quantidade de fragmentos, mas com maior tamanho, haja vista que possui um tamanho médio de 104,35 hectares. O município de Areia Branca possui apenas 01 fragmento, com área de 3,704 hectares.

5.2. Índice de Circularidade

Quanto ao índice de circularidade foi possível estabelecer uma relação com o tamanho médio dos fragmentos florestais. Notou-se que os menores fragmentos florestais possuem maior índice médio de circularidade, apresentando menor relação interior-borda em relação aos demais fragmentos em estudo. Por outro lado, à medida que há um aumento no intervalo de tamanho médio dos fragmentos há uma redução no índice médio de circularidade, exceto para o fragmento de tamanho médio de 686,21 hectares que possui índice médio de circularidade de 0,13 (tabela 03).

Tabela 3. Relação do tamanho médio e o índice médio de circularidade dos fragmentos da bacia hidrográfica do rio Poxim referente ao ano de 2004.

Classes de tamanho (ha)	Tamanho médio dos fragmentos (ha)	Índice médio de circularidade
[0,0031? 260,84179[	18,58	0,34
[260,84179? 521,68047[	379,84	0,04
[521,68047? 782,51915 [	686,21	0,13
[782,51915 ? 1043,35783[	923,39	0,02
[1043,35783? 1304,19651[	0	00
[1304,19651? 1565,03519[	0	00
[1565,03519? 1825,87387[	0	00
[1825,87387? 2086,71255[	0	00
[2086,71255? 2347,55123[	2347,55	0,01
[2347,55123? 2608,38991[	0	00

Fonte: Pesquisa, 2010.

Corroborando tal afirmação, Oliveira et al. (2005) observaram que fragmentos florestais, no município de Viçosa, de tamanho menor apresentaram, em média, maiores valores para os índices de circularidade (IC). Assim, todos os fragmentos estão sofrendo alto grau de perturbação.

O tamanho e a forma de um fragmento estão intrinsecamente ligados à borda. Quanto menor o fragmento, ou mais alongado, mais fortemente os efeitos de borda podem ser notados, pois diminui a razão interior/margem. A razão entre o interior e margem impõe restrições à manutenção de populações de determinadas espécies, à medida que mexe com fatores espaciais com forte impacto ecológico (PÉRICO et al., 2005).

A maioria dos fragmentos da bacia hidrográfica do rio Poxim (92,71%) apresentou índice médio de circularidade de 0,34, seguidos por índices de circularidade de 0,13 para 3,13% dos fragmentos da área de estudo. Desse modo, notou-se que maior quantidade de fragmentos que correspondem aos fragmentos de menor tamanho possui o maior índice médio de circularidade nos fragmentos em estudo, porém, no caso da bacia hidrográfica em estudo, todos os fragmentos florestais estão em estado crítico (Figura 3)

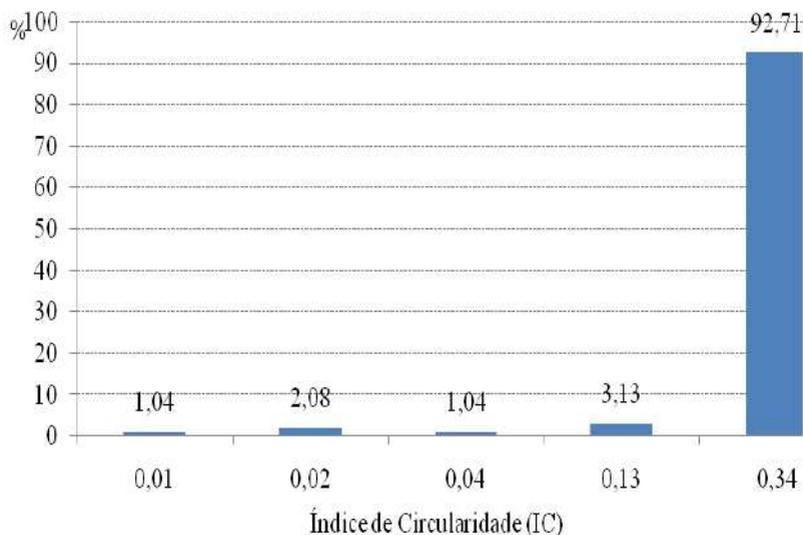


Figura 3. Índice Médio de Circularidade, por intervalo de tamanho de classe, dos fragmentos da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE referente ao ano de 2004. Fonte: Pesquisa, 2010.

Dentre os fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim, que contribuem com uma considerável cobertura vegetal, está o maior fragmento com um tamanho de 2347,55 hectares, no entanto, apresenta índice de circularidade médio de 0,01, menor índice existente, representando um fragmento florestal que sofre grande interferência do efeito de borda com o interior do fragmento, devido a sua vizinhança com área de pastagem. Dessa forma, caracteriza-se por ser fragmento de forma muito alongado que provavelmente está sofrendo perturbações externas (borda).

A forma dos fragmentos florestais é um fator que influencia na dinâmica, alterando a estrutura, composição florística e o micro-clima do fragmento, agravando os efeitos da fragmentação em espécies sensíveis à perturbação (LAURANCE, 1998).

Pode-se afirmar que o índice de circularidade dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim apresentam valores muito pequenos, pois o maior índice de circularidade foi 0,34 (Figura 4), ou seja, os índices são menores que 0,6 de acordo com a classificação sugerida por Viana e Pinheiro (1998).

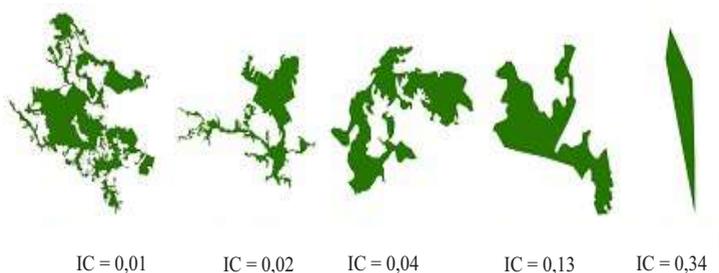


Figura 4. Forma dos fragmentos florestais encontrados na bacia hidrográfica do rio Poxim de acordo com os índices médios de circularidade referentes ao ano de 2004.

Fonte: Pesquisa, 2010.

A forma dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim evidencia a elevada relação interior/borda, diante da perturbação de fatores externos, comprometendo a sustentabilidade dessa bacia hidrográfica, haja vista que altera as condições microclimáticas e afeta a existência de espécies nos fragmentos. Tal fato é preocupante no se que se refere à manutenção da biodiversidade.

De acordo com a análise de impacto ambiental realizado para espécies botânicas utilizadas por especialistas nas nascentes da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açú, Lima (2010) concluiu que grande parte das plantas nativas citadas (89 espécies) tem prioridade de conservação, sendo que 04 espécies (*Protium heptaphyllum*, *Astronium fraxinifolium*, *Allagoptera arenaria*, *Attalea funifera*) já constam na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, tornando-se necessária a adoção de estratégias de conservação, pelo fato de serem espécies que estão correndo risco de extinção.

Os dados desta pesquisa reforçam o que foi encontrado por Santos (2009a) que observou que na maioria dos fragmentos sergipanos de mata atlântica os índices de circularidade foram baixos, em torno de 0,006 - 0,31.

5.3. Conectividade

De acordo com a análise da conectividade realizada por meio da classificação da distância dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim, observou-se que estes estão dispersos na unidade de planejamento (Figura 5), apresentando considerável grau de isolamento entre si.

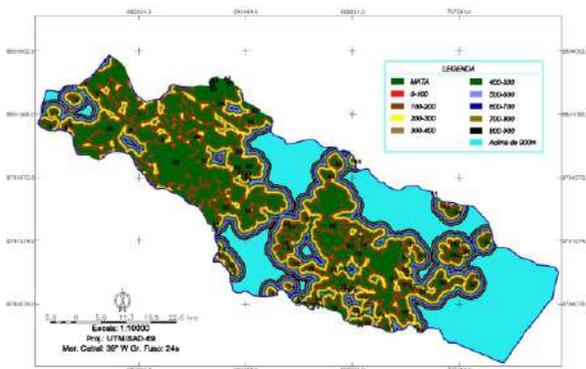


Figura 5. Conectividade dos fragmentos de Mata Atlântica na bacia hidrográfica do rio Poxim 2010.

Por meio da classificação dos fragmentos florestais, nota-se que a Mata Atlântica possui uma área de 8286,40 hectares, correspondendo a 20,81% da área da bacia hidrográfica do rio Poxim (Tabela 04). Desse modo, torna-se evidente a redução da cobertura da vegetação que, neste caso, deve-se ao uso do solo para a pecuária e a atividades agrícolas, que são as atividades econômicas predominantes no que se diz respeito ao uso do solo, representando 16% e 40%, respectivamente.

Somente em 13,48% de todos os fragmentos florestais estão distantes 100 metros do seu fragmento mais próximo. Desse modo, essa proximidade facilita a conexão entre os fragmentos florestais, pois neste caso fica mais fácil adotar estratégias de conservação desses fragmentos, através de corredores ecológicos, permitindo o fluxo de fauna e flora.

Tabela 4. Classificação dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim quanto à faixa de distância, área (ha) e área em %, referência no ano de 2004.

Classe	Faixa de distância (m)	Área (ha)	Área (%)
Mata	0	8286,40	20,81
0 – 100	0 – 100	5370,35	13,48
100 – 200	100 – 200	3976,75	9,99
200 – 300	200 – 300	2998,00	7,53
300 – 400	300 – 400	2118,75	5,32
400 – 500	400 – 500	1753,25	4,40
500 – 600	500 – 600	1427,25	3,58
600 – 700	600 – 700	1250,00	3,14
700 – 800	700 – 800	1101,50	2,77
800 – 900	800 – 900	976,25	2,45
Acima de 900	Acima de 900	10.567,50	26,53
Total	-	-	100

Fonte: pesquisa, 2010.

Neste contexto, as estratégias devem considerar o mosaico de fragmentos florestais existentes na bacia hidrográfica do rio Poxim, no sentido de recuperar as áreas degradadas, restabelecendo os processos ecológicos e estimulando a conservação desses fragmentos.

A maioria dos fragmentos (26,53%) se encontra com a distância superior a 900 metros em relação ao fragmento florestal mais próximo. Dessa maneira, no estado de Sergipe, embora não tenha um estudo relacionando a conectividade com a migração da fauna, deduz-se que pode estar havendo alteração no deslocamento de algumas espécies de fauna, haja vista que a grande distância entre os fragmentos pelo fato de predominar, quanto ao uso e ocupação do solo, áreas de pecuária, cultivos agrícolas e urbanização.

Do mesmo modo ao que foi observado neste estudo para a bacia hidrográfica do rio Poxim, Santos (2009a) verificou nos fragmentos florestais do estado de Sergipe, onde as distâncias ficaram ao redor de 1km, correspondendo a maior conectividade, situados no grupamento Santa-Luzia do Itanhy/Estância. No entanto, a conectividade maior foi observada por uma distância média de quase 2 km para o grupamento Pacatuba-Japoatã.

6. LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO CILIAR

A bacia hidrográfica do rio Poxim tem uma rede de drenagem total de 568,02km, sendo que apenas 43,78km é coberta por mata ciliar (Figura 6). Dessa forma, evidencia-se o descumprimento da legislação referente à preservação de áreas de preservação permanente, neste caso, as áreas de mata ciliar.

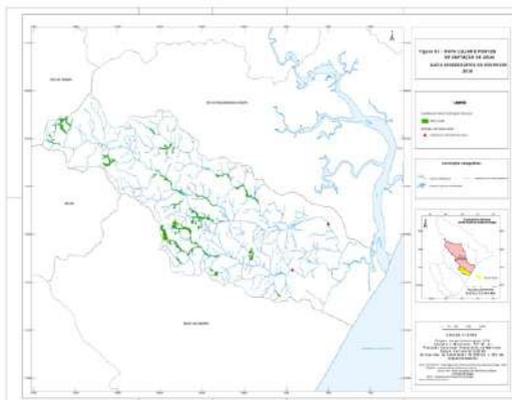


Figura 6. Mata ciliar na bacia hidrográfica do rio Poxim, 2010.

A bacia hidrográfica do rio Poxim possui 02 pontos de captação sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), visando o abastecimento público da grande Aracaju (Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão, Aracaju e Barra dos Coqueiros). Os pontos de captação se situam no rio Pitanga (E = 703750 e N = 8787280) e no rio Poxim (E = 708000 e N = 8792110) os quais constituem os principais rios da bacia hidrográfica do rio Poxim.

É importante destacar que nos pontos de captação de água existentes, observou-se que não existe mata ciliar na área de preservação permanente, deixando o leito do rio mais suscetível à desestabilização e, conseqüentemente, ao assoreamento. Desse modo, há comprometimento no abastecimento público no que se refere à qualidade e quantidade de água ofertada.

Tal fato tem sido notado na grande Aracaju quando se aumenta a demanda por água e por conta do período de estiagem, pois o nível dos reservatórios está abaixo do necessário, uma vez que se reduziu a vazão nos rios, resultando em racionamento de água para a população.

Diante dessa situação, foi confeccionado o buffer de 30 metros, permitindo fazer um levantamento da quantidade de mata ciliar existente e a quantidade mínima necessária na área de estudo conforme recomendação do Código Florestal Brasileiro de 1965 (Figura 7). Observou-se que, considerando a largura mínima de mata ciliar recomendada pela legislação ambiental pertinente, a bacia hidrográfica deveria possuir uma área de mata ciliar de 34,46km², porém 31,22km² da bacia hidrográfica do rio Poxim não possui área de preservação permanente do tipo mata ciliar em conformidade com a legislação.

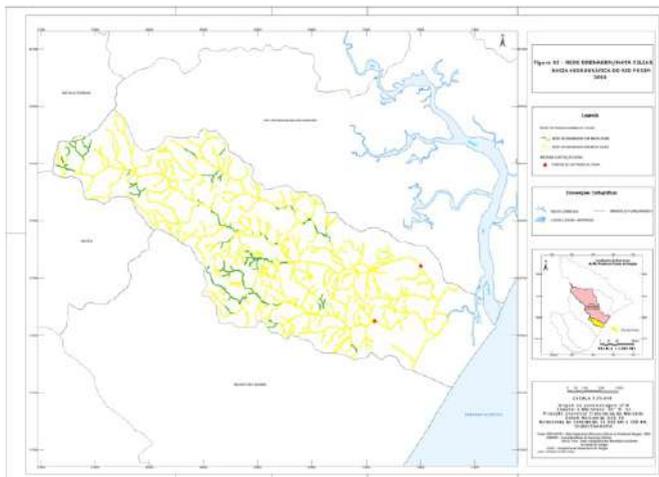


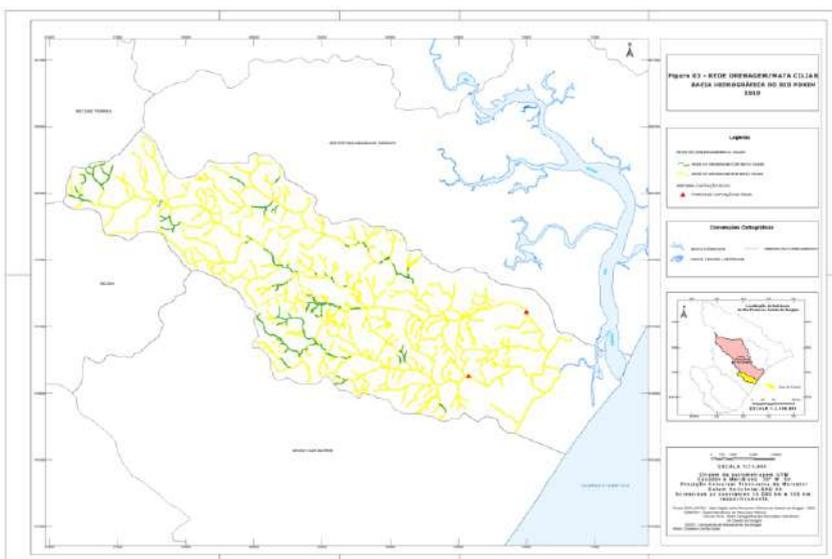
Figura 7. Buffer da mata ciliar de acordo com a rede de drenagem na bacia hidrográfica do rio Poxim, 2010.

A bacia hidrográfica do rio Poxim possui 02 pontos de captação sob a responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), visando o abastecimento público da grande Aracaju (Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão, Aracaju e Barra dos Coqueiros). Os pontos de captação se situam no rio Pitanga (E = 703750 e N = 8787280) e no rio Poxim (E = 708000 e N = 8792110) os quais constituem os principais rios da bacia hidrográfica do rio Poxim.

É importante destacar que nos pontos de captação de água existentes, observou-se que não existe mata ciliar na área de preservação permanente, deixando o leito do rio mais suscetível à desestabilização e, conseqüentemente, ao assoreamento. Desse modo, há comprometimento no abastecimento público no que se refere à qualidade e quantidade de água ofertada.

Tal fato tem sido notado na grande Aracaju quando se aumenta a demanda por água e por conta do período de estiagem, pois o nível dos reservatórios está abaixo do necessário, uma vez que se reduziu a vazão nos rios, resultando em racionamento de água para a população.

Diante dessa situação, foi confeccionado o buffer de 30 metros, permitindo fazer um levantamento da quantidade de mata ciliar existente e a quantidade mínima necessária na área de estudo conforme recomendação do Código Florestal Brasileiro de 1965 (Figura 7). Observou-se que, considerando a largura mínima de mata ciliar recomendada pela legislação ambiental pertinente, a bacia hidrográfica deveria possuir uma área de mata ciliar de 34,46km², porém 31,22km² da bacia hidrográfica do rio Poxim não possui área de preservação permanente do tipo mata ciliar em conformidade com a legislação.



Neste sentido, observa-se que essas áreas de preservação permanente não estão cumprindo sua função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

Tal situação é fator de preocupação, uma vez que a redução da biodiversidade está sendo causada pela retirada da vegetação ciliar. Santos

(2006), em levantamento florístico de vegetação ciliar no rio Poxim-Açú, registrou 51 espécies, distribuídas em 29 gêneros e 21 famílias.

Santos et al. (2007a) listam que as espécies denominadas gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), biriba (*Escheweilera ovata*), camboatá (*Cupania revoluta*) e pau-pombo (*Tapirira guianensis*) apresentaram maior valor de importância em estudo em remanescente de mata ciliar no rio Poxim-Açú, segundo o índice de diversidade de Shannon-Weaver.

Do mesmo modo, Santos et al. (2007b) realizaram um levantamento florístico e fitossociológico em um trecho ciliar do rio Poxim, verificando-se as espécies de ocorrência na área de estudo com maior índice de ocorrência: sombreiro (*Clitoria fairchildiana* Howard), anona (*Annona* sp.), jambolão (*Syzygium jambolanum* Lam.), pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aubl.) e umbaúba (*Cecropia pachystachya*).

Apesar de que em sua totalidade ainda não ser representativa a sua preservação; o desmatamento das matas ciliares ocorre em quase todas as bacias hidrográficas, principalmente, para ocupá-las por pastagens e agricultura, contribuindo, assim, na degradação do ambiente ciliar (SANTOS e CARDOSO, 2007).

Por outro lado, para Souza et al. (2007) a recuperação e conservação da mata ciliar favorece a manutenção da qualidade e produção de água, controle de erosão, conservação da biodiversidade e utilização de produtos não madeireiros.

O buffer permitiu observar, ainda, que do total recomendado de mata ciliar apenas 46,22% está em conformidade com o Código Florestal e 34,38% está em desacordo com a legislação. Dessa maneira, é constatada a situação irregular das áreas de preservação permanente do tipo mata ciliar diante da lei em vigor, uma vez que não é respeitado o mínimo estipulado pela legislação para a preservação dessas áreas de preservação permanente.

Vale ressaltar que 19,40 % correspondem à área de mata ciliar que está acima de 30 metros, que é o tamanho mínimo de mata ciliar levado em consideração na elaboração do buffer. A retirada da vegetação ciliar desequilibra o ecossistema ribeirinho, trazendo vários problemas ambientais, tais como o comprometimento dos mananciais e do solo;

assoreamento dos rios; diminuição do pescado e a morte da fauna aquática.

A partir desse pressuposto, justificam-se os estudos fitossociológicos aliados a estudos hidrográficos na bacia hidrográfica degradada (FERREIRA et al., 2006), tonando-se necessário o estabelecimento de ações de monitoramento e recuperação do rio Poxim, diante da supressão das matas ciliares, no sentido de recuperar as áreas das matas ciliares com fito de promover a conservação dos recursos naturais.

A adoção de estratégias preservacionistas permitirá a manutenção da área de preservação permanente referente à mata ciliar com o fito de desempenhar as funções: melhoria da qualidade de água; estabilização das margens dos rios, contendo o processo erosão e assoreamento do curso d'água; propicia um ambiente adequado para a fauna e melhora a qualidade de vida do homem, dentre outras.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o levantamento de uso e ocupação do solo, permitiu-se observar que na bacia hidrográfica do rio Poxim possui 96 fragmentos florestais, correspondendo a 21,24% de cobertura de mata atlântica.

Embora protegido por legislação específica, não se vê ações efetivas de proteção do bioma Mata Atlântica. Uma alternativa seria a criação de Reserva Particular de Patrimônio Nacional (RPPN), nas propriedades rurais, com o fito de proteger os fragmentos florestais da mata atlântica, assim como a biodiversidade, a paisagem e propiciar atributos ambientais. Além disso, permitem a conexão com outros fragmentos, formando corredores ecológicos, permitindo o deslocamento da biodiversidade e diminuindo o risco de extinção das espécies.

Torna-se necessária adoção de estratégias conservacionistas desses fragmentos de acordo com os preceitos da sustentabilidade e dos princípios do zoneamento ambiental no que tange ao uso e ocupação adequada do solo da bacia hidrográfica, visando a manutenção da cobertura florestal e a formação de corredores ecológicos, como ferramenta de planejamento e gestão dos recursos hídricos e manutenção da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

BORGES, L. F. R. et al. Inventário da paisagem de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo. **Revista Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, 2004. p. 22-38.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 04/08/2010.

CATELANI, C. de S.; BATISTA, G. T. Análise do tamanho e distância entre fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Una. IN: **Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**. Taubaté/SP, 2007. p. 75-81.

CHATURVEDI, M. D. **Measurements of Forest crops**. London: Oxford University Press, 1926. 142p.

FERREIRA, R. A.; SANTOS, T. I. S.; SANTOS, B. L. Análise florística e fitossociológica em nascentes e fragmentos de vegetação do rio Poxim. In: ALVES, J. do P. H.; GARCIA, C. A. B.; AGUIAR NETTO, A. O. de; FERREIRA, R. A. (Coords.) Diagnóstico e avaliação da sub-bacia Hidrográfica do rio Poxim. **Relatório de Pesquisa**. Sergipe: EDUFS/FAPESE, p. 137-162, 2006.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Relatório Parcial (2005-2008). Fundação SOS Mata Atlântica/INPE. São Paulo, 2009. 156p.

GALINDO-LEAL, C. et al. *Estatus do hotspot Mata Atlântica: a dinâmica da perda da biodiversidade*. IN: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica, Conservação Internacional, Belo Horizonte, 2005. p. 12-23.

GOMES, L. J.; SANTANA, V; RIBEIRO, G. Unidades de conservação no estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 2, n. 1, 2006. p. 101-112.

LANA, J. M. **Ecologia da paisagem de Mata Atlântica na Bacia do Rio Doce, estado de Minas**

Gerais. 116p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 2006.

LAURANCE, W. F. Rainforest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. **Série Técnica IPEF**. v. 12, n. 32, 1998. p. 21-24.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 203 p.

MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**. V. 141, n. 9, 2008, p. 2184-2192.

MARTINS, I. C. de M. et al. Diagnóstico Ambiental no Contexto da Paisagem de Fragmentos Florestais Naturais “Ipucas” no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.3, 2002. p. 299-309.

MENEZES, L. C. S. et al. Principais alterações de bosques de mangue com predominância de *Laguncularia racemosa* no estuário rio São Francisco. IN: V Congresso Brasileiro de Sistemas. **Anais ...**. Aracaju, 2007. p. 171-179.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente**: doutrina, prática, jurisprudência, glossário. São Paulo: RT, 2000. 1280p.

NEIMAN, Z. **Era Verde?**: Ecossistemas Brasileiros Ameaçados. São Paulo: Atual, 1989. 103p.

OLIVEIRA, M. L. R. et al. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**. Viçosa, v.29, n. 2, 2005. p. 213-225.

PAGLIA, A. P.; FERNANDEZ, F. A. S.; DE MARCO JR, P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes?. IN: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S. **Biologia da Conservação**: Essências. São Carlos, SP: RIMA Editora, 2006. p. 281-316.

PÉRICO, E. et al. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia/INPE, 2005. p. 2339-2346.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Ed Rodrigues, 2001, 327p.

PRIMACK, R. B. et al. **Fundamentos de conservación biológica**: perspectivas latino-americanas. Fondo de cultura econômica, México, 2001, 797p.

RANTA, P. et al. The fragmented atlantic rain Forest of brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and conservation**. v.7, 1998. p. 385-403.

ROCHA, C. C. et al. Modelagem de Corredores Ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Georreferenciadas. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, 2007, p. 3065-3072.

SANTANA, M. B. S. et al. Mapeamento das áreas ocupadas pelo ecossistema manguezal no baixo curso do Rio São Francisco IN: V Congresso Brasileiro de Sistemas. **Anais ... Aracaju**, 2007. p. 163-170.

SANTOS, A. F.; CARDOSO, L. G. Delimitação das áreas de preservação permanente (mata ciliar) da microbacia hidrográfica do Ribeirão Faxinal, Botucatu – SP. IN: I Seminário de Recursos Hídricos

da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico. **Anais ...**. Taubaté, 2007 p. 231-235.

SANTOS, B. L. et al. Levantamento florístico e fitossociológico em remanescente de mata ciliar, por meio de parcelas fixas no rio Poxim-Açu. XVII Encontro de Iniciação Científica. – UFS/CNPq. **Anais...** Universidade Federal de Sergipe, 2007a. p. 195.

SANTOS, M. J. C. et al. florística e fitossociologia no trecho ciliar do rio poxim, município de São Cristóvão, SE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. V. 02, n. 03, 2007b. p. 223-227.

SANTOS, A. L. C. Diagnóstico dos Fragmentos de Mata Atlântica de Sergipe Através de Sensoriamento Remoto. **Dissertação de mestrado**. São Cristóvão: UFS, 2009a. 94p.

SANTOS, A. S. P. **Dinâmica da paisagem na foz do rio Poxim em Aracaju– SE (1961 – 2003)**.96p.Dissertação (Mestrado).Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão: UFS, 2009b.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, 1991. p18-32.

SOUZA, A. M. et al. Estrutura genética e espacial de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb. em mata de galeria. **Revista Cerne**, Lavras, v.13, n. 3, 2007. p. 239-247.

UEZU, A. **Composição e Estrutura da Comunidade de Aves na Paisagem Fragmentada do Pontal do Paranapanema**.193p.Tese(Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2006.

VIANA, V. M., TABANEZ, A. J. A., MARTINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. **Anais...**do 2º congresso nacional sobre essências nativas. 1992. p. 400-406.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, 1998, p. 25-42.

VIDAL, M. M. et al. Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos. **Revista Brasileira de Botânica**. V. 30, N 03, 2007, p. 521-532.

WAMMES, E. V. S. et al. Importância ambiental das áreas de preservação permanente e sua quantificação na microbacia hidrográfica da Sanga Mineira do município de Mercedes – PR. **Rev. Bras. de Agroecologia**. Resumos do V CBA - Uso e Conservação de Recursos Naturais. v.2, n.2, 2007. p. 1408-1411.

Aspectos relevantes à qualidade de vida na bacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe

Anne Grazielle Costa Santos¹

Alda Lisboa de Matos²

Josiene Ferreira dos Santos Lima³

Ariovaldo Antonio Tadeu Lucas⁴

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais relacionados à poluição dos recursos hídricos geralmente são consequentes do defasamento dos serviços de saneamento. Esses problemas são entraves para o desenvolvimento de muitas cidades brasileiras, principalmente àquelas em que a população é menos favorecida financeiramente. Em Sergipe, especialmente na cidade de Aracaju a especulação imobiliária impulsiona a ocupação das margens para atender a demanda do crescimento urbano. “Dessa forma, o acelerado crescimento demográfico, conjugado com a urbanização que se processa muitas vezes de forma desordenada, ocasiona a transformação do meio ambiente natural, fazendo emergir indagações acerca do esgotamento dos recursos naturais” (SANTOS et al., 2010).

Esse episódio é evidente nas margens do rio Poxim, que corta a cidade de Aracaju e passa por bairros que enfrentam problemas de saneamento. Segundo Jacobi (2006), os principais problemas ambientais são causados pelo impacto da urbanização predatória que avança sobre os ecossistemas. As planícies desse rio, apesar de encontrar-se em péssimas condições, tornou-se área de grande valor econômico para o setor da construção civil.

¹ Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFS). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFS). E-mail. annegrazielles@gmail.com

² Graduada em Geografia (UFS). Mestre em Desenvolvimento. Meio ambiente (UFS).

³ Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFS). Mestre em Desenvolvimento e Meio ambiente (UFS).

⁴ Doutor em Ecologia. Professor Adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

O presente estudo pretende construir um nivelamento do conhecimento, mesmo que superficialmente, sobre as condições de saneamento em que vive a população que reside no entorno da bacia hidrográfica do rio Poxim. A construção desse capítulo foi decorrência do levantamento bibliográfico referentes a livros, artigos e planos com dados já publicados da bacia hidrográfica abordada. Além disso, foi realizada visita *in loco* com realização de questionários o que possibilitou avaliar questões como salubridade da habitação, sistema de abastecimento de água, sistema de esgoto sanitário, lixo, drenagem urbana, problemas de saúde, presença de animais.

Nesse contexto o presente capítulo aborda questões de saneamento ambiental que afetam o rio Poxim ocasionando mudanças na paisagem, poluição das águas e degradação ambiental. Aponta indicadores à obtenção da qualidade de vida, nesta perspectiva, a amplitude do tema condiciona uma relação entre os serviços de saneamento, a qualidade da água abastecida e a evidência de doenças. Os aspectos aqui constatados reúnem discussões de pesquisas recentes sobre a qualidade da água do rio Poxim e evidenciam situações do completo descaso ao saneamento, no que se refere a planejamento, infraestrutura de água e esgoto, coleta e disposição de lixo.

A ocupação dos vales de rios em áreas urbanas não é singular a cidade de Aracaju, essas evidências é vista em muitas cidades brasileira e em diversos países. As áreas marginais dos cursos dos rios em área urbana são ocupadas por moradias e em muitos casos encontram-se poluídos pelo lançamento frequente de resíduos sólidos, industriais e domésticos.

A expansão desordenada do crescimento imobiliário além de criar espaços de vulnerabilidade se aprofunda na desigualdade e expõe a sociedade aos riscos ambientais. Gonçalves (2004), afirma que a centralização demográfica implica em uma série de problemas ambientais que não se verifica com intensidade quando a população está dispersa em áreas rurais, como o lixo, abastecimento de água, saneamento básico, saúde pública e outros.

Ambientes dotados de maior vulnerabilidade ambiental, como as planícies, áreas de inundação e terrenos inconsolidados são verificadas em

ambientes mais urbanizados. O uso e a ocupação desordenada tornou-se um problema de maior magnitude no planejamento atual, mas é dessa forma que as cidades estão se expandindo e apropriando dos recursos naturais.

Os riscos ambientais que ocorrem na cidade são oriundos das modificações empreendidas pelo homem nas características geoambientais do sítio urbano - desmatamento, expansão urbana e impermeabilização do solo, mineração, produção industrial, transportes, disposição inadequada de resíduos são algumas das atividades que promovem riscos ambientais urbanos, caso das inundações e enchentes, deslizamento de terra, poluição do ar, do solo e da água (ALMEIDA e CARVALHO, 2008).

2. SAÚDE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

O conceito de saúde não se presume somente a ausência de doenças ou enfermidades. A definição de saúde requer abrangência já que está associada à qualidade de vida por envolver aspectos econômicos, sociais e ambientais. Isto implica que para ter saúde, é necessário que o homem disponha de um ambiente que lhe proporcione um estado de completa satisfação e onde as condições de alimentação, habitação, trabalho, saneamento, recreação e prevenção de doenças são inclusas. Para Mota (2006):

Dependendo das características do ambiente, o homem pode ter melhor ou pior estado de saúde. Em locais onde são adequadas as condições de habitação, nutrição, saneamento, entre outras, a incidência de doenças transmissíveis é muito pequena, ocorrendo o contrário quando as mesmas são precárias ou inexistentes (MOTA, 2006, p.67).

Conforme a visão desta observação o autor remete que os índices de mortalidade e morbidade infantil são mais elevados em países em

desenvolvimento, onde as condições básicas de vida são precárias. Contudo entende-se que a incidência de doenças depende das condições, favoráveis ou não, que o meio lhe proporcione.

De acordo com Daltro Filho (2004) as doenças decorrentes da falta de saneamento básico (veiculadas água, lixo e esgoto) como mostrado na (Tabela 1) geralmente são infecciosas e possuem rota de transmissão feco oral, através de picadas ou contaminação direta de pessoa para pessoa.

O saneamento surgiu em um período de crise ambiental por três fatores determinantes: crescimento populacional e dos centros urbanos, utilização de matérias primas e exploração de recursos naturais e por último a poluição ou contaminação do ambiente (DALTRO FILHO, 2004).

Durante a década de 60 do século XX, o setor de saneamento no Brasil, apresentava-se institucionalmente desorganizado e conseqüentemente, o descaso aos serviços de saneamento junto a crescente urbanização somente agravaram os problemas relacionados à questão. Não bastasse, o conhecimento que se tinha sobre o assunto até o final da década de 1970 era inexpressivo, pois o conceito de saneamento era entendido como atividades de água e esgoto ou saneamento básico assim denominado pelas primeiras companhias de saneamento do Brasil.

No entanto, a construção de vias sanitárias, tratamento da água e do esgoto são obras imprescindíveis que geram não apenas a limpeza urbana, mas principalmente, promove a saúde pública. É necessário lembrar que para cada córrego de esgoto canalizado, menos leitos de hospitais são utilizados, e em nível global para cada dólar investido em saneamento três dólares são desnecessários aos investimentos de saúde e compra de remédios.

Tabela 1. Doenças veiculadas a água, resíduos sólidos e esgoto doméstico.

Agentes	Doenças	Modo de transmissão	
Bacterianos	<i>Salmonella typhi</i>	Febre Tifóide	Ingestão de água ou alimentos contaminados, mãos sujas.
	<i>Salmonella Paratyphi</i>	Febre Paratifóide	Ingestão de água ou alimentos contaminados, mãos sujas.
	<i>Shigella</i>	Disenteria bacilar	Ingestão de água ou alimentos contaminados, mãos sujas, moscas.
	<i>Coliformes fecais</i>	Gastroenterites	Ingestão de água ou alimentos contaminados, mãos sujas.
	<i>Leptospira interrogans</i>	Leptospirose	Contato com fezes, urina ou mordida de rato.
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> <i>Vibrio cholerae</i>	Tuberculose Cólera	Poluição e superlotação do ambiente. Ingestão de água ou alimentos contaminados, mãos sujas, moscas.
Virais	<i>Enterovirus</i>	Poliomielite	Através da ingestão de água contaminada. As moscas podem funcionar como vetores mecânicos.
	<i>Hepatite virus A</i>	Hepatite infecciosa	Contaminação feco-oral; ingestão de água e alimentos contaminados.
	Grupo B dos arbovirus <i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. malarie</i> e <i>P. falciparum</i>	Dengue Malária	Picada do mosquito <i>Aedes aegypti</i> . Picada de mosquito.
	<i>RNA virus</i> <i>Rotavirus</i>	Febre amarela Diarréia aguda	Destinação inadequada de lixo R.S. Contagio oral-fecal, ingestão de água e alimentos infectados.
	Helmintos	<i>Ascaris lumbricóides</i>	Ascariíase	Ingestão de ovos contidos no solo e alimentos.
<i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Schistosoma mansoni</i>		Ancilostomíase Equistossomose	Contato com o solo contaminado. Contato da pele com água contaminada.
<i>Taenia solium</i>		Cistecercose	Contagio fecal-oral, ingestão de alimentos contaminados e de carne mal cozida.
<i>Taenia saginata</i>		Teníase	Ingestão de água ou de alimentos contaminados, moscas, mãos sujas.
Protozoários	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase	Contagio através de mãos, água e alimentos contaminados por cistos.
	<i>Giardia lamblia</i>	Giardiase	Contagio através de mãos, água e alimentos contaminados por cistos.

Fonte: SANTOS, 2012.

O lançamento de esgotos e lixo a céu aberto além de favorecer a contaminação do ambiente, contribui também para o surgimento de vetores causadores de doenças de origem hídrica como afirma Soares e Daltro filho (2010, p. 162) que “a disposição inadequada de lixo provoca poluição dos corpos hídricos, do solo e subsolo”. A maioria dos domicílios brasileiros (23%) destinam seus efluentes através de tratamento primário ou convencional, ou seja, utilizam a fossa séptica, essa forma de pré-tratamento infelizmente possibilita a contaminação do lençol freático (AFONSO, 2006). Nesse sentido percebe que:

O saneamento ambiental se configura como elemento fundamental à saúde, pois possui a capacidade de transformar de maneira distinta as condições ambientais, tendo como o objetivo de alcançar a salubridade ambiental, proteger e melhorar as condições de vida. Melhorar a saúde coletiva e o próprio ambiente vivido deve ser uma preocupação de todos os setores sociais, pois assim evitam-se gastos excessivos com hospitalares, assistência médica, medicamentos, entre outros (LIMA et al., 2010, p.184).

Atualmente o saneamento é entendido como o ramo das ciências e das artes que compreende medidas necessárias ao controle físico e promoção de saúde, bem estar e segurança para toda a comunidade (SANTOS, 2012). Segundo a Organização Mundial da Saúde- OMS, o saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social.

A partir desse conceito é sabido dizer que o saneamento propõe condições básicas a qualidade de vida. Qualidade de vida que também se chama nível ou condições de vida, em termos econômicos e sociais, e condições ambientais, em termos ecológicos. Prontamente, essa qualidade deve atender aspectos resultantes das condições de alimentação, habitação, emprego e renda, nível de escolaridade, segurança, lazer, qualidade do ar, abastecimento d'água e destinação de esgoto e resíduos sólidos, entre outros.

Segundo Neri e Daltro Filho (2010) Para que uma cidade tenha futuro é necessário oferecer qualidade de vida para seus habitantes. Nisto devem ser incluídas, no mínimo, condições equilibradas, tanto socioeconômicas quanto ambientais.

Dessa forma, percebe-se a estreita relação que há entre saúde pública e saneamento básico, este não se restringe apenas as ações de água e esgoto, mas constitui um conjunto de critérios e objetivos que assegurem

um ambiente favorável à vida humana e de outros seres, além do controle da poluição da água, do solo e do ar, traduzindo o saneamento ambiental como sua melhor definição.

3. SANEAMENTO BÁSICO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Definitivamente o saneamento básico é indissociável à promoção da qualidade de vida bem como ao processo de proteção aos ambientes naturais, em especial dos recursos hídricos. Isso porque todas as formas de poluições acabam interferindo no ciclo hidrológico, sejam através das redes de drenagem ou decantação do lixo no solo.

A carência de recursos especializados na maioria dos municípios brasileiros e nas organizações não governamentais que atuam na área de saneamento e meio ambiente, incidem na busca pela universalização destes serviços. Porém, a universalização dos serviços de saneamento é um desafio e proporcioná-lo em disposição igualitária a toda sociedade brasileira constitui um dos objetivos a ser alcançados através do cumprimento da Lei 11.445/2007 (Lei de Saneamento Básico).

Nesta perspectiva, o Governo Federal pretende ordenar os serviços de saneamento básico ressaltando peculiaridades territoriais através do Plano Municipal de Saneamento Básico- PMSB. Esse constitui um instrumento de planejamento, gestão regulação e fiscalização dos serviços. Deverá também contemplar as quatro vertentes do saneamento básico que são: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais.

Apesar da importância para a saúde e meio ambiente, o setor de saneamento no Brasil enfrenta dificuldades gerenciais, descaso e ausência de investimentos. Em 2008 o PNSB constatou que cerca de 25 milhões de domicílios não possuíam qualquer ligação com rede coletora de esgoto, pelo menos 80% dos resíduos sólidos gerados são lançados em terrenos baldios ou diretamente em rios sem algum tipo de tratamento. E ainda quase um quarto da população não possui acesso à rede de abastecimento de água (IBGE/ PNSB, 2009).

Os dados apresentados na Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB, 2009) representou um avanço se comparado aos resultados

do ano 2000. E apesar das iniciativas pelo Governo Federal através das obras do PAC e recomendações da Lei 11.445/2007, o setor de saneamento no Brasil ainda é o pior em nível de infraestrutura, desenvolvimento e comprometimento com a qualidade de vida das populações.

Evidentemente os principais entraves ao avanço do saneamento básico no país são o nível de prioridade dada pelos políticos à questão e a falta de interesse da população na cobrança dessas obras. Segundo o Ministério das cidades são investidos atualmente pelo menos R\$ 8 bilhões por ano em saneamento no Brasil, quantia inferior à necessária para atingir as metas do governo até 2030 (IBGE/ PNSB, 2009).

Com a expansão urbana e aglomerações e com a respectiva elevação do consumo de água o homem passou a executar grandes obras destinadas à captação, transporte e armazenamento de líquidos. Nisto, compreende que muitas comunidades captam água subterrânea para abastecimento público, outras são abastecidas por águas superficiais após tratamento e distribuição residenciais. Enquanto isso, os esgotos gerados são coletados e transportados para uma estação de tratamento ou na maioria dos municípios brasileiros, são lançados em mananciais de forma *in natura* (BRASIL, 2006).

Toda essa procedência somada a destruição gradual, agravamento das condições de poluição e a própria alteração climática do mundo apontam para um prognóstico de escassez de recursos hídricos e uma situação dramática em 2025 à população mundial (Daltro, 2002). Além disso, Daltro (2004) diz que a terra é composta por 70,70% de águas imersas e 29,30% de águas emersas, enquanto que, há um quadro adverso, pois, de toda água disponível no mundo, 97,30% estão nos oceanos (água salgada) e apenas 2,20% são classificadas como água doce, desses 2,07% encontram-se no estado sólido, disponível mesmo, ou seja, no estado líquido temos apenas 0,63%.

4. ÁGUA E PADRÕES DE QUALIDADE

A água é um elemento da natureza indispensável ao homem, além de se constituir um solvente universal da biosfera capaz de permitir

incontáveis reações na natureza desde a formação de novos compostos a origem de diversos fenômenos naturais. Segundo Philippi Jr. e Silveira (2005) como elemento estratégico, a água sempre preponderou nas tomadas de decisões que objetivassem o desenvolvimento econômico e cultural.

De acordo com os autores Philippi Jr e Silveira (2005) a conformidade espacial dos recursos hídricos desde suas nascentes resulta em um sistema progressivamente complexo nos aspectos natural e antrópico. No aspecto natural porque os corpos de água vão se agregando e transformando territórios, alterações consequentes de suas interações com a geologia, o solo, a vegetação, e a fauna. As interações com a cultura humana agregam mais complexidade pela capacidade que as atividades antrópicas possuem de promover a apropriação dos recursos naturais. Obviamente, essas transformações exercidas por diversas fontes agrupadas em efluentes domésticos, industriais, cargas difusas urbanas e agrícolas condicionam modificações as características da qualidade da água.

A partir dessa observação o conceito de qualidade de água se torna subjetivo, se considerarmos ser um juízo de valor sobre as condições temporais e espaciais de uma determinada realidade ambiental, pois existe muita complexidade de fatores que determinam a qualidade da água e associar sua qualidade ao uso pretendido tornou-se a maneira mais fácil de conceituar.

Embora haja subjetividade sobre o conceito de qualidade para o recurso e considerando índices de adequações para saúde pública, o termo potabilidade da água pressupõe ausência de contaminação microbiológica e toxicológica (PHILIPPI JR e SILVEIRA, 2005).

Assim, a água para consumo humano não deve conter microrganismos patogênicos. Para se obter uma água em condições de ser ingerida, deve-se realizar análise bacteriológica, onde serão determinadas a presença, ou não, de microrganismos patogênicos na água (MOTA, 2006).

Os coliformes totais são bactérias encontradas na água, no solo e em fezes. Os coliformes fecais integram um grupo de bactérias oriundas do

trato intestinal de humano e animais, não são de modo geral, patogênicos, mas apresenta-se em grande quantidade nas fezes e por isso, a constatação de sua presença na água indica que a mesma recebeu dejetos e que pode conter microrganismos causadores de doenças.

No entanto uma água é dita potável quando é inofensiva à saúde e adequados aos usos domésticos e, principalmente quando atende aos indicadores ou parâmetros de qualidade que englobam características físicas, químicas, bacteriológicas e radioativas formando padrões regidos pela Portaria nº 1469/2000, do Ministério da Saúde.

Diante dessas características apresentadas é importante ressaltar que existem padrões referentes as emissões de poluentes e esses padrões classificam determinado recurso hídrico de acordo com os usos preponderantes além de fixar classes em ordem decrescente de 1 a 4 segundo seu nível de qualidade (CONAMA, nº 20/1986 e 357/ 2005). Segundo Philippi Jr. e Silveira (2005) nesse nível de classificação, não é possível contemplar os corpos de água de todas as ordens porque a bacia hidrográfica é constituída por vários componentes que se somam transformando-se em córregos, riachos e rios, portanto o enquadramento é uma norma diretiva que pressupõe uma classe de qualidade que se almeja alcançar ou manter.

A resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio admite uma classificação para as águas doces, salobras e salinas do território nacional brasileiro, e ainda considera que o enquadramento dos corpos d'água devem estar não no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deve possuir para atender necessidade da comunidade.

O conteúdo da resolução CONAMA nº 20/1986 é atualizado na resolução CONAMA nº 3057/2005 que dispõe sobre as classificações dos corpos d'água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece padrões de lançamento de efluentes. Ambas as resoluções definem nove classes de acordo com o uso destinado, as águas doces são subdivididas em cinco classes, Tabela 2 (CONAMA, nº 20/1986 e 357/ 2005).

Tabela 2. Classes de água doce segundo as resoluções CONAMA n° 20 e 357.

CLASSE ESPECIAL	Águas com destino ao:
1. Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;	
2. À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;	
3. À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	
CLASSE I	Águas com destino ao:
1. Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;	
2. À proteção das comunidades aquáticas;	
3. À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;	
4. À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;	
5. À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
CLASSE II	Águas com destino ao:
1. Ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;	
2. À proteção das comunidades aquáticas;	
3. À recreação de contato primário (natação e atividades aquáticas);	
4. À irrigação de hortaliças e frutas que se desenvolvem com distância mínima do solo e que são consumidas cruas;	
5. À aquicultura e a atividade de pesca.	
CLASSE 3	Águas com destino ao:
1. Ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional ou avançado;	
2. À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;	
3. À pesca amadora;	
4. À recreação de contato secundário	
5. À dessedentação de animais.	
CLASSE 4	Águas com destino ao:
1. À navegação;	
2. À harmonia paisagística;	

5. DISPONIBILIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO POXIM

O rio Poxim faz parte da bacia hidrográfica do Rio Sergipe, sendo o seu ponto de confluência próximo a embocadura do Rio Sergipe. A sua captação está situada na zona oeste e a menos de 5 km do centro da cidade de Aracaju na divisa com o município de São Cristóvão. A sub bacia hidrográfica do rio Poxim está localizada na porção leste do estado de Sergipe abrangendo parte dos municípios de Itaporanga d'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão e Aracaju, possuindo como principais cursos d'água os rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga, totalizando uma área de 397,95 km².

De acordo com a classificação climática de Köppen, a bacia hidrográfica do rio Poxim enquadra-se no tipo de clima tropical úmido com seca no verão, em virtude da proximidade do mar e pelo baixo relevo, exposto aos ventos alísios. A temperatura oscila entre 23° C para os meses mais frios (julho e agosto) e 31° C para os meses mais quentes.

A disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Poxim, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe (PERH) está assim disposta na Tabela 3:

Tabela 3. Disponibilidades e demandas de água na bacia do rio Poxim. Atual.

Unidade de Planejamento	Disponibilidades m ³ /ano			Total D=A+B+C	Demanda Atual	Saldo atual
	Superficial (A)	Transposição da Bacia (Deso) (B)	Subterrânea Efetiva (C)			
Rio Poxim	4.099.680	5.241.035	1.296.000	10.636.715	8.734.551	1.902.164

Fonte: PERH, 2011

O saldo positivo da disponibilidade e demanda de água da bacia não são indicadores de qualidade da água do manancial, sendo imprescindível um gerenciamento técnico e preciso da captação e distribuição da água do Poxim.

Em relação a qualidade das águas do rio Poxim, é importante ressaltar que existem muitos fatores complexos que interferem na qualidade da água. Para tanto, analisamos os dados obtidos em pesquisas já realizadas por: Wanderley et al. (2011), Vasco et al. (2011), Daltro Filho (2002).

No trecho fluvial delimitado da jusante da Estação de Tratamento de Água da DESO, a ETA Poxim até a foz, extensão total de 11.825m, verificou-se variações de profundidades, elevação de fundo com bancos de areia, baixas profundidades, cor avermelhada resultante dos sedimentos em suspensão, focos de erosão e variações da largura do Poxim (WANDERLEY et al., 2011).

Segundo Wanderley et al. (2011) a associação entre a variação da largura do rio Poxim iniciada no percurso até a foz, 17m a 100m respectivamente, com a baixa profundidade, 1,10m/1,50m a 1,6m/2,4m, indica a vulnerabilidade de receber descargas líquidas nos primeiros trechos e ainda os perfis transversais mostraram posição variada do talvegue em relação às margens, o que permite concluir em baixa velocidade da corrente.

De acordo como as objeções de Vasco et al (2011) e Daltro Filho (2002) tanto as águas do ponto de confluência entre os rios Mirins e Açu quanto as águas localizada no local de captação da Companhia de Saneamento (DESO), poderiam ser enquadrada na classe 3 de acordo com as resoluções CONAMA nº 357/2005 e 20/1986. São águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora.

Contudo Daltro (2002) apontou que os resultados de contaminação fecal observada através da variação de 385 a 8115 Coliformes Fecais por 100ml e de 525 a 9500/100ml para Coliformes Totais, tanto no verão como no inverno, esses enquadram a água captada pela DESO na classe 2, que segundo a resolução nº 357/2005 são àquelas destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

As concentrações de oxigênio dissolvido na localidade da confluência dos rios Poxim-Mirim e Poxim-Açu e também no ponto de Captação de água pela DESO resultaram em nível abaixo de 2 mg L^{-1} . Para Vasco et al (2011) esse dado apenas confirma as condições próximas de anaerobiose do corpo hídrico além de relacionar os baixos níveis de oxigênio dissolvido com esgotos sem tratamento lançados no rio.

Como foi dito no item anterior, uma água própria para o consumo humano deve se enquadrar dentro dos parâmetros que garantam a ausência de microrganismos patogênicos que impliquem em males à saúde pública. Dessa forma, os estudos realizados por Wanderley et al. (2011), Vasco *et. al.* (2011), Daltro Filho (2002) demonstraram que as águas do rio Poxim foram enquadradas em Classe 3 e em algumas situações na classe 2, os indicadores de salubridade ambiental ou até mesmo de saneamento ambiental implicam na classificação da qualidade da água do rio Poxim.

Esses indicadores apontam muitos problemas que vão deste a interferência dos fenômenos naturais, à ausência de esgotamento sanitário,

controle e prevenção de doenças, coleta e destinação de resíduos sólidos, desmatamento e principalmente da expansão desordenada dos conjuntos habitacionais além da invasão do percurso natural do rio.

6. ASPECTOS DO SANEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO POXIM

A bacia hidrográfica do rio Poxim está inserida no complexo hídrico da bacia hidrográfica do rio Sergipe e é formada pela junção dos corpos d'águas dos rios Pitanga, Poxim Mirim e Poxim Açú, além de uma dezena de pequenos riachos. O corpo hídrico em questão abrange parte dos municípios de Itaporanga D'Ajuda, Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro, São Cristóvão. Além desses municípios o rio Poxim drena os solos dos bairros São Conrado, Farolândia, Coroa do Meio, Inácio Barbosa, Jabotiana e Jardins situados em Aracaju.

O Estado de Sergipe dispõe do Plano Estadual de Recursos Hídricos, o qual objetiva no geral, estabelecer diretrizes, metas, programas e projetos, ajustados a um balanço favorável de disponibilidade e demanda de água no Estado. Nesse sentido, o Estado destaca-se no cenário nacional por apresentar um enorme arsenal de tecnologias direcionadas para o monitoramento das águas. Esse monitoramento busca conhecer e projetar o uso da água, que por meio de cenários de demanda verifica as necessidades hídricas da região em alcance de curto, médio e longo prazo.

A expansão urbana de Aracaju tem motivado preocupação, quanto a um crescimento que ocorre sem qualquer ordenamento ou sem adequada infraestrutura urbana. Essa situação ocorre no entorno da calha do Rio Poxim, onde conjuntos habitacionais e loteamentos foram e estão sendo implantados à montante da captação de água da companhia de Saneamento do Estado de Sergipe (DESO).

Segundo o senhor Claudio Filho (Gestor do Sistema de Recursos Hídricos da Campanha de Saneamento de Sergipe – DESO), em entrevista à equipe de trabalho relatou que desde 30 de setembro de 1958, a água do rio Poxim é utilizada para o abastecimento humano, época em que a vazão de captação correspondia em torno de 150 L/s e foi aumentando ao longo dos anos hoje em 2012 a vazão de captação é de 1000 L/s.

A crescente retirada de água dessa bacia associada à ação antrópica causou sérios danos tanto na fisionomia quanto na qualidade da água desse rio. As águas do rio Poxim abastecem os bairros Rosa Elze, Bairro América, Siqueira Campos, Orlando Dantas, Augusto Franco, Coroa do Meio e parte do Centro de Aracaju. Segundo o Gestor da DESO, a água do rio Poxim está enquadrada na classe 2, conforme a resolução do CONAMA, nº 20/1986, resolução nº 274/2000 e CONAMA nº 357/2005.

Alguns projetos estão sendo desenvolvidos na bacia do rio Poxim, visando recuperar áreas impactadas pela ação antrópica. Podem-se verificar áreas de reflorestamento em diversos pontos da rede de drenagem, além de ser um palco para as pesquisas feitas pelos órgãos ambientais do estado e também, pela Universidade Federal de Sergipe – UFS que fomenta projetos e atua diretamente na busca de conhecer a dinâmica dessa bacia e assim, promover soluções de recuperação.

Visando avaliar a ação antrópica a que vem sendo submetida a água do Rio Poxim, constatou-se que o sistema de abastecimento de água tem sofrido constantes cortes no fornecimento, fazendo com que a população mais carente recorra à água do rio, comprometendo a saúde da comunidade. Verificou-se também que a dosagem de cloro na água fornecida deve ser observada para que não comprometa a saúde pública. Nas residências pesquisadas, 100% das mesmas são abastecidas com água potável através da rede pública.

A coleta de lixo é feita de forma frequente, mas, nas invasões o lixo é jogado em terrenos próximos as margens do rio. Foram evidenciados vários locais propícios ao desenvolvimento de organismos e/ou animais transmissores de enfermidades para a comunidade. Fato constatado através da presença de pocilgas instaladas às margens do rio nos bairros Rosa Elze, Rosa Maria e conjunto habitacional Brigadeiro Eduardo Gomes em São Cristóvão. O controle de vetores e doenças transmissíveis por falta de saneamento deve ser feito eliminando os focos possíveis de contaminação, depósitos inapropriados de resíduos sólidos e disposição de águas servidas nas ruas.

Existe esgotamento pluvial, através de sarjetas nas ruas, porém o esgotamento sanitário das comunidades envolvidas com a bacia do rio

Poxim resume-se, basicamente, a fossas sépticas. Na pesquisa de campo, foi evidenciado que os dejetos, juntamente com águas servidas são escoados e jogados ao rio. Esta é uma situação crítica, onde a população fica exposta a riscos de contaminação e transmissão de enfermidades relacionadas à excretas falta de higiene.

Outro fator constatado na bacia do rio Poxim, foi as ocupações subnormais consolidadas em áreas de preservação permanente (manguezais) nos bairros Inácio Barbosa, Coroa do Meio e São Conrado, todos lançam dejetos domésticos diretamente no rio. O Bairro Inácio Barbosa ainda abriga o Distrito Industrial de Aracaju, nesse complexo existem diversas ocupações de serviço e comércios entre esses edifícios estão: o Teatro Tobias Barreto, o SEBRAE, a CODISE, a ADEMA, a Secretaria de Estado da Educação, foi constatado também que muitos outros empreendimentos e prédios residenciais estão sendo construídos naquele local, contribuindo claramente para o comprometimento das águas deste rio.

No município de Nossa Senhora do Socorro, em especial nos Conjuntos Jardim e Parque dos Faróis e Lavandeira os principais problemas identificados foram: Ocupação desordenada, terrenos invadidos, destaque para a disposição final de lixo, lançamento de esgoto, remoção de terras, erosão no solo (ravinas ou voçorocas), barramento dos cursos d'água e ausência de vegetação, tanto ciliar, quanto nas nascentes e nas áreas de recarga.

Verificou-se ainda que todos os moradores possuem acesso a água distribuída pela DESO, (Figura 7). Quanto ao lixo doméstico, os moradores admitiram gerar entre 1 a 2kg de lixo por dia, afirmaram que a prefeitura permite a realização da coleta de lixo pelo menos três vezes na semana, no entanto foi visto focos de lixo em terrenos baldios (Figuras 1, 2, 3 e 4). As residências mais expostas e mais antigas geralmente possuem sistema de esgoto, contudo as mais recentes que ficam às margens do rio (Figura 5, 6, 7, 8, 9 e 10) disseram apenas possuir fossa séptica ou afirmaram destinar as águas residuais em córregos ou valas a céu aberto, consequência da falta de manutenção e expansão a rede de esgoto. Ainda no município de Socorro é desenvolvida a agricultura familiar, presente na sub bacia hidrográfica do Poxim-Mirim, a exemplo do Assentamento

Rural Moacyr Wanderley, situado no Quissamã na transição do médio para o baixo curso do rio Poxim-Mirim. A comunidade desenvolve o cultivo do coco, laranja, melancia, mamão, maracujá, mandioca, cana-de-açúcar, feijão de corda e inhame, Percebeu-se um avanço gradual das áreas agrícolas em relação às zonas de proteção permanente.

Ante o exposto no decorrer do trabalho, fica evidente que a qualidade do saneamento ambiental que permeia a bacia hidrográfica do rio Poxim encontra-se em condições deploráveis, visto que é uma bacia marcada fortemente pelo seu caráter estratégico, pois é dela que abastece parte significativa do contingente populacional da capital sergipana, além de perpassar por vários bairros de Aracaju. Tal fato agrava na medida em que se verifica a disposição dos resíduos sólidos ao longo de toda a rede de drenagem da bacia do rio Poxim, desde a sua nascente no Poxim Açú até o baixo curso, dentro da cidade de Aracaju.



Figura 1 e 2. Lixo em terreno baldio as margens do rio Poxim, no conjunto Rosa Maria e Poxim-Açu.



Figura 3 e 4. Lixo em terreno baldio as margens do rio Poxim, no conjunto Rosa Elze.



Figura 5 e 6. Residência as margens do rio Poxim-Açu e Barragem a jusante do rio Poxim–Açu: desvio do rio.



Figura 7 e 8. Lagoa de captação de água da DESO no rio Poxim e rede de esgoto em condomínios universitários em São Cristóvão sendo lançado no rio Poxim.



Figura 9 e 10. Frente de residências as margens do rio Poxim no bairro São Conrado e Fundo de residências no bairro São Conrado.

Fonte: Arquivos próprios, 2012.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ser humano sempre buscou na natureza condições favoráveis para o seu desenvolvimento. Para tanto, criou técnicas na tentativa de transformar as áreas naturais em prol de satisfazer suas necessidades.

Verifica-se assim, com o passar do tempo, problemas ambientais em escala local a global. Tais eventos são percebidos ao longo da bacia hidrográfica do rio Poxim, onde a ação antrópica materializa-se em diversos impactos no sistema ambiental.

A atual situação do rio Poxim além de complexa revela-se preocupante. Sendo que o alto grau de desmatamento das suas margens, associado à degradação do solo pela disposição irregular dos resíduos sólidos gera irregularidades na qualidade do abastecimento de água à comunidade.

Os problemas com o saneamento na região da bacia hidrográfica do Poxim evidenciam o descaso público com o rio. Os programas de revitalização do manancial não suprem as necessidades de preservação do curso d'água. Consequências desse descaso aliada aos eventos extremos do ponto de vista físico e climático, dão-se sobre a saúde e habitação da população, comprometendo a sustentabilidade do rio. O desenvolvimento sustentado e o gerenciamento da bacia do rio Poxim são temas que centralizam as análises e discussões sobre os recursos hídricos porque representam um meio de conciliação e proteção ambiental e desenvolvimento econômico da bacia.

O rio Poxim está sujeito a um histórico de degradação ambiental principalmente por efluentes domésticos e resíduos sólidos descartados pelas comunidades localizadas às margens do rio, sendo necessárias ações capazes de proteger e amenizar os impactos causados pela falta de saneamento como a implantação de estações de tratamento de esgoto, aterro sanitário e usinas de beneficiamento de lixo domiciliar. A concessão destes serviços apresenta como solução para o saneamento na região.

As dificuldades estruturais de um projeto de ação, seja pela falta de saneamento básico e esgotamento sanitário ou pelas dificuldades no abastecimento de água e coleta de lixo, não são suficientes para tirar da comunidade o objetivo de ali desenvolver-se apesar das limitações impostas pelo poder público, atrelado a burocracia que causa muitos entraves em projetos de saneamento que poderiam alavancar uma melhor qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

AFONSO, C.M. **Sustentabilidade, caminho ou utopia?**. São Paulo: Annablume, 2006.

ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. **sociedade de risco, pobreza urbana e justiça ambiental**. Artigo científico. Recife. 2008.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 20, de 18 de julho de 1986**. Presidência da República, Brasília Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2012.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Presidência da República, Brasília Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2012.

BRASIL, **Lei de Saneamento**, nº 11445 – 05 de janeiro de 2007. **Presidência da República**, Brasília, 5 de janeiro de 2007; 186º da Independência e 119º da República. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/webfunasa/san/pdf/lei11.445pdf>. Acesso em 15 de março de 2012.

BRASIL, Ministério do Saúde. **Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000**. Ministério Ministro de Estado da Saúde. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_1469-00.pdf.

BRASIL, **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, nº 58/MMA/2007. **Presidência da República**, Brasília, 04 de julho de 2007. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/501911.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2011.

BERMÚDEZ, O. B. Algunas directrices generales para la planificación de cuencas hidrográficas em áreas metropolitanas. IN: Silva, E.V. da. et al (org). **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas: Planejamento e gestão de bacias hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFS, 2011.

CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. de (org). **Geografia das metrópoles**. São Paulo: Contexto, 2006.

DALTRO FILHO, J. **Saneamento Ambiental: doença, saúde e saneamento da água**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju; Fundação Oviêdo Teixeira, 2004.

DALTRO FILHO, J. Avaliação da qualidade da água do rio Poxim, no entorno da captação da DESO, na grande Aracaju – Sergipe – Brasil. IN: **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental- VI SIBESA**, 1 a 5 setembro de 2002, Vitória –ES.

GONÇALVES, C. W. P. **O desafio Ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico-PNSB**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: Acesso em: 16 nov. 2009. www.ibge.gov.br/home/.../pnsb/default..htm.

JACOBI, P. **Cidade e meio ambiente, percepções e práticas em São Paulo**. 2ª edição. São Paulo: Annablume, 2006.

LIMA, A. de et al. Moradia e saneamento ambiental: inclusão de cidadãos nas cidades ou utopia? IN: DALTRO FILHO, J; SOARES, M.J. do. (org). **Meio ambiente, sustentabilidade e saneamento. Relatos sergipanos**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

NERI, A. L. C.; DALTRO FILHO, J. Saneamento ambiental e o ecossistema urbano brasileiro. IN: DALTRO FILHO, J; SOARES, M.J. do. (org). **Meio ambiente, sustentabilidade e saneamento. Relatos sergipanos**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010.

PHILIPPI JR., A; SILVEIRA, V. F. Controle da Qualidade das Águas. In: PHILIPPI JR., Arlindo. **Saneamento, Saúde e Meio Ambiente**. Barueri, SP: Manole, 2005. P. 416 a 417.

SANTOS, A. G. C. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Porto da Folha- SE, 2012**.143p.Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2012.

SANTOS, M.C. J. dos et al. A (in) sustentabilidade dos ecossistemas gerada pela expansão urbana no bairro jardins em Aracaju/SE. IN: DALTRO FILHO, J; SOARES, M.J. do. (org). **Meio ambiente, sustentabilidade e saneamento. Relatos sergipanos**. Porto Alegre: Redes Editora, 2010.

SERGIPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe (PERH)**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). Superintendência de Recursos Hídricos. Aracaju, 2011. s/d 1 CD-ROM.

VASCO, A. N. et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente e Água**.Taubaté- Brasil. Universidade de Taubaté, 6, núm. 1, 2011,pp. 118-130.

WANDERLEY,L. de L.; MENDONÇA FILHO, C. J. M.; MAGALHÃES, M. J.M. Levantamento batimétrico e ambiental do rio Poxim, em Aracaju: uma contribuição ao solucionamento de problemas ambientais e de assoreamento. IN: **IV Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe** - 23 a 25 de março de 2011, Aracaju-SE

Propriedades físico-hídricas dos solos da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu

Antenor de Oliveira Aguiar Netto¹

Marinoé Gonzaga da Silva²

Allan Cunha Barros³

Samuel Barreto da Silva⁴

João Marcos de Jesus Sales⁵

Tácio Oliveira da Silva^{6*}

1. INTRODUÇÃO

É inegável que uma das questões, mais discutidas, na atualidade é a problemática ambiental, tanto em escala local, como regional e global, evocando a necessidade de se discutir os modos de produção e consumo da sociedade, insustentáveis, devido à exploração dos recursos naturais de maneira predatória, sem levar em consideração a capacidade suporte do ambiente, o lançamento de substâncias que poluem os corpos hídricos, o solo e a atmosfera, o uso e ocupação do solo de maneira inadequada e desordenada. Em outras palavras, o modelo de desenvolvimento que não é integrado com a sustentabilidade do ambiente tem levado à degradação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos (SILVA et al, 2011).

A gestão de bacias hidrográficas permite resolver conflitos entre os usuários e garantir qualidade de vida à população de uma região, é o “*modus operandi*” cuja premissa básica é manter os recursos naturais disponíveis para o desenvolvimento sustentável, hoje, amanhã e sempre. Deve apresentar um conjunto de princípios, estratégias, diretrizes de ações e procedimentos para proteger a integridade dos meios físicos e bióticos, bem como dos grupos sociais que deles dependem. Pode-se dizer ainda que é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de

¹Pós-Doutor em Recursos hídricos. Professor da Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: antenor.ufs@gmail.com

²Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

³Doutor em Irrigação e Drenagem. Professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

^{4,5}Alunos do Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

^{6*}In Memoriam. Doutor em Solos. Professor da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

escassez relativa dos recursos hídricos, bem como fazer o uso adequado, visando a otimização dos recursos em benefício da sociedade. (BEZERRA e MUNHOZ, 2000; SETTI, 2001).

O conhecimento do funcionamento dos recursos naturais, em uma área, neste caso, a bacia hidrográfica, na sua capacidade de produção e reprodução das quantidades com as qualidades desejadas, para os mais diversos usos é fundamental para a gestão de uma bacia hidrográfica, que se insere no contexto das novas práticas para com os recursos naturais, cuja realidade é antecedida por estudos que apontem e demonstrem as formas de apropriação e, os níveis de suporte da relação homem-ambiente. Nesse contexto, a bacia hidrográfica é estabelecida como unidade de planejamento, sendo analisada como um sistema aberto, resultante da interação das ações humanas com os elementos e formas do meio físico e, dentre estes, em especial, a disponibilidade e qualidade das águas. Assim é possível equacionar um balanço entre a disponibilidade e as demandas dos recursos hídricos, com qualidade adequada, para os múltiplos usos (AGUIAR NETTO et al., 2008; PINTO e AGUIAR NETTO, 2008; AGUIAR NETTO et al., 2010).

Atualmente, uma importante ferramenta para a representação e compreensão do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é a modelagem. Esta permite antecipar eventos, como a representação do impacto da urbanização de uma bacia antes que ela ocorra, e assim medidas preventivas possam ser tomadas, previsão de uma enchente em tempo real, o impacto da alteração de um rio, a ocorrência de eventos extremos estatisticamente possíveis (TUCCI, 2005).

Nesse contexto, os modelos hidrológicos e de qualidade da água vêm sendo desenvolvidos para prever o impacto da agricultura e do uso e ocupação do solo na qualidade e quantidade da água. O estudo do comportamento hidrológico decorrente de mudanças nas condições de uso e manejo do solo é fundamental para a gestão de recursos hídricos, principalmente pela necessidade de prever a disponibilidade hídrica para os múltiplos usos.

A melhor forma de se conhecer os solos é através de levantamentos pedológicos, que permitem realizar um prognóstico de sua distribuição geográfica como corpos naturais, determinados por um conjunto de

relações e propriedades observáveis na natureza. Os levantamentos pedológicos podem ter objetivos diversificados como a geração de conhecimento e informações sobre o recurso solo de um local, até o planejamento de uso da terra para diversos fins, em nível de propriedade. Dessa forma, o propósito fundamental de um levantamento pedológico consiste no fornecimento de informações relacionadas à natureza dos solos, suas propriedades, distribuição geográfica e expansão territorial (SANTOS et al., 1995; BALLESTERO; LORANDI; TREMOCOLDI, 2000).

Reconhecer e estratificar os solos de uma bacia hidrográfica é importante para subsidiar a previsão da suscetibilidade à erosão, possíveis efeitos da poluição, principalmente a não localizada, bem como o potencial antipoluinte do solo (RESENDE et al., 2007).

Os levantamentos pedológicos fornecem base para previsão de riscos de uso do solo permitindo evitar que áreas inaptas para a exploração agropecuária e outras atividades sejam desmatadas ou tenham suas condições naturais de equilíbrio alteradas, o que poderia causar impactos negativos ao ambiente. Permite também obter interpretações para o planejamento de uso, manejo e conservação de solos, ordenamentos territoriais e zoneamentos, pois contém informações essenciais para banco de dados e Sistemas Informações Geográficas (SANTOS et. al., 1995).

Segundo SILVEIRA (2005) a qualidade do solo pode ser definida como a capacidade de um tipo específico de solo funcionar, dentro dos limites naturais ou controlados do ecossistema, para dar suporte à produtividade da planta e do animal, manter ou melhorar a qualidade da água e do ar, e dar suporte à saúde e habitação humanas.

O conhecimento de aspectos intrínsecos e extrínsecos do solo, como permeabilidade, profundidade, presença de camadas impermeáveis ou a possibilidade de compactação, presença de cascalhos, suscetibilidade à erosão, dentre outros, também são importantes na elaboração de estudos para a utilização do solo como destino de resíduos (RESENDE et al., 2007).

Do ponto de vista das atividades agrícolas, os atributos físicos do solo assumem importância por estarem direta ou indiretamente ligados aos

processos hidrológicos, tais como textura, estrutura, a taxa de infiltração, resistência a penetração, escoamento superficial, drenagem e erosão além de serem essenciais no suprimento e armazenamento de água, oxigênio do solo e nutrientes (GOMES e FILIZOLA, 2006).

Já os atributos químicos, tanto sob o ponto de vista agrônômico, quanto ambiental, podem ser utilizados para indicar processos do solo ou de comportamento, capacidade de resistência à troca catiônica, necessidades nutricionais das plantas, bem como contaminação ou poluição (GOMES e FILIZOLA, 2006).

O mapeamento e classificação dos solos, considerando suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, permite determinar o potencial e planejamento adequado do uso do solo, bem como seu manejo racional, contudo, a ausência de informações sobre os solos existentes sob as cidades é grande (BALLESTERO; LORANDI; TREMOCOLDI, 2000; PEDRON et al., 2007). Percebe-se assim, a importância do conhecimento sobre os solos de uma determinada bacia hidrográfica para o seu planejamento e gestão, garantindo o uso sustentável dos recursos naturais.

Este trabalho teve como objetivo realizar a determinação de propriedades físico-hídricas do solo na bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu.

2. BACIAS HIDROGRÁFICAS

Apesar da quantidade de água existente no planeta ser suficiente para o atendimento de todas as demandas humanas (PNUD, 2006), a preocupação sobre a escassez hídrica permeia as discussões governamentais, acadêmicas e da sociedade.

A situação de escassez hídrica é resultado não só da variabilidade espacial e temporal da distribuição de água, mas também devido à falta de gestão desse recurso. No Brasil, em muitas cidades e áreas rurais, os resíduos sólidos são lançados de maneira inadequada, tanto no solo, como nos mananciais, ocasionando a poluição e contaminação destes recursos. Aliado a isto, soma-se o uso e ocupação inadequada do solo, sem o devido

planejamento territorial, as práticas agrícolas que degradam o solo, através dos desmatamentos, processos erosivos, compactação, dentre outros, que por fim ocasionam assoreamentos e degradação dos recursos hídricos.

Nesse sentido, Oliveira e Rodrigues (2009) apontam que as bacias hidrográficas, sofrem grandes alterações provocadas principalmente pela impermeabilização excessiva do solo ocasionando modificações na vazão dos mananciais, como também diminuição de áreas de infiltração das águas pluviais, aumento da velocidade de escoamento superficial, o que torna mais frequente a ocorrência de enchentes.

Os dados estatísticos ressaltam que o consumo de água mais que quintuplicou entre 1940 e 2000, metade da população dos países em desenvolvimento vivem em situação de escassez hídrica, estima-se que hoje mais de 2 bilhões de pessoas são afetadas pela escassez de água em mais de quarenta países, 1,1 bilhões não têm água potável suficiente e 2,4 bilhões não têm saneamento básico, e até 2025, 35% da população mundial estará vivendo em condições de escassez de água ou estresse, contra 6% em 1990 (GARDNER-OUTLAW e ENGELMAN, 1997; WHO/UNICEF, 2000; UN/WWAP, 2003).

Diante desse quadro, é indispensável gerenciar os recursos hídricos, contudo a gestão da água não implica em cuidados apenas com este recurso, mas deve ser uma prática que tenha como unidade de planejamento a bacia hidrográfica.

Como a bacia hidrográfica compreende o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, é a forma mais adequada para estudar os processos que ocorrem em uma determinado corpo d'água, como a qualidade e produção da água, além dos fluxos de sedimentos e nutrientes (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008), a gestão de bacias hidrográficas implica o uso prudente de todos os recursos naturais de forma a garantir uma produtividade sustentável (CHOWDARY et al, 2009).

Corroborando com os parágrafos acima, LORANDI e CANÇADO (2008) abordam que o planejamento e gestão de uma bacia hidrográfica devem ter dentre seus objetivos a incorporação de todos os recursos ambientais da área de drenagem, ou seja, não apenas o recurso hídrico,

além de adotar uma abordagem dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos deve ser integrada, enfatizando os primeiros, incluindo também objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, aumentando a produtividade dos mesmos e reduzindo os impactos e riscos ambientais.

Para a eficiência deste processo de planejamento e gestão torna-se indispensável conhecer e monitorar a disponibilidade e demanda hídrica de uma bacia hidrográfica. Através do monitoramento é possível a obtenção de informações sobre situações de uso conflitantes da água, além de possibilitar o reconhecimento de questões relacionadas ao fornecimento de água, regime hidrológico, erosão, assoreamento, inundações, consequências das práticas de manejo e uso do solo, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável de uma região (SILVA e AGUIAR NETTO, 2011).

3. PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO

As propriedades físico-hídricas do solo influenciam muitos processos hidrológicos, incluindo a infiltração de água, erosão hídrica, percolação e redistribuição, a lixiviação de pesticidas e migração de poluentes ao longo do perfil do solo. A determinação dessas propriedades permitem a interpretação e simulação de processos hidrológicos que ocorrem em uma bacia hidrográfica (BAGARELLO et al., 2010).

As principais propriedades físico-hídricas dos solos são: a densidade, a porosidade, o ponto de murcha permanente e a curva característica de retenção de água. Outros parâmetros também são utilizados, tais como a análise textural, a densidade das partículas, a condutividade hidráulica saturada, a velocidade de infiltração básica e a porosidade total do solo (COUTO e SANS 2002). Ressalta-se ainda que, a velocidade de infiltração de água no solo é uma das mais importantes quando se estudam fenômenos que estão ligados ao movimento de água, entre estes, a infiltração e a redistribuição (REICHARDT e TIMM et al, 2004 ; PAIXÃO et al 2009).

Define-se por densidade do solo a massa do solo seco por unidade de

volume, incluindo o seu espaço poroso. Esta propriedade adquire valores médios oscilantes entre 1000 e 1400 kg.m⁻³ para solos argilosos, 1200 e 1900 kg.m⁻³ em solos arenosos, 700 e 1000 kg.m⁻³ em solos humíferos e 200 e 500 kg.m⁻³ em solos turfosos (REICHARDT, 1978).

Dentre as propriedades físicas do solo, a densidade é uma das mais estudadas, a variação dos seus valores é atribuída à diferença no volume total de poros, desse modo, densidade e porosidade estão muito relacionadas sendo apresentadas conjuntamente, de forma que, em um mesmo tipo de solo, valores elevados de um implicam em valor baixo do outro, isto é, são inversamente proporcionais (LLANILLO et al., 2006 e LOSEKANN, 2009).

A porosidade total consiste em espaços vazios no interior do solo correspondente à porção volumétrica ocupada por ar e água no solo, sendo consequência da disposição das partículas do solo. O espaço poroso possui tamanho por consequência da organização das partículas sólidas do solo (EMBRAPA, 1997).

Em função do seu diâmetro, os poros do solo podem ser classificados em macroporos e microporos. Na macroporosidade, os poros apresentam diâmetro médio superior a 0,05 mm, estando relacionada principalmente com os processos de infiltração e aeração. Na microporosidade, os poros possuem diâmetro médio inferior a 0,05 mm, influenciando os processos de retenção de água.

Partículas mais agregadas tendem a aumentar a porosidade do solo com a formação de partículas secundárias maiores que as mais simples, determinando o aumento tanto da macroporosidade, entre agregados, como da microporosidade, dentro dos agregados. Dessa forma, solos arenosos não apresentam boa agregação, tendo menor porosidade total comparado a solos argilosos, apresentam maior capacidade de drenagem por ter maior proporção de macroporos. Os solos compactados também apresentam porosidade total reduzida e ocorre uma elevação da densidade do solo, tornando-o mais resistente à penetração, no entanto a microporosidade em excesso pode diminuir o movimento da água, prejudicando o desenvolvimento da planta (LOSEKANN, 2009; EMBRAPA, 2006).

A presença dos poros é de fundamental importância às plantas, pois é

através deles que ocorrem o fluxo de água e as trocas de gases, no entanto para que a mesma seja útil à planta é necessário que exista um equilíbrio entre a distribuição dos macro e microporos (LOSEKANN, 2009). O manejo do solo também tem significativa importância em relação à densidade, porosidade e textura (SIQUEIRA, 2005).

A capacidade de infiltração da água no solo é afetada pelo uso e ocupação do solo através da retirada da cobertura vegetal, construções de estradas, cidades, campos cultivados. A alteração da capacidade de infiltração altera a resposta hidrológica superficial (ANTONELI e THOMAZ, 2009), pois a infiltração da água no solo é um processo dinâmico de penetração vertical da água através da superfície do solo (GONDIM et al., 2010; PAIXÃO et al., 2009).

Tanto a permeabilidade do solo quanto, a quantidade de água que sai do perfil durante o processo de drenagem interna, são grandezas importantes que devem ser consideradas quando se investiga o caráter aerado do solo. A taxa de infiltração básica tem a ver com as taxas reais de infiltração e de escoamento superficial, relacionando-se desta forma com os processos erosivos, enquanto a permeabilidade dos macroporos é o importante processo da drenagem interna a partir da saturação total ou quase saturada do perfil (OTTONI FILHO et al., 2003).

Os levantamentos pedológicos são a melhor maneira de se conhecer os solos, visto que consistem no fornecimento de informações relacionadas à natureza dos solos, suas propriedades e distribuição geográfica (BALLESTERO; LORANDI; TREMOCOLDI et al., 2000).

4. CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A classificação dos solos (SERGIPE, 2013) pertencentes à área de estudo da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu está indicada na Figura 1. Em solos localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus São Cristóvão (IFS) foi realizada a caracterização pedológica. A escolha desta área foi justificada pela presença de estação hidrológica automática, responsável por coletar dados de precipitação e medir a lâmina d'água, no rio Poxim-Açu. Este ponto também é local de medida de vazão por parte da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO).

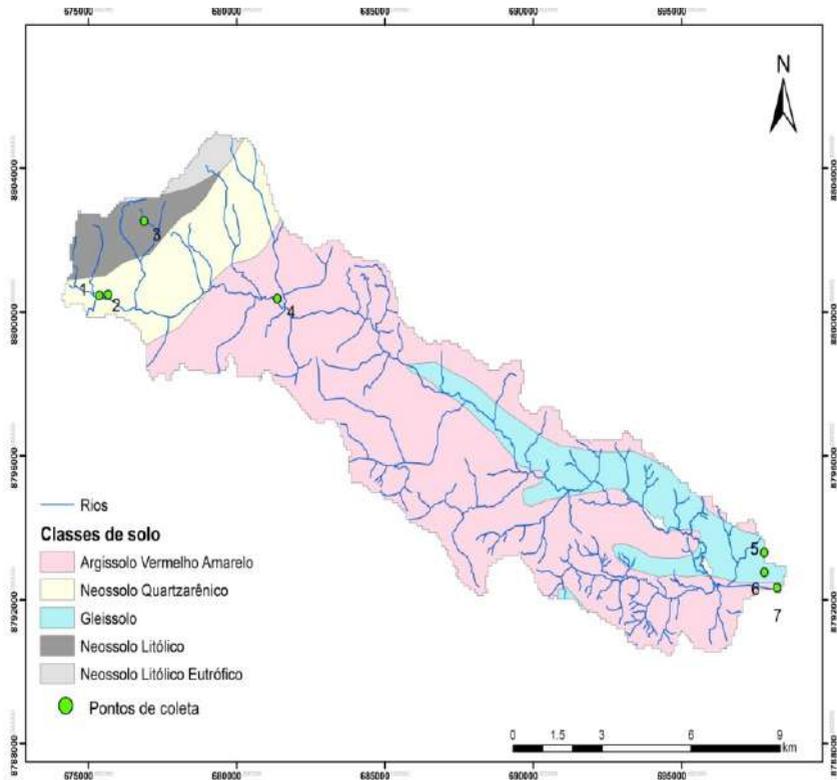


Figura1. Solos da área de estudo pertencente à bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu.

A caracterização foi realizada pela abertura de micro-trincheiras (0,5x0,5x0,5 m) e por tradagem dos solos. Os solos foram descritos morfologicamente conforme SANTOS et al. (2005), e classificados conforme EMBRAPA (2006), a partir das observações de campo. Observações foram realizadas na área de estudo para caracterização da área quanto à vegetação, solo, geologia, hidrologia, relevo e tipos de uso do solo. As unidades taxonômicas foram coletadas um perfil completo de toda sucessão de horizontes. As Tabelas 1 e 2 tratam da descrição pedológica dos solos localizados no Instituto Federal de Sergipe.

Tabela 1. Caracterização pedológica, trincheira do IFS, área de fruticultura.

Horizonte	Cor	Textura	Consistência/plasticidade	Estrutura
A (0-24 cm)	seca: 5YR6/1 úmida: 5YR3/2	Arenosa	seco: macia úmido: muito friável plasticidade úmida: não plástica; não pegajosa	tipo: blocos subangulares; tamanho: pequeno grau: moderado; porosidade: bem poroso
A/B (24-31 cm)	seca: 5YR6/2 úmida: 5YR4/2	franco-arenosa/arenosa	seco: ligeiramente duro úmido: friável plasticidade: ligeiramente plástico; não pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: pequeno grau: moderado; porosidade: pouco poroso
B (31-99 cm)	seca: 5YR7/4 úmida: 5YR6/6	argilosa	seco: ligeiramente duro úmido: friável plasticidade: plástico e pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: médio grau: forte; porosidade: moderada
B/C (99-120cm)	seca: 5YR6/6 úmida: 5YR5/6	argiloso	seco: duro úmido: friável plasticidade: plástico e levemente pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: médio grau: forte; porosidade: moderada
C (120cm -)	seca: 5YR5/8 úmida: 5YR4/6	argiloso	seco: duro úmido: muito firme plasticidade: plástico e pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: pequeno grau: forte; porosidade: moderada

Tabela 2. Caracterização pedológica, trincheira do IFS, área de próxima à estação pluviométrica.

Horizonte	Cor	Textura	Consistência/plasticidade	Estrutura
I (1-32 cm)	úmida: 7,5YR4/4	argilosa	seco: extremamente duro úmido: muito firme plasticidade úmida: não plástica, ligeiramente pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: pequeno grau: forte; porosidade: pouco poroso
II (32-40cm)	úmida: 7,5YR2,5/2	argilosa	seco: extremamente firme plasticidade: não plástico; não pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: grande grau: moderado; porosidade: pouco poroso
/ (40 em em diante)	úmida: 7,5YR2,5/3	argilosa	úmido: muito firme plasticidade: plástico e pegajoso	tipo: blocos subangulares; tamanho: médio grau: forte; porosidade: pouco poroso

5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICAS

Para a determinação da densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, porosidade total, umidade do solo, foram realizadas coletas de amostras de solo deformadas e indeformadas, nas profundidades de 0,0-0,15 m e de 0,15-0,30 m. Os pontos de amostragem estão indicados na Figura 1. Com as amostras indeformadas foram determinadas a densidade do solo, a macro e microporosidade e porosidade total, umidade. Já as amostras deformadas foram utilizadas para a determinação da textura.

A granulometria dos solos da bacia hidrográfica foi determinada pelo método do densímetro, a densidade pelo método do anel volumétrico, a retenção da água no solo por meio do aparelho extrator de umidade de Richards. A metodologia adotada seguiu os critérios de EMBRAPA (1997).

Através de análises da granulometria do solo da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu, comprovou-se o que é visto quando é feito trabalho de campo naquela área, pois o solo da área apresenta-se arenoso com poucos locais que fogem a esta realidade, como veremos na distribuição da classificação granulométrica ou textural dos solos coletados (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagens de areia, argila e silte por profundidade nos locais de coleta de solo.

Local	Classificação	Profundidade					
		0 – 0,15 m			0,15 – 0,30 m		
		Textura (g kg ⁻¹)					
		areia	argila	silte	areia	argila	silte
Nascente (1)	Areia Franca	82,64	5,82	11,54	78,14	8,15	13,71
Estação Nascente (2)	Areia Franca	82,64	2,23	15,13	86,39	0,31	12,80
Riacho das Minas (3)	Areia Franca	76,47	5,74	17,79	80,64	5,74	13,62
Assentamento (4)	Areia Franca	70,64	7,82	21,54	78,56	7,82	13,62
IFS/Fructicultura(5)	Franco arenoso	58,14	0,29	41,57	60,14	8,29	31,57
IFS/Estação(7)	Franco arenoso	61,38	15,82	22,80	57,46	19,74	22,80

A classificação segundo a granulometria e os valores da constituição do solo em areia, argila e silte na área do milho (6) não foram analisados por ser uma área de estrutura semelhante à área da fructicultura (5), sendo assim os valores aplicados em uma área pode ser representativo a ambas. Com valores obtidos de densidade do solo verifica-se que nos solos da área, com textura arenosa, é normal que os valores existam na faixa entre 1,2 e 1,9 kg.dm⁻³, com alguns valores que se inserem na faixa de densidade de solos argilosos, de 1,0 a 1,4 kg.dm⁻³, sendo assim os valores são considerados normais, observando que em alguns locais apresentavam-se partes ligeiramente diferente de solo arenoso.

De acordo com Reichardt (1978) os valores de densidade do solo variam entre 1,2 e 1,9 kg.dm⁻³ para solos arenosos e entre 1,0 a 1,4 kg.dm⁻³

³para solos argilosos, e neste trabalho foram coletadas nas profundidades de 0 a 0,30 m com anéis volumétricos amostras de solo e determinadas através de análises as densidades que variaram em valores de 1,07 a 1,88 kg.dm⁻³, visto que o valor de 1,07 kg.dm⁻³ foi um valor que poderia existir devido à natureza dos solos que não é homogêneo em um todo, no entanto foi um valor atípico considerando os demais, que obtiveram valores inseridos na faixa em que são classificados os solos arenosos, o que condiz com as análises texturais (Tabela 4).

Tabela 4. Propriedades físicas dos solos da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu.

Profundidade (m)	Densidades (kg dm ⁻³)		Porosidade (%)	
	Solo	Macro	Micro	Total
Nascente: Neossolo Quartzarênico – Coordenadas (UTM) 675372; 8800462				
0,00 – 0,15	1,41	27,34	24,51	51,85
0,15 – 0,30	1,64	21,62	24,35	45,97
Estação Nascente: Neossolo Quartzarênico – Coordenadas (UTM) 675665; 8800487				
0,00 – 0,15	1,63	26,02	24,02	40,99
0,15 – 0,30	1,75	15,20	25,79	46,65
Riacho das Minas: Neossolo Litólico – Coordenadas (UTM) 677982; 8803623				
0,00 – 0,15	1,55	26,61	20,04	49,24
0,15 – 0,30	1,66	19,60	29,64	58,30
Assentamento: Argissolo Vermelho Amarelo – Coordenadas (UTM) 681371; 8800364				
0,00 – 0,15	1,57	11,27	41,75	53,02
0,15 – 0,30	1,61	8,78	40,32	49,10
Área fruticultura: Gleissolo – Coordenadas (UTM) 698380; 8797566				
0,00 – 0,15	1,84	32,41	25,89	58,30
0,15 – 0,30	1,82			
Área milho: Gleissolo – Coordenadas (UTM) 698290; 8793386				
0 – 0,15	1,61	3,44	30,78	34,22
0,15 – 0,30	1,91			
Estação IFS: Argissolo Vermelho Amarelo – Coordenadas (UTM) 698224; 8792338				
0 – 0,15	1,51	10,64	38,85	49,49
0,15 – 0,30	1,70	14,98	26,96	41,94

Dessa forma, evidencia-se que o solo da bacia hidrográfica do rio Poxim-Açu apresenta-se de forma que não retém a água por muito tempo devido à sua natureza arenosa, em que as partículas não apresentam a agregação como característica, diminuindo o seu potencial agricultável em relação a culturas que necessitam de uma maior quantidade de água para manter o seu ciclo estável.

A porosidade apresentou natureza ligeiramente inversa à densidade (Tabela 4), e seus valores apresentaram condizentes à textura do solo que quanto mais arenosa menor a sua porosidade devido à disposição e o tamanho das partículas do solo.

Segundo Losekann (2009) solos com uso mais intensivo apresentam no geral menor macroporosidade, em decorrência da compactação ocasionada pelo uso de máquinas como pelo aporte de resíduos, diferente dos solos de mata e campo nativo com valores convencionais maiores de macroporosidade e por consequência menores de microporosidade, o que ocorre nos solos da bacia, mas não de forma contundente e diferenças pouco elevadas, evidenciando que nos pontos de coleta de solo existem atividades não somente naturais.

As propriedades físico-hídricas do solo influenciam muitos processos hidrológicos, incluindo a infiltração de água, erosão hídrica, percolação e redistribuição, a lixiviação de pesticidas e migração de poluentes ao longo do perfil do solo, a determinação dessas propriedades permitem a interpretação e simulação de processos hidrológicos que ocorrem em uma bacia hidrográfica (BAGARELLO et al., 2010).

Entre as propriedades físicas do solo, a velocidade de infiltração de água no solo é uma das mais importantes quando se estudam fenômenos que estão ligados ao movimento de água, entre estes, a infiltração e a redistribuição (REICHARDT e TIMM et al, 2004; PAIXÃO et al., 2009).

A condutividade hidráulica e o teor de água no solo controlam a transformação de precipitação em infiltração e escoamento superficial, já a densidade do solo seco permite converter as medições volumétricas em massa de solo erodido (BAGARELLO et al., 2010).

Pode-se definir a infiltração como um processo em que a água existente na superfície do solo é transferida, para o solo, movimentando-se através dos poros existentes. Em outras definições a infiltração pode ser entendida como processo dinâmico de penetração vertical da água através da superfície do solo (GONDIM et al., 2010; PAIXÃO et al., 2009).

A capacidade de infiltração da água no solo é afetada pelo uso e ocupação do solo através da retirada da cobertura vegetal, construções de estradas, cidades, campos cultivados. A alteração da capacidade de infiltração modifica a resposta hidrológica superficial (ANTONELI e THOMAZ, 2009). Dentre outros fatores que afetam a infiltração da água, pode-se citar a textura do solo, uma vez que solos arenosos possuem uma quantidade maior de macroporos, ao contrário dos solos argilosos e, a umidade do solo, pois em solos mais secos, a velocidade de infiltração no início tende a ser maior.

Nas mesmas áreas em que foram coletas as amostras de solo também foram realizados testes para medir a velocidade de

infiltração, através do infiltrômetro de anéis concêntricos. O infiltrômetro de anéis concêntricos é constituído de dois anéis concêntricos de chapa metálica, (Figura 2), com diâmetros variando entre 30 e 60cm, que são cravados verticalmente e nivelados no solo de modo a restar uma pequena altura livre sobre este. Insere-se uma régua presa a um suporte de plástico colocado na borda superior do cilindro interno, fixada no centro do mesmo. Aplica-se água em ambos os cilindros, mantendo uma lâmina líquida de 1 a 5 cm, sendo que no cilindro interno mede-se o volume aplicado a intervalos fixos de tempo bem como o nível da água ao longo do tempo. O cilindro externo mantém verticalmente o fluxo de água do cilindro interno, onde é feita a medição velocidade de infiltração (COLLISCHONN e TASSI, 2009; CUNHA et al., 2009; GOMES FILHO et al., 2011). Durante a realização dos testes, a velocidade de infiltração foi alta no início, reduzindo ao longo do processo, chegando a um valor constante, conhecido como velocidade de infiltração básica (VIB).



Figura 2. Determinação da velocidade de infiltração da água no solo.
Fonte: Marinoé Gonzaga da Silva.

As equações de infiltração da água no solo foram determinadas pelo método de regressão não linear, para a função potencial, utilizando planilhas eletrônicas do software Excel (Fig. 3). Os coeficientes de determinação (R^2) encontrados foram superiores a 0,85, indicando que mais de 85% das variações da velocidade de infiltração são explicadas pelos modelos adotados para cada um dos sete testes de infiltração, sendo portanto, satisfatórios para a previsão da taxa de infiltração da água no solo. De acordo com Reichardt (1990), os solos podem ser classificados de acordo com a magnitude da velocidade de infiltração básica, VIB (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação do solo a partir da velocidade básica de infiltração.

Velocidade de Infiltração Básica – VIB	cm.h ⁻¹	mm.h ⁻¹
Muito alta	> 3,0	> 30,0
Alta	1,5 – 3,0	15 – 30
Média	0,5 – 1,5	5 – 15
Baixa	0,1 – 0,5	1 – 5
Muito baixa	< 0,1	< 1

De acordo com os valores constantes na Tabela 5, os valores obtidos com os testes indicam que os solos Neossolo Quartzarênico, Neossolo Litólico e Argissolo Vermelho Amarelo apresentam velocidade de infiltração muito alta, superiores a 3 cm.h⁻¹, enquanto o Gleissolo apresenta velocidade de infiltração alta, entre 1 e 3 cm.h⁻¹ (Figura 3 e 4).

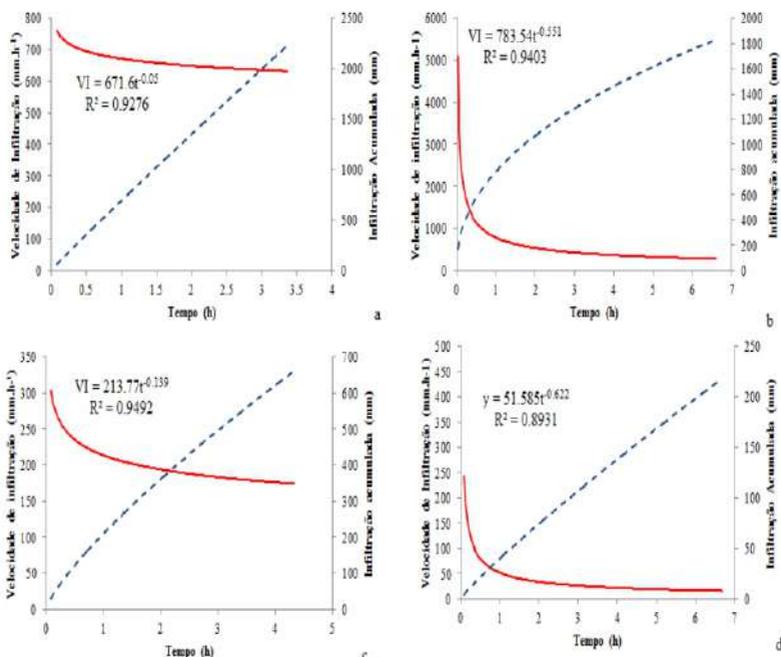


Figura 3. Curvas da velocidade de infiltração e infiltração acumulada medidas no campo (a – Nascente; b – Estação nascente; c – riacho das Minas; d – Assentamento).

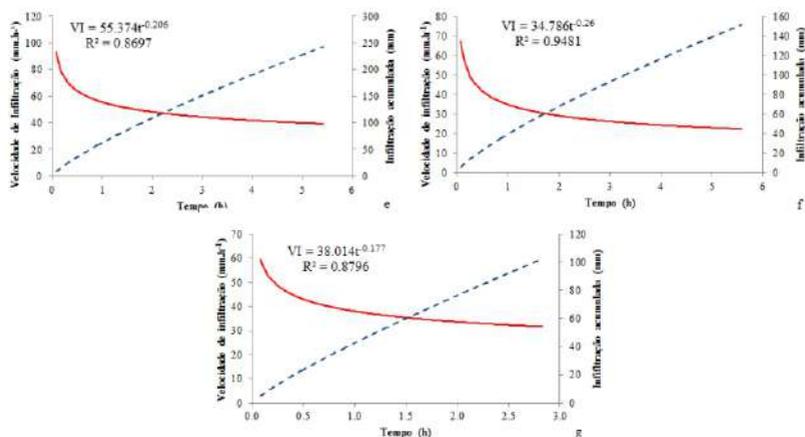


Figura 4. Curvas da velocidade de infiltração e infiltração acumulada medidas no campo (e – IFS (fruticultura); f – IFS (milho); g – Estação (IFS)).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade mostrou-se correlacionada com as particularidades da área de estudo, tal como presença de grande aporte de solos arenosos. Os valores não muito elevados de porosidade total pode indicar que existem ou já existiram atividades que modificam o ambiente. Em virtude da textura arenosa encontrada na área de estudo, há a necessidade de manutenção da cobertura vegetal, de forma a manter por mais tempo a água no solo.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que os solos que apresentam maiores velocidades de infiltração foram os Neossolos Quartzarênicos, seguidos pelos Neossolos Litólicos, Argissolos Vermelho Amarelo e Gleissolos, respectivamente. Quanto maior a velocidade de infiltração de um solo menor o escoamento superficial do mesmo, informação importante para o manejo adequado da irrigação para os dois solos estudados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O. et al. Caminhos da gestão de recursos hídricos: o caso da subbacia hidrográfica do riacho Jacaré, Baixo São Francisco Sergipano. **Irriga (Botucatu)**, v.13, p.12 - 25, 2008.

AGUIAR NETTO, A. O. et al. Águas de Sergipe: reflexões sobre cenários e limitações. In: AGUIAR NETTO, A. O., GOMES, L. J. **Meio Ambiente: distintos olhares**. EDUFS: São Cristóvão, 2010. p. 40-70.

ANTONELI, V. THOMAZ, E. L. Comparação de infiltração de água no solo mensurada em período seco e úmido, em diferentes usos da terra na bacia do arroio Boa Vista, Guamiranga, Paraná. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 5, n. 2, maio-ago, p. 301-318, 2009.

BAGARELLO, V. et al. Physical and hydraulic characterization of a clay soil at the plot scale. **Journal of Hydrology**, v. 387, p. 54-64, 2010.

BALLESTERO, S. D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W. A. Mapeamento pedológico semidetalhado da área de relevante interesse ecológico de Pedra Branca (Tremembé, SP). **Revista Biociências**, Taubaté, v.6, n.2, p.7-15, jul.-dez. 2000.

BEZERRA, M. C. L., MUNHOZ, T. M. T. **Gestão dos Recursos Naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira**. – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 200p.

CHOWDARY, V. M. Integrated water resource development plan for sustainable management of Mayurakshi Watershed, India using remote sensing and GIS. **Water Resources Management**, v. 23, p.1581–1602, 2009.

COLLISCHONN, W.; [TASSI, R.](#) **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2009. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila do curso de Hidrologia).

CUNHA, J. L. X. L. et al. Velocidade de infiltração da água em um Latossolo Amarelo submetido ao sistema de manejo plantio direto. **Caatinga**, v. 22, p. 199-205, 2009.

COUTO, L.; SANS, L. M. A. **Características físico-hídricas e disponibilidade da água no solo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 21).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 1997. 212p.

_____ **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

GARDNER-OUTLAW, T.; ENGELMAN, R. **Sustaining Water, Easing Scarcity: A Second Update**. Washington DC, Population Action International. 1997.

GONDIM, T. M. S. et al. Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo arenoargiloso. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 4, n. 1, jan-dez, p. 64-73, 2010.

GOMES, M. A. F. FILIZOLA H. F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola**. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente. 2006.

LLANILLO, R. F. et al. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 205-220, abr./jun., 2006.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2008. 293 p.

LOSEKANN, M. E. **Caracterização, classificação e indicadores de qualidade do solo em localidades de agricultura familiar do estado do Rio Grande do Sul**. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

OLIVEIRA, P. C. A; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia – MG. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 305-314, dez., 2009.

OTTONI FILHO, T. B. Uma classificação físico-hídrica dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 211-222, 2003.

PAIXÃO, F. J. R. et al. Ajuste da curva de infiltração por meio de diferentes modelos empíricos. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 2, n. 1, jan-abr, p. 107-112, 2009.

PEDRON, F. A. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 13, n.2, p. 147-151, abr-jun. 2007.

PINTO, J. E. S. S.; AGUIAR NETTO, A. O. **Clima, Geografia e Agrometeorologia: uma abordagem interdisciplinar**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2008.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2008. 293 p.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/rdh/>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2011.

REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. São Paulo. Mcgraw-Hill, 1978, 119p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Monole, 1990. 188p.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Editora Manole, 2004. 478p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007.

SANTOS, H. G. dos et al. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995.

SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – Superintendência de Recursos Hídricos. **Sergipe: Atlas digital sobre recursos hídricos**. CD-ROM, 2013.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas, 2001. 226p.

SILVA, M. G. et al. Determinação da curva-chave do rio Poxim. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 6, 2011, Natal. Anais..., Natal, 2011.

SILVA, M. G.; AGUIAR NETTO, A. O. Modelagem ambiental da bacia hidrográfica do rio Poxim e suas relações antrópicas. SEMINÁRIO DE TESE, 2, 2011, São Cristóvão.

SILVEIRA, M. L. A. Dissolved organic carbon and bioavailability of n and p as indicators of soil quality. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n .5, p.502-508, 2005.

SIQUEIRA, G. L. **Variabilidade de atributos físicos do solo determinados por métodos diversos**. 163 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônômico. Campinas-SP, 2006

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH: Editora da UFRGS, 2005.

UNITED NATIONS/WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. 1st UN World Water Development Report: Water for People, Water for Life. In: _____ **The world's water crisis**. Paris, New York and Oxford: UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and Berghahn Books, 2003. cap. 2. Disponível em: <www.unesco.org/water/wwap/wwdr1> Acesso em 01 de fevereiro de 2011.

WHO/UNICEF (World Health Organization/United Nations Children's Fund). **Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report**. Geneva. 2000

A qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Poxim

Marinoé Gonzaga da Silva¹
Anderson Nascimento do Vasco²
Antenor de Oliveira Aguiar Netto³
Carlos Alexandre Borges Garcia⁴
Simonise Figueiredo Amarante⁵

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades brasileiras, de forma desordenada, tem provocado como efeito mais direto, a degradação dos recursos hídricos, observando-se redução da qualidade e da quantidade dos mananciais disponíveis. Em virtude disto, conflitos no uso da água são gerados, com consequências nas dimensões ambiental, econômica e social. O cenário em Sergipe não é diferente, uma vez que as bacias hidrográficas do estado apresentam inúmeros problemas decorrentes de ações antrópicas. Nesse sentido, a preocupação crescente com a disponibilidade hídrica no que diz respeito a sua qualidade e quantidade vêm estimulando o estudo da dinâmica dos reservatórios e demais corpos d'água, uma vez que a escassez hídrica pode ocorrer mesmo em regiões onde existem grandes mananciais, e muitas vezes decorrem da gestão e manejo inadequados dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica (SILVA, 2006; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2009).

A bacia hidrográfica do rio Poxim, apresenta como principais afluentes os rios Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga. Integra a bacia hidrográfica do rio Sergipe, que apresenta 56,5 % da população total do Estado, sendo que deste percentual 86,6 % reside nas áreas urbanas (SERGIPE, 2012)

¹Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
Email: marinoegonzaga@gmail.com

²Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFS). Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

³Pós-Doutor em Recursos Hídricos. Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

⁴Doutor em Química. Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

⁵Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

É fundamental para o abastecimento de água para a capital do estado, Aracaju, no passado a bacia hidrográfica do rio Poxim contribuiu com 70 % do abastecimento, atualmente, contribui com cerca de 40 %, devido à ausência de planejamento urbano e territorial, o lançamento de efluentes domésticos e industriais em suas águas sem o prévio tratamento aumenta, (AGUIAR NETTO et al., 2007), sendo que o sistema Cabrita, que tem como manancial o rio Pitanga e, o rio Poxim, respondem com 10 % e 27 % do fornecimento de água, respectivamente (SERGIPE, 2013).

Persistindo esse quadro, a contribuição da bacia hidrográfica do rio Poxim para o abastecimento doméstico tende a diminuir, pois em uma década a população desta unidade de planejamento aumentou em mais de 20 % (IBGE, 2001; IBGE, 2010), aumentando o lançamento de efluentes nos mananciais e deposição inadequada dos resíduos sólidos, degradando assim a qualidade da água.

Outro fator a ser considerado é referente ao uso e ocupação do solo, uma vez que estes aspectos interferem, no ciclo hidrológico e, por consequência na qualidade da água. Uma bacia hidrográfica ocupada por floresta ou mata, apresenta uma qualidade da água melhor em relação a uma bacia hidrográfica urbanizada. Por isso a gestão de bacias hidrográficas é fundamental para a garantia de água de qualidade e em quantidade suficiente para atender as necessidades atuais e das gerações futuras, em seus diversos usos múltiplos da água.

Dessa forma, como resultado do rápido desenvolvimento econômico e urbanização, a poluição da água e degradação de ecossistemas aquáticos ocasionam prejuízos às funções e integridade dos recursos hídricos. Assim, antes de propor estratégias de melhoria para a gestão ambiental é necessário avaliar a qualidade da água de diferentes áreas (SONG et al. 2011).

Além do abastecimento humano, as águas da bacia hidrográfica do rio Poxim são destinadas à irrigação e uso industrial. A Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), estabelece que o abastecimento humano deve ser realizado com águas doces das classes: Especial (com desinfecção), Classe 1 (após tratamento simplificado), Classe 2 (após tratamento convencional) e Classe 3 (após tratamento

convencional ou avançado). Nesse sentido, o rio Poxim deve estar enquadrado até a Classe 2, uma vez que a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) realiza o tratamento convencional das águas que abastecem Aracaju.

O Reenquadramento dos corpos d'água do estado de Sergipe de acordo com a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece como enquadramento de referência para o rio Poxim-Açu e Pitanga, a Classe 1, e para o rio Poxim-Mirim, a Classe 2 (SERGIPE, 2010), neste sentido este trabalho teve como objetivo analisar, através de parâmetros físico-químicos e biológicos, a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Poxim e sua variação sazonal.

2. QUALIDADE DA ÁGUA

A água é um bom solvente, por isso recebe, dilui e transporta efluentes que a todo o momento são lançados nos rios. Mesmo em um rio com suas características originais preservadas, a qualidade da água irá depender de fatores como tipo e uso do solo, vegetação, clima e geologia da bacia hidrográfica. Dessa forma, na natureza não existe água quimicamente pura. A qualidade da água, antes de tudo, refere-se não a um estado original de pureza, mas, sobretudo a características químicas, físicas e biológicas que os corpos d'água devem apresentar de acordo com os múltiplos usos a que se destinam.

As atividades antrópicas desenvolvidas em uma bacia hidrográfica podem alterar as características físico-químicas da água causando poluição ou contaminação. Por poluição entende-se modificação nas condições naturais de um recurso hídrico que o torne prejudicial para os seres que dependem desta água, ou ainda que dificulte ou impeça algum tipo de uso. Já a contaminação, ocorre quando a poluição torna-se prejudicial à saúde humana (LORANDI e CANÇADO, 2008).

A poluição pode ser de origem pontual ou difusa. Dentre as principais fontes de poluição hídrica pontual destacam-se: o lançamento de efluentes domésticos e industriais, sem tratamento prévio; a disposição inadequada de resíduos sólidos. São exemplos de fontes de poluição difusa: as atividades agropecuárias, através dos agroquímicos, fertilizantes e adubos

de origem animal, e excrementos provenientes da criação intensiva de animais. O manejo inadequado do solo, também provoca poluição, através dos processos erosivos e de assoreamento.

As principais substâncias relacionadas com a poluição hídrica são classificadas em vários grupos: patógenos, onde estão inseridas as bactérias, vírus e protozoários; os poluentes inorgânicos, com destaque para os ácidos, sais e metais tóxicos; ânions e cátions (nitratos, fosfatos, sulfatos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, carbonatos, dentre outros); substâncias radioativas solúveis em água; compostos orgânicos, como óleos e agroquímicos. Todas estas substâncias, se excederem um determinado valor limite, podem ser prejudiciais e causar sérios problemas à saúde humana e nos ecossistemas (AZIZULLAH, 2011).

Dessa forma, a Resolução de Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005, definiu parâmetros que estabelecem limites aceitáveis de substâncias estranhas, considerando os diferentes usos da água. Os corpos d'água doces, salobras e salinas foram classificados em treze classes, sendo cinco classes de água doce, com salinidade inferior a 0,5%, quatro salobras, salinidade entre 0,5 e 30%, e quatro classes salinas, salinidade superior a 30% (BRASIL, 2005).

Contudo, para ser considerada adequada para consumo humano, a água deve ser potável. Assim, a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, regulamentada pelo Ministério da Saúde, estabelece os padrões de potabilidade, ou seja, regulamenta os valores máximos permitidos (VMP) de um conjunto de parâmetros que definem as características físicas, químicas e biológicas que a água deve apresentar (BRASIL, 2004).

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM

O monitoramento foi realizado em seis campanhas trimestrais de amostragem, no período de fevereiro de 2010 a novembro de 2011 (Tabela 1) em 7 estações distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do rio Poxim (Figura 1). As estações 1 a 4 estão localizadas no rio Poxim-Açu, a estação 5 localiza-se no rio Poxim Mirim, a estação 6 no rio Poxim, e a estação 7 no rio Pitanga (Tabela 2).

Tabela 1. Datas das campanhas para monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Poxim.

CAMPANHA	DATA	PERÍODO
1	09 e 10 de Fevereiro de 2010	seco
2	18 e 19 de Maio de 2010	chuvoso
3	16 e 17 de Agosto de 2010	chuvoso
4	15 de Novembro de 2010	seco
5	16 de Fevereiro de 2011	seco
6	05 de Julho de 2011	chuvoso

As amostras de água foram coletadas na camada de superfície utilizando garrafade Van Dorn. Foram analisados os seguintes parâmetros: turbidez, cor, condutividade elétrica (CE), dureza, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), clorofila-a, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio total, ortofosfato, fósforo dissolvido, além dos coliformes totais e termotolerantes. Todos os procedimentos de coleta, conservação e análise dos parâmetros obedeceram às metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

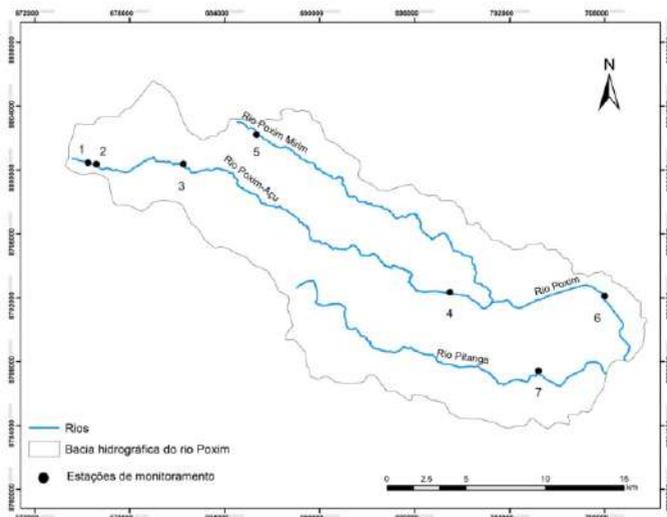


Figura 1. Localização das estações de coleta de água na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Tabela 2. Descrição das estações de amostragem da água na bacia hidrográfica do rio Poxim.

Estações	Descrição	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)
1	Rio Poxim-Açu, próximo ao Povoado Cajueiro	675372	8800462
2	Rio Poxim-Açu, área de reflorestamento	675665	8800487
3	Rio Poxim-Açu, próximo ao Assentamento Rural 8 de Março	681371	8800374
4	Rio Poxim-Açu no IFS	698228	8792344
5	Próximo à nascente do rio Poxim-Mirim, monocultura (cana-de-açúcar)	685545	8801339
6	Rio Poxim, próximo ao Campus da UFS, ponto de coleta da DESO	707997	8792105
7	Rio Pitanga, no povoado Cabrita, ponto de coleta da DESO	703814	8787416

4. QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM

Os descritores estatísticos calculados para as variáveis da qualidade da água do rio Poxim estão representados na Tabela 3. Os valores de temperatura variaram entre e 23°C e 33°C (Tabela 3), sendo que a temperatura máxima foi verificada em novembro de 2010, como verificado por Alves et al. (2007), já a mínima foi verificada no mês de julho de 2011. A temperatura é uma variável que está diretamente relacionada com a solubilidade dos gases nos corpos d'água, em especial do oxigênio dissolvido, assim como às variações de pH.

Tabela 3.Descritores estatísticos para as variáveis de qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Poxim/SE.

Parâmetro		Estação						
		1	2	3	4	5	6	7
Temperatura (°C)	máximo	33,0	26,0	33,0	30,0	28,0	33,0	31,0
	mínimo	24,0	24,0	23,0	23,0	23,0	24,0	24,0
	média	26,5	25,0	26,5	27,2	26,0	28,8	27,2
pH	máximo	5,9	4,6	6,3	7,1	6,8	7,0	6,3
	mínimo	4,1	4,3	5,1	6,2	5,7	5,9	5,4
	média	5,3	4,5	5,6	6,7	6,1	6,4	6,0
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	máximo	132,0	80,0	82,0	213,0	176,0	317,0	152,0
	mínimo	57,6	43,2	42,0	105,9	86,6	103,0	61,0
	média	87,6	61,6	59,5	163,3	130,8	210,2	110,0
Turbidez (UNT)	máximo	15,6	12,3	25,2	421,1	195,0	88,5	172,2
	mínimo	1,3	5,8	4,4	13,1	5,4	8,8	5,4
	média	6,5	9,1	11,9	93,5	49,9	31,6	49,5
STD (mg L^{-1})	máximo	67,0	74,0	41,0	99,0	84,0	151,0	76,0
	mínimo	22,0	18,0	19,0	25,0	28,0	23,0	28,0
	média	42,2	46,0	27,0	72,2	59,8	95,2	56,1
OD (mg L^{-1})	máximo	6,7	4,1	8,5	7,9	8,2	7,9	8,1
	mínimo	2,1	3,8	7,0	2,9	6,4	1,2	4,5
	média	3,6	4,0	7,9	6,5	7,2	3,3	6,2
Alcalinidade ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	máximo	35,1	2,7	96,4	93,0	43,0	99,2	16,3
	mínimo	5,1	1,6	5,9	41,0	13,9	10,1	7,9
	média	11,6	2,2	22,8	52,6	22,8	65,2	13,8
Dureza ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	máximo	90,7	61,3	210,7	132,3	112,7	188,7	132,3
	mínimo	21,6	49,0	23,5	25,5	26,5	25,5	27,4
	média	40,8	55,1	90,4	93,5	66,9	96,8	58,8
N-NH_4^+ (mg L^{-1})	máximo	0,333	0,018	0,266	0,312	0,337	0,361	0,344
	mínimo	0,070	0,018	0,003	0,059	0,023	0,305	0,023
	média	0,201	0,018	0,135	0,186	0,157	0,333	0,184

Continuação da Tabela 3: Descritores estatísticos para as variáveis de qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Poxim/SE.

Parâmetro		Estação						
		1	2	3	4	5	6	7
N-NO ₂ ⁻ (mg L ⁻¹)	máximo	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	mínimo	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	média	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	máximo	4,761	1,454	3,433	4,280	6,993	3,787	5,944
	mínimo	0,112	0,376	0,156	0,045	0,652	0,176	0,165
	média	1,423	0,915	1,205	1,482	3,012	1,909	1,541
P-PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)	máximo	0,216	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,157
	mínimo	0,016	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,106
	média	0,099	0,216	0,182	0,157	0,230	0,120	0,106
Ntotal (mg L ⁻¹)	máximo	44,240	5,582	7,275	5,231	8,108	5,955	6,983
	mínimo	0,448	0,673	0,336	1,120	1,232	0,422	0,840
	média	11,483	3,128	3,224	2,531	4,051	3,038	2,478
Ptotal ⁻ (mg L ⁻¹)	máximo	0,003	0,003	0,020	0,053	0,139	0,027	0,086
	mínimo	0,002	0,003	0,003	0,003	0,005	0,003	0,034
	média	0,002	0,003	0,015	0,015	0,039	0,020	0,048
Clorofila (µg L ⁻¹)	máximo	47,280	3,551	9,795	17,350	4,402	4,553	7,242
	mínimo	1,296	2,750	0,840	0,639	0,000	0,182	0,719
	média	17,423	3,151	3,891	5,959	1,585	2,540	3,463
Coliforme Total (NMP 100mL ⁻¹)	máximo	43000,0	2800,0	3500,0	9200,0	3500,0	2400,0	5400,0
	mínimo	230,0	540,0	39,0	120,0	69,0	230,0	230,0
	média	7641,7	1670,0	808,2	2073,3	879,7	970,0	1165,0
Coliforme Termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	máximo	1700,0	2800,0	790,0	9200,0	1100,0	1600,0	1300,0
	mínimo	40,0	240,0	39,0	69,0	22,0	68,0	34,0
	média	420,0	1520,0	269,8	1653,0	401,7	441,3	327,3

O pH é um parâmetro fundamental para os ecossistemas aquáticos, contudo devido ao grande número de fatores que podem influenciá-lo sua interpretação torna-se complexa (ESTEVEZ, 2011). Com relação aos valores de pH encontrados, o máximo foi de 7,8 e o mínimo de 3,7 (Tabela 3). De um modo geral, de acordo com os valores encontrados, as águas do rio Poxim apresentam caráter ácido, sendo que os menores valores foram verificados nas Estações 1 e 2, ou seja, na nascente do rio Poxim-Açu e na área de reflorestamento do mesmo rio respectivamente (Figura 2A). Verifica-se que estes dois trechos do rio caracterizam-se pela grande presença de matéria orgânica, proveniente da vegetação circundante, assim o pH ácido nesses pontos, pode ser explicado pelas reações que

ocorrem para a decomposição dessa matéria orgânica. Percebe-se ainda, que o pH tende a aumentar da nascente em direção à foz. Vale ressaltar que, a Resolução n° 357 do CONAMA, estabelece uma faixa de 6,0 a 9,0, para as classes 1 e 2, e 47,4 % das amostras apresentaram valores inferiores ao mínimo para estas classes (Figura 2B).

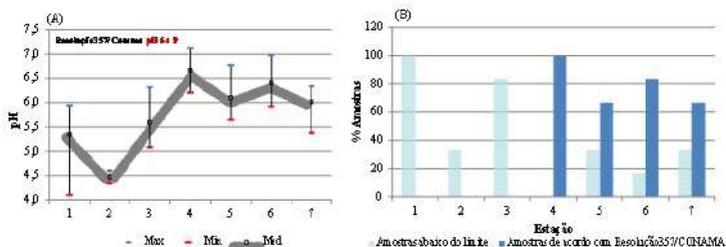


Figura 2. Valores máximos, médias e mínimos (A) e frequência de amostras de pH de acordo com a Resolução 357/CONAMA para classe 1 de águas doces (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

Ainda de acordo com Esteves (1998), valores baixos de pH fornecem indício de ausência de substâncias tamponadoras (bicarbonato e carbonato) em solução. A alcalinidade indica a concentração de carbonato, bicarbonato e hidróxido, sendo que a distribuição entre estas três formas na água é função do pH. A alcalinidade também está associada à dureza e ao elevado grau de mineralização da água. Já a dureza é causada principalmente pela presença de sais de cálcio e magnésio, entretanto, íons polivalentes como ferro, alumínio, manganês e zinco também podem contribuir com a dureza (ALVES et al., 2007, VON SPERLING, 1996). Como os valores de pH variaram entre 7,8 e 3,7 a alcalinidade deve-se apenas ao bicarbonato. Os valores encontrados para alcalinidade estiveram entre 99,2 e 1,6 mg.L⁻¹ de CaCO₃, com um valor médio de 29,9 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (Tabela 3).

Referente à dureza, os valores variaram entre 210,7 e 21,6 mg.L⁻¹ de CaCO₃, com um valor médio de 73,5 mg.L⁻¹ de CaCO₃. A dureza para o rio Poxim é caracterizada como moderada (50 a 150 mg.L⁻¹ de CaCO₃), exceto para a estação 3, campanha 6 (Tabela 3 e Figura 3A e 3B).

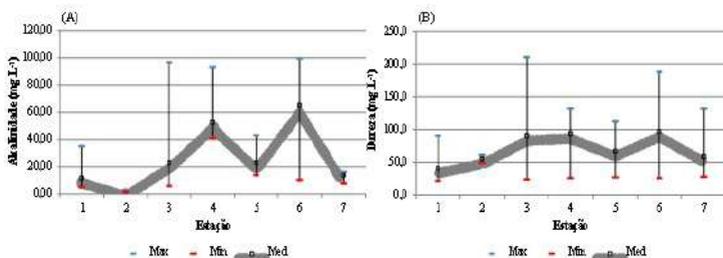


Figura 3. Concentrações máximas, médias e mínimas de alcalinidade (A) e dureza (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

A turbidez representa a interferência da concentração de partículas suspensas na água obtida a partir da passagem de um feixe de luz através da água. É uma variável de importância fundamental no monitoramento de bacias hidrográficas, sendo um indicador em programas de manejo e conservação do solo. (LIBÂNIO, 2005; HERMES et al., 2006).

No período chuvoso houve aumento nos valores da turbidez, com um valor médio para esta estação de 58,6 UNT, enquanto que no período seco esta média foi de 19,1 UNT. O mesmo fato foi observado com a cor, com valores médios de 43,2 Pt-Co e 25,5 Pt-Co, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Este aumento pode ser explicado pelo incremento do conteúdo de material particulado e matéria orgânica no rio através do escoamento superficial. Os valores de turbidez excederam os limites da resolução supracitada para classe 1 (40 UNT) na 5ª (estações 6 e 7) e 6ª campanhas (estações 4, 6 e 7), conforme pode ser observado na Figura 4A. Como o rio Poxim-Mirim, tem como enquadramento de referência a classe 2 de águas doces, houve extrapolação dos valores de turbidez (100 UNT) na 5ª campanha (Figura 4b).

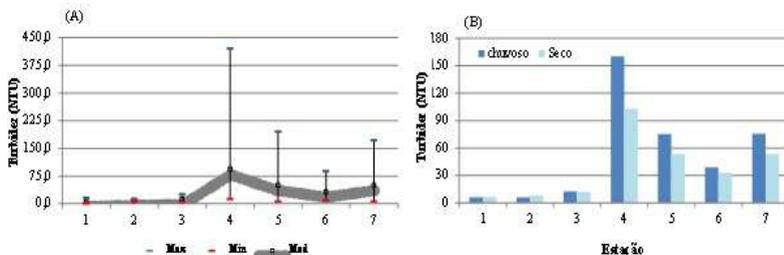


Figura 4. Concentrações máximas, médias e mínimas (A) e variação sazonal da turbidez (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

A condutividade elétrica da água é a capacidade em conduzir corrente elétrica, sendo diretamente proporcional à concentração dos sólidos totais dissolvidos. A condutividade da água doce, varia de 0,01 a 1 mS cm^{-1} (ALVES, 2007). É um parâmetro indicador de poluição, altos valores de condutividade podem estar associados tanto à fontes não pontuais de poluição (águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas) como a fontes pontuais (lançamento de efluentes de áreas residenciais/urbanas) que liberam altos teores de íons dissolvidos (HERMES et al., 2006).

Os valores de condutividade elétrica variaram entre 0,317 a 0,051 mS.cm^{-1} e 0,305 a 0,042 mS.cm^{-1} , nos períodos seco e chuvoso respectivamente. De um modo geral, houve redução da condutividade elétrica no período chuvoso, explicada pelo aumento da vazão dos rios nesta estação, reduzindo assim a concentração dos sólidos dissolvidos (Figura 5A).

De fato, no período chuvoso houve redução na concentração dos sólidos totais dissolvidos, a média encontrada foi de 47 mg.L^{-1} , enquanto que para o período seco foi de 69,1 mg.L^{-1} (Figura 5B). A estação 6 apresentou os valores mais elevados tanto para a condutividade elétrica, como para os sólidos totais dissolvidos. Ressalta-se ainda que, os valores mantiveram-se dentro do limite para as classes 1 e 2 de água doce para os sólidos totais dissolvidos (500 mg.L^{-1}), de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA.

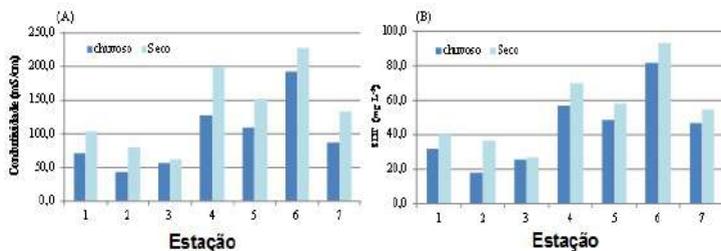


Figura 5. Variação sazonal para a condutividade elétrica (A) e sólidos totais dissolvidos (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

O oxigênio dissolvido (OD) é fundamental para se determinar a qualidade das águas. Sua presença é essencial para a manutenção e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e autodepuração dos mananciais. É um indicador de poluição, pois baixas concentrações de oxigênio dissolvido associam-se a altas concentrações de matéria orgânica. Sabe-se que para a estabilização da matéria orgânica, bactérias através de processos aeróbios, consomem o oxigênio, reduzindo assim a sua disponibilidade no meio. Ainda de acordo como Hermes et al. (2006) é fundamental para a avaliação das condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização, além é claro, como já mencionado, da poluição.

Também é um dos principais parâmetros analisados quanto às condições sanitárias e de qualidade das águas, além de ser essencial para a manutenção a vida nos ecossistemas aquáticos e autodepuração dos rios. Águas poluídas apresentam baixas concentrações de oxigênio poluído. As concentrações de OD variaram entre 1,2 a 8,5 mg.L⁻¹, a concentração média para o período de estudo foi de 5,7 mg.L⁻¹ (Tabela 3). Verificou-se que os pontos localizados nas estações 1, 2 e 6 apresentaram valores abaixo do estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA (Figura 6A), para as águas doces classes 1 (6 mg.L⁻¹) e 2 de (5 mg.L⁻¹). As estações 1 e 6, apresentaram valores abaixo de 6 mg.L⁻¹ em 83% das amostras, enquanto que 100 % das amostras da estação 2 estiveram abaixo de 6 mg.L⁻¹ (Figura 6b). Ressalta-se ainda que na estação 6, campanhas 2, 5 e 6, os valores de OD encontrados foram inferiores a 2,0 mg.L⁻¹, ou seja,

inferiores ao limite da classe 4 de águas doces. A estação 7 também apresentou concentrações abaixo de 6 mg.L^{-1} em 50% das amostras. As estações 6 e 7 são pontos de captação de água para abastecimento da DESO, os valores encontrados indicam que a qualidade da água nestes locais não é adequada para consumo, considerando o parâmetro oxigênio dissolvido.

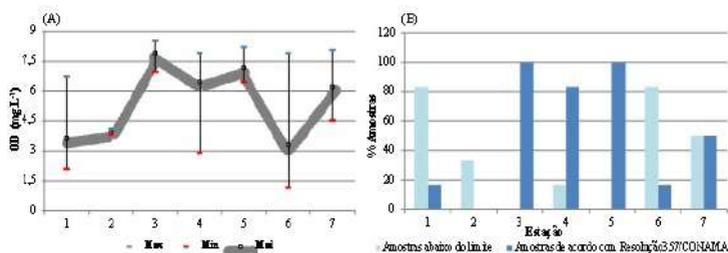


Figura 6. Concentrações máximas, médias e mínimas (A) frequência de amostras (B) de oxigênio dissolvido de acordo com a Resolução 357/CONAMA para classe 1 de águas doces para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

De acordo com Alves et al. (2007), que encontraram valores semelhantes, a situação do rio Poxim é crítica e consequência do aporte dos efluentes urbanos e/ou industriais da região urbana adjacente sem o prévio tratamento. Em estudos realizados por Alves e Garcia (2009) foram encontradas baixas concentrações de oxigênio dissolvido, principalmente na região estuarina. Vasco et al. (2011) evidenciaram baixos valores de OD nas estações 4 e 6, indicando a interferência antrópica no ambiente aquático. Aguiar Netto et al. (2013) também encontraram valores de oxigênio dissolvido na água apresentou valores muito baixos nos rios Poxim-Açu e Poxim, devido a deposição inadequada de resíduos sólidos e aporte de matéria orgânica.

Considerando os nutrientes, o nitrogênio e o fósforo destacam-se tanto como elementos de grande importância no desenvolvimento do fito e zooplâncton, como também no processo de eutrofização. As principais formas de ocorrência de nitrogênio em água são: N_2 , compostos orgânicos, amônia (NH_3 ou NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) (MACÊDO, 2003).

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio de poluição. As formas orgânicas de nitrogênio ou de amônia são predominantes em águas de alcalinidade elevada, e tóxicas para a maioria das espécies de peixes, sua presença indica poluição recente. O nitrato é um indicador de poluição remota, esta forma está associada à metahemoglobinemia, doença que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea. O nitrito representa uma fase intermediária entre a amônia e o nitrato (ESTEVES, 2011; LIBÂNIO, 2005; VON SPERLING, 1996).

As concentrações do nitrogênio amoniacal variaram de $<0,002$ a $0,361 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a média encontrada igual a $0,183 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 3). A origem da amônia pode ser devido à degradação da matéria orgânica nitrogenada e da matéria inorgânica do solo, entretanto, seu aporte nos corpos d'água pode ser originado também do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Ressalta-se que, em ambientes poluídos predominam o nitrogênio orgânico e amoniacal, e em águas não poluídas o predomínio é do nitrato (ALVES et al., 2007).

Com relação às concentrações do nitrito, assim como Alves et al. (2007), os valores encontrados foram muito baixos em todas as estações durante o monitoramento efetuado. Quando presente, o nitrito é indicador de processos biológicos ativos influenciados pela poluição orgânica (HERMES et al., 2006).

O nitrato foi a forma de nitrogênio predominante encontrada no estudo realizado, suas concentrações variaram de $0,045$ a $6,993 \text{ mg.L}^{-1}$, a concentração média encontrada foi igual a $1,717 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 3). Concentrações de nitrato superiores a 5 mg.L^{-1} , indicam condições sanitárias inadequadas, pois dentre as fontes de nitrato, estão os dejetos humanos e animais (HERMES et al., 2006).

Considerando a Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1, as concentrações do nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato estiveram abaixo do limite preconizado. As concentrações do nitrogênio total variaram de $0,036$ a $44,240 \text{ mg.L}^{-1}$, com um valor médio de $4,383 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os valores mais elevados para o nitrato foram observados na estação 5, localizada no rio Poxim-Mirim (Figura 7A), área ocupada pela monocultura da cana-de-açúcar. A elevação da concentração do nitrato nesta área pode estar relacionada ao uso de fertilizantes nitrogenados na região. Por outro lado, durante o período seco houve aumento nas concentrações do nitrato nas estações de coleta (Figura 7B), de acordo como Alves et al. (2007), é um indicativo de que o aporte de nitrato nas águas é proveniente de fontes pontuais, uma vez que no período chuvoso as concentrações são menores, devido ao aumento da vazão dos rios.

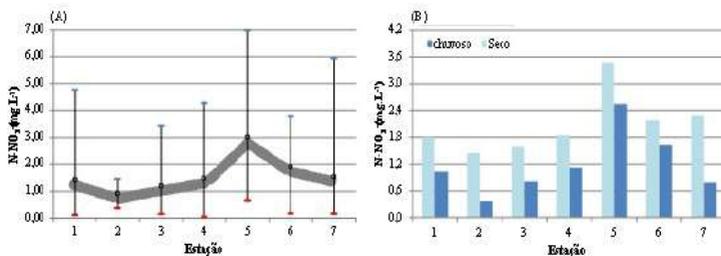


Figura 7. Concentrações máximas, médias e mínimas (A) e variação sazonal das concentrações de nitrato (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

Em geral, o fósforo apresenta-se nos ecossistemas aquáticos em menor quantidade que o nitrogênio, sendo considerado fator limitante para a produtividade aquática. As formas predominantes do fósforo são os ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico.

Sua origem natural é a dissolução de compostos do solo ou decomposição da matéria orgânica, mas seu aporte nos corpos hídricos pode ter origem em atividades antrópicas, através do lançamento de despejos domésticos e industriais, fertilizantes e lixiviação de criatórios de animais (LIBÂNIO, 2005). De acordo com Alves et al. (2007), os polifosfatos são menos importantes pois sofrem hidrólise convertendo-se em ortofosfatos. Assim as formas estudadas foram o ortofosfato dissolvido ($P-PO_4^{3-}$), sua importância está em ser a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos, sem a necessidade de conversões a formas mais simples (ESTEVES, 2011; VON SPERLING, 1996), e o fósforo total,

resultante do fósforo orgânico combinado e todos os fosfatos.

Considerando as formas de fósforo analisadas, as concentrações de ortofosfato estiveram entre $<0,001$ e $0,230 \text{ mg.L}^{-1}$, com uma concentração média de $0,144 \text{ mg.L}^{-1}$ (Tabela 3). Não houve diferença significativa nas médias dos períodos seco e chuvoso. A concentração mais elevada foi verificada na estação 5, assim como o nitrato. Todos os valores do fósforo total estiveram de acordo com o limite para este parâmetro estabelecido na Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1 e 2, exceto na estação 5 localizada no rio Poxim-Mirim (Figura 8A), que como comentado anteriormente é ocupada pelo monocultivo de cana de açúcar. Observa-se ainda que as concentrações do fósforo total variaram entre $0,002$ a $0,139 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo a concentração média igual a $0,022 \text{ mg.L}^{-1}$, as maiores concentrações foram observadas no período seco (Figura 8B).

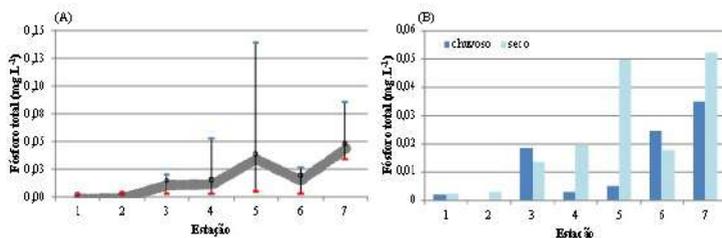


Figura 8. Concentrações máximas, médias e mínimas (A) e variação sazonal das concentrações do fósforo total (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

A clorofila-a representa uma maneira de medir a biomassa de um reservatório através de sua produtividade primária, sendo um importante indicador do estado trófico em corpos hídricos. De acordo com Hermes et al. (2006), a determinação da concentração de clorofila permite estimar a capacidade de reoxigenação das águas em seu próprio meio, além de permitir inferir sobre a densidade de algas e avaliar o aporte da quantidade de nutrientes. Os compostos excretados por algumas algas espécies de algas e cianobactérias além de conferirem sabor e odor às águas, podem também, em concentrações mais elevadas serem tóxicos (LIBÂNIO, 2005).

Os limites para águas doces classes 1 e 2 são de $10 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $30 \mu\text{g.L}^{-1}$, respectivamente, de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA. No estudo realizado as concentrações variaram entre 0,00 a $47,28 \mu\text{g.L}^{-1}$, com uma concentração média de $5,64 \mu\text{g.L}^{-1}$, dessa forma houve extrapolação do limite na estação 1 (4ª e 5ª campanhas) e estação 4 (6ª campanha), como pode ser observado na Figura 9A. De um modo geral, houve aumento nas concentrações da clorofila-a no período chuvoso, exceto para a estação 1, que observou-se o contrário (Figura 9B).

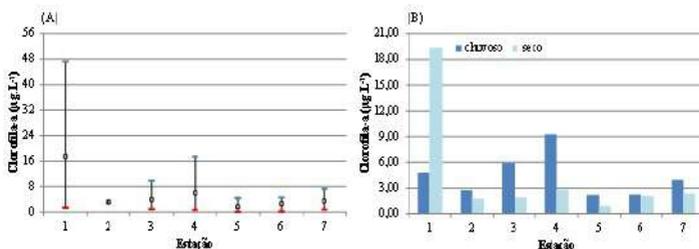


Figura 9. Concentrações máximas, médias e mínimas (A) e variação sazonal das concentrações da clorofila-a (B) para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

Os coliformes são bactérias que podem estar presentes nas águas e, a importância do controle de sua população, reside no fato de que o aumento de sua densidade ocasiona a deterioração da qualidade da água, desenvolvendo-se odores e sabores desagradáveis e até mesmo prejudiciais à saúde humana. Essas bactérias são indicadoras de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente, sendo eliminadas em grande número pelas fezes. Desse modo, sua presença na água indica o risco potencial da presença de microorganismos patogênicos. sua ausência evidencia condição de potabilidade, em nível bacteriológico, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal (MACÊDO, 2003).

O grupo dos coliformes pode ser classificado em coliformes totais e termotolerantes. Os coliformes totais incluem um grande grupo de bactérias que podem ser encontradas em amostras de solos e águas poluídas e não poluídas, como também nas fezes dos seres humanos e outros animais de sangue quente. Os coliformes termotolerantes indicam a presença de organismos provenientes do trato intestinal humano e de outros animais(VON SPERLING, 1996).

Os valores encontrados nas amostras para coliformes totais e termotolerantes durante o período de estudo estão indicados na Tabela 3. Os valores para os coliformes totais variaram entre 39 e 43000 NMP.100 mL⁻¹, e para os coliformes termotolerantes a variação foi de 22 a 9200 NMP.100 mL⁻¹, as médias encontradas foram 2225,4 e 634,7 NMP.100 mL⁻¹ para os coliformes totais e termotolerantes, respectivamente (Tabela 3). Referente à Resolução 357 do CONAMA para águas doces classe 1 e 2 o limite é de 200 NMP.100 mL⁻¹ e 1000 NMP.100 mL⁻¹, respectivamente, para os coliformes termotolerantes, a Resolução não limita valores para coliformes totais.

Com relação aos coliformes termotolerantes houve aumento nos valores encontrados durante o período chuvoso, este fato está relacionado ao escoamento superficial que transporta para os rios materiais associados aos coliformes (Figura 10A). Como exposto anteriormente, as estações 1, 2, 3, 4, 6 e 7, são trechos enquadrados em classe 1 de águas doces e, apresentaram 57,9 % das amostras acima do limite (Figura 10B), observou-se ainda que 33,3% das amostras analisadas da estação 5 estiveram acima do limite para a classe 2 de águas doces.

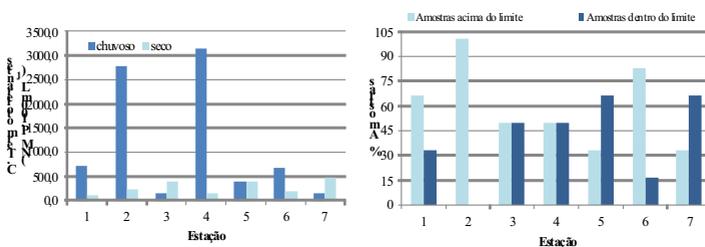


Figura 10. Variação sazonal (A) e frequência de amostras (B) de coliforme termotolerante de acordo com a Resolução 357/CONAMA para classe 1 de águas doces para a bacia hidrográfica do rio Poxim no período de fevereiro de 2010 a julho de 2011.

Associa-se a presença de coliformes a contaminação por efluentes sanitários, que além do excremento humano, esses efluentes contêm grande número de compostos orgânicos resultantes da atividade humana, tais como analgésicos, antibióticos, antissépticos, hormônios, dentre outros, que não são removidos através do tratamento convencional da água. A água contaminada com esses efluentes fornecem riscos de veiculação de doenças, mesmo após o tratamento (ALVES e GARCIA, 2006).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da água do rio Poxim, no período estudado, não está de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA no que se refere ao oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes, parâmetros fundamentais para as condições sanitárias das águas. Pode-se afirmar que o rio Poxim apresenta uma qualidade melhor nas proximidades de sua nascente e à medida que se encaminha em direção à foz a qualidade da água tende a torna-se pior.

Valores inferiores a 2,0 mg.L⁻¹ de oxigênio dissolvido encontrados na estação 6, ponto de captação de água da DESO, é preocupante uma vez que esse trecho do rio Poxim deve ser reenquadrado na classe 1 de águas

doces, contudo, este estudo demonstra que a atual classe, tomando por base o oxigênio dissolvido é a classe 4, sendo portanto imprópria para abastecimento humano. Também esta situação é crítica na nascente principal do rio Poxim-Açu, e no rio Pitanga, que também é ponto de captação de água da DESO. Fatores como o aporte de matéria orgânica, lançamento de efluentes domésticos e industriais contribuem para esta situação.

Na área do rio Poxim-Mirim foi detectada aumento dos nutrientes que pode estar associado ao uso de fertilizante, já que a área é ocupada por plantações de cana-de-açúcar. Deve-se, portanto, buscar práticas de manejo do solo que evitem o transporte dos nutrientes para o rio, uma vez que o aumento de nutrientes nas águas contribui para a eutrofização dos corpos d'água.

A partir dos elevados valores de coliformes constatou-se a necessidade do tratamento dos efluentes domésticos, a situação torna-se mais grave, nas estações 6 (rio Poxim) e 7 (rio Pitanga), pois são de captação de água da DESO para abastecimento público. Em especial, a captação de água no rio Poxim é realizada após a passagem desse manancial em locais como o Parque dos Faróis, Eduardo Gomes e Rosa Elze, que lançam “*in natura*” os dejetos humanos no rio Poxim.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR NETTO, A. O. et al. Cenário dos corpos d'água na subbacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe, na zona urbana, e suas relações ambientais e antrópicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: ABRH, 2007.
- AGUIAR NETTO, A. O. et al. Physical and chemical characteristics of water from the hydrographic basin of the Poxim River, Sergipe State, Brazil. **Environmental Modeling and Assessment**, v. 184, p. 4417-4426, 2013.
- ALVES, J. P. H. et al. Rio Poxim: qualidade da água e suas variações sazonais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 2007.
- ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. Qualidade da água. In: AGUIAR NETTO, A. O. et al. **Diagnóstico e avaliação ambiental de subbacia hidrográfica do rio Poxim**. Relatório Interno UFS/FAPESE, Aracaju, 2006.
- ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B. O Rio Sergipe no entorno de Aracaju: qualidade da água e poluição orgânica. In: ALVES, J. P. H. (Org.). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**. São Cristóvão, SE: Editora UFS, 2009, 222p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA, 2005. 1368 p.
- AZIZULLAH, A. Water pollution in Pakistan and its impact on public health — A review. **Environment International**, v. 37, p. 479–497, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Brasília: Diário Oficial da União, 2004.
- _____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.

CSUROS, M.; CSUROS, C. **Microbiological examination of water and wasterwater**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1999. 324p.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2011.

HERMES, L. C. et al. Considerações gerais e monitoração de qualidade de água. In: FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. **Índice do uso sustentável da água (ISA-ÁGUA) região do sub-médio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. P. 17-41.

IBGE. **Base de informações municipais**. Estado de Sergipe, 3 ed. CD – ROM. 2001.

_____. **Cidades@**. 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=se>> Acesso em 06 de abril de 2012.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005. 444 p.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. 2. ed. Ilhéus, BA: Editus, 2008. 293 p.

MACEDO, J. A. B. de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2003. 450 p.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe**. Reenquadramento dos Corpos d'Água do Estado de Sergipe (Resolução CONAMA nº 357/2005). 2010. Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br>> Acesso em 05 de maio de 2012.

_____. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **As bacias hidrográficas em Sergipe**. 2012. Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/modules/tinyd0/index.php?id=20>> Acesso em 06 de abril de 2012.

_____. Companhia de Saneamento de Sergipe. 2013. Disponível em <http://www.deso-se.com.br/deso.php?var=1090588288>. Acesso em 31 de julho de 2013.

SILVA, M. G. **Caracterização da qualidade da água na barragem do perímetro irrigado Jacarecica I, Itabaiana – Sergipe**. 2006, 74p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe.

SILVA, M. G. et al. Estado Trófico da Barragem Jacarecica I - Sergipe - Brasil. In: Claudio da Rocha Brito; Melany M. Ciampi. (Org.). **Natural Resources for the Health of Future Generations**. Santos, SP: Council of Researches in Education and Sciences, 2006, v. 1, p. 377-381.

SILVA, M. G. et al. Avaliação da qualidade da água do rio Poxim-Açu em área, do Instituto Federal de Sergipe (IFS) Campus São Cristóvão. In.: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte e nordeste de educação tecnológica, 4, 2009. Belém. **Anais...** Belém: IFPA, 2009.

SONG, M. W. et al. Water quality of a tributary of the Pearl River, the Beijiang, Southern China: implications from multivariate statistical analyses. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 172, p. 589-603, 2011.

VASCO, A. N. et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na subbacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA: UFMG, 1996.

Contaminação por agrotóxicos na bacia hidrográfica do rio Poxim

Fábio Brandão Britto¹
Anderson Nascimento do Vasco²
Arisvaldo Vieira Mello Júnior³
Gilsia Fabiane Oliveira Morais⁴

1. INTRODUÇÃO

A população mundial encontra-se em processo de crescimento muito acelerado, o que ocasiona vários problemas, incluindo a questão da poluição dos rios por meio do despejo de efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Além disso, a demanda por produção de alimentos requer o uso de grandes extensões de terra, de máquinas, equipamentos e insumos agrícolas. O aumento da atividade agrícola desenvolvida em áreas de mananciais tem causado preocupação quanto aos potenciais de contaminação (difusa e pontual), decorrentes das aplicações de fertilizantes e pesticidas.

As águas dos rios são utilizadas no abastecimento público, proteção de comunidades aquáticas, recreação e irrigação. Com isso, há necessidade de efetivar o gerenciamento dos recursos hídricos, visando estimular a avaliação e o monitoramento da qualidade da água, em relação aos seus padrões físicos, químicos e biológicos.

No Brasil, as regiões que utilizam a água proveniente das bacias hidrográficas merecem atenção, como é o caso da região da grande Aracaju, no Estado de Sergipe. Parte do abastecimento de água de Aracaju é feito por meio da exploração da bacia hidrográfica do rio Poxim, cujas áreas de recarga, antes ocupadas por vegetação nativa de Mata Atlântica, vêm

¹ Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: brandaobritto@hotmail.com

² Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

³ Doutor em Engenharia Civil. Professor RDIDP da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

⁴ Especialista em Odontologia do Trabalho. Professora do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

sofrendo pressão proveniente da agricultura, principalmente das áreas cultivadas com cana-de-açúcar e pecuária.

A qualidade da água dos mananciais pode variar pela ação antrópica. A falta de proteção desses mananciais pode implicar em sérios problemas relacionados à potabilidade, aumentando os riscos sanitários e inviabilizando o emprego de técnicas de tratamento mais simples e menos onerosas. As normas vigentes no país, na avaliação da qualidade da água, utilizam parâmetros de quantificação de algumas das suas propriedades e comparam com valores limite em função do uso.

Uma das formas de contaminação da qualidade da água é a presença de componentes químicos, que em concentrações acima das normas padrão, pode provocar risco à saúde da população. Esse fato despertou o interesse de cientistas em verificar se há a ocorrência de contaminação dos ambientes aquáticos, pois os pesticidas em contato com o sistema aquático podem associar-se aos materiais em suspensão e, eventualmente, migrar para os sedimentos, como também podem ser liberados na água ou serem absorvidos, alterados ou degradados por microrganismos.

O problema de intoxicação por pesticidas preocupa as autoridades da saúde, especialmente pela possibilidade ingestão gradativa, em função de pulverização das plantações que contaminam os agroecossistemas. O uso de alguns desses compostos foram proibidos devido à constatação do efeito acumulativo e prejudicial, que ocorre pela transferência de pequenas quantidades ao longo das cadeias alimentares.

No Brasil, o setor sucroalcooleiro vem despertando cada vez mais interesse dos produtores, devido ao baixo custo de produção de açúcar e álcool, com a vantagem de possibilitar a redução da emissão de poluentes na atmosfera e a dependência de combustíveis fósseis.

A utilização de pesticidas no manejo de pragas e plantas daninhas é uma prática comum nas plantações de cana-de-açúcar. Devido ao fato de serem potencialmente tóxicos aos organismos vivos, o descarte desses produtos no meio ambiente deve ser investigado. Por isso, torna-se necessária a disponibilização de metodologias eficientes para a detecção e quantificação desses produtos nos diversos setores do meio ambiente.

Conforme dados da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO),

27% do abastecimento de água da capital sergipana são provenientes do rio Poxim. O rio Pitanga é responsável por 10% do abastecimento, e o rio São Francisco e o manancial de Ibura por 63%. A oferta hídrica tem sido afetada, tanto pela redução da vazão do rio Poxim, quanto pelo aumento da poluição, que compromete a qualidade da água (SERGIPE, 2004).

A falta de áreas de preservação permanente (APP) ao longo das margens do rio Poxim, contribui para o assoreamento de suas margens, provocando o carreamento do solo diretamente para o leito. Os altos índices pluviométricos dessa região aumenta o escoamento superficial dos resíduos sólidos da agropecuária, que muitas vezes contaminado por pesticidas, afeta a qualidade da água diminuindo a vida útil dos reservatórios.

Nesse sentido, a gestão sustentável da bacia hidrográfica do rio Poxim depende da identificação e controle das fontes de poluição difusas e pontuais. Portanto, o presente capítulo tem por objetivo identificar o potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelos pesticidas mais utilizados na área agrícola da bacia hidrográfica do rio Poxim, e identificar possíveis influências na aplicação de pesticidas e manejo da cana-de-açúcar na contaminação dos recursos hídricos.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O rio Poxim foi objeto deste estudo por sua importância no abastecimento de água da Região Metropolitana de Aracaju. O rio fornece 27% da água do abastecimento público (SILVA, 2004). A bacia hidrográfica do Rio Poxim está situada entre as coordenadas geográficas 11°01' e 10°47' de latitude sul e 37°01' e 37°24' de longitude oeste e inserida na região metropolitana de Aracaju.

O principal rio da bacia hidrográfica em estudo, rio Poxim, tem como afluentes os rios Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga. As condições climáticas que predominam nessa região são do clima tropical úmido, com período seco durante o verão e precipitação pluvial média anual variando entre 1600 a 1900mm. A temperatura média do ambiente é de 23 °C, para os meses mais frios (junho a agosto), e de 31 °C para os meses mais quentes (dezembro a fevereiro) (SOARES, 2001).

Para a análise de riscos quanto a contaminação de pesticida utilizou-se os índices de GUS (Groundwater Ubiquity Score) e LEACH, os critérios da Environmental Protection Agency (EPA) e o método GOSS. Esses métodos permitem avaliar a capacidade de provável contaminação das águas superficiais e subterrânea, por meio de informações sobre os princípios ativos dos pesticidas.

Foram realizadas diversas visitas nas propriedades rurais da região produtora de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Poxim, como também em pontos de venda de pesticidas na região de Aracaju. Nestas visitas foram verificados quais os pesticidas mais utilizados e vendidos para esta região. Com estes dados buscou-se identificar as características e propriedades físico-químicas dos pesticidas por meio de pesquisa na Anvisa e no banco de dados pesticide properties databas - PPD (EXTOXNET, 2010).

3. ANÁLISE DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO POR PESTICIDAS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUPERFICIAIS

3.1. Índice de Groundwater Ubiquity Score (GUS) e LEACH

A avaliação do potencial de contaminação de água subterrânea pelos pesticidas foi realizada utilizando-se o método proposto por Groundwater Ubiquity Score (GUS). Esse método foi proposto por Gustafson(1989) para calcular um índice numérico, chamado índice de GUS, para um determinado princípio ativo (p.a.), mediante o fornecimento de valores de coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (Koc) e de meia vida ($t_{1/2}$) do produto no solo, de acordo com a Equação 1 (Eq. 1).

$$GUS = \log(t_{1/2 \text{ solo}}) \times (4 - \log(Koc))$$

equação (1)

em que:

$t_{1/2 \text{ solo}}$ = meia vida do produto solo (dias);

Koc = coeficiente de adsorção ao carbono orgânico ($L \text{ kg}^{-1}$).

Após a obtenção do valor do índice de GUS, o p.a. em avaliação é classificado em uma das categorias, definidas por faixas pré-estabelecidas, conforme atenção aos seguintes intervalos:

- a) $GUS \leq 1,8 \Rightarrow$ Não sofre lixiviação;
- b) $1,8 < GUS < 2,8 \Rightarrow$ Faixa de Transição;
- c) $GUS \geq 2,8 \Rightarrow$ Provável Lixiviação.

Quanto ao índice LEACH descreve, para águas subterrâneas e superficiais, a mobilidade e potencial de contaminação. O LEACH foi calculado pela Equação 2:

$$LEACH = (W_s \times t^{1/2} \text{ solo}) / (V_p \times K_{oc}) \quad \text{equação (2)}$$

em que:

$t^{1/2} \text{ solo}$ = meia vida do produto no solo (dias);

W_s = solubilidade em água (mg L^{-1});

V_p = vapor de pressão (MPa);

K_{oc} = coef. de adsorção ao carbono orgânico (L kg^{-1}).

3.2. Critérios da Agência de Proteção Ambiental (EPA)

A capacidade de transporte de pesticidas, caracterizada pelo princípio ativo, também pode ser avaliada usando os critérios da Environmental Protection Agency (EPA) (COHEN et al., 1995). Os princípios ativos que obedecerem às condições abaixo oferecem maior potencial de risco de transporte e, conseqüente tendência à contaminação, principalmente, de águas subterrâneas:

- a) solubilidade em água $> 30 \text{ mg L}^{-1}$;
- b) coeficiente de adsorção à matéria orgânica: K_{oc} de 300 a 500 mL g^{-1} ;
- c) constante de Henry: $kH < 10^{-2} \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$;
- d) meia vida no solo ($t^{1/2} \text{ solo}$): de 14 a 21 dias;
- e) meia vida na água ($t^{1/2} \text{ água}$): > 175 dias.

Nesse critério, também devem ser consideradas as condições de campo, que favorecem a percolação da água contaminada com pesticidas no solo, ou seja, pluviosidade anual $> 250 \text{ mm}$; presença de solo poroso; existência de aquífero não confinado.

3.3. Método de GOSS

Para essa avaliação, foi utilizado o método proposto por GOSS (1992), que faz uso dos mesmos parâmetros utilizados para o cálculo do índice de GUS, mostrado anteriormente, e de solubilidade dos princípios ativos em água. O método de GOSS reúne um conjunto de cláusulas e regras, apresentadas nos intervalos matemáticos fornecidos a seguir, para classificar o produto em “alto potencial”, “médio potencial” (Caso não atenda a nenhuma das regras dos itens A ou B, escritos abaixo) e “baixo potencial” de transporte em água, associado a sedimento ou dissolvido.

A) Regras para classificação do potencial de transporte do princípio ativo associado

a sedimento.

B) Regras para classificação do potencial de transporte do princípio ativo dissolvido em água.

4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM E OS RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Em visitas realizadas na área de estudo foi possível fazer uma prospecção sobre o uso e ocupação do solo, revelando evidências objetivas do impacto das atividades agrícolas, principalmente, a cultura da cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Poxim. O reconhecimento da área possibilitou obter algumas informações sobre o manejo agrícola na região. Para efeito de visualização, foi construído um mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Poxim por cana-de-açúcar, utilizando a interpretação e análise das imagens, (Figura 1), obtidas da Secretaria de Recursos Hídricos do estado de Sergipe (SERGIPE, 2004a). Foram utilizadas técnicas e fundamentos de fotointerpretação baseados em observações visuais das características físicas das imagens, tais como: tonalidade, cor, textura, sombra, forma, etc (Espinoza e Abraham, 2005; Carvalho et al., 2006; Déstro e Campos, 2006; Penido et al., 2007).

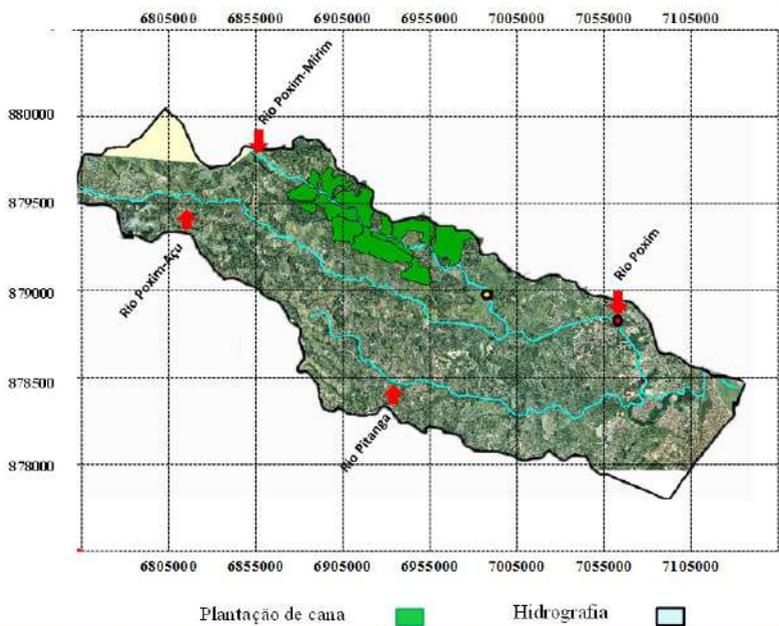


Figura 1. Mapa com as principais áreas produtoras de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Poxim, para o ano de 2000. Escala de 1:100.000.

Por meio de fotointerpretação foi possível calcular, para o ano de 2000, uma área de aproximadamente 30 km² ocupada com cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Poxim. Esse valor tende a ser muito maior para os últimos anos, já que o setor sucroalcooleiro tem se expandido na região. Observou-se que na maior parte da região o limite mínimo de 30 (trinta) metros de mata ciliar para os cursos d'água com dez metros de largura em áreas de preservação permanente não é respeitado, isso acaba aumentando os riscos de degradação e contaminação pelos produtos utilizados na bacia hidrográfica conforme LEI nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Verificou-se que a região, apresenta impactos ambientais, principalmente, causados pela agropecuária, tais como:

- Substituição da mata ciliar por plantação de cana-de-açúcar às margens do rio Poxim-Mirim objeto de estudo.

- Substituição da mata ciliar por pastagens às margens do rio Poxim-Mirim.

5. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO E PERCOLAÇÃO DOS PESTICIDAS COMO ANÁLISE DE RISCO PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM

Pode-se ressaltar a importância do monitoramento da qualidade da água em áreas com risco de contaminação por pesticidas e, principalmente, na bacia hidrográfica do rio Poxim, uma vez que a Companhia de Abastecimento e Saneamento de Sergipe (DESO) possui uma Estação de Tratamento de Água (ETA) nas margens deste rio. A ETA instalada utiliza o sistema de tratamento convencional para captação de parte da água para abastecer a cidade de Aracaju.

5.1. Análise de Risco

Os pesticidas mais utilizados na bacia hidrográfica do rio Poxim em áreas de plantio de cana-de-açúcar estão citados na Tabela 1. Conforme a classificação toxicológica e a classificação ambiental dos pesticidas, temos as seguintes Classes: Classe I – faixa vermelha/extremamente tóxico perigoso; Classe II – faixa amarela/altamente tóxico; Classe III – faixa azul/medianamente tóxico e Classe IV – faixa verde/pouco tóxico. Quanto à toxicidade, apenas os pesticidas 2,4-D (Aminol 806), Carbofurano, 2,4-D + Picloran (Dontor) e Paraquat são extremamente tóxicos (Classe I). A utilização dos pesticidas por parte dos trabalhadores tornou-se um dos maiores problemas de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2007).

Quanto ao meio ambiente tem-se o 2,4-D (Aminol 806) que é extremamente perigoso (Classe I). Os pesticidas podem ser persistentes, móveis e tóxicos no solo, na água e no ar. Tendem a se acumular no solo e na biota e seus resíduos podem alcançar os sistemas superficiais por deflúvio superficial (*runoff*) e os sistemas subterrâneos por lixiviação (LANDON et al., 1990).

Tabela 1. Produtos aplicados na bacia hidrográfica do rio Poxim em áreas de plantio de cana-de-açúcar.

Nome Comum	Princípio Ativo	Grupo Químico	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental
Sencor	Metribuzim	Triazinona	IV	II
Diuron	Diuron	Uréia	III	II
Ametrina	Ametrina	Triazina	III	II
Atrazina Nortox	Atrazina	Triazina	III	II
Gesapax	Ametrina	Triazina	IV	II
Dinamic	Amirabozona	Triazolínona	II	III
Provence	Isoxaflutol	Isoxazol	II	II
Glifosato	Glifosato	Glicina substituída	III	III
Gramaxone 2000	Paraquat	Bipiridílio	II	II
Paraquat 2000	Paraquat	Bipiridílio	I	II
Velpar-K	diuron + hexazinona	Uréia + Triazinona	III	-
Polaris	Glifosato	Glicina substituída	IV	III
Krismat	Ametrina +	Triazina + Sulfoniluréia	II	II
Evidence	Trifloxi-sulfurom- imidazolido	Neonicotinóide	IV	III
SEMPRA	Halossulfurom-	Sulfoniluréia	III	III
Goal BR	Oxetímico	Éter Diênílico	II	-
Regent 800 WG	Fipronil	Pirazol	II	II
Dontor	2,4-D + Picloram	Ácido Ariloxialcanóico + Ácido Piridinocarboxílico	I	III
Msmá sanachem 720	MSMA	Organoarsênico	III	II
Gliz 480 cs	Glifosato	Glicina substituída	IV	III
Metrimex 500 sc	Ametrina	Triazina	III	-
Volcane	MSMA	Organoarsênico	III	III
Furazin 3 10 ts	Carbofurano	Metilcarbamato de Benzo-furanila	I	II
Plenum	Fluroxipir-Meptílico + Picloram	Ácido piridinioxialcanóico + Ácido piridinocarboxílico	II	II
Karmex 800	Diuron	Uréia	III	II
Aminol 806	2,4-D	Ácido ariloxialcanóico	I	I
Plateau	Glifosato	Glicina substituída	IV	III
Actara 250 wg	Thiametoxam	Tiametoxam	III	III
Herbipak 500 br	Ametrina	Triazina	III	-
Contain	Imazapir	Imidazolinona	III	III
Provence 750 wg	Isoxaflutol	Isoxazol	III	II
Roundup wg	Glifosato	Glicina substituída	IV	III

As propriedades físico-químicas desses pesticidas usados nos critérios de avaliação do risco potencial de contaminação para os ambientes aquáticos são determinados pela Lei de Henry (KH), solubilidade em água (Ws), Vapor de pressão (Vp), coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (Koc), meia-vida ($t^{1/2}$) no solo e na água Tabela 2.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos princípios ativos dos pesticidas, a 20-25°C, usados na região da bacia hidrográfica do rio Poxim.

Princípio ativo*	Uso ^a	T _{1/2,solo} ^b	T _{1/2,água} ^c	Koc ^d	Ws ^e	Vp ^f	K _H
Metribuzim	R/O	140	4760	106	1,03.10 ³	5,80.10 ⁻⁵	1,43E-09
Diuron	R/O	372	1290	499	3,60.10 ¹	9,20.10 ⁻⁶	0,000051
Ametrina	R/O	37	28	245	2,04.10 ²	3,65.10 ⁻⁴	0,000414
Atrazina	R/O	146	30	93	3,30.10 ¹	4,00.10 ⁻⁵	0,000248
Glifosato	O/M	96	35	6922	1,16.10 ⁴	5,73.10 ⁻⁸	1,4E-07
Paraquat	O	620	30	10000	6,26.10 ⁵	1,35.10 ⁻⁵	N.R.
Hexazinona	R/O	222	56	640	2,9.10 ⁴	3,00.10 ⁻⁵	N.R.
trifloxiussulfurom-sódico	O	52	N.R.	80	5,02.10 ³	1,00.10 ⁻⁷	N.R.
halossulfurom-metilico	O	51	14	124	1,65.10 ³	1,33.10 ⁻⁵	0,0011
Oxifluorfem	R/O	30	N.R.	100000	1,0.10 ⁻¹	2,6.10 ⁻⁵	N.R.
Fipronil	Ins	366	30	749	2,2.10 ¹	N.R.	0,000037
2,4-D	R/O	34	39	46	2,76.10 ⁴	1,10.10 ⁻²	1,8E-07
Picloram	R/O	324,7	N.R.	16	4,30.10 ²	9,61.10 ⁻⁹	0,000047
MSMA	O	269	35	1680	1,04.10 ⁶	3,50.10 ¹	N.R.
Carbofurano	Ins	22	18	25	3,51.10 ²	2,7.10 ⁻¹	3,9E-09
Thiamthoxam	Ins	229	6080	64	4,1.10 ³	N.R.	4,7E-10
Imazapir	R/O	1200	30	81	N.R.	N.R.	0,000003

*Nomenclatura de acordo com as regras brasileiras; “-“ valor não encontrado na literatura ou não calculado por falta de parâmetros; a usos na cultura da cana-de-açúcar: R – Pré-emergente; O – Pós-emergente; M – Maturador; b meia-vida no solo, em dias; c meia-vida na água, em dias; d coeficiente de adsorção normalizado pela fração de carbono orgânico do solo (L kg⁻¹); e solubilidade em água (mg L⁻¹); f pressão de vapor, em MPa., kH.- constante de Henry.

Os dados da (Tabela 2) foram obtidos por meio do levantamento bibliográfico sobre os pesticidas aplicados nas culturas de cana-de-açúcar na bacia hidrográfica do rio Poxim e das propriedades físico-químicas dos princípios ativos. Estes dados serão utilizados para avaliar o potencial de

poluição das águas, utilizando os critérios de “screening”, como por exemplo, os adotados pela EPA, o índice de GUS, o método de GOSS e o índice de Leach (DORES, DE-LAMONICA-FREIRE, 2001).

5.2. Risco de Contaminação de Águas Subterrâneas

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise do potencial de contaminação de águas subterrâneas usando os critérios de “screening”, sugeridos pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos, o índice “Groundwater Ubiquity Score” (GUS) e avaliação do índice de LEACH.

Os princípios ativos como paraquat, hexazinona, trifloxissulfurom-sódico, imazapir e MSMA não puderam ser avaliados pelos critérios do EPA por falta de informações da constante de Henry (k_{H}), pressão de vapor (V_p), tempo de meia-vida na água ($T_{1/2\text{água}}$) e solubilidade em água (Ws).

Utilizando os critérios do EPA, na Tabela 3, que calculam a tendência de transporte de princípios ativos dos pesticidas em águas subterrâneas pode-se dizer que: os pesticidas Metribuzim, Diuron e Thiamethoxam apresentaram considerável risco de contaminação de águas subterrâneas. Por outro lado, os demais pesticidas não mostraram tendência para contaminação dessas águas.

A persistência de um composto no ambiente é normalmente medida, pela meia-vida, que é definida como o tempo necessário para que ocorra a dissipação de 50% da quantidade inicial do pesticida aplicado (SILVA et al. 2007). O tempo de meia-vida para o metribuzim, diuron e thiamethoxam comparados com o critério do EPA foram bastante elevado, ou seja, este critério pode ajudar a prever risco de contaminação de lençóis freáticos subterrâneos antes mesmo da aplicação do pesticida.

Pelo índice de GUS utiliza-se o tempo de meia-vida do solo ($T_{1/2\text{solo}}$) e coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (K_{oc}). Os metribuzim, diuron, thiamethoxam, atrazina, hexazinona, trifloxissulfurom-Sódico, halossulfurom-metílico, fipronil, 2,4-D, picloram, carbofurano, e imazapirapresentaram resultados de tendência para lixiviação pelo índice GUS (Tabela 2). Comparando com o EPA, os métodos utilizados apresentam características de análise diferenciadas. Pode observar que pelo índice de GUS o pesticida sofre lixiviação quando K_{oc} apresenta

preferencialmente valores baixos, ou seja, este índice indica a capacidade do pesticida adsorver ou aderir na matéria orgânica. Quanto ao índice de LEACH, o Picloran apresentou maior potencial de contaminação.

Tabela 3. Resultado da avaliação de risco de contaminação de águas subterrâneas, com base nos critérios de “screening”, no índice de vulnerabilidade da água subterrânea (GUS) e avaliação do índice de LEACH.

Princípio ativo	Grupo Químico		GUS	EPA	LEACH
Metribuzim	Triazina	L	4,24	L	7,37
Diuron	Uréia	L	3,35	L	6,46
Ametrina	Triazina	T	2,53	NL	4,93
Atrazina	Triazina	L	4,40	NL	5,11
Glifosato	Glicina substituída	NL	0,32	NL	9,45
Paraquat	Bipiridílio	NL	0,00	NA	9,46
Hexazinona	Triazina	L	2,80	NA	8,53
Trifloxissulfurom-Sódico	T sulfoniluréia	L	3,60	NA	10,51
Halossulfuro m-metílico	Sulfoniluréia	L	3,26	NL	7,71
Oxifluorfem	Éter Difenílico	NL	1,48	NA	0,06
Fipronil	Pirazol	L	2,89	NL	-
2,4-D	Ácido Ariloxialcanóico	L	3,58	NL	6,27
Picloram	Ácido piridinocarboxílico	L	7,02	NL	11,96
MSMA	Organoarsênico	T	1,88	NA	3,68
Carbofurano	Metilcarbamato de Benzofuranila	L	3,49	NL	3,06
Thiamethoxam	Tiametoxam	L	5,18	L	-
Imazapir	Imidazolinona	L	6,44	NA	-

Resultados fornecidos pelo programa AGROSCORE, onde: GUS\VALOR = resultado da avaliação do potencial de lixiviação pelo índice de GUS (onde L = Lixivia; NL = Não Lixivia; T = Faixa de transição) EPA = avaliação pelo critério da EPA (onde NA = Não Avaliado por falta de informações; L = Provável lixiviação, NL = Não sofre Lixiviação). O índice LEACH expressa a tendência de lixiviação

Os resultados da Figura 2 mostram que, de acordo com o índice GUS, entre os 17 princípios ativos calculados existem 12, que sofrem provável risco de lixiviação (GUS > 2,8), sendo que a o Imazapir e Picloram apresentaram os maiores valores para o índice GUS, 6,44 e 7,02, respectivamente. Esses resultados mostram a possibilidade dessas moléculas sofrerem lixiviação, podendo percolar no solo e atingir águas subterrâneas. Apenas três princípios

ativos não expressam perigo ($GUS < 1,8$) por não sofrerem lixiviação no perfil do solo são eles: o Glifosato, Paraquat e Oxifluorfen. Já o MSMA e Ametrina apresentaram valores na faixa de transição ($1,8 \leq GUS \leq 2,8$) podendo ou não sofrer lixiviação.

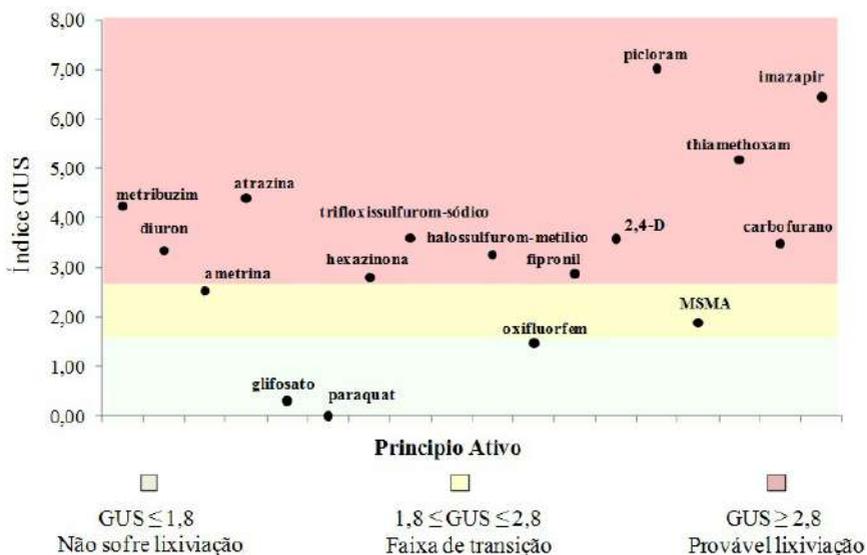


Figura 2. Resultados da avaliação de risco de contaminação de águas subterrâneas com base no índice de vulnerabilidade da água subterrânea (GUS).

O índice LEACH, foi expresso em escala logarítmica para permitir a comparação com o índice GUS, não resulta em classes de mobilidade, mas descreve a tendência de lixiviação à medida que o valor aumenta (ARMAS et al., 2005). Observa-se que ambos os índices definem tendências similares de particionamento, porém não idênticas, resultando em um raqueamento químico não-homogêneo, uma vez que são baseados em propriedades físico-químicas (Figura 3).

Os herbicidas Glifosato e Paraquat, considerados não-móveis pelo índice GUS, apresentaram valores elevados para o índice LEACH, em virtude de suas altas solubilidades e reduzidas pressões de vapor. Entre os princípios ativos estudados o Picloram apresentou o maior valor

comparado aos índices GUS e LEACH, sendo assim, ele tem forte tendência para ser lixiviado para águas subterrâneas. O Oxifluorfen foi considerado com pouco potencial de lixiviação tanto pelo índice LEACH e GUS, conforme Figura 3.

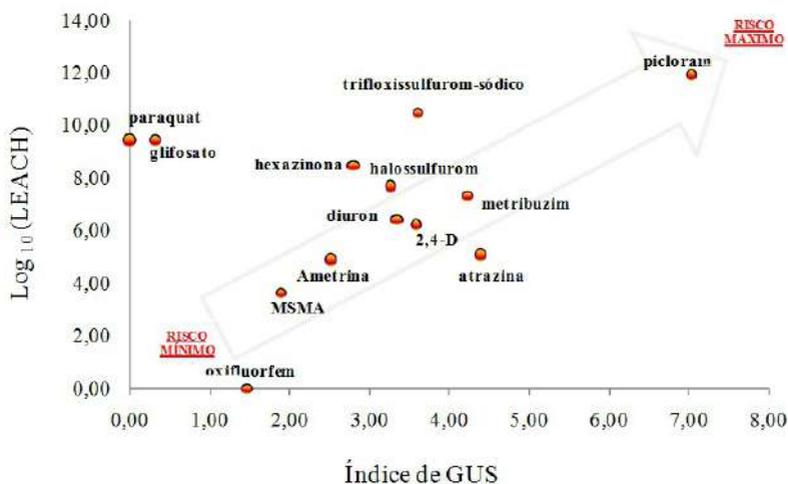


Figura3. Resultados de tendência de risco de contaminação de águas subterrâneas com base no índice de vulnerabilidade da água subterrânea.

Os critérios aqui avaliados dizem respeito ao comportamento do pesticida no ambiente. Outros parâmetros, no entanto, precisam ser considerados, entre os quais se destacam: condições de aplicação, índice pluviométrico, características do solo e temperatura. Esses parâmetros, obviamente, podem concorrer com as propriedades físico-químicas para aumentar o potencial inerente ao pesticida, acarretando contaminação das águas subterrâneas ou superficiais. A contaminação por pesticidas ainda pode afetar o meio ambiente indiretamente, aumentando a virulência das pragas ou por eliminação indesejável dos predadores naturais de certos microrganismos. Os pesticidas são desenvolvidos para terem ação biocida e, por isso, são potencialmente danosos para todos os organismos vivos, porém, sua toxicidade e comportamento no ambiente podem variar muito. Esses efeitos podem ser crônicos quando interferem na expectativa de

vida, crescimento, fisiologia, e reprodução dos organismos e/ou podem ser ecológicos quando interferem na disponibilidade de alimentos, de habitat e na biodiversidade, incluindo os efeitos sobre os inimigos naturais das pragas e a resistência induzida aos próprios pesticidas (GARCIA, 2001).

5.3. Risco de Contaminação de Águas Superficiais

Para a avaliação de risco de contaminação da água superficial por pesticida, utilizaram-se os critérios aplicados no método de avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais desenvolvido por GOSS (1992). Os pesticidas foram divididos entre os que podem ser transportados, dissolvidos em água, e aqueles que são transportados associados ao sedimento em suspensão.

A classificação, segundo os critérios de GOSS, para os pesticidas em estudo é apresentada na Tabela 4. Dentre aqueles com alto potencial de transporte associado ao sedimento, estão: Paraquat, Glifosato, MSMA. Os pesticidas que apresentaram maior capacidade de mobilidade quando disperso em água, são: Metribuzim; Diuron; Ametrina; Atrazina; Glifosato; Paraquat; Hexazinona; Carbofurano, Fipronil; Trifloxissulfurom-Sódico; Halossulfurom-Metilico, Diuron e Glifosato, sendo que destes o Carbofurano e o Diuron também são contaminantes em potencial de águas subterrâneas.

Tabela 4. Resultado da classificação dos princípios ativos utilizando o programa AGROSCRE para o método GOSS.

Princípio ativo	Grupo químico	GOSS	
		Sedimento	Dissolvido
Metribuzim	Triazinona	M	A
Diuron	Uréia	M	A
Ametrina	Triazina	B	A
Atrazina	Triazina	M	A
Glifosato	Glicina substituída	A	A
Paraquat	Bipiridílio	A	A
Hexazinona	Triazinona	M	A
Trifloxissulfurom-Sódico	T Sulfoniluréia	M	A
Halossulfurom-Metilico	Sulfoniluréia	M	A
Oxifluorfem	Éter Difenílico	M	B
Fipronil	Pirazol	M	A
2,4-D	Ácido Ariloxialcanóico	B	M
Picloram	Ácido Piridinocarboxílico	M	A
MSMA	Organoarsênico	A	A
Carbofurano	Metilcarbamato de	B	M
Thiamethoxam	Benzofuranila	M	A
Imazapir	Tiametoxam	M	A
	midazolóna	NA	NA

A – Alto potencial de transporte; B – baixo potencial de transporte; M – médio potencial de transporte e NA – não analisado.

De acordo com o Índice de GOSS, usados para avaliar o potencial de determinado pesticida em atingir águas superficiais, são classificados em: os que podem ser transportados dissolvidos em água ou associados ao sedimento em suspensão. Os resultados mostram a classificação dos pesticidas segundo os critérios de GOSS: 59% dos pesticidas enquadrados no Índice de GOSS apresentaram alto potencial de contaminação pelo transporte dissolvido em água, 12% apresentaram um baixo potencial de contaminação. Pela estimativa do potencial de contaminação das águas superficiais pelo transporte associado ao sedimento, observa-se que 18% foram classificados como alto potencial de contaminantes e 18% aparecem com um baixo potencial de contaminante. Os demais foram considerados de médio potencial (caso não atendam a nenhuma das regras dos itens A ou B) e inconclusivos (pela impossibilidade de acesso às suas propriedades físico-químicas na literatura consultada).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo da monocultura da cana-de-açúcar está degradando a vegetação nativa e a qualidade da água no alto curso da bacia hidrográfica do rio Poxim. A avaliação de risco de contaminação por pesticidas mediante os índices de GUS (Groundwater Ubiquity Score) e LEACH, os critérios da EPA e o método GOSS permitiram avaliar a tendência de contaminação das águas superficiais e provavelmente das águas subterrâneas. O índice de GUS determinou provável lixiviação para águas subterrâneas, em doze dos dezessete princípios ativos estudados. O picloran e imazapir apresentaram maiores valores pelo índice GUS e são considerados tóxicos para o ser humano e meio ambiente. Os pesticidas metribuzim, diuron e thiamethoxam apresentaram considerável risco de contaminação de águas subterrâneas, segundo os critérios da EPA. Os demais pesticidas não mostraram tendência para contaminação dessas águas. O método de GOSS mostrou que 59% dos pesticidas apresentaram alto potencial de contaminação da água e 12% apresentaram um baixo potencial de contaminação.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, E. M. de.; PINTO, A. L.; SILVA, P. V. “A evolução do uso e ocupação do solo na bacia do córrego Porteira, Aquidauana, MS” **in Anais do I Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Nov. 2006, 11, pp.438-446

COHEN, S. Z. et al. Offsite transport of pesticides in water – mathematical models of pesticide leaching and runoff. **Pure and Applied Chemistry**, v.67, p.2109- 2148, 1995.

DÉSTRO, G. F. G.; CAMPOS, S. “SIG-SPRING na caracterização do uso dos solos a partir de imagens do satélite CBERS”. **Engenharia Agrícola**, vol. 21, n.4, pp.28-35. 2006.

DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: Águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise preliminar. **Química Nova**, v.24, n. 1, p. 27-36. 2001.

ESPINOZA, H. F.; ABRAHAM, A. M. “Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o estudo dos recursos hídricos em regiões costeiras” **in Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Abr. 2005, 16, pp. 2487-2494. 2005.

EXTOXNET. **Pesticide information profiles**. Disponível em: <<http://ace.orst.edu/info/extoxnet>>. Acesso em: 15 julho. 2010.

GARCIA E. G. **Segurança e saúde no trabalho rural: a questão dos agrotóxicos**. Fundacentro- Ministério do Trabalho e Emprego, São Paulo. 2001

GOSS, D.W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technology**, v.6, n.3, p.701-708, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.

LANDON, M; JACOBSEN, J; E JOHNSON, G. **Pesticide Management for Water Quality Protection**. Bozeman: Montana State University; 1990. p. 35-45

OLIVEIRA, M. W. et al. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. In: **INFORME AGROPECUÁRIO**, Belo Horizonte, p. 30-43. v. 28, n.239, 2007

PENIDO, A. S.; VALÉRIO FILHO, M.; BASTOS, R. A. de B. (2007). “Monitoramento Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanizadas Com Suporte das Geotecnologias” In: **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Abr. 2007, 21, pp. 4135-4143.

SERGIPE. Superintendência de Recursos Hídricos. **Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe**.ARACAJU: SEPLANTEC-SRH, CD-ROM. 2004

SILVA , A. S. et al. **Índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA_ÁGUA): municípios da região do entorno do rio Poxim, SE**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004, 46 p.

SOARES, J. A. **O Rio Poxim, Processo Urbano e Meio Ambiente**. UFS/Gestão de Recursos Hídricos em Meio Ambiente, 2001. (Monografia de Especialização).

Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplanctônica na bacia hidrográfica do rio Poxim em Sergipe

Ana Paula Sousa Pereira¹

Anderson Nascimento do Vasco²

Fábio Brandão Britto³

Waleska da Graça Santos⁴

1. INTRODUÇÃO

O zooplâncton de ambientes aquáticos continentais é constituído na sua maioria por protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodos, os quais desempenham papel importante na cadeia alimentar, transferindo massa e energia de produtores primários para níveis tróficos superiores.

Os protozoários são responsáveis pela transferência da biomassa bacteriana para os metazoários zooplanctônicos (LAYBOURN-PARRY, 1992 apud ANDREOLI e CARNEIRO, 2005). O conhecimento das interações entre protozoários e metazoários zooplanctônicos e seu papel em determinar o destino da produção do fitoplâncton e bactérias são essenciais para o entendimento do fluxo de energia nessas cadeias alimentares (SANDERS e WICKHAM, 1993 apud ANDREOLI e CARNEIRO, 2005).

Em relação aos rotíferos, sua importância no plâncton, é atribuída à alta taxa reprodutiva e conversão da produção primária, de forma que esta possa ser utilizada pelos consumidores secundários, chegando a produzir até 30% da biomassa total do plâncton (NOGRADY, 1993 apud ANDREOLI e CARNEIRO, 2005).

¹ Bióloga. Mestre em Agroecossistemas Universidade Federal de Sergipe. E-mail: bioanap_va@hotmail.com

² Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFS). Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

³ Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFS). Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS).

⁴ Graduada em Português e Inglês pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Entre os microcrustáceos, os cladóceros apresentam grande número de espécies, principalmente em regiões litorâneas de lagos e reservatórios, vivendo associados à macrófitas, se alimentado basicamente de algas e perifiton (SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA, 2001; SERAFIM-JUNIOR, 2002). Por outro lado, os copépodos apresentam elevado grau de endemismo com a distribuição geográfica muito restrita por serem mais sensíveis às alterações das variáveis ambientais (MATSUMURA-TUNDISI e TUNDISI, 2003).

Estes grupos zooplancônicos apresentam diferentes estratégias reprodutivas (de uma simples fissão a reprodução sexuada), as quais irão refletir no tamanho de suas populações e na disponibilidade de recursos para as mesmas. Os rotíferos e cladóceros, em condições adequadas, apresentam reprodução partenogenética em intervalos frequentes. A reprodução sexuada para estes dois grupos está confinada a raros períodos, em resposta às condições adversas do ambiente produzindo ovos de resistência. Nos copépodos, a reprodução é sexuada e seu crescimento populacional é mais lento quando comparados aos outros grupos (SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA, 2001). Os ovos são mantidos presos ao abdome, em um ou mais sacos ovíferos. Em alguns gêneros a produção de ovos de resistência pode ocorrer, passando longos períodos no sedimento (ESTEVES, 1998).

O curto período de vida e a elevada taxa de renovação fazem com que estes organismos respondam rapidamente às perturbações que alteram as características físicas, químicas e biológicas da água (SERAFIM-JUNIOR, 2002). Entre os fatores ambientais que mais interferem na composição e abundância do zooplâncton pode-se destacar a temperatura, a competição intra e interespecífica, a predação e a qualidade e disponibilidade de alimentos (SAMPAIO et al., 2002)

O hábito alimentar dos organismos zooplancônicos pode-se diferenciar de acordo com o tipo e a obtenção do alimento. Os protozoários são hábeis para ingerir bactérias e cianobactérias, e são eles mesmos que, por seu tamanho reduzido, são altamente suscetíveis a predação por metazoários zooplancônicos (SANDERS e WICKHAM, 1993). Os rotíferos alimentam-se tanto de algas como detritos e bactérias através de vibrações da coroa ciliada. Uma ampla variedade de predadores é

observada entre esse grupo, entretanto somente *Asplanchna* e, em menor grau, *Ploesoma*, são conhecidos como importantes predadores de pequenos rotíferos (STEMBERG e GILBERT, 1987).

Os cladóceros são excelentes filtradores e sua alimentação básica se constitui de fitoplâncton e detritos. A taxa de filtração está diretamente relacionada ao tamanho do animal e partícula a ser ingerida. Os itens alimentares de maior valor nutricional, como algas vivas, são melhor aproveitadas (ESTEVES, 1998). Os copépodos podem apresentar três tipos de hábito alimentar, dependendo da estrutura do aparelho bucal: filtrador, carnívoro e raptorial. Estes organismos são filtradores mais seletivos, podendo discriminar seu alimento e decidir qual é o mais palatável (LAMPERT, 1987). Para os copépodos calanóides, o nanofitoplâncton é a principal fonte de energia e as bactérias e os detritos podem funcionar como fonte adicional e, às vezes, alternativa (SIPAÚBATAVARES e ROCHA, 2001).

A atividade alimentar do zooplâncton exerce grande influência na proliferação do próprio fitoplâncton e bacterioplâncton, através dos efeitos simultâneos de herbivoria e reciclagem de nutrientes. As interações entre os níveis tróficos podem modular os impactos das adições de nutrientes. Como por exemplo, pode ser citada a excreção do fósforo pelo zooplâncton, um dos principais mecanismos de regeneração desse elemento químico na coluna de água, em adição à ação da fosfatase (ANDREOLI e CARNEIRO, 2005).

O aumento das atividades humanas impactantes e o contínuo crescimento populacional em áreas de mananciais têm levado os ecossistemas aquáticos a níveis cada vez mais elevados de poluição. É comum ocorrer mudanças sobre alguns atributos da comunidade zooplantônica em associação as alterações multifacetadas provocadas pelo homem, tais como a riqueza de espécies, a equitabilidade, a dominância, suas densidades, bem como a exclusão de determinadas espécies e um elevado crescimento populacional de outras (PINTO-COELHO et al., 1999).

Assim considerando os pressupostos de que a comunidade zooplantônica é funcionalmente importante em ecossistemas aquáticos e, de que a atividade exercida na bacia hidrográfica exerce grande influência

sobre alguns atributos dessa comunidade, os objetivos do presente estudo foram: conhecer a composição específica da estrutura espacial, a dinâmica temporal do zooplâncton e avaliar os efeitos de impactos ambientais sobre a comunidade zooplancônica.

2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O estado de Sergipe é formado por seis bacias hidrográficas: São Francisco, Japarutaba, Sergipe, Vaza Barris, Piauí e Real. Sendo a bacia hidrográfica do Rio Sergipe a mais importante para o Estado, com uma área de drenagem de 3.670 km², compreendendo a capital Aracaju, e uma área correspondente a 14,9% do total da área estadual (SOARES, 2001). Esta unidade de planejamento apresenta uma série de subbacias hidrográficas, entre as quais se destaca a bacia hidrográfica do rio Poxim, objeto de pesquisa do presente trabalho.

A bacia hidrográfica do rio Poxim está situada entre as coordenadas geográficas 11°01' e 10°47' de latitude sul, e 37°01' e 37°24' de longitude oeste e está inserida na região metropolitana da Grande Aracaju. Dos nove municípios que compõem a Grande Aracaju, cinco deles têm seu território total ou parcialmente dentro da área de abrangência da bacia hidrográfica: Aracaju, São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e Itaporanga d'Ajuda. A única exceção é o município de Areia Branca, que tem parte de seu território dentro da área da bacia hidrográfica, mas não integra a supracitada região metropolitana (SERGIPE, 2004).

2.1. Localização das estações de coleta

Para a obtenção do material biológico e parâmetros ambientais foram demarcadas quatro estações de coleta (Figuras 1 e Tabela 1), onde as coletas foram realizadas com periodicidade mensal durante um ano, tendo iniciado as coletas em Agosto de 2009, compreendendo dois momentos climáticos (chuvoso e seco). As análises realizadas seguiram os procedimentos estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 a Portaria n° 518/04, do Ministério da Saúde e o Standard Methods (APHA, 2005). As coordenadas das estações distintas foram determinadas com utilização do *Global Positioning System*(GPS).

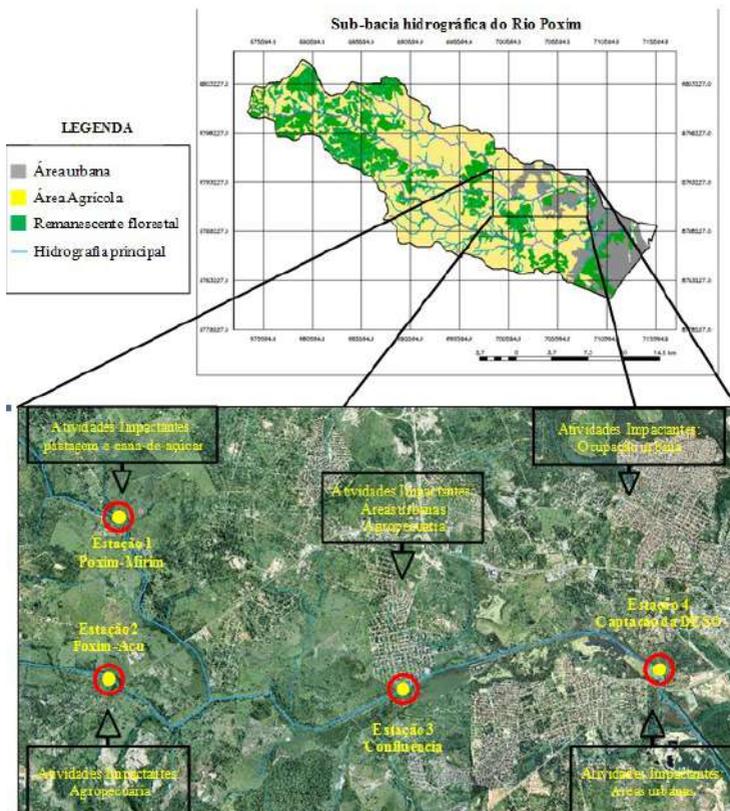


Figura 1. Mapa temático de uso e ocupação do solo para o ano de 2003 e as prováveis fontes de poluição.

Tabela 1. Descrição das estações de amostragem de água na bacia hidrográfica do rio Poxim, Sergipe.

Estação	Descrição	Município	Coordenadas
E1	Rio Poxim-Mirim, no assentamento Moacyr Wanderlei, Ponto de coleta da DESO	São Cristóvão	UTM 24 L 699279; 8794697
E2	Rio Poxim-Açu no IFS, ponto de coleta da DESO	São Cristóvão	UTM 24 L 698241; 8792353
E3	Confluência dos rio Poxim-Açu com o rio Poxim-Mirim	São Cristóvão	UTM 24 L 703510; 8792047
E4	Rio Poxim, estação de captação de água da DESO	São Cristóvão	UTM 24 L 707949; 8791936

2.2. Variáveis Bióticas

As coletas da comunidade zooplancônica foram efetuadas com auxílio de um balde de plástico de capacidade de 20L e uma tela de nylon com abertura de malhas de 50 microns, onde foram filtradas 100L de água superficial de cada estação de coleta. O material obtido foi acondicionado em recipientes plásticos de 250ml e preservados em solução 6.3.1 que é equivalente a 60% de água destilada, 30% de álcool e 10% de formaldeído. Logo após foi adicionada a cada amostra cinco gotas de sulfato de cobre a 10% com o objetivo de manter a coloração do material a ser analisado e posteriormente foram encaminhadas ao Laboratório da Universidade Federal de Alagoas. Em laboratório, as análises quali-quantitativas desta comunidade, foram realizadas através da retirada de sub-amostras de 2 ml com réplicas, com o auxílio de uma pipeta. As sub-amostras foram colocadas em câmara de contagem do tipo Sedgewick-Rafter e visualizadas em microscópio óptico para a identificação dos organismos. Para isso foram utilizadas bibliografias especializadas.

Para a determinação da Clorofila-a. As amostras foram tomadas em frascos plásticos de 1,5L envolvidos em sacos plásticos de cor preta e mantidas ao abrigo da luz até chegar ao laboratório. As amostras foram filtradas através de membranas Millipore 0,45 μ m e os filtros foram estocados secos em freezer, para posterior análise. A Clorofila-a foi extraída com acetona 90% e medida pelo procedimento espectrofotométrico descrito no Standard Methods 20th ed. (APHA, 2005).

2.3. Análises estatísticas (Frequência de ocorrência)

A frequência de ocorrência (F_o) das espécies identificadas foi calculada com base na relação do número de amostras onde o organismo ocorreu e o número total de amostras coletadas, obtida por meio da equação:

$$F = P \times 100 / p.$$

equação (1)

Em que:

F - Frequência de ocorrências;

P - Número de amostras contendo a espécie;

p - Número total de amostras coletadas.

Os resultados serão apresentados em porcentagem, utilizando o seguinte critério de classificação: =70% muito frequente; <70% a = 40% frequente; <40% a = 10% pouco frequente; < 10% esporádico.

a) Abundância relativa

A abundância relativa (A_r) dos diferentes organismos foi calculada levando-se em consideração o número de indivíduos da espécie por amostra analisada, em relação ao número total de indivíduos da amostra, expressa em percentuais, por meio da equação:

$$A_r = N \times 100 / n. \quad \text{equação}$$

Em que:

A - Abundância relativa;

N - Número de espécies na amostra;

n - Número total de espécies.

Com os dados em forma de porcentagem, serão atribuídos os seguintes critérios: =70% dominantes; <70% a = 40% abundante; < 40% a = 10% pouco abundante e < 10% rara.

b) Diversidade específica

Os Índices de Diversidade específica (H') das espécies analisadas baseou-se em Shannon (1948) que foi calculado mediante a fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i. \quad \text{equação (3)}$$

Em que:
 $p_i = n_i / N$,
 n_i - número de indivíduos de cada espécie;
 N - número total de indivíduos da amostra.

O resultado foi expresso em $\text{bit} \cdot \text{ind}^{-1}$, considerando-se os seguintes critérios: $= 3,0 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ representa uma alta diversidade; $< 3,0$ a $= 2,0 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ representa uma média diversidade; $< 2,0$ a $= 1,0 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ representa uma baixa diversidade e $< 1,0 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ representa uma diversidade muito baixa.

c) Equitabilidade

A Equidade (J) foi calculada a partir do índice de Shannon ($H' / H \text{ max.}$), através da fórmula de Pielou (1967):

$$J = H' / \text{Log } S. \text{equação (4)}$$

Adota-se para este índice valores compreendidos entre 0 e 1, sendo que $> 0,5$ indica boa distribuição dos indivíduos entre as espécies.

3. COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS NABACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM

A composição zooplancônica da bacia hidrográfica do rio Poxim esteve representada por Protozoa, Rotífera, Porífera, Nematoda, Anellida, Isopoda, Insecta e microcrustáceos das classes Cladocera, Copepoda e Ostracoda (Figura 2A). Destes, Rotífera e Protozoa foram os grupos de maior representatividade, com 40 e 15 táxons respectivamente.

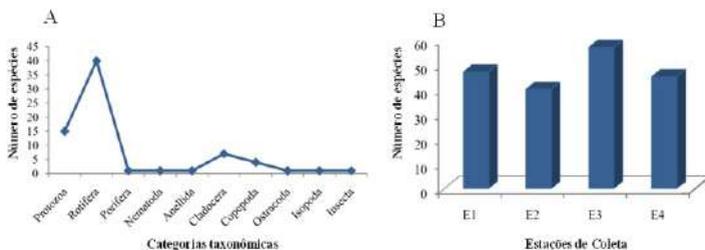


Figura 2. Composição zooplancônica (A) e riqueza de espécies zooplancônicas nas estações de coleta da bacia hidrográfica do rio Poxim, no período de agosto de 2009 a julho de 2010 (B).

Nas estações amostradas verificou-se que a maior riqueza de espécies se apresentou na Estação 3, sendo identificados 57 táxons, seguida da Estação 1 com 47 táxons, Estação 4 com 45 táxon e Estação 2 com 40 táxons identificados (Figura 2B). Em relação às categorias taxonômicas houve predomínio do filo Rotífera com, valores que variaram de no máximo 32 táxons na Estação 3 e mínimo de 21 táxons na Estação 1, seguida dos Protozoa com valor máximo de 14 táxons na Estação 1 e mínimo de 9 táxons na Estação 2. Na classe dos Cladocera ocorreu um número máximo de 5 táxons identificados na Estação 4 e um mínimo de 2 táxons na Estação 2. Na classe Copepoda observaram-se um máximo de 4 táxons nas Estações 3 e 4 e um mínimo de 3 táxons nas Estações 1 e 2. Nas classes Ostracoda, Isopoda e Insecta ocorreram apenas um táxon identificado nas Estações 2, 3 e 4 (Ostracoda). Estação 3 (Isopoda) e Estação 2 e 3 (Insecta) (Figura 3A).

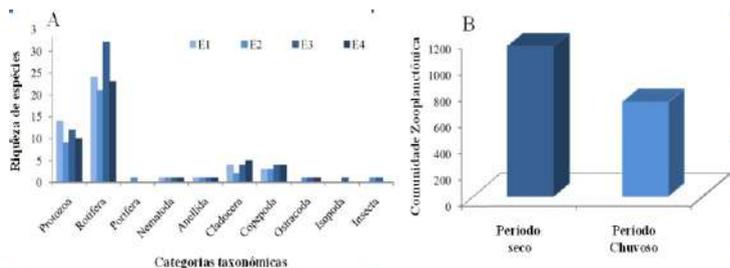


Figura 3. Riqueza de espécies nas categorias taxonômicas (A) e Composição zooplantônica em diferentes períodos (seco e chuvoso) da bacia hidrográficoado rio Poxim (B).

A composição zooplantônica teve sua maior distribuição no período seco com 1143 organismos, já no período chuvoso foram registrados 717 organismos, apresentando diferenças relevantes, evidenciando que no período do verão a comunidade zooplantônica se estabelece com maior expressão (Figura 3B). Estes valores, de certa forma, acompanharam as oscilações dos índices pluviométricos (Figura 4A). Provavelmente esta variável tenha sido a principal causa responsável pelos picos de abundância registrados para a comunidade zooplantônica assim como para o fitoplâncton.

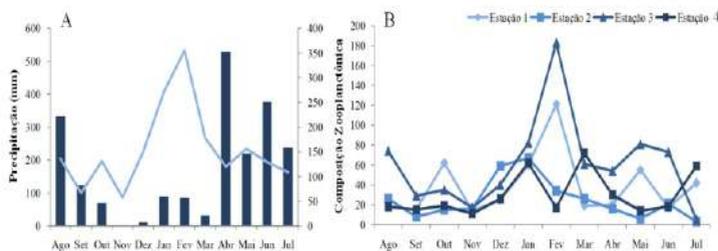


Figura 4. Relação entre a precipitação e a composição zooplânctônica (A) e Variação espacial e temporal da composição Zooplânctônica identificada na bacia hidrográfica do rio Poxim (B).

Nas regiões áridas ou semiáridas do Nordeste brasileiro as grandes variações de seus recursos hídricos, os baixos índices pluviométricos, bem como a elevada taxa de evaporação exercem importante papel na organização e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos, onde as espécies presentes desenvolvem estratégias de sobrevivência, que acarretam em competições intra e interespecífica, assim como, alterações na estrutura das comunidades e na disponibilidade de recursos naturais (ANDREOLI e CARNEIRO, 2005).

A comunidade zooplânctônica varia muito entre os grupos, meses e estações de coleta. A dinâmica temporal registrada neste estudo também é observada em outros estudos brasileiros, apresentando menores densidades nos meses de inverno e maiores nos meses de verão (NOGUEIRA e MATSUMURA-TUNDISI, 1996; NOGUEIRA, 2001).

Em relação ao monitoramento temporal e espacial verificou-se que no mês de fevereiro de 2010 a composição zooplânctônica esteve com maior representatividade nas Estações 1 e 3. Por outro lado as Estações 2 e 4 tiveram uma queda na sua distribuição (Figura 4B).

3.1. Frequência de ocorrência

No período de estudo dos 72 táxons identificados, nenhum foi classificado como muito frequentes e frequente em todas as estações de coleta. Apenas as espécies *Centropxyxis acureata* e *Rotaria neptunia* se

apresentaram, respectivamente, como pouco frequente e esporádico em todas as estações. *Centropyxis acureata* é uma das espécies que apresentam maior distribuição geográfica no Brasil, encontrada em materiais planctônicos, sedimento e fauna associada às macrófitas aquáticas (LANSACTÔHA et al., 2000).

Segundo Bento (2006) a frequência de 100% para a espécie *Polyarthra trigla* nas Estações 3 e 4 indicam alto grau de estabilidade biológica. Por outro lado, Chardez (1981) considera que este grupo de organismo possui grande poder de adaptação ao meio. Outro aspecto a ser observado diz respeito à distribuição de algumas espécies que podem ser ocasionadas, principalmente pela velocidade da correnteza e concentração de material em suspensão na água (PANARELLI, 2003).

Dentre as espécies de rotíferos registradas foi possível observar indicadoras de eutrofização e de poluição orgânica, a *Rotaria* sp., *Lecane* sp., *K. cochlearis*. Sendo esta última encontrada apenas na Estação 3. Literatura pertinente configura-a como uma das espécies mais comum em águas continentais sendo encontrada praticamente em todas as regiões biogeográficas.

Na Estação 1, dos 47 táxons identificados, 6,4% das espécies foram classificadas como muito frequentes, 4,3% como frequente, 31,9% como pouco frequente e 57,4% como esporádicas. Destacando-se como muito frequentes: *Notholca* sp., *Arcella vulgaris* e *Rotaria* sp. Na Estação 2, dos 40 táxons identificados, 2,5% das espécies foram classificadas como muito frequentes, 5% como frequente, 32,5% como pouco frequente e 60% como esporádicas. Destacando-se como muito frequente uma única espécie a *Arcella vulgaris*.

Na Estação 3, dos 57 táxons identificados, 12,5% das espécies foram classificadas como muito frequentes, 3,6% como frequente, 48,2% como pouco frequente e 35,7% como esporádicas. Destacando-se como muito frequentes: *Nematoda*, *Polyarthra trigla*, *Náuplios*, *Notholca* sp., *Diffugia limnetica*, *Arcella vulgaris* e *Asplanchna priodonta*.

3.2. Abundância Relativa

Durante o período de estudo dos 72 táxons identificados, apenas cinco (6,9%) se apresentaram pouco abundante e os demais foram considerados espécies raras (93,1%). Destacando-se como pouco abundante a *Arcella vulgaris* nas Estações 1, 2 e 3, *Notholca* sp. na Estação 1, *Polyarthra trigla* na Estação 4, *Rotaria* sp. na Estação 1 e Náuplios na Estação 4.

3.3. Índice de Diversidade (H') e Equitabilidade (E')

A diversidade do zooplâncton na bacia hidrográfica do rio Poxim foi avaliada através do índice de Shannon-Wiener, que leva em consideração a riqueza e abundância das espécies. Pinto Coelho et al. (1999) verificam os efeitos da eutrofização na estrutura das comunidades planctônicas no reservatório da Pampulha em Belo Horizonte, utilizando diferentes Índices de diversidade e, os resultados obtidos mostraram que o Índice de Shannon foi mais adequado para estudos de comunidades mais eficientemente amostradas.

Os valores de diversidade foram similares entre as Estações de amostragens,

sendo registrado o maior valor na Estação 2 com 2,1 bits.ind⁻¹ sendo caracterizada como média diversidade e a menor na Estação 1 com 1,8 bits.ind⁻¹, caracterizada como baixa diversidade. A distribuição (equidade) dos táxons nas estações e nos meses amostrados manteve-se uniforme, visto que os valores obtidos para este dado estiveram acima de 0,5 (Figura 5A).

Em relação à dinâmica temporal, a diversidade apresentou um padrão heterogêneo, registrando maiores flutuações nos meses de Setembro/2009, Março, Maio e Julho/2010 (período chuvoso) com valores de 2,1; 2; 2,2 e 2,3 bits.ind⁻¹ caracterizando-se como média diversidade. Nos outros meses foram registrados valores abaixo de 2 sendo caracterizado como baixa diversidade (Figura 5B).

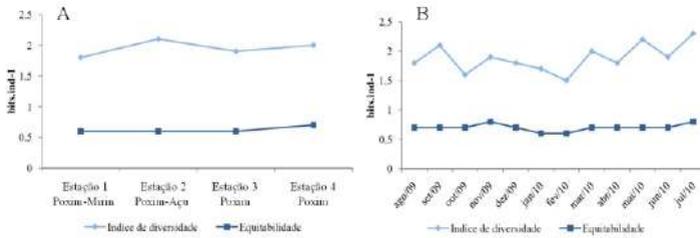


Figura 5. Diversidade e equitabilidade espacial (A) e temporal (B) da comunidade zooplânctônica da bacia hidrográfica do rio Poxim.

Esteves (1998) considera que o zooplâncton de água doce está caracterizado pela baixa diversidade. Em ambientes límnicos isso ocorre pelo reduzido número de espécies e maior densidade de indivíduos, quando comparados aos ecossistemas marinhos. Em ambientes pequenos e lênticos as variações ambientais são mais acentuadas, o que pode ocasionar o domínio de determinadas espécies e diminuição, ou até mesmo exclusão, de outras. Isso acarreta o número reduzido de espécies e em contrapartida, alta densidade de indivíduos (TAVARES, 1994).

No entanto, a diversidade também está relacionada com a competição e a predação. A competição por recursos limitados tem sido considerada o determinante primário na diversidade de espécies, pois à medida que os recursos se tornam escassos, somente os mais eficientes prevalecem, resultando em um menor número de espécies (GILLER, 1984).

Em especial sobre a área amostrada, observou-se que a menor diversidade ocorreu na Estação 1 no mês de Fevereiro/2010, em que apresentou turbidez de 111,00 UNT acima do limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/05, a clorofila-a $2,12\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ representando uma baixa produtividade primária e os nutrientes (Fósforo e Nitrogênio) se apresentaram abaixo do limite detectável sugere-se que este fato pode não estar associado apenas às condições ambientais, como também ao fato da elevada abundância de algumas espécies, principalmente *Arcela vulgaris*, *Notholca sp.*, *Rotariasp.*, que foram táxons muito frequente na estação.

A relação entre a diversidade de espécies (riqueza e equitabilidade) e a estabilidade de um ecossistema é complexa, uma vez que ecossistemas estáveis promovem uma alta diversidade, mas o contrário não é necessariamente verdadeiro (ODUM, 1988). Portanto, mesmo que os valores de diversidade tenham sido de média a baixa, várias explicações podem ser consideradas, principalmente no tocante ao tempo de coleta e a dinâmica da bacia hidrográfica.

São várias as hipóteses para se explicar a alta diversidade nos diferentes ecossistemas. A mais aceita é aquela que considera a estabilidade ambiental como a causa de alta diversidade, levando em consideração que o ambiente tropical sendo influenciado por clima mais favorável, permite a especialização e evolução de muitas espécies e isto favorece aquelas que têm alta probabilidade de extinção nestes ambientes, dando origem a uma grande quantidade de espécies raras na comunidade.

Muitos estudos têm demonstrado que os habitats de regiões tropicais suportam muito maior número de espécies do que em regiões temperadas. Sob este aspecto nas comunidades planctônicas existem ainda muitas incertezas acerca desta informação, pois os dados de regiões tropicais são muito insuficiente, tanto na análise taxonômica dos grupos, como na exploração dos diversos corpos d'água (LANSOC TÔHA et al., 1999).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comunidade zooplânctônica da bacia hidrográfica do rio Poxim em Sergipe apresentou uma composição específica comum aos inventários realizados no nordeste, não sendo observado nenhum registro novo para a área. A predominância de rotíferos já é esperada para ambientes continentais, representando mais de 60% do total da comunidade zooplânctônica, independente do estado trófico das águas, embora muitas espécies do grupo sejam utilizadas como indicadoras de qualidade ambiental, a exemplo dos gêneros *Rotaria*, *Brachionus*, *Keratella*, *Platyias* e *Lecane*, encontrados em corpos d'água de Pernambuco.

Todas as espécies citadas foram registradas para o presente estudo. Os rotíferos constituem a maior parte do zooplâncton de água doce, visto que são organismos oportunistas e de fácil adaptação às mudanças das condições ambientais, além do tempo de geração ser mais curto que os outros organismos do plâncton. Na área estudada foram os mais expressivos em riqueza de espécies, no entanto, não apresentaram grandes abundâncias.

Os protoctistas tiveram maior representatividade pelo grupo das tecamebas e os táxons que melhor se representaram foram a *Arcella vulgaris*, *Centropyxis acureata* e *Diffugia limnetica*, as quais são comuns em inventários realizados em ecossistemas aquáticos continentais brasileiros. Os crustáceos foram representados por cladóceros e copépodes. Para cladóceros houve a predominância de *Alona rectangula*, *Alona sp.* e *Moina dubia*, táxons considerados de ampla distribuição em águas tropicais e bons indicadores de trofia. O último apresenta-se também adaptado à ambientes com elevada concentração de compostos húmicos, baixa condutividade e pH; sendo identificada apenas na Estação 3, é indicadora de ambientes mesotróficos e oligotróficos. Os copépodes foram representados por duas espécies, onde *Thermocyclops decipiens* se apresentou pouco frequente nas estações 3 e 4, porém não foi abundante e nem teve densidades elevadas em nenhuma das estações. O pequeno número de espécies registrado para o grupo, em águas doces, é tido como um padrão. Verificou-se a presença de nematódeos que indicam ambientes com certo grau e poluição, no entanto, sendo raro e esporádico para o período.

Devido ao relevante papel desempenhado dos zooplânctons no ambiente e a escassez de trabalhos realizados no nordeste, especialmente em Sergipe, há necessidade que novos estudos sejam desenvolvidos, com ampliação dos habitats de ocorrência do grupo, espacialmente e temporalmente.

REFERENCIAS

Agência Nacional das Águas (ANA). (2001). **A gestão dos recursos hídricos no Estado de Sergipe**. Série: Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos, CD-ROM N° 1.

AGUIAR NETTO, A. de O. et al. (2006). **Diagnóstico e avaliação ambiental da subbacia hidrográfica do rio Poxim**. Relatório Final. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 219 p.

ANDREOLI, C. V.; CARNEIRO, C. **Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados**. Curitiba: Sanepar. Finep, 2005, 500p.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20th Edition, 2005. SMEWW 9222 A, B, C, D, E.

BRASIL. Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004. **Normas e Padrões de Potabilidade da Água Destinada ao Consumo humano**. Brasília, 2005. 15p.

BENTO, A. P. et al. Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: Um instrumento de avaliação e controle do processo. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v10n4/a09v10n4.pdf>> Acesso em: 12 dez. 2012.

BOYD, C. E. Water quality management for pond fish culture. Developments in aquaculture and fisheries science. **Amsterdam**: Elsevier. 1982. 318p

CHARDEZ, D e LAMBERT, J. Tecamoebiens indicateurs biologiques (Protozoa, Rhizopoda, testacea). **Bull. Rech. Agron.** Gembloux. 16(3): 181-204. 1981

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 375. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**, 17 de março/ 2005. Brasília.

COHIDRO. Consultoria estudos e projetos. **Implantação do programa de monitoramento limnológico e avaliação da qualidade da água dos reservatórios do submédio e baixo São Francisco**. Relatório Técnico n. 03, Recife: CHESF. 2004.

ESTEVES, F. **Fundamentos da liminologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 1998. 574p.

GENTIL, R. C. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. 186p. Tese (Doutorado), Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2007.

GIANE, A., FIGUEIREDO, C.C. Recorrência de Padrões Sazonais do Fitoplâncton num reservatório Eutrófico (Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte – MG). In: HENRY, R. (ed) **Ecologia de reservatório: Estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, FUNDIBIO/ FAPESB. 1999. 533 – 549p.

GILLER, P. S. **Community structure and the niche**. G. M. Dunnet e C. H. Gimmingham (eds.), Chapman and Hall: London, 1984. 176p.

(IBGE). **Contagem da População 2007**. Rio de Janeiro, 2007. 311 p. ISBN 978-85-240-3994-2.

LAMPERT, W. Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. *New Zeal. Journ. Of Mar. Fresh Res.* 21:483-490. 1987.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae. **Acta Scientiarum**, Maringá, 22 (2): 355-363, 2000.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture, Amsterdam*. 224, p.193 – 201. 2003.

MELO NETO, J. O. et al. Aplicação de técnica de geoprocessamento na análise da supressão da cobertura vegetal no baixo curso do Rio Poxim. 2008.

NOGUEIRA, A. J. **Aspectos da Biologia Reprodutiva e Padrões de Crescimento da Tilápia *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (Linhagem chitralada) em cultivos Experimentais.** 77p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2003.

NOGUEIRA, M. G. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. **Hidrobiologia**. 455 (1): 1-18. 2001.

NOGUEIRA, M. G. e MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (represa do Monjolinho-São Carlos-SP). Dinâmica das populações planctônicas. **Acta Limnol. Bras.**, 8: 149-168. 1996.
ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1988, 434p.

OJIMA, R. (2007). “Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras”. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 2.

OZANNE, C. M. P. et al. (2003). “Biodiversity Meets the Atmosphere: A Global View of Forest Canopies”. **Journal Geophysic Research**, v. 301, n. 5630, pp. 183-186.

PANARELLI, E. et al. A comunidade zooplanctônica ao longo de gradientes longitudinais no Rio Parapanema/ Represa de Jurumirim (São Paulo, Brasil). In: Henry, R. (ed.). **Ecótonos nas interfaces dos**

ecossistemas aquáticos. São Carlos: Rima, pp. 129- 160.

PINTO-COELHO, R. M. et al. Efeitos da eutrofização da comunidade planctônica na Lagoa de Pampulha, Belo Horizonte - MG. P. 551-572. In: HENRY, R. (ed) **Ecologia de reservatório: estrutura, função e aspectos sociais.** Botucatu, FUNDIBIO/FAPESB.1999.

POLI, C. Correção de ph dos viveiros: uma prática discutível. **Anais: do VI Simpósio Latinoamericano e V Simpósio Brasileiro de Aqüicultura.** Florianópolis, SC, 1988. p. 60- 67.

SAMPAIO, E. V.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. e TUNDISI, J. G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic of Seven Reservoirs of the Paranapanema River, **Brazilian Journal of Biology**, vol.62 (3), 525-545. 2002.

SANDERS, R. W. e WICKHAM, S. A. Planktonic protozoa and metazoan: predations, food quality and population control. **Mar. Microb. Food Webs**, 7(2): 197-223. 1993.

SERGIPE (Estado). Superintendência de Recursos Hídricos. (2004a). **Atlas Digital sobre os Recursos Hídricos de Sergipe.** ARACAJU: SEPLANTEC-SRH, CD-ROM.

SERGIPE (Estado). Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia. (2004b). “**Cobertura aerofotográfica do Estado de Sergipe na escala de 1:10.000**”. Aracaju: SEPLANTEC.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplancton e Zooplancton) para Alimentação de Organismos Aquáticos.** 3 ed São Carlos: Rima, 2001. 106p.

SILVA, A. de S. et al. (2004). Índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA_ÁGUA): municípios da região do entorno do rio Poxim, SE.Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 46 p.

SILVA, C.A., TRAIN, S., RODRIGUES, L.C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplâncton a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n. 2, 283-290p, 2001.

SOARES, J. A. (2001). **O Rio Poxim, Processo Urbano e Meio Ambiente**. Universidade Federal de Sergipe - Gestão de Recursos Hídricos em Meio Ambiente. 67 p. (Monografia de Especialização).

STEMBERGER, R. S. e GILBERT, J. J. Defenses of planctonic rotifers against predators. In: KERFOOT, e SIH, A. Predation. Hanover. University Press of New England, p. 227-239. 1987.

MATSUMARA-TUNDISI, T. e TUNDISI, J. G. (2003). Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hidrobiologia*. 504:215-222.

SERAFIM-JUNIOR, M. **Efeitos do represamento em um trecho do médio rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá. (2002).

TAVARES, L. H. S. Limnologia Aplicada a Aquicultura. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. London: Academic Press; 2001.

Construção da barragem do rio Poxim: intervenções no meio natural e medidas ambientais para sua operação

Lílian de Lins Wanderley¹

Marcelo Cardoso Sousa²

Cláudio Júlio Machado Mendonça Filho³

Mário Jorge Maia Magalhães⁴

Fernando Brasiel Sampaio⁵

Adnilton Fonseca da Costa⁶

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da capital do Estado e de sua região, a Grande Aracaju, vem demandando um aumento no volume de água tratada ano após ano. Este abastecimento de água é alimentado, principalmente, por duas fontes hídricas: o rio Poxim e o rio São Francisco.

Para assegurar volume crescente de oferta de água na Grande Aracaju e regularizar a vazão do rio Poxim, a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) projetou e construiu, nas proximidades do povoado Timbó, no município de São Cristóvão, distante 17Km da cidade de Aracaju, sua maior barragem em quarenta anos de existência da Companhia. Essa magnitude é bem superior à das outras barragens da DESO, que se constituem, popularmente, em comparação com esta, simples “represa d' água”.

¹Doutora em Geografia. Professora Associada da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: lilianwanderley@uol.com.br

²Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

³Possui especialização em Gestão de Recursos Hídricos.

⁴Engenheiro Agrônomo. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

⁵Biólogo. Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília.

⁶Biólogo. Mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília.

A obra está orçada em cerca de 85 milhões de reais, sendo que 70 milhões tem origem no PAC-Programa de Aceleração do Crescimento e 15 milhões nos cofres do Estado. É uma barragem de terra de grande porte na finalidade “abastecimento hídrico”, com 1,35 quilômetros de comprimento, 25 metros de altura e 14m de profundidade, e um lago ou bacia de inundação com 5km² de superfície suficiente para armazenar até 36 milhões de metros cúbicos de água. O rio Poxim é formado pelos rios Poxim-Mirim e Poxim-Açu, cujo ponto de junção se localiza nas coordenadas UTM (SAD69) 700.914m E e 8.791.894m N (MC=39°), na divisa dos municípios de Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, sendo o rio Pitanga o seu maior tributário. A barragem fica no Poxim-Açu, no município de São Cristóvão, e o seu papel é atuar como elemento regularizador do fornecimento de água para a capital e para municípios da Grande Aracaju, onde o Poxim responde por cerca de 27% do abastecimento hídrico.

Como efeito imediato, após o enchimento do lago pelas águas das chuvas, haverá o nivelamento da vazão do rio Poxim-Açu, que oscila bastante do período de chuvas para o de estio, sendo que neste último a situação se agrava por conta, simultaneamente, de maior insolação e evaporação próprias do calor do verão. Nessas condições, a vazão do rio, no inverno, chega a 3 mil litros por segundo, bem superior à demanda atual do abastecimento, enquanto no verão a vazão costuma baixar para menos de 600 litros por segundo.

Para alcançar o pretendido equilíbrio ao longo do ano, a barragem desviará o fluxo volumoso e excessivo do inverno para um reservatório, e no verão, quando cai a vazão do rio, o que fica no reservatório é liberado, aumentando o volume do manancial. Com esse mecanismo a vazão do rio Poxim-Açu, à jusante da barragem, se ajustará em 1,2 mil litros por segundo, em qualquer das estações do ano. Em decorrência dessa disponibilidade hídrica propiciada pela barragem será duplicada a capacidade atual da Estação de Tratamento de Água - ETA Poxim, situada nas proximidades do Campus de S. Cristóvão-UFS, que capta água do manancial Poxim, resultante da junção dos rios Poxim-Açu e Poxim-Mirim.

Em termos regionais, somando-se os resultados da barragem com os da recente duplicação da Adutora do S. Francisco, ocorrida em 2010, o volume disponível atenderá tanto à demanda da Zona de Expansão da Capital quanto àquelas impostas pelo crescimento da Grande Aracaju nos próximos 20 anos.

A Barragem do Poxim foi decretada de utilidade pública pelo Decreto Estadual No. 26.620, de 11 de novembro de 2009, e foi precedida de rigoroso licenciamento ambiental através de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Pelos órgãos de meio ambiente foram concedidas a Licença Prévia, a Licença de Instalação, a Autorização para Exploração da Jazida Mineral e as licenças das intervenções que antecedem a LO-Licença de Operação, tais como a Autorização para a Supressão da Vegetação, a Autorização para Captura, Resgate e Salvamento da Fauna Silvestre, e a Autorização para a Queima Controlada das Áreas de Pastagem e Capoeiras

O cumprimento das condicionantes ambientais e das medidas estabelecidas pela ADEMA propiciaram a concessão da LI-Licença de Instalação e sua periódica renovação ao longo do tempo de duração da obra, incluindo um intervalo de paralisação, com retomada em 2008, quando a Diretoria de Gestão Ambiental da DESO já se encontrava em plena atividade.

A obra foi executada por uma construtora de grande porte, que também implementou medidas previstas no EIA/RIMA e outras posteriormente estabelecidas pela ADEMA, sob supervisão e acompanhamento da DESO. Uma dessas foi o plantio de 40.000 mil mudas de árvores nativas na faixa de segurança de 100 metros de largura que contorna o reservatório, em locais degradados ou sem vegetação arbórea, indicados no mapa da Figura 1.

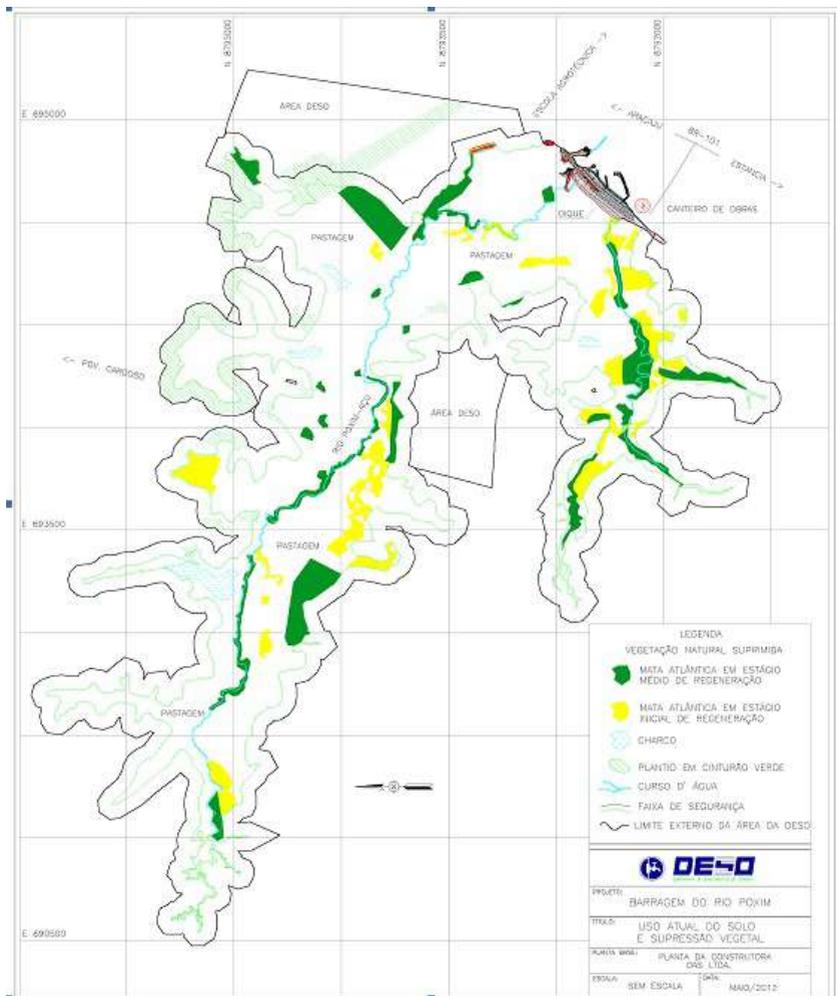


Figura 1. Mapa da Área da Barragem- Uso atual do solo e supressão vegetal.
 Fonte: DESO. Elaboração dos autores, 2011.

Todo o trabalho de licenciamento e construção dessa barragem foi cercado de expectativa técnica por parte da Companhia, especialmente da Diretoria de Gestão Ambiental, tanto porque estava lidando com um empreendimento de grande e inusitado porte para a Companhia quanto pela experiência com práticas específicas nunca antes implementadas na DESO, e agora requeridas pela atual legislação ambiental.

A interferência da Diretoria de Gestão Ambiental assumiu maiores proporções na fase preparatória final do enchimento do reservatório, justamente nas etapas de maior risco para o meio ambiente, com foco principal no licenciamento junto à ADEMA e ao IBAMA, e nas operações de limpeza do reservatório, constituídas pela supressão da vegetação, que envolveu corte e queima controlada, e captura, resgate e salvamento da fauna. São atividades que precedem o enchimento da barragem e são condicionantes para a concessão da Licença de Operação.

Nesta fase, foi desenvolvido pelos técnicos da Diretoria de Gestão Ambiental um trabalho junto aos moradores do antigo e tradicional Povoado Timbó, com o propósito de evitar a exclusão dessa comunidade das etapas de implantação da Barragem e de futuros programas e ações que estarão por vir. Uma das estratégias foi viabilizar o emprego de moradores locais em postos de trabalho da obra, realizar reuniões frequentes de técnicos da DESO com líderes do Povoado e ministrar palestras e outras formas lúdicas e participativas de educação ambiental com alunos e professores da Escola Municipal Armando Batalha de Góis.

Este capítulo descreve a execução dos procedimentos técnicos e ambientais que condicionaram a LO- Licença de Operação da barragem e analisa as intervenções no meio natural, com ênfase na fauna afetada, segundo o “Programa de Captura e Resgate de Fauna da Barragem do rio Poxim-Açu”, elaborado pela Diretoria de Gestão Ambiental e autorizado pelo IBAMA mediante a Licença NUFAU/IBAMA N° 001/2010.

O trabalho foi executado por equipe externa diretamente contratada pela Construtora, cabendo à Diretoria de Gestão Ambiental da DESO arregimentar e selecionar profissionais com experiência anterior em trabalho semelhante e supervisionar a execução das atividades, juntamente com a Construtora. Para tanto, foi constituída uma equipe

composta por dois biólogos, um médico-veterinário, dois engenheiros-agrônomo, um geógrafo e uma engenheira ambiental, e instalada no canteiro de obras uma infraestrutura de apoio às diferentes atividades, incluindo um ambulatório para atendimento aos animais atingidos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA BARRAGEM

Esta área apresenta como referências espaciais o Povoado Timbó, a 500 metros da obra, a rodovia BR-101 distante da vicinal de entrada para o Timbó cerca de 700 metros, o Campus São Cristovão pertencente ao IFS, antes chamado de Escola Agrotécnica Federal de S. Cristóvão, e o Povoado Cardoso, todo situados na margem oeste da BR-101.

Dentre as propriedades total ou parcialmente atingidas destaca-se a Fazenda Poxim, onde se encontra o assentamento agrícola Rosa de Luxemburgo II e a Capela de N. S. da Conceição, que não serão alcançados pela linha d'água máxima do reservatório ou lago da barragem. Junto à Fazenda Poxim ocorrem glebas da Fazenda Aguiar e da Usina Pinheiro, nas quais ocorriam as maiores áreas de vegetação arbórea, parte delas suprimidas até o limite máximo da linha d'água do reservatório, na cota de 32m. As matas situadas acima desta cota, incluindo as da Fazenda Saint Germain, não foram afetadas pelos trabalhos da obra, servindo de abrigo para a fauna capturada e recolocada de volta no seu ambiente natural, presumindo-se que também serviram de refúgio natural da fauna desde o começo da construção.

Observações sobre a ortofotocarta dos municípios litorâneos (SERGIPE, 2004) levaram à conclusão que o conjunto da área e seu entorno se compunham, nesse ano, de um mosaico de remanescentes da floresta estacional semidecidual em diferentes estágios sucessionais de regeneração, classificada como Mata Atlântica em Estágio Inicial (capoeira), e Mata Atlântica em Estágio Médio de Regeneração, ciliares ou fragmentadas, permeadas por elementos de Cerrado, e justapostos a espaços de pastagem plantada e lavouras permanentes, como cana-de-açúcar, frutíferas e coqueiros.

O clima da região é quente-úmido com chuvas no outono-inverno e geologia associada ao Grupo Barreiras (Tb), do Período Terciário. A topografia é ondulada e de morros dissecados, com altitude de 30 a 100

metros, sobre relevo de vale amplo, tendo no centro o rio Poxim-Açu, que corre na direção NW/SW (Figura 1).

O Povoado Timbó, vizinho à Barragem, onde residem alguns produtores desapropriados pela DESO, é um aglomerado de famílias de trabalhadores predominantemente rurais que existe há mais de seis décadas, tendo em seu entorno produtores tradicionais de variados tamanhos e classes sociais, sendo que nas três últimas décadas passou a ser apropriado também por produtores urbanos que implantaram sítios e chácaras de veraneio.

3. OPERAÇÕES PREPARATÓRIAS PARA O ENCHIMENTO DO LAGO OU RESERVATÓRIO

3.1. Cálculo do Volume de Madeira

Embora o mapeamento da cobertura vegetal da área feito com base na ortofotocarta colorida de escala 1:5.000 e de ano recente (SERGIPE, 2004) permitisse a visualização das perdas totais ou parciais da vegetação natural ou plantada, resolveu-se estimar o volume de madeira da vegetação lenhosa não afetada pelas operações construtivas, mas destinada à posterior supressão total com queima e destoca para dar lugar à superfície molhada do lago da barragem. O objetivo foi cubar o volume lenhoso dessa vegetação remanescente e presente até antes do enchimento do lago, que foi acrescentado ao registro de dados florestais, botânicos e zoológicos da história da barragem, sendo que esses dois últimos foram enviados aos laboratórios dos Departamentos correlatos da Universidade Federal de Sergipe.

Para o cálculo do volume de madeira adotou-se a equação de volume comercial de madeira com casca (V_{cc}) de Chichorro et al. (2003), por se adequar ao porte e outras características da vegetação ainda existente nas glebas desapropriadas. A equação volumétrica se baseia no modelo de Shumacher-Hall, conforme abaixo:

Tabela 1. Resultado da estimativa de volume de madeira com casca por hectare nos três talhões avaliados. Barragem do rio Poxim-Açu. S. Cristóvão – SE

Talhão 1	Talhão 2	Talhão 3	Média
40,92m ³ /ha	36,35m ³ /há	32,06m ³ /ha	36,44m ³ /ha

Fonte: Trabalho dos autores, 2011.

A fotointerpretação da imagem da ortofotocarta e o uso do software permitiram a identificação e mensuração de uma área de 63,35ha composta de Mata Atlântica em Estágio Inicial de Regeneração e de Mata Atlântica em Estágio Médio de Regeneração, área esta que multiplicada pelo volume médio de madeira de 36,44m³/ha resultou em 2.308m³. Quanto às árvores solteiras ou isoladas, presentes nas pastagens, foram encontradas 400 unidades. Uma vez que o volume individual encontrado na amostragem de 5 unidades foi de 2,7m³/unidade, após se multiplicar esse volume pelas 400 árvores obteve-se um volume total de 1.080m³ de madeira das árvores solteiras distribuídas pelas pastagens.

Tabela 2. Resultado da amostragem de 5 indivíduos de árvores solteiras presentes na área de inundação da barragem do rio Poxim-Açu. S. Cristóvão – SE.

Árvores	CAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)
1	212	67,52	10	2,012
2	384	122,29	15	9,734
3	160	50,96	9	1,029
4	121	38,54	5	0,346
5	130	41,40	5	0,401
Média				2,704

O computo final dos volumes de madeira calculados para as diversas formações vegetais arbóreas e para as árvores solteiras presentes nas pastagens alcançou 4.202m³ de madeira, distribuídos segundo as formações vegetais existentes antes da supressão ou desmatamento, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Volume de madeira encontrado nas diferentes formações vegetais da área de inundação da barragem do rio Poxim Açú. S. Cristóvão – SE.

Mata Atlântica em Estágio Médio de Regeneração	Mata Atlântica em Estágio Inicial de Regeneração (Capeira)	Coqueiros	Árvores solteiras	Total
2.308m ³	557m ³	257m ³	1.080m ³	4.202m ³

Fonte: Trabalho dos autores, 2011.

Conclui-se que foi suprimido um volume de madeira de 2.308m³ (55%) dos fragmentos e faixas ciliares de Mata Atlântica em Estágio Médio de Regeneração, 557m³ (13%) dos fragmentos e faixas ciliares de Mata Atlântica em Estágio Inicial de Regeneração, 1.080m³ (26%) de árvores solteiras e 257m³(6%) de coqueiros. Em todos os três talhões avaliados, mais de 50% das árvores encontravam-se na classe diamétrica de 5cm a 10cm, como se vê no gráfico da Figura 2, que sugere um forte grau de interferência humana no ambiente, o que foi constatado *in loco* através de diâmetros maiores de árvores abatidas e removidas bem antes dessa obra, deixando atrás de si as bases seccionadas dos seus respectivos troncos. Nos talhões 1 e 2, cerca de 20% dos indivíduos encontravam-se entre as classes diamétricas de 10cm a 20cm e somente menos de 5% acima dos 20cm. Os maiores diâmetros ficaram com as árvores solteiras, entre 38cm e 122cm.

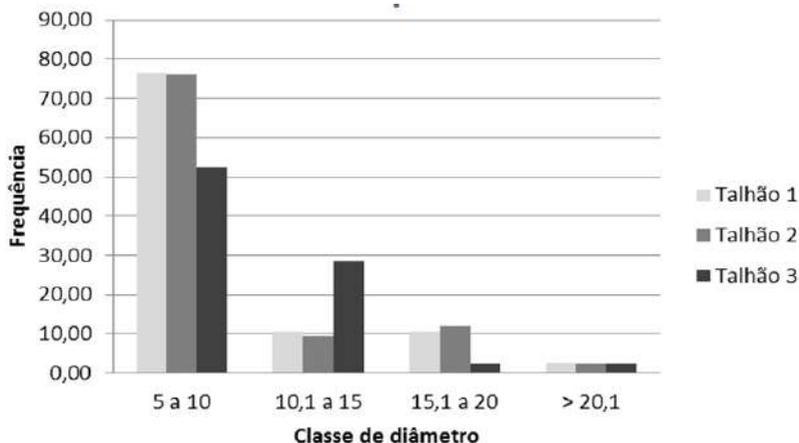


Figura 2. Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos amostrados. Barragem do rio Poxim-Açú. S. Cristóvão, 2011.

Fonte: Trabalho dos autores, 2011.

Quanto ao uso desse material lenhoso proveniente da supressão ou desmatamento da área do reservatório, pode-se afirmar que a maior parte poderia ser utilizada para lenha e carvão ou insumo para as indústrias de celulose e papel, e que menos de 30% do volume total poderia ser utilizado por serrarias.

4.1. Supressão da Cobertura Vegetal

A superfície sobre a qual incidiu a Autorização de Supressão de Vegetação n° 01/2010, concedida pela ADEMA, e que foi alvo dos serviços de limpeza, desmatamento e queima na área a ser inundada, é de 604,13ha e composta por um mosaico de usos agrícola e pastoril e por vegetação nativa de Mata Atlântica em Estágio Inicial e Médio de Regeneração.

O desmate começou em novembro de 2010, executado pela firma A.R. Jardins Ltda, contratada pela Construtora OAS Ltda, com emprego de pessoal qualificado para operar tanto motosserras quanto ferramentas manuais, roçadeira mecanizada de arrasto e outros implementos, dentro do que estabelece a Norma Regulamentadora MT 31, do Ministério do Trabalho.

As operações se iniciaram nas proximidades do talude principal da barragem, avançando em direção ao eixo principal do rio Poxim Açú, sentido SW-NW. Nas áreas com vegetação mais densa, como as da Fazenda Aguiar e da Fazenda Poxim, foi feita a destoca com trator de esteira e queimados os tocos e os restos dos galhos. A Figura 3 mostra aspectos das operações de construção da barragem, do trabalho de limpeza, corte e supressão da vegetação e concomitante queima controlada dos resíduos de baixo potencial lenhoso, e mudas de espécies nativas plantadas na faixa de segurança do perímetro da barragem, conforme as fotos nominadas de A a H.

Figura 3. A: vista aérea da construção do dique. B: construção do dique. C: tomada d'água. D: vista geral da área de inundação. E: destocamento com trator de esteira. F: muda de árvore nativa plantada na faixa de segurança. G: corte e transporte de toras. H: aceiro e queima de galhos e troncos.



Fonte: Trabalho dos autores, 2011.

4.2. Queima Controlada

A queima tem a finalidade de remover o excesso de matéria orgânica presente na área de inundação, assim reduzindo os riscos sobre qualidade da água a ser utilizada para abastecimento humano. Após o desmate e remoção do material lenhoso para fora da área de inundação, de acordo com a Autorização de Queima Controlada IBAMA No. 01/2011, procedeu-se à queima das pastagens, capoeiras e galhos, precedida de um aceiro de 6,0 metros de largura em torno do perímetro da linha máxima da água para evitar a propagação indevida do fogo (Figura 3).

Esse aceiro ampliou-se para 50 metros de largura nas proximidades das matas, iniciando-se os trabalhos pela queima de galhos e em seguida de pastagens e capoeiras degradadas, com auxílio de “pinga-fogo”, executado por equipe treinada da Brigada de Incêndio do Parque Nacional da Serra de Itabaiana. A operação da queima controlada transcorreu com equipes especializadas e equipamentos de segurança, e envolvimento da equipe de manejo da fauna, que acompanhou e registrou a fuga de animais, conforme previsto no “Programa de Captura e Resgate de Fauna da Barragem do rio Poxim-Açu”.

4.4. Plantio em Faixa de Segurança

Um total de 40.00 mudas de árvores nativas foi plantado nos 100 metros de largura da faixa de segurança do reservatório, com a função de área de preservação permanente, indicada no mapa da Figura 1, em locais sem vegetação arbórea ou com visível degradação ambiental.

As áreas de plantio na Fazenda Aguiar somaram 85.037m² ou 8,50ha e se concentraram, principalmente, na parte norte e leste da propriedade. Já nas áreas da Fazenda Poxim os plantios foram realizados na parte nordeste da propriedade, somando 275.118m² ou 27,51ha. Nestas duas superfícies foram distribuídas as 40.000 mudas produzidas no canteiro de obras, totalizando uma área recuperada de 360.155m² ou 36,02ha.

Uma vez somado esse total às outras 40.000 mudas de árvores nativas plantadas pela DESO em áreas de captação, margens e nascentes de mananciais de outras bacias, esta Companhia de Saneamento repôs à natureza um significativo estoque de 80.000 árvores nativas, em áreas plantadas, mantidas e monitoradas, entre 2008 e 2011.

4.5. Captura e Resgate de Fauna da Barragem do Rio Poxim-Açu

Dentre os impactos que incidem diretamente na fauna afetada por barragens e represas destacam-se as alterações de habitat, resultantes da supressão da vegetação e limpeza da área e do alagamento do reservatório. Às ações impactantes são contrapostas medidas que visam amenizar e mitigar os efeitos do alagamento do reservatório, dentre estas, o pré-resgate e resgate da fauna, procedimentos que têm sido amplamente utilizados entre as etapas que antecedem e/ou sucedem o processo de enchimento dos lagos de represas. Essas medidas condicionantes à concessão da licença ambiental são reivindicadas por órgãos ambientais, como estabelece a Instrução Normativa IBAMA n.º 146, de 10 de janeiro de 2007, no sentido de evitar ou minimizar perdas durante a implantação de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre.

De modo muito frequente, durante a realização das atividades os animais, especialmente os vertebrados tetrápodos, se deslocaram naturalmente para áreas adjacentes, de modo que apenas uma pequena porção permaneceu em árvores isoladas e em pequenos fragmentos de vegetação. No decorrer desses deslocamentos, algumas espécies tornaram-se mais expostas à predação por outros animais, inclusive pelo homem, o que gera um fator indireto de mortalidade. Nessas circunstâncias, ocorreu a retirada dos animais encontrados na área diretamente afetada, que foram resgatados e transportados para áreas vizinhas e de habitat semelhante, previamente definidas durante o trabalho de supressão e limpeza. Antes, porém, os animais resgatados foram encaminhados para centros de triagem e reabilitação, onde foram tratados e devolvidos à natureza.

Este item descreve a fauna de vertebrados que ocorre na área da barragem do rio Poxim e os procedimentos adotados durante os estudos de diagnóstico e pré-resgate da fauna, apresentando os resultados dessas atividades e os possíveis impactos da construção do reservatório sobre esses grupos de animais.

5. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Entre os meses de dezembro de 2010 e maio de 2011, um diagnóstico da fauna de vertebrados foi realizado nas áreas de formações vegetais nativas situadas no entorno da obra da barragem do Poxim e em outros pontos localizados num raio de cerca de 2 km distantes dos limites do empreendimento, considerado como área de influência direta da Barragem. Nesses ambientes naturais foram estabelecidos transectos e pontos para a realização do inventário das espécies de anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Para o conhecimento da fauna herpetológica da área foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfall traps*), instaladas em ambientes mais preservados e em outros locais próximos da futura represa, fora da área diretamente afetada, situados em matas da Fazenda Aguiar, da Fazenda Poxim, da Universidade Federal de Sergipe e das proximidades da Reserva Militar do Feijão.

Como acréscimo às informações obtidas por meio de capturas com armadilhas de queda, foram feitas amostragens em habitat com restrições à utilização das armadilhas. Esta técnica foi utilizada tanto durante o dia quanto à noite para amostragem de lagartos e serpentes, e também à noite visando a amostragem de anfíbios. Cada indivíduo capturado foi submetido a uma pré-identificação onde constou espécie, local e data, anotados em caderneta de campo. Alguns foram liberados e outros conduzidos à base de tratamento (Figura 5). Uma vez na base, os exemplares coletados foram tombados, sacrificados e fixados (Figuras 5 e 6). Após tal processo foram enviados ao Departamento de Biologia da UFS para posterior identificação e/ou confirmação da identificação de campo. Na UFS, onde os exemplares deverão ser mantidos, servirão de

testemunho da ocorrência de tais espécies na região. No campo e no laboratório, pelo menos um exemplar de cada espécie foi fotografado.

Para a realização do estudo das aves foram visitados todos os tipos de ambientes que compõem a fisionomia vegetal do entorno do reservatório, como vegetação secundária, mata ciliar, encaves de cerrado e áreas antropizadas, com o intuito de se obter amostras qualitativas nos diferentes habitat da área. Não foram quantificadas as frequências das ocorrências das espécies, mas anotadas apenas a presença das aves na área. Foram feitos os registros fotográficos e sonoros, além de capturas, marcação e posterior soltura dos animais capturados, sempre com a assistência do médico veterinário (Figura 5).

As populações das aves foram observadas e identificadas com o auxílio de binóculos 10X 40mm, gravadores e microfones direcionais para a utilização da técnica do playback e para registro das vocalizações, câmeras fotográficas digitais com lentes 70X300mm para documentação fotográfica dos ambientes estudados e das espécies, e guias de identificação para confirmação de observações em campo.

As capturas das aves foram feitas com redes de neblina 3x12m, estendidas em áreas previamente definidas. Também foram utilizadas anilhas de metal autorizadas, regulamentadas e fornecidas pelo CEMAVE/IBAMA para a marcação das aves capturadas e posteriormente soltas (Figura 5).

Em relação aos mamíferos, além de encontros fortuitos foram utilizadas armadilhas com iscas para capturas e posterior soltura de pequenos mamíferos e roedores. As armadilhas *Sherman* e *Tomahawk* foram instaladas nas áreas de mata destinadas à supressão vegetal e à queima controlada e nas proximidades dos corpos d'água (Figura 5). Os pontos amostrais foram definidos tanto dentro da área diretamente afetada pelo reservatório quanto em áreas de influência direta próximas ao canteiro de obras. Na etapa de pré-resgate na área da barragem do Poxim, a identificação, o registro, a coleta e o monitoramento da fauna são imprescindíveis e foram feitos para aferir as espécies com maior ou menor capacidade de dispersão, as espécies de borda, as bio-indicadoras e possíveis espécies migratórias, endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a etapa de pré-resgate procurou-se obter registros das espécies em todos os ambientes do entorno da barragem com o intuito de se montar um diagnóstico da fauna afetada pelo reservatório. Esses registros, além de permitir o conhecimento das populações zoológicas, facilitam a aquisição de dados sobre a distribuição, abundância, habitat e ecologia e são fundamentais no processo de reconhecimento da fauna, podendo subsidiar planejamentos para minimização dos impactos e monitoramentos futuros.

Foram encontradas 24 espécies de anfíbios, sendo as famílias Hylidae e Leptodactylidae as principais representantes. A família Hylidae agrupou 6 gêneros e 9 espécies. Apenas um gênero, o *Leptodactylus*, compôs a família Leptodactylidae, que reuniu 7 espécies de anfíbios encontradas na área de influência da represa. Essas duas famílias agrupam a maioria das espécies porque as coletas foram mais intensificadas em ambientes de floresta, onde geralmente hylideos e leptodactylideos são mais representativos (Figura 6). Os répteis coletados estão classificados em 27 espécies, agrupadas em 23 gêneros e 12 famílias. Entre estas, mostradas na Figura 6, as principais em diversidade são Dipsadidae e Colubridae, que reúnem 13 espécies e todas pertencem ao grupo das serpentes. Da Família Viperidae, na região representada pelo gênero *Bothrops*, que agrupa animais peçonhentos, foi encontrada apenas uma espécie, a *Bothrops leucurus*. Os lagartos distribuem-se em 9 espécies, agrupadas em 9 gêneros. Destacam-se as espécies *Kentropyx calcarata*, *Coleodactylus meridionalis* e *Cercosaura ocellata* encontradas geralmente em áreas de mata (FREIRE, 1996. SOUSA; FREIRE, 2008).



Figura 5. Estratégias de captura de anfíbios, répteis, aves e mamíferos e animais assistidos por médico veterinário.

Fonte: Trabalho de campo dos autores (2011).



Figura 6. Anfíbios e répteis encontrados na área de estudo.
Fonte: Trabalho de campo dos autores, 2011.

As aves encontradas na área da barragem do rio Poxim distribuem-se em 42 famílias e 169 espécies, o que corresponde a aproximadamente 35% do total de espécies registradas no estado de Sergipe, em torno de 500 espécies (SOUSA, 2009). De uma maneira geral, as aves registradas são comuns aos ambientes onde foram encontradas. Destaca-se, entretanto, a *Herpsilochmus pectoralis* (chorozinho-de-papo-preto), incluída na lista oficial do IBAMA de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção, conforme a Portaria nº 1.522, de 19 de dezembro de 1989, e *Picumnus pygmaeus* (pica-pau anão), endêmico do Nordeste do Brasil, *Conocophaga melanops* (Cuspidor-de-máscara-preta) e *Platyrhynchus mystaceus* (Patinho-de-garganta-branca), espécies de ambientes florestais que vivem e reproduzem no estrato baixo da floresta e cujas subespécies nordestinas *C.m. nitidifrons* e *P.m.niveigularis* são consideradas vulneráveis à extinção (Figura 7).



Figura 7. Espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Fonte: trabalho de campo dos autores, 2011.

As atividades de desmatamento causaram impacto nas populações das espécies ligadas às formações florestais e a destruição e fragmentação do hábitat interferiram no comportamento das aves e nos processos de reprodução e de movimentação das espécies das áreas florestadas do entorno da barragem. É provável que após o enchimento do reservatório, com a proteção das margens, regeneração das áreas e desenvolvimento dos bosques reflorestados do entorno, ocorra recuperação do ambiente, através de processos de sucessão ecológica e restabelecimento das populações das aves, especialmente de algumas espécies relativamente comuns que vivem e utilizam o ambiente, explorando os estratos inferior e médio da vegetação. Entretanto, o reservatório poderá se constituir numa barreira para algumas espécies de ambientes florestais, mostradas na Figura 8, que apresentam capacidade limitada de vôo para longas distâncias, voam em baixa altitude e geralmente exploram as áreas do interior da floresta. Com a diminuição das áreas ocasionadas pelo desmatamento e o isolamento dos fragmentos em ambos os lados da barragem, é possível que suas populações isoladas não consigam manter-se a médio e longo prazo.

Também foram registradas aves aquáticas e/ou coloniais que frequentam ou sobrevoam a área da barragem e seu entorno, como se vê na Figura 8. Após o enchimento do reservatório é provável que o mesmo se torne atrativo para algumas aves, especialmente marrecos, paturis, garças e socós, que certamente utilizarão o novo ambiente como abrigo, fonte de alimento e área de reprodução. Dentre os mamíferos, 19 espécies foram identificadas, incluindo a lontra (*Lontra longicaudis*), presente na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Portaria IBAMA 1522/89) como espécie “vulnerável”. Por fim, em termos quantitativos, foram identificadas 24 espécies de anfíbios, 27 de répteis, 169 espécies de aves e 19 espécies de mamíferos, consolidando o conhecimento da fauna da localidade e possibilitando subsidiar as estratégias posteriores de monitoramento do reservatório.

Qualitativamente, constatou-se durante a etapa de pré-resgate que o desmatamento desestabilizou o habitat das espécies animais e desestruturou suas populações e interações ecológicas, tanto na área diretamente afetada quanto nos ecossistemas adjacentes. A perda de habitat pelo desmatamento e pelo posterior alagamento das áreas adensa e

satura os ambientes remanescentes e pode levar as espécies sobreviventes a disputas e lutas por territórios e recursos. Além disso, o estresse sofrido desencadeia respostas fisiológicas negativas no organismo dos animais afugentados e resgatados, inviabilizando a manutenção e sobrevivência de populações, a longo prazo. Acrescentam-se a esses efeitos gerais os principais impactos locais e específicos, observados durante o tempo de duração desse trabalho na Barragem do Poxim-Açu: alterações na dinâmica de reprodução, influência sobre padrões de movimentação e rotas de dispersão e migração, e perda e fragmentação de habitat durante a sua implantação.



Figura 8. Espécies de ambientes florestais e aves aquáticas e/ou coloniais no entorno e em sobrevoos na área da barragem.

Fonte: trabalho de campo dos autores, maio de 2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos e as atividades descritas foram contingenciais às intervenções impactantes no meio ambiente e fazem a retaguarda de outras importantes e até imprescindíveis ações que decorrem dessa etapa, e que se constituem como desdobramentos da construção e da operação da barragem. Uma dessas é o monitoramento da fauna local durante o enchimento do reservatório e por dois anos após essa fase, com foco também na flora remanescente e na regeneração natural ocorrida no ambiente. Porém, o extenso horizonte temporal de vida desse empreendimento de tão alto valor social implica riscos para a qualidade da água e o seu êxito dependerá de um Plano de Manejo. Esse plano deve incluir a organização de um banco de dados da fauna e da flora, gerados antes e concomitantes com o enchimento do reservatório. Atualmente, em termos de flora local, esse acervo já ultrapassa o registro e documentação de 70 espécies com exsicatas depositadas na Universidade Federal de Sergipe.

Uma análise do que propõem Gusmão; Valsecchi (2004) para a barragem e para o reservatório de regularização e acumulação do Ribeirão João Leite, em Goiânia, Estado de Goiás, identifica convergências desse projeto ambiental com as demandas da Barragem do Poxim-Açu e respectivo reservatório ou lago de acumulação e suas áreas de influência. São demandas comuns a empreendimentos desse tipo, além de outras de natureza específica, a serem solucionadas mediante programas que devem ser implementados, com funções temporárias ou permanentes de preservar e conservar o volume e a qualidade da água, o que se constitui, sem dúvida, no objetivo essencial do “conjunto da obra”. Desse modo, com base em Gusmão; Valsecchi (2004), recomenda-se à DESO a implementação dos seguintes programas e intervenções, antecedidos e acompanhados de consultas às companhias brasileiras de saneamento possuidoras de grandes barragens, e da parceria com as universidades de Sergipe e de outros Estados, assim propiciando a transferência de tecnologia e de conhecimento específico para a Companhia de Saneamento.

Criação da APA do Poxim-Açu- a ser delimitada desde a nascente, na Serra do Cajueiro, município de Itaporanga d'Ajuda, até a Barragem, abrangendo um espaço em que atualmente predomina o uso não-urbano onde se registram pontos de captação de água para irrigação, pequenos barramentos, desvios e açudes, extração mecânica de areia, comunidades rurais usuárias para fins domésticos, pocilgas e currais, margens desmatadas e erodidas e outras intervenções, o que denota a existência de pressão sobre o meio ambiente.

A criação de uma APA objetiva o disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia do Poxim-Açu, visando assegurar proteção ao manancial e controlar o uso nocivo e as ocupações predatórias. Esta é uma ação de responsabilidade solidária da DESO com a SEMARH e a ADEMA e requer a criação de um grupo interinstitucional de monitoramento, sediado na DESO, e o rigoroso licenciamento das atividades no entorno da barragem, especialmente de lazer e turismo, por conta dos riscos de contaminação da água e do solo.

Plano de Monitoramento da Barragem - este Plano consolida o banco de dados existente, acrescido das informações futuras da fauna, vegetação e flora, solo e água, que formam a base de recursos naturais e que responderá aos impactos das transformações ambientais causadas pela Barragem. O abastecimento humano como finalidade da barragem reveste-se de extremos cuidados com o lago ou reservatório. Estes incluem, no mínimo, a avaliação limnológica imediata pós-enchimento e acompanhamento futuro dos diversos parâmetros que definem padrões legais de qualidade da água e identificação de contaminação, a avaliação do aporte de nutrientes e dos riscos de eutrofização, a caracterização das comunidades fito e zooplantônicas e das mudanças nas variáveis bióticas e abióticas, além da capacidade de assimilação de resíduos tóxicos e de carga orgânica pelo reservatório. O monitoramento sugerido envolve observação, estudos, pesquisas e tomada de decisões com o propósito de assegurar a sustentabilidade ecológica, econômica e ambiental do empreendimento.

Educação Ambiental para a conservação da Barragem do Poxim-Açu- esta ação converge com um dos pontos fortes da Diretoria de Gestão Ambiental da Companhia, cujo trabalho de mobilização e de

educação para o uso racional da água e para a preservação ambiental, realizado nas escolas públicas e privadas, universidades, fábricas, construtoras, empresas e comunidades, envolveu, de 2007 a 2011, quase 70.000 participantes presenciais de palestras, cursos, oficinas, visitas às Estações da DESO e cursos de capacitação geral.

Essa expertise da Companhia vem se aplicando também à comunidade do entorno da Barragem. Porém, para a conservação e proteção ambiental desse empreendimento faz-se necessário melhorar os canais de comunicação com a comunidade da futura APA Rio Poxim-Açu, inserindo moradores e produtores, inclusive os do Assentamento Agrícola Rosa de Luxemburgo II, em um programa específico que contemple o treinamento para agentes multiplicadores da educação ambiental e de segurança do empreendimento, em parceria com setores privados e da esfera pública municipal, estadual e federal, onde se incluem as universidades e o Instituto Federal de S. Cristóvão.

Contrapartida da DESO para a preservação do patrimônio arqueológico, histórico e cultural da região - o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN solicitou à DESO, em cumprimento à legislação, um estudo de prospecção arqueológica na área de inundação, que foi contratado a empresa especializada e se constituiu numa condicionante estabelecida pela ADEMA para concessão da Licença de Operação da Barragem.

Contudo, em parte das terras não desapropriadas da Faz. Poxim e situadas acima da cota máxima de inundação encontra-se a Capela de N. S. da Conceição, tombada pelo IPHAN, com forte demanda de recursos para o restauro da edificação e de praticamente todo o acervo histórico arquitetônico, cultural e religioso que existia antigamente nessa Capela. O papel social da Barragem do Poxim é inquestionável, por assegurar disponibilidade de água tratada à sociedade e à própria sobrevivência humana. Porém, o caráter de empresa, mesmo pública, propicia à DESO condições de assumir parcerias para o restauro e a conservação desse patrimônio, beneficiando um bem público de valor e agregando-o ao balanço social da empresa.

Após restaurada, caberia a inclusão da Capela no roteiro de visitação   Barragem, e   DESO criar um marketing particular preservacionista cultural, assim multiplicando os benefícios advindos do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L. D.; Gimenes, M. R. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 25, p. 391-402, 2003.

CHICHORRO, J. F. et al. Equações de volume e de *Taper* para quantificar multiprodutos da madeira em floresta atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 799-809, 2003.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento. **Cartografia básica dos municípios litorâneos**. Aracaju: Secretaria de Estado do Planejamento, 2004.

FREIRE, E. M. X. Estudo ecológico e zoogeográfico sobre a fauna de lagartos (Sauria) das dunas de Natal, Rio Grande do Norte e da restinga de Ponta de Campina, Cabedelo, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 13, p. 903-921, 1996.

GUSMÃO, Caio Antonio de; VALSECCHI, José Carlos. Projeto básico ambiental da barragem e do reservatório de regularização e acumulação do ribeirão João Leite em Goiânia Goiás, Brasil. In: **Forjando el Ambiente que Compartimos**. AIDIS, San Juan, Costa Rica, Ago. 2004. p.1-16.

OLIVEIRA, M. L. R. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 213-225, 2005.

SOUSA, M.C. 2009. As aves de oito localidades do Estado de Sergipe. **Atualidades Ornitológicas**, nº149, [S.l.: s.d.], p. 33-57.

SOUSA, P. A. G.; FREIRE, E. M. X. 2008. *Kentropyx calcarata*. Geographic distribution. **Herpetological Review** 39: 239, [s.d.].



Anderson Nascimento do Vasco

Paulista, Engenheiro Agrônomo. Doutorando em Desenvolvimento e Meio ambiente no PRODEMA/UFS. Atualmente professor efetivo do Instituto Federal de Sergipe. Experiência em Hidrologia, Irrigação e Modelagem Ambiental. E-mail: anderosvasco@yahoo.com.br.



Lillian Wanderley

Sergipana. Geógrafa e Licenciada em Geografia. Doutora em Geografia pela UNESP-Rio Claro/SP. Atualmente professora dos cursos de Graduação, Mestrado e Doutorado em Geografia da UFS. Consultora técnica em estudos geográficos e de impacto ambiental. E-mail: lillianwanderley@uol.com.br.



Marinhoé Gonzaga da Silva

Nascida em Salvador. Formada em Química. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFS). Atualmente professora efetiva do Instituto Federal de Sergipe. Experiência em Química, Recursos Hídricos e Modelagem Ambiental. E-mail: marinoegonzaga@gmail.com



ISBN XXX-XX-XXXX-XXX-X

