

COLETÂNEA VII "PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS"

Edson Vicente da Silva Rodrigo Guimarães de Carvalho (coordenadores)

"ANÁLISE DE IMPACTOS E RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS"

Larissa Neris Barbosa Luciana Martins Freire Tacyele Ferrer Vieira Francisco Otávio Landim Neto (Organizadores)



















Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Reitor

Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Vice-Reitor

Fátima Raquel Rosado Morais

Diretor de Sistema Integrado de Bibliotecas

Jocelânia Marinho Maia de Oliveira

Chefe da Editora Universitária – EDUERN

Anairam de Medeiros e Silva



Conselho Editorial das Edições UERN

Emanoel Márcio Nunes Isabela Pinheiro Cavalcante Lima Diego Nathan do Nascimento Souza Jean Henrique Costa José Cezinaldo Rocha Bessa José Elesbão de Almeida Ellany Gurgel Cosme do Nascimento Ivanaldo Oliveira dos Santos Filho Wellignton Vieira Mendes

Projeto Gráfico:

Amanda Mendes de Amorim

Campus Universitário Central

BR 110, KM 48, Rua Prof. Antônio Campos, Costa e Silva – 59610-090 - Mossoró-RN Fone (84)3315-2181 – E-mail: edicoesuern@uern.br

Coordenação Editorial

Anderson da Silva Marinho Andressa Mourão Miranda Tacyele Ferrer Vieira

Projeto Gráfico

David Ribeiro Mourão

Diagramação

Larissa Neris Barbosa

Capa e Ilustração

Ana Larissa Ribeiro de Freitas

Revisão

Edson Vicente da Silva Rodrigo Guimarães de Carvalho

Catalogação

UERN

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

Análise de impactos e riscos ambientais em bacias hidrográficas/ Larissa Neris Barbosa et al (Orgs.) – Mossoró – RN: EDUERN, 2018.

134p.

ISBN: 978-85-7621-215-7

1. Geociências. 2. Geografia física. 3. Hidrogeografia. I. Freire, Luciana Martins. II. Vieira, Tacyele Ferrer. III. Landim Neto, Francisco Otávio. IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. V. Título.

UERN/BC CDD 551

Bibliotecária: Aline Karoline da Silva Araújo CRB 15 / 783

















Prefácio

As universidades, institutos de educação e pesquisa e as escolas públicas devem, cada vez mais, permeabilizar seus muros, como uma rocha calcária, para permitir uma maior porosidade e infiltração social. Abrir nossas portas e janelas, para saída e entrada de pessoas cidadãs, estudiosos e pesquisadores, afinal a população brasileira é quem nos constrói e alimenta.

Nosso retorno socioambiental é construir um tecido junto com os atores sociais, líderes comunitários, jovens entusiastas, crianças curiosas e velhos sábios. A integração entre os conhecimentos científicos e os saberes tradicionais é a base para um desenvolvimento sustentável e democrático.

Encontros como o V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial têm sido realizados de forma integrada e aberta para a sociedade em geral. Como uma grande e imensa árvore que vai se desenvolvendo a partir de seus eventos, dispondo para todos os seus frutos de diletos e diversos sabores, como essas coletâneas e tomos, cultivados por diferentes pessoas desse nosso imenso terreiro chamado Brasil.

Coube a Universidade Federal do Ceará, através de seu Departamento de Geografia, a realização do evento e a organização final dos artigos que compõem os livros, e às Edições UERN, pertencente à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, a catalogação e publicação dos 31 livros pertencentes às 07 coletâneas. Essa parceria interinstitucional, que na verdade coaduna muitas outras instituições, demonstra as redes já estabelecidas de cooperação científica e ideológica que, em um cenário político-econômico de grande dificuldade para as instituições de ensino e para a ciência brasileira, se auto-organizam para o enfrentamento dos desafios de maneira generosa e solidária.

RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO (UERN) EDSON VICENTE DA SILVA — CACAU (UFC)



"ANÁLISE DE IMPACTOS E RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS"

Considerações Iniciais sobre a análise de impactos e riscos ambientais em bacias hidrográficas.	07
Análise da entropia da precipitação na bacia hidrográfica do rio Uruçui – Preto – PI, Brasil.	12
Análise de eventos pluviométricos na região serrana de Martins e Portalegre, estado do Rio Grande do Norte, como subsídio à prevenção de desastres	28
Análise dos impactos ambientais em um trecho do Rio Acaraú, localizado em Sobral – CE.	37
Análise sobre a degradação ambiental do rio Mamanguape no perimetro urbano da cidade de Mulungu/Pb: estudo de caso	44
As incidências de inundações na sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu - São Luis Maranhão.	55
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO DO NORTE (JOINVILLE – SC): O DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA EM SUAS MARGENS.	66
Caracterização dos usos e usuários das nascentes fluviais de Portalegre – RN	71
Compartimentação e aspectos fisiográficos das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, Roraima, com base em parâmetros geomorfométricos do relevo	82
LAGOA FLUVIAL DO RIO PORTINHO, PIAUÍ: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RECENTES	91
LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E ECOFAXINA NO TRECHO URBANO DO RIO JAGUARI- BE EM IGUATU – CE.	103
Os problemas ambientais no rio Magu no município de Santana do Maranhão – MA.	113
Poluição hídrica: um estudo sobre as concepções ambientais dos moradores do distrito de Icoaraci/Belém- Pará.	123

CONSIDERAÇÕES SOBRE ANÁLISE DE IM-PACTOS E RISCOS AMBIENTAIS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

EDSON VICENTE DA SILVA
FRANCISCO OTÁVIO LANDIM NETO
IVANISE RIZZATTI
LARISSA NERIS BARBOSA
TACYELE FERRER VIEIRA

1. Introdução

O estudo da problemática ambiental representa uma tendência no campo científico, e neste sentido, muitas são as possibilidades de análise a serem realizadas, principalmente em relação ao estudo das bacias hidrográficas. Esta questão se dá em razão de que nas ultimas décadas o homem vem se conscientizando que a água é um bem finito e que este recurso natural é essencial tanto para a manutenção da vida quanto das atividades econômicas.

No entanto, um estudo mais sistematizado pode ser incorporado ao processo de compreensão das bacias hidrográficas: a análise de impactos e riscos ambientais. Engendrando a partir disto a discussão sobre processos sociais, políticos e econômicos e estes por sua vez, suscitando cada vez mais a mensuração, a adequação dos usos dados à água e a atenuação de conflitos.

É importante considerar, de acordo com Souza e Zanela (2009), que as noções de impacto e risco, vêm sendo utilizadas em diversos campos disciplinares, o que dificulta o diálogo entre os diferentes saberes envolvidos, sobretudo entre as ciências naturais e as ciências humanas.

A noção de impacto ambiental, por exemplo, não é necessariamente algo ruim. Na verdade, a palavra impacto diz respeito ao resultado de fatores que podem modificar o ambiente, tanto de maneira positiva como negativa - segundo a nomenclatura do Sistema Ambiental Brasileiro - NBR ISSO 14001 - , de acordo com sua repercussão e a quem atinge. O movimento e a formação de dunas é um processo natural e deste ponto de vista é um impacto, pois o ambiente está sendo transformado, mas se este campo de dunas vier a soterrar casas e outras construções, este estará sendo um impacto avaliado como negativo se tomarmos como referência as populações afetadas.

Já a expressão risco ambiental, de acordo com Souza e Zanela (2009, p.16) refere-se a:

uma situação de ameaça ambiental (de ordem física, tecnológica e até mesmo social) atuando sobre uma população reconhecidamente vulnerável. Logo, os riscos devem ser tratados como resultado da intricada relação entre ameaça e vulnerabilidade, que apresentam uma profunda dependência entre si. A noção de risco se estabelece com base na relação conflituosa entre o homem e o seu ambiente, em um processo de mútua influência. Portanto, devesse procurar também rejeitar a ideia maniqueísta da existência de um evento natural agressor atuando sobre uma sociedade que, por sua vez, é tida como vítima.

Entende-se a partir disto que a situação de risco deve ser caracterizada pela interação ou pre-

sença destes fatores: a ameaça e a vulnerabilidade.

Já no que diz respeito a tipologia de riscos, segundo Dagnino e Carpi Junior (2007) de todos os tipos de riscos, devemos enfatizar quatro que aparecem em destaque na literatura sobre o tema: os riscos naturais, os riscos tecnológicos, os riscos sociais e os riscos ambientais, dentre estes destacamos o risco ambiental, que denota claramente os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação não planejada do território.

A partir desta abordagem, Souza e Zanela (2009) destacam que a utilização dos riscos como sinalizadores de problemas ambientais é a convicção de que, ao falarmos em risco, estamos direta ou indiretamente falando do risco como objeto social, pois não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que seja atingido por seus efeitos.

De acordo com Silva e Travassos (2008), uma sub-bacia hidrográfica, por exemplo, se transfere indistintamente aos inúmeros corpos d'água que a recobrem e estes podem extravasar a escala local atingindo toda a macrobacia à qual pertencem. A conectividade das bacias, tem se tornado característica comum dos problemas ambientais, porque faz com que seja fundamental considerá-los de maneira articulada, de forma a compreender todos os seus efeitos interativos. Este exemplo trata das áreas de risco de inundações e de escorregamentos que, por sua condição geomorfológica e de localização, aliada aos condicionantes climáticos e à ocupação por populações carentes, torna-as, áreas altamente vulneráveis.

A bacia hidrográfica é elemento integrador das demais condicionantes ambientais e precisa ser planejada com esta função, afim de que os impactos ambientais sejam minimizados. As alterações qualitativas dos recursos hídricos, como por exemplo, os provocados pelos poluentes e detritos, assim como o assoreamento dos corpos de água em áreas rurais ou urbanas, são desequilíbrios causados na paisagem pela degradação e seja numa área de bacia hidrográfica ou em um de seus componentes, tais como: encostas, vales, nascentes e dentre outros, são em alguns casos irreversíveis e, provocam danos tanto para a natureza quanto para a sociedade que se encontra neste ambiente.

Nesta perspectiva, é primordial considerar a importância de tratar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, pois a partir desta são possíveis distinguir diversos objetivos, tais como o desenvolvimento econômico, a igualdade social, econômica e ambiental e, a sustentabilidade. Ampliando sua visão para não mais apenas territorial, mas passando a ser um espaço em que as relações físicas e humanas possam ser interpretadas.

Na lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) que tem como um dos seus fundamentos a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para sua implantação, já se percebe que a legislação admite a necessidade de gestão de outros componentes naturais da bacia e a integração entre gestão dos recursos hídricos e gestão ambiental.

Os esforços para que os recursos naturais sejam preservados é uma ação crescente, entretanto a intensa produção desordenada, voltada para consumo mundial, intensificou os processos de degradação ambiental, atingindo níveis elevados de poluição das águas, de desmatamento, processos erosivos e em alguns casos até processos de desertificação. E estas atividades, provenientes do processo econômico-produtivo devem ser analisadas a fim de verificar suas motivações e intensidade para posteriormente determinar medidas preventivas, principalmente no que se refere à poluição das bacias hidrográficas.

A preocupação com a quantificação de impactos que a exploração humana provoca nas bacias hidrográficas anseia para que sejam adotadas medidas que minimizem os danos à natureza e ainda que o planejamento de ocupação de uma bacia hidrográfica seja uma necessidade, para que com isso numa sociedade com usos crescentes da água, esta não se encaminhe a ocupar espaços com riscos de inundações, além de danificar o meio ambiente, gerando uma tendência que

envolva o planejamento integrado da bacia hidrográfica e consequente aproveitamento racional dos recursos com mínimos de danos ao ambiente.

2. Experiências sobre os impactos e riscos ambientais em bacias hidrográficas

Os capítulos que constituem este livro apresentam uma heterogeneidade bastante significativa, tanto no que diz respeito aos conhecimentos teóricos, como nas metodologias de pesquisa aplicadas nos estudos. Espaços de socialização de conhecimentos como este, possibilitam o intercambio científico entre as instituições de ensino e pesquisa, possibilitando a elaboração de novas pesquisas nessas temáticas.

O capítulo intitulado "Análise da entropia da precipitação na bacia hidrográfica do rio Uruçuí – Preto – PI, Brasil" consiste na análise da série pluviométrica e a entropia média referente dessa bacia hidrográfica, para isso, a equipe realiza uma caracterização da área, considerando os aspectos físicos gerais e, posteriormente, apresenta dados que mostram respostas diferentes de entropia nos períodos chuvoso e seco. Através dessa pesquisa foi possível ainda, identificar padrões de alterações na entropia que podem ter relação com os períodos de La Niña e El Niño.

A seguinte pesquisa, cujo título leia-se, "Análise de eventos pluviométricos na região serrana de Martins e Portalegre, estado do Rio Grande do Norte, como subsídio à prevenção de desastres", sistematizou e analisou os dados de precipitação de uma região considerando uma série de 10 anos. Os valores pluviométricos foram divididos em uma escala de 4 níveis, posteriormente, os valores considerados extremos foram analisados estatisticamente, buscando-se uma distribuição padrão de comportamento evolutivo.

O capítulo terceiro do livro, intitulado "Análise dos impactos ambientais em um trecho do rio Acaraú, localizado em Sobral – CE", discute acerca da gestão dos recursos hídricos e, analisa os impactos ambientais presente em um trecho do rio Acaraú, em Sobral-CE. Os pesquisadores fizeram uso de análise bibliográfica, informações veiculadas por sites e jornais locais, além da constatação de campo, para efetivarem as informações presentes no capítulo. A pesquisa culmina com uma série de medidas mitigadoras que buscam solucionar, reverter e/ou corrigir os problemas lá encontrados.

O capítulo "Análise sobre a degradação ambiental do rio Mamanguape no perímetro urbano da cidade de Mulungu/PB: estudo de caso", dá sequência às discussões sobre degradação ambiental, mas, desta vez, em um perímetro urbano do Agreste paraibano. O rio Mamanguape que, era inicialmente uma fonte de água usada para consumo, hoje é usado como depósito de dejetos das mais diversas origens, desde lixo residencial, até os restos de animais provenientes do matadouro municipal. O trabalho constitui uma base diagnóstica que poderá ser usada para discussão de possíveis soluções aplicáveis na área.

O capítulo "As incidências de inundações na sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu - São Luis Maranhão" buscou através de levantamento bibliográfico, cartográfico e trabalhos de campo, abordar de forma preliminar a incidência dos fenômenos de inundação. Um fenômeno natural, mas que em áreas urbanas, associadas à ocupação indevida das planícies de inundação, a impermeabilização dos solos e a deposição de lixo, tem como resultado desastres naturais que causam às populações grandes danos matérias e pessoais.

O capítulo "Bacia hidrográfica do rio Cubatão do Norte (Joinville – SC): o desmatamento da mata atlântica em suas margens" faz uma reconstrução da história da devastação da Mata Atlântica que circundava e ainda circunda as margens desse rio. o estudo visa analisar como se deu historicamente o processo de degradação da Bacia hidrográfica, revelando os fatores que interviram, suas causas e consequências na economia e na história do desmatamento da Mata Atlântica as margens do rio Cubatão. A pesquisa se baseia em entrevistas abertas e semiestruturadas com 50 mo-

radores da região, tendo como critério para a participação, morar 40 anos ou mais na localidade.

Em se tratando da "Caracterização dos usos e usuários das nascentes fluviais de Portalegre – RN", a pesquisa buscou descrever o uso e a percepção dos moradores das comunidades no entorno das nascentes da Lavanderia e da Mata da Bica, por se tratarem das nascentes perenes do município. É uma região que se destaca em relação ao contexto geral do semiárido pelo seu clima ameno. Durante a pesquisa foram identificadas nascentes em cinco pontos da cidade, são elas: nascente da Lavanderia; nascentes da Mata da Bica; nascente Simão Dias; nascente do Brejo e; nascente do Doutor.

O capítulo "Compartimentação e aspectos fisiográficos das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, Roraima, com base em parâmetros geomorfométricos do relevo" analisa os aspectos fisiográficos das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, as quais formam o sistema de drenagem do alto rio Branco, principal rio que drena o Estado de Roraima. Baseia-se nas análises de parâmetros geomorfométricos obtidos através dos modelos de elevação da SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica das bacias.

O capitulo "Lagoa fluvial do rio Portinho, Piauí: impactos socioambientais recentes" teve por objetivo analisar os impactos socioambientais recentes que se traduzem na redução drástica da água da lagoa do Portinho, como forma de apresentar elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local. Uma lagoa que tem representado historicamente um ponto atrativo de práticas turísticas e de lazer, mas que alterações recentes no uso de seus recursos, e a quase extinção da mesma, no ano de 2015, apontam a necessidade de um planejamento socioambiental e um uso sustentável por parte dos poderes públicos e da população nessa bacia hidrográfica.

O capítulo seguinte, intitulado "Levantamento dos impactos ambientais e ecofaxina no trecho urbano do rio Jaguaribe em Iguatu – CE" teve como objetivo realizar um levantamento dos principais impactos ambientais presentes nas margens desse rio além de promover educação ambiental junto à comunidade iguatuense. Dentre os impactos ambientais relatados na pesquisa estão a deposição desordenada de lixo e entulhos nas margens do rio, a drenagem de esgotos domésticos, industriais, hospitalar, de empresas, etc. Ações de Educação Ambiental como limpeza do rio e plantio de mudas na margem do rio foram usadas para a conscientização ambiental da população.

O capítulo intitulado "Os problemas ambientais no rio Magu no município de Santana do Maranhão – MA" procurou identificar os principais problemas ambientais ocorridos no Rio Magu, buscando identificar ações do homem que causam impactos às margens do rio e verificando as ações governamentais e de outras instituições que visam recuperar o rio Magu.

E por fim, o capítulo intitulado "Poluição hídrica: um estudo sobre as concepções ambientais dos moradores do distrito de Icoaraci/Belém- Pará" analisa o Distrito Administrativo de Icoaraci, a 20km do centro de Belém, no Pará. O distrito é banhado pela bacia do Guajará, riachos e igarapés. A pesquisa atentou para a concepção dos moradores acerca da poluição hídrica dos rios e da praia, sobre o saneamento básico e a necessidade de se implantar projetos voltados para a Educação Ambiental.

3. Considerações finais

A realidade existente nas bacias hidrográficas estudadas exprimem uma crescente deterioração dos ambientes naturais, manifestada de forma indisciplinada, impulsionada pela ausência de um planejamento público consistente e do ordenamento efetivo dos usos. Esse fato implica alterações nos componentes da paisagem e na dinâmica natural dos processos predominantes, assim como põe em risco a disponibilidade dos recursos naturais e, como diversas pesquisas mostraram, põe em risco a vida humana.

V CBEAAGT

Existe a necessidade inerente da efetivação de uma gestão integrada e a execução de políticas públicas que devem estar preocupadas com o bem-estar das populações locais levando-se em consideração os múltiplos usos da água existentes numa bacia.

Torna-se importante destacar a necessidade da realização de estudos multi e interdisciplinar numa perspectiva de integração, para ter o conhecimento das principais necessidades sociais e ambientais. De posse destes estudos espera-se o comprometimento dos agentes políticos (nível Federal, Estadual e Municipal) em efetuar as um conjunto de políticas públicas voltadas a conservação e preservação dos recursos hídricos propiciando a garantia de uma melhor qualidade de vida para a população.

Referências

SOUZA, Lucas Barbosa. ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de riscos ambientais: Teoria e Aplica- ções.** Fortaleza: Edições UFC, 2009.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio. CARPI JUNIOR, Salvador. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem,** Rio Claro, v.2, n.2, p. 50-87, 2007.

SILVA, Lucia Sousa e; TRAVASSOS, Luciana. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole.**, [S.l.], n. 19, fev. 2012. ISSN 2236-9996. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8708>. Acesso em: 22 jan. 2018. doi:http://dx.doi.org/10.1590/8708.

Análise da entropia da precipitação na bacia hidrográfica do rio Uruçui – Preto – PI, Brasil

Maria Do Rosário Alves Patriota V. S. Melo Raimundo Mainar De Medeiros Francisco De Assis Salviano De Sousa

Resumo

A bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto cujo território é formado por 25 municípios e 24 fazendas, ocupa uma área de 65.693 km², correspondendo a 39,7% da Macrorregião de Desenvolvimento Cerrados e a 19,8% da Bacia do Parnaíba. Entre os demais Territórios que formam a bacia, é o que tem a segunda maior extensão territorial e a menor densidade demográfica. Objetiva analisar a série pluviométrica média e sua referente entropia média, assim como estudar as variabilidades dos índices pluviométricos para o período chuvoso e seco e suas respectivas entropias, que é capaz de produzir padrões espaciais que possibilitam compreender melhor as características das chuvas nesta área. Encontraram-se valores de entropia alto em locais com intensa precipitação, e valores de entropias baixas em locais de menores valores de precipitação e quando essa precipitação ocorre de forma irregular. A técnica da entropia se constitui uma ferramenta mais apropriada para expressar a variabilidade de dados em torno da média do que a técnica convencional do desvio-padrão. A variabilidade dos padrões de ocorrência de precipitação na área referenciada é maior nos períodos de La Niña do que nos períodos de EL Niño, com valores de entropia anual oscilando entre 4,51 bits (mínimo) e 6,12 bits (máximo), com um valor médio de 5,23 bits, no período chuvoso a entropia oscila entre 3,75 (mínimo) e 5,40 bits (máximo) com um valor médio de 4,50 bits, já para o período seco tem-se uma entropia oscilando de 0,34 (mínimo) e 1,14 (máximo) com uma média de 0,50 bits. Os coeficientes de variância médios são de 0,154% e os coeficientes de variância para os períodos chuvosos e secos fluem entre 0,185 a 0,764%.

Palavras-Chaves: Recursos Hídricos, Variabilidade, Transferência de informação, Teoria da Entropia.

Abstract

The river basin Uruçuí Black whose territory consists of 25 municipalities and 24 farms, occupies an area of 65,693 km², corresponding to 39.7% of the Cerrado Development Macroregion and 19.8% of the Parnaíba Basin. Among the other territories that form the basin, it is what has the second largest land area and the lowest population density. It aims to analyze the average rainfall series and its related average entropy, and to study the variability of rainfall for the rainy and dry season and their entropies, which can produce spatial patterns that allow better understand the characteristics of rainfall in this area. Met high entropy values in areas with heavy rainfall, and low entropy values in lower precipitation values local and when the precipitation occurs irregularly. The entropy technique is a more suitable tool for expressing the variability of the data around the mean than the conventional technical standard deviation. The variability of precipitation occurrence patterns in the referenced area is greater in periods of La Niña than in periods of El Niño, with annual entropy values ranging from 4.51 bits (minimum) and 6.12 bits (maximum), with an average of 5.23 bits in the rainy season entropy oscillates between 3,75 (minimum) and 5.40 bits (max) with an average of 4.50 bits, since the dry period has an entropy oscillating 0.34 (min) and 1.14 (max) with an average of 0.50 bits. The average variance coefficients are 0.154% and the coefficients of variance for the rainy and dry season flow between from 0.185 to 0.764%.

Keywords: Water Resources Variability, Information Transfer, Theory of Entropy.

1. Introdução

As variações climáticas intervêm na disponibilidade e pendência hídrica, condicionando a evento de situações críticas para a sociedade e para o meio ambiente. Existe forte analogia do volume, frequência e intensidade das chuvas com a disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e a agricultura, já que a chuva representa a fase mais importante do ciclo hidrológico, sendo a fonte primária da maior parte da água doce terrestre. Há uma proporcionalidade quase que direta entre intensidade da chuva e infiltração. Quando as chuvas são regularmente distribuídas podem possibilitar infiltração maior, pois a velocidade de penetração no solo acompanha o índice precipitado. Chuvas torrenciais favorecem o escoamento superficial direto, pois a taxa de infiltração pode ser inferior ao grande volume de água precipitada em curto intervalo de tempo. Por conseguinte, é importante avaliar a dispersão temporal das chuvas, que normalmente é muito elevada na região tropical.

Os dados de precipitação são extremamente importantes, e em algumas situações essenciais, para muitas das atividades humanas, tais como: geração de energia elétrica, navegação fluvial, sistemas de irrigação (agricultura de forma geral), exploração de aqüíferos, sistemas de reservação e suprimento de água para cidades e complexos industriais, prevenção da erosão hídrica, obras de arte (pontes, viadutos, portos e obras para dispersão de poluentes em corpos da água) e ocupação do solo (com relação a áreas inundáveis).

A análise da precipitação é dificultada pela extrema aleatoriedade do fenômeno na natureza. Os métodos convencionais para o estudo da precipitação atuam no sentido de especializar a precipitação mensurada pontualmente em postos pluviométricos para toda a área de interesse. Desta forma, uma rede com elevado número de postos bem distribuídos em toda a área de interesse é necessária para um resultado satisfatório (CONTI, 2002).

A variabilidade espacial da precipitação é influenciada pelo posicionamento geográfico face aos sistemas de circulação global (latitude e longitude), pela altitude, pelo declive, pela distância relativa a fontes de umidade, pela temperatura e pela direção e intensidade dos ventos dominantes. A cobertura vegetal do solo é por sua vez, influenciada pelo regime climático dominante, estando por isso intimamente associado à variabilidade espacial da precipitação (NICOLAU, 2002).

A irregularidade (ou incerteza) da intensidade e ocorrência de chuva no tempo é uma das primeiras restrições para o desenvolvimento dos recursos hídricos e práticas de uso da água. Ao se desenvolver uma estratégia de âmbito regional para os recursos hídricos, com demandas atual e futura de água, encontram-se fatores dominantes para a tomada de decisão de prioridades para o desenvolvimento de grandes áreas ou demarcar os limites a fim de estabelecer a necessidades e viabilidade local. Uma medida de incerteza ou irregularidade de uma variável é a entropia. Usando a teoria de informação da entropia, definida por Shannon (1948), a incerteza de uma variável ou a incerteza de sua distribuição de probabilidade é o valor esperado negativo do logaritmo da Função de Densidade de Probabilidade (FDP) da variável.

Com relação à região Nordeste do Brasil (NEB), o Estado do Piauí apresenta-se como uma área de transição entre a região pobre em recursos hídricos (semiárido) e outra com mais disponibilidade de recursos (meio-norte), obtendo pontos em diferentes categorias de intensidade e densidade de entropia (GUEDES, et. al. 2010). Assim, é importante observar com mais detalhes a classificação dos seus recursos hídricos, tendo apenas dados do Piauí como referência, para entender melhor suas peculiaridades geográficas e influência física sobre a aleatoriedade da variável em questão.

A variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial, face à sua incerteza e irregularidade ao longo do tempo, constitui-se num problema crucial em estudos climatológicos. Esta variabilidade é ainda maior em regiões tropicais, particularmente no NEB, onde atuam vários sistemas atmosféricos, como a Zona de Convergência Intertropical, os Sistemas Frontais, as Brisas de Leste e os Vórtices Ciclônicos. Por outro lado, a temperatura média do ar apresenta baixa variabilidade, sendo, portanto, facilmente modelada em função das coordenadas geográficas, com alto nível de confiabilidade (SILVA et al, 2003).

Dentre os vários trabalhos publicados, que tratam da influência de fatores fisiográficos e climáticos na distribuição espaço temporais da precipitação numa região, podem ser citados: relevo (HENDRICK & COMER, 1970; O'CONNEL et al., 1979); altitude (SINGH, 1997); velocidade e direção do vento (CAFFEY, 1965; SEVRUK & NESPOR, 1998; SEVRUK & NEVENIC, 1998); e continentalidade (NICOLAU, 2002).

SILVA et al. (2003), analisando a precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na entropia, encontrou valores de entropia alto em locais com intensa precipitação, e baixas em locais de menores valores de precipitação e quando essa precipitação ocorre de forma irregular. Encontrando valores mais elevados da entropia para a região litorânea valores mínimos para o Cariri.

Em 1948, Claude E. Shannon (1916-2001) apresentou o conceito central da entropia de uma fonte de informação. Nascia aí a Teoria da Informação, e o conceito de entropia ganhava uma nova faceta: agora ele dizia como armazenar e transmitir informação de maneira mais econômica. Assim a noção de entropia cabia no contexto de probabilidades, e não necessariamente em teorias físicas como Termodinâmica ou Mecânica Estatística (clássica ou quântica). De certa forma, sua presença era assegurada pelos métodos estatísticos e não pelos conceitos mecânicos da teoria (LIMA et al., 2004).

Chapman (1986) aplicou o conceito de entropia condicional para comparar a eficiência de modelos hidrológicos. Rajagopal et al. (1987) apresentaram novas perspectivas para aplicação potencial da entropia em pesquisas relacionadas com recursos hídricos. Sonuga (1976) descreveu a aplicação do princípio da entropia no processo de modelagem de chuva-vazão, e observou que essa técnica pode ser utilizada quando a disponibilidade de dados é mínima.

KAWACHI et al. (2001) utilizaram o conceito de entropia para avaliar o grau de variabilidade da precipitação pluvial no Japão e obtiveram mapas de disponibilidade hídrica, que permitiram avaliar sua distribuição na parte continental do Japão.

Harmancioglu e Yevjevich (1987) aplicaram o conceito de entropia transferindo informações hidrológicas entre pontos de rio. Foi concluído pelos autores que transferindo informações hidrológicas entre pontos do rio, usando o conceito bivariado ou multivariado com correlações lineares ou não lineares, o conceito de entropia pode ser usado para medir toda ou parte da informação transmitida.

Segundo Belo Filho (2010), a precipitação constitui a principal variável do ciclo hidrológico. Por isso, ela pode ser utilizada para representar o potencial hídrico de uma região. A desordem ou a incerteza na intensidade e na ocorrência de chuvas ao longo do tempo é uma das restrições primária ao gerenciamento dos recursos hídricos e para utilização eficiente da água. Esse autor defende também que a teoria da entropia oferece uma forma natural para determinar os riscos associados aos sistemas ambientais ou aos recursos hídricos podendo servir como base de análise de confiança. Sua natureza é estatística ou probabilística e pode ser interpretada como uma medida da quantidade do caos ou como a falta de informação sobre o sistema. Hafner (2007) entende que a aceitação e a participação da sociedade são fundamentais para se alcançar o objetivo desejado seja qual for à alternativa de uso racional da água adotada. Dessa forma, ações educacionais devem ser adotadas para informar e conscientizar a sociedade.

Objetiva-se analisar a variabilidade dos padrões diários, mensais e anuais de ocorrência de chuva na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto observando o comportamento da entropia, da precipitação e dos desvios-padrão da entropia no período de 1960 a 1990.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização da área de estudo

A área da bacia hidrográfica é drenada pelo rio Uruçuí Preto e pelos afluentes Ribeirão dos Paulos, Castros, Colheres e o Morro da água, e pelos riachos da Estiva e Corrente, ambos perenes. A bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto (BHRUP), encontra-se preponderantemente encravada na bacia sedimentar do rio Parnaíba, constituindo-se como um dos principais tributários pela margem direita. Possui uma área total de aproximadamente 15.777 km², representando 5% do território piauiense e abrange parte da região sudoeste, projetando-se do sul para o norte em forma de lança (COMDEPI, 2002).

A bacia situa-se entre as coordenadas geográficas que determinam o retângulo de 07°18′16″ a 09°33′06″de latitude sul e 44°15′30″ a 45°31′11″ de longitude oeste de Greenwich. A área integra total ou parcialmente 6 folhas na escala 1:250.000. Em conformidade com a COMDEPI (2002), evidenciando um único conjunto de formas de relevo regional, dominadas pelas formas tabulares-planaltos e platôs, característicos das rochas sedimentares sub-horizontalizadas (Figura 1).

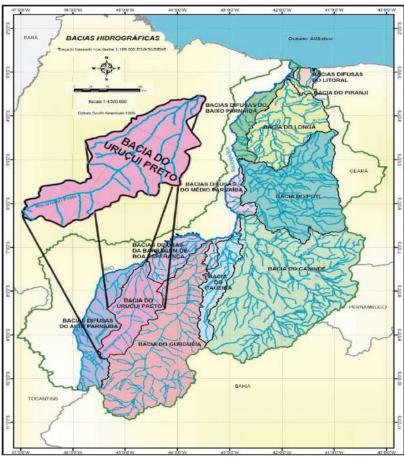


Figura 1. Localização da BHRUP (escala 1:1.000.000). Fonte: Adaptada por Medeiros (2013).

O rio principal tem extensão de 532 km, sua declividade média e de 2,1 m km-1, com uma área de 48,830 km2, abrangendo 49 municípios. A área da bacia é composta por 25 municípios e 24 fazendas. Os postos fluviométricos localizados nos município de Jerumenha e Cristino Castro registram vazões médias de 6,9 a 6,1 m³s-1 no trimestre mais seco. E vazões médias de 90 a 54 m³s-1 no trimestre mais chuvoso. A bacia tem cota de 500 metros com uma extensão de 532 km, sua declividade média é de 2,1 m km-1, com uma área de 48,830 km2.

Para a COMDEPI (2002), o fornecimento de água subterrânea na bacia do rio Uruçuí - Preto ocorre através de 04 (quatro) aquíferos, Serra Grande, Cabeças, Poti/Piauí e Formação Pedra de Fogo. A Formação Serra Grande estrutura-se preponderantemente de arenitos grosseiros e médios, conglomeráticos e conglomerados em vários níveis (creme a branco), com estratificação cruzada plana. Ademais, embora se configure como um dos mais destacados do Nordeste, inclusive, distribui-se por toda a Bacia Sedimentar do Parnaíba, não oferece eficientes possibilidades de exploração na região da bacia do rio Uruçuí - Preto em razão das grandes profundidades.

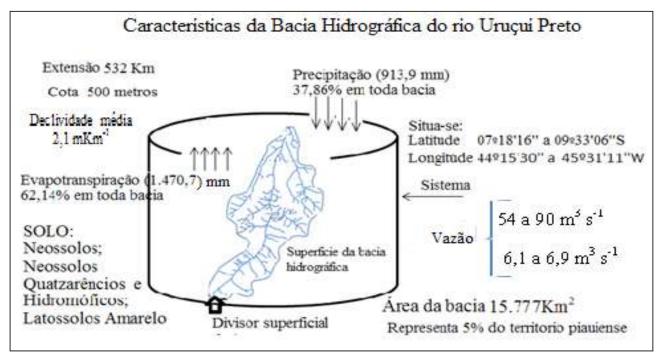


Figura 2. Sistema de superfície da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto e seus divisores de água. Fonte: Adaptada por Medeiros (2013).

Na área da BHRUP, os principais recursos hídricos são o rio Uruçuí Preto e seus afluentes pelas margens esquerda e direita sendo fonte de alimentação, renda, lazer, agricultura familiar e de sequeiro e, sobretudo, equilíbrio do ecossistema local.

As enchentes e as inundações já provocaram prejuízos e remoções de diversos povoados e vilas; historicamente as maiores cheias ocorreram entre os trechos dos médio e baixo Parnaíba, nas BHRUP; a ocorrência de enchentes é quase que periódica, dependo da qualidade do período chuvoso, e, pois nesta área não existem sistemas de contenção de enchentes e suas vazões são aleatórias, auxiliadas pelo relevo (SUDENE, 1999).

Solos

Geologicamente parte relativamente pequena da bacia, é constituída de terrenos cristalinos; entretanto, na maior parte da área afloram sedimentos da bacia sedimentar do Parnaíba. Apenas o Planalto da Bacia Sedimentar do Parnaíba é identificado como unidade morfo-estrutural na região e além de localizar-se na porção centro-oriental da Bacia Sedimentar do Piauí-Maranhão é constituída por uma sequência de sedimentos areno-argilosos, compondo as diversas formações sedimentares.

Conforme EMBRAPA (1986), as três classes mais frequentes de solos identificadas na bacia do rio Uruçuí - Preto são os Latossolos Amarelos (predominantes na bacia), Neossolos, Neossolos

Quartzarênicos e Hidromórficos.

Vegetação

De acordo com a COMDEPI (2002), a identificação e descrição da vegetação na região da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto encontram-se:

- a partir do topo das chapadas, com uma comunidade vegetal típica das savanas constituída de um estrato descontínuo composto de elementos arbustivos e arbóreos caracterizados por troncos tortuosos, casca espessa, folhas coriáceas e dossel quase sempre assimétrico. Entre as especies mais frequentes estão o barbatimão, o pau terra de folha larga e a simbaíba, e a superfície do solo é recoberta por um estrato graminoso de capim agreste;
- a começar das vertentes entre o topo das chapadas e o trecho plano por onde corre o rio Uruçuí Preto. Nessa vertente, o cerrado se desenvolve de forma mais fechada, composto por espécies de maior porte, entre as quais o pau d´arco.

Uso e ocupação do solo

Segundo o IBGE (2006) a classificação do uso e ocupação do solo da área em estudo foi realizada levando em consideração sete classes de uso. Na Tabela 1 pode-se observar a descriminação dos valores das áreas e seus percentuais de ocupação na área de estudo.

- Mata as fitofisionomias enquadradas foram: matas de galeria, matas ciliares, cerradão, veredas;
 - Cerrado a fitofisionomia cerrado no geral.
- Cerrado Quebrado área que já sofreu um processo de desmatamento e atualmente esta em processo de regeneração natural, sendo denominado desta forma devido à presença de algumas espécies nativas, havendo uma menor diversidade de espécies.
- Queimada áreas onde houve a ação do fogo seja pela ação antrópica para se efetuar limpeza de certas áreas ou por processo de combustão natural do cerrado.
 - Agricultura áreas de plantio de grãos, dos projetos e fazendas do entorno da região.
- -Área Antropizada áreas utilizadas pelas comunidades, como áreas residenciais, pequenas roças, pastos e outras atividades antrópicas.
 - Agua cursos da água, rios, riachos, córregos, lagos e lagoas.

Uso	Área (há)	%
Mata	10.103,62	4.6
Cerrado	177.111,32	81.3
Queimada	14.194,13	6.5
Agricultura	751,76	0.3
Área Antropizada	1.952,80	0.9
Água	248,88	0.1

Tabela 1. Quantificação do uso e ocupação do solo e porcentagem das classes. Fonte: IBGE (2006).

Apenas terras ribeirinhas e estreitas, áreas próximas às aglomerações urbanas, eram usadas por pequenos produtores para desenvolver atividades de subsistência. Com o desenvolvimento e a expansão agropecuária e mineral grande áreas terrestres estão sendo utilizadas para as finalidades supracitadas, e não levam em considerações alguns elementos meteorológicos que podem minimizar as ocorrências de prejuízos de efeitos anômalos que podem vier acontecer.

Com a descoberta da área do Cerrado e a chegada de agricultores, produtores, latifundiários e indústria para implantação de novas culturas agrícolas como: soja, mamona, girassol, mandioca, milho, sorgo, arroz, feijão e de outras monoculturas, vem ocorrendo uma urbanização crescente na área de estudo, além do desenvolvimento das cidades (CEPRO, 2003).

Clima

Os regimes pluviométricos municipais possuem uma distribuição irregular espacial e temporal, que é uma característica do Nordeste brasileiro, em função disto a sua sazonalidade de precipitação concentra quase todo o seu volume durante os cinco meses no período chuvoso (Silva, 2004).

Segundo a classificação de Köppen distinguem-se dois tipos climáticos na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto o Aw, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno; Bsh, semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco. A temperatura média mensal ao longo dos anos mantém acima dos 25 °C, embora ocorram, frequentemente, mínimas e máximas absolutas acima da normalidade durante o inverno.

Entre os meses de novembro a março os índices pluviométricos são elevados com precipitações superiores a 100 mm. E nos meses de abril a outubro a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto sofre com a escassez de água. Essas características climáticas causam uma alta variabilidade no volume dos mananciais, causando assim, em períodos de seca, a redução da quantidade e qualidade da água dos reservatórios à medida que os nutrientes são concentrados com a perda do volume de água pela evaporação e evapotranspiração.

A precipitação pluvial passa a ser a única fonte de suprimento de água. Por isso, ao escoar superficialmente a água é barrada em pequenos açudes e usada para o abastecimento e irrigação. Além disso, muitas vezes, uma pequena fração é captada e armazenada em cisternas para fins potáveis. No entanto, este elemento do clima é extremamente variável tanto em magnitude quanto em distribuição espacial e temporal para qualquer região e, em especial, no nordeste brasileiro (Almeida e Silva, 2004; Almeida e Pereira, 2007).

O regime de precipitação que compreende a área de estudo começa com as chuvas de préestação, iniciando-se na segunda quinzena do mês de outubro. A caracterização do período chuvoso começa nos primeiros dias do mês de novembro e prolonga-se até o mês de março, tendo como trimestre mais chuvoso os meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Os fatores provocadores de chuva apresentam-se em predominância para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, são as formações de linhas de instabilidade transportadas pelos ventos alísios de Sudeste/Nordeste, trocam de calor, vestígios de frentes frias quando das suas penetrações mais ativas, formações de aglomerados convectivos, orografia, contribuições de formação de vórtices ciclônicos, esteira transportadora, orografia e os efeitos locais, são fatores que aumentam o transporte de vapor d'água e umidade e consequentemente a cobertura de nebulosidade.

Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de sete a oito horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido ás falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) no quadrimestre (dezembro, janeiro, fevereiro, março) é esperada. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos desativados. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores a dezenove (19) dias mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre. Medeiros, (2013).

Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de sete a oito horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido ás falhas dos siste-

mas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) no quadrimestre (dezembro, janeiro, fevereiro, março) é esperada. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos desativados. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores a dezenove (19) dias mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre. Medeiros, (2013).

Utilizaram-se dados de precipitação pluviométricas totais mensais médios e anuais no período de 1960 a 1990. Os dados de precipitações mensais históricos utilizados foram obtidos de uma série histórica de 30 anos (1960 a 1990), pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí (EMATERPI).

Os dados de precipitação diárias e mensais são provenientes dos anos de 1960 a 1990, dos pluviômetros "Ville de Paris", onde em alguma localidade foram realizados os preenchimentos de falhas para alguns meses sem dados.

Ordem	Posto	Município	Latitude	Longitude	Altitude
			0 /	0 1	metros
1	Alvorada Gurguéia	Alvorada Gurguéia	08 25	43 46	281,0
2	Alto Parnaíba – MA	Alto Parnaíba - MA	09 07	45 56	220,0
3	Avelino Lopes	Avelino Lopes	10 08	43 57	400,0
4	Fazenda Vereda da Mata	Avelino Lopes	10 22	43 58	500,0
5	Fazenda Viração	Avelino Lopes	09 53	43 54	430,0
6	Barreira do Piauí	Barreira do Piauí	09 57	45 29	500,0
7	Bom Jesus	Bom Jesus	09 04	44 21	220,0
8	Fazenda Conceição	Bom Jesus	08 46	44 24	390,0
9	Fazenda Barra Verde	Bom Jesus	09 18	44 31	260,0
10	Colônia do Gurguéia	Colônia do Gurguéia	08 10	43 48	200,0
11	Corrente	Corrente	12 26	45 09	434,0
12	Fazenda Barra	Corrente	10 03	45 04	490,0
13	Fazenda Caxingó	Corrente	10 31	45 13	500,0
14	Fazenda Jenipapeiro	Corrente	10 39	45 11	510,0
15	Cristalândia do Piauí	Cristalândia do Piauí	10 39	45 11	600,0
16	Cristino Castro	Cristino Castro	08 48	44 13	220,0
17	Fazenda Lagoa Grande	Cristino Castro	08 33	44 32	320,0
18	Fazenda Japeganga	Cristino Castro	08 44	43 56	240,0
19	Fazenda Malhadinha	Cristino Castro	08 26	43 52	180,0
20	Curimatá	Curimatá	10 02	44 17	350,0

21	Fazenda São Francisco	Curimatá	10 28	44 03	600,0
22	Currais	Currais	09 00	44 24	320,0
23	Elizeu Martins	Elizeu Martins	08 12	43 23	210,0
24	Fazenda Puca	Elizeu Martins	08 03	43 39	280,0
25	Fazenda Chupeiro	Elizeu Martins	08 02	43 28	320,0
26	Gilbués	Gilbués	09 50	45 21	500,0
27	Fazenda Melancia	Gilbués	04 10	45 15	380,0
28	Fazenda Santa Maria	Gilbués	09 13	45 16	370,0
29	Fazenda Boqueirão dos Felipes	Gilbués	09 45	45 40	580,0
30	Fazenda Bela Vista	Gilbués	09 42	45 23	520,0
31	Fazenda Galheiro	Gilbués	10 03	45 22	630,0
32	Julio Borges	Julio Borges	10 19	44 14	389,0
33	Manoel Emídio	Manoel Emídio	07 59	43 51	200,0
34	Monte Alegre do Piauí	Monte Alegre do Piauí	09 45	45 17	454,0
35	Fazenda Paus	Monte Alegre do Piauí	09 33	44 41	280,0
36	Fazenda Vereda da Glória	Monte Alegre do Piauí	09 45	44 52	290,0
37	Fazenda Regalo	Monte Alegre do Piauí	09 47	45 02	520,0
38	Morro Cabeça no Tempo	Morro Cabeça no Tempo	09 43	43 54	479,0
39	Palmeira do Piauí	Palmeira do Piauí	08 48	44 18	268,0
40	Parnaguá	Parnaguá	10 13	44 38	316,0
41	Fazenda Barreiro	Parnaguá	09 59	44 37	310,0
42	Fazenda Mocambo	Parnaguá	09 56	43 56	300,0
43	Redenção Gurguéia	Redenção Gurguéia	09 30	44 36	365,0
44	Riacho Frio	Riacho Frio	10 07	44 57	400,0
45	São Gonçalo do Gurguéia	São Gonçalo do Gurguéia	10 01	45 18	440,0
46	Santa Filomena	Santa Filomena	09 05	46 51	380,0
47	Fazenda Cachoeira	Santa Filomena	09 15	45 43	380,0
48	Santa Luz	Santa Luz	08 55	44 03	340,0
49	Sebastião Barros	Sebastião Barros	10 49	44 50	360,0

Tabela 1: Relação dos postos pluviométricos, municípios e fazendas e suas respectivas coordenadas geográficas para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na Chapada das Mangabeiras. Fonte: Medeiros (2013).

3. Resultados e discussões

O regime de precipitação que compreende os municípios e as fazendas da bacia hidrográfica do rio Uruçui Preto, localizado na região sul do regime de precipitação do estado, insere-se na faixa das isoeitas de 478,7 a 1.413,3 mm, com uma precipitação média anual em torno de 858,6 mm. As chuvas de pré-estação, iniciando-se na segunda quinzena do mês de outubro, a caracterização do período chuvoso começa nos primeiros dias do mês de novembro e prolonga-se até o mês de março, tendo como trimestre mais chuvoso os meses de dezembro, janeiro e fevereiro de conformidade com Medeiros, (2013).

Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de seis a nove horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido ás falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) no quadrimestre (dezembro, janeiro, fevereiro, março) é esperada. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos desativados. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores a dezoito (18) dias mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre, (MEDEIROS, 2013).

A análise da pluviosidade nas estações seca e chuvosa permite perceber a variabilidade na distribuição espacial e temporal das chuvas (Figura 4), devido uma barreira topográfica que interfere significantemente na passagem do ar úmido proveniente dos vestígios das frentes fria. No período chuvoso, que se estende de outubro a abril, o total médio pluviométrico da área em estudo varia entre 53,8 a 180,8 mm. Já no período seco, que se estende de maio a setembro, esta área permanece com totais pluviométricos flutuando entre 0,8 a 22,0 mm. A variabilidade dos índices pluviométricos entre os quarenta e nove postos flutuam de 478,7 a 1.413,3 mm, esta flutuações bruscas se devem a barreira topográfica e aos números de anos de coletas das chuvas, ou seja, alguns municípios como Alvorada do Gurguéia, Avelino Lopes, Colônia do Gurguéia e Manoel Emidio tem uma série pluviométrica de 17 anos. A vegetação predominante é a parque e em menor proporção, manchas de cerrado e caatinga arbórea, o que comprova a ocorrência de um clima relativamente mais úmido.

É bom lembrar que os índices pluviométricos e a sua distribuição sazonal são decorrentes da conjugação entre os mecanismos dinâmicos da atmosfera, que têm influência regional, portanto extrapolando os limites da bacia, e os fatores estáticos, de influência local.

A configuração do relevo e os vestígios de entrada das frentes frias com maiores atividades são fatores decisivos para a distribuição espacial e temporal das chuvas e determinantes para os processos termodinâmicos em toda área de estudo.

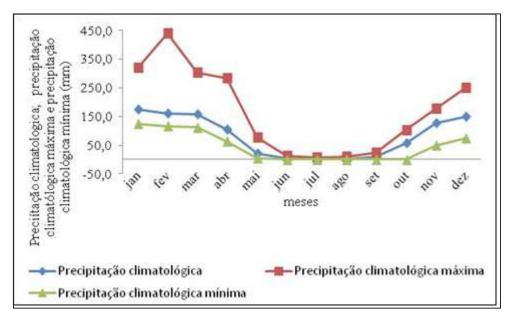


Figura 2: Gráfico da distribuição espacial das chuvas máximas, médias e mínimas anuais para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Fonte: Medeiros (2013).

De qualquer modo, considerando que a pluviosidade tende aumentar das baixas para as altas altitudes, é possível que nos topos das chapadas da área central da bacia os índices sejam ligeiramente maiores se comparados aos vales. A ausência de dados no topo da bacia não permite confirmar tal possibilidade.

PRECIPITAÇÃO E ENTROPIA MÉDIA				
Precipítação média – 937,6 mm	Entropia média – 5,23 bits			
Valor maximo – 1.945,6 mm	Valor maximo - 6,12 bits			
Valor mínimo – 577,5 mm	Valor mínimo – 4,51 bits			
Desvio padrão – 709,2 mm	Desvio padrão – 0,80 bits			
Coeficiente de variância - 0,756%	Coeficiente de variância – 0,154%			
PRECIPITAÇÃO E ENTROI	PIA DO PERÍODO CHUVOSO			
Precipítação período chuvoso - 813,5 mm	Entropia período chuvoso – 4,50 bits			
Valor maximo – 1778,1 mm	Valor maximo – 5,40 bits			
Valor mínimo – 532,0 mm	Valor mínimo – 3,75 bits			
Desvio padrão – 653,5 mm	Desvio padrão – 0,82 bits			
Coeficiente de variância – 0,803%	Coeficiente de variância – 0,185%			
PRECIPITAÇÃO E ENTROPIA DO PERÍODO SECO				
Precipítação período seco – 126,8 mm	Entropia período seco – 0,50 bits			
Valor maximo – 359,1 mm	Valor maximo – 1,14 bits			
Valor mínimo – 48,5 mm	Valor mínimo – 0,34 bits			
Desvio padrão – 161,6 mm	Desvio padrão – 0,41 bits			
Coeficiente de variância – 1,275%	Coeficiente de variância – 0,764%			

Tabela 2: Valores da precipitação média, período chuvoso e período seco, entropia média, período chuvoso e período seco, valores máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variância da precipitação e entropia média e dos períodos chuvoso e seco para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na Chapada das Mangabeiras. Fonte: Dados da Pesquisa (2013).

A Tabela 2, tem-se um resumo dos parâmetros estatisticos para os valores da precipitação média, período chuvoso e período seco, entropia média, período chuvoso e período seco, valores máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variância da precipitação e entropia média e dos períodos chuvoso e seco para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na Chapada das Mangabeiras.

Destacamos os valores dos coeficientes de variâncias com alta significância para os índices de precipitações e os da entropia, os valores das entropias médias, para o período chuvoso e o período, com ênfase a entropia do período seco com sendo a mais baixa entre os períodos.

Na Figura 3, tem-se o demonstrativo do gráfico da distribuição da chuva média anual e da entropia média para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras, observa-se a variabilidade da entropia média com oscilação entre 4,6 a 6,0 bits, com destaque para a fazenda Vereda da Mata, Curimatá, Manoel Emidio, Paranaguá e Sebastião Barros, onde ocorreram baixos valores de precipitações médios seguidos de entropias médias baixas.

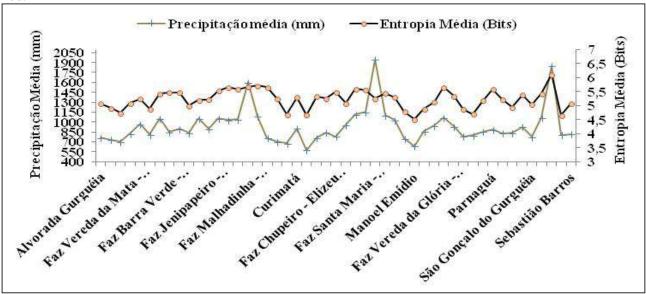


Figura 3. Gráfico da distribuição da chuva média anual e da entropia média para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Fonte: Medeiros (2013).

A Figura 4. Demonstram a distribuição da precipitação e entropia no período chuvoso para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Observa-se que altos valores de precipitações estão sendo representados por baixos valores de entropias e alto valores de entropia ocorrem baixos valores de precipitações com exceções para as localidades Fazenda vereda da Mata onde os índices pluviometricos e a entropia fora elevados, Maneol Emidio e Sebastião Barros com indices de precipitação e entropias baixos, fazenda Malhadinha com indices de precipitação alto e entropia baixa, estas fluações acima e abaixos nos índices referencaidos devem-se a flutaução dos fatores provocadores de chuvas e aos efeitos locais.

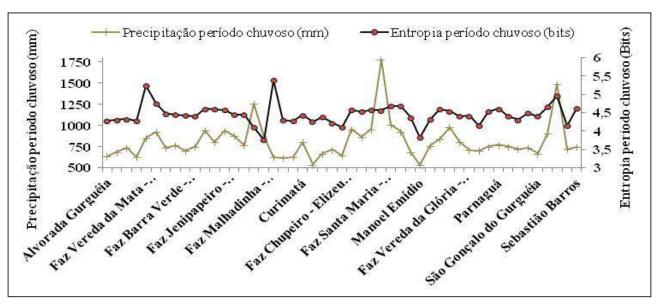


Figura 4: Gráfico da distribuição da precipitação no período chuvoso e da entropia para o período chuvoso da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Fonte: Medeiros (2013).

Na Figura 5. Têm-se os Gráficos das distribuições da precipitação e da entropia para o período seco da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Observa-se que a predominanccaia de altas entropias para baixos indices de pluviosidade em quase toda área de estudo, com excessão para as fazendas Malhadinha, Chupeiro, vereda da Goria e Sebastiao Barros que a elevação da entropia segue os altos valores da precipitação para o periodo seco.

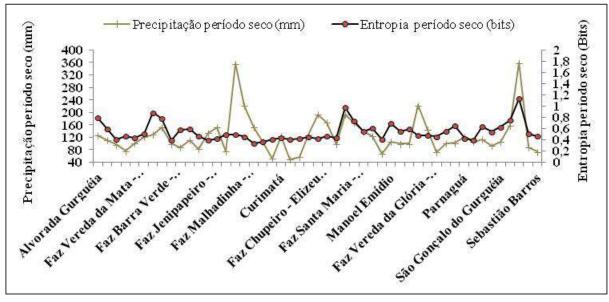


Figura 5. Gráfico da distribuição da precipitação no período seco e da entropia para o período seco da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí, na área territorial da Chapada das Mangabeiras. Fonte: Medeiros (2013).

4. Conclusões

Encontraram-se valores de entropia alto em locais com intensa precipitação, e valores de entropias baixas em locais de menores valores de precipitação e quando essa precipitação ocorre de forma irregular, obtendo pontos em diferentes categorias de intensidade e densidade de entropia, assim, é importante observar com mais detalhes a classificação dos seus recursos hídricos, tendo apenas dados da área estudada como referência, para entender melhor suas peculiaridades geográficas e influência física sobre a aleatoriedade da variável em questão.

A bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, apresenta significativa heterogeneidade climática, o que cria variados cenários em relação à disponibilidade e demanda hídrica. O fator clima atua dinamicamente junto com outros atributos do meio físico e biótico e é determinante quanto à ocorrência de significativas distinções geoambientais internas à bacia, incluindo diferenças ecológicas e até influências em padrões culturais e modos de uso dos recursos naturais.

Os resultados poderão colaborar para uma otimização das atividades agrícolas e outros aproveitamentos hídricos que exigem identificação de situações em que o clima é o fator limitante. Novas alternativas de uso e ocupação territorial, afinadas com a realidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – Piauí deve ser avaliada.

O desvio-padrão da entropia anual varia uniformemente aos valores de entropia, mostrando com isso uma pequena oscilação de seus dados em torno dos valores médios.

A técnica da entropia se constitui uma ferramenta mais apropriada para expressar a variabilidade de dados em torno da média do que a técnica convencional do desvio-padrão.

A variabilidade dos padrões de ocorrência de precipitação na área referenciada é maior nos períodos de La Niña do que nos períodos de EL Niño, com valores de entropia anual oscilando entre 4,51 bits (mínimo) e 6,12 bits (máximo), com um valor médio de 5,23 bits, no período chuvoso a entropia oscila entre 3,75 (mínimo) e 5,40 bits (máximo) com um valor médio de 4,50 bits, já para o período seco tem-se uma entropia oscilando de 0,34 (mínimo) e 1,14 (máximo) com uma média de 0,50 bits. Os coeficientes de variância médios são de 0,154% e os coeficientes de variância para os períodos chuvosos e secos fluem entre 0,185 a 0,764%.

5. Agradecimentos

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico, pela concessão de bolsa de doutorado e mestrado respectivamente. Assim como, a Engenheira Eletricista Eyres Diana Ventura Silva pela elaboração do programa de entropia aqui utilizado.

Referências

BELO FILHO, A. F. **A teoria da entropia aplicada no estudo da precipitação pluvial e da vazão fluvial no nordeste do Brasil**. 53f. (Tese de Doutorado). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

CAFFEY, J. E. Inter-station correlations in annual precipitation and in annual effective precipitation. **Hydrology Papers**, Colorado State University, n. 6, junho 1965.

CHAPMAN, T. G. Entropy as a measure of hydrologic data uncertainty and model performance. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.85, n.1, p.111-126, 1986.

CONTI, G. C. Estimativa da Precipitação Através de Técnicas de Sensoriamento Remoto: Estudo de Caso para o Estado do Rio Grande do Sul (**Dissertação de Mestrado**). Instituto de Pesquisas

Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

COMDEPI. Companhia de desenvolvimento do Piauí. **Estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto**. Teresina, 2002.

EMBRAPA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Vol. SNLCS. Rio de Janeiro, 1986.

GUEDES, R. V. S.; SOUZA, S. S.; SOUSA, F. A. S. Uso da entropia e da análise de agrupamento na avaliação da disponibilidade potencial de recursos hídricos do Nordeste do Brasil. **Revista Ambiente & Água,** Taubaté, v. 5, n. 2, p. 175-187, 2010.

HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

HARMANCIOGLU, N. & YEVJEVICH, V. Transfer of hydrologic information among river points. **Journal of Hydrology**, n. 91, p. 103-118, 1987.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em: 17 fevereiro. 2013.

HENDRICK, R. L. & COMER, G. H. Space variations of precipitation and implications for raingage network design. **Journal of Hydrology**, v. 10, p. 151- 163, 1970.

KAWACHI, T.; MARUYAMA, T.; SINGH, V. P. Rainfall entropy delineation of water resources zones in Japan. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.246, n.1, p.36-44, 2001.

LIMA, B. N. B.; CIOLETTI, L. M.; CUNHA, M. O. T.; BRAGA, G. A. Entropia: introdução à Teoria Matemática da (des)Informação. **Minicurso apresentado na II Bienal da SBM**, Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, 2004.

MEDEIROS, R. M. Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. Março. 119 pp. 2013.

NICOLAU, M. R. R. C. Modelação e Distribuição Espacial de Precipitação uma Aplicação a Portugal Continental. **Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor**. Universidade Nova de Lisboa, 356p. 2002.

O'CONNELL, P. E. A case of rationalization of a rain gage network in southwest England. **Water Resources Research**, v.15, n.6, p.1813-1822, 1979.

RAJAGOPAL, A. K.; TEITLER, S.; SINGH, V. P. Some new perspectives on maximum entropy techniques in water resources research. In: Singh, V. P. (Ed) Hydrologic frequency modeling. Dordrechet: **D. Reijel Publishing**, p.247-366, 1987.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communications**. Urbana: University Illinois Press, 1948, 125p.

SILVA, V. P. R.; CAVALCANTI, E. P.; NASCIMENTO, M. G. & CAMPOS, J. H. B. C. Análise da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n. 2, p. 269 – 274 2003.

SINGH, V. P. The use of entropy in hydrology and water resources. Hydrological Processes, v. 11,

V CBEAAGT-

n. 1, p. 587-626, 1997.

SONUGA, J. O. Entropy principle applied to the rainfall-runoff process. **Journal of Hydrology, Amsterdam**, v.30, n.1, p.81-94, 1976.

SEVRUK, B.; NESPOR, V. Empirical and theoretical assessment of the wind induced error of rain measurement. **Water Science & Technology**, v. 37, n. 11, p. 171-178, 1998.

SEVRUK, B.; NEVENIC, M. The geography and topography effects on the areal pattern of precipitation in a small prealpine basin. **Water Science & Technology**, v. 37, n. 11, p. 163 - 170, 1998.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí**. Recife, 1990 (Série Pluviometria, 2).

Análise de eventos pluviométricos na região serrana de Martins e Portalegre, estado do Rio Grande do Norte, como subsídio à prevenção de desastres

GERALDO BRAZ SILVA SANTOS RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO

Resumo

A presente pesquisa teve por objetivo sistematizar e analisar os dados de precipitação da região serrana de Portalegre e Martins, no Médio Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, considerando a série temporal entre 2004 e 2014. Os municípios estudados foram Portalegre e Martins situados na serra e Umarizal e Francisco Dantas que se situam na Depressão Sertaneja a montante e a jusante, respectivamente. Como método, foram escalonados os eventos pluviométricos em quatro níveis. considerando a medição no período de 24 horas. Os episódios com precipitação acima de 60 mm em 24 horas foram considerados como eventos extremos e sua ocorrência ao longo da série temporal recebeu tratamento estatístico com a finalidade de revelar o comportamento evolutivo. Conclui-se que os eventos acima de 61 mm guardam estreita relação com a quantidade de precipitação anual, ou seja, anos com precipitação acima de 1.000 mm géralmente foram os que mais apresentaram eventos extremos. A distribuição desses eventos ao longo da série temporal, não apresenta um padrão de comportamento evolutivo, sendo comum a aleatoriedade e a vinculação a quantidade de chuvas anuais.

Palavras-Chaves: Eventos extremos; precipitacões críticas; mudancas climáticas.

Abstract

This research aimed to systematize and analyze the rainfall data in the mountainous region of Portalegre and Martins, in the Middle West of the State of Rio Grande do Norte, considering the timeline between 2004 and 2014. The municipalities studied were Portalegre and Martins located in the sierra and Umarizal and Francisco Dantas who are in the Country Depression upstream and downstream, respectively. As a method, the rainfall events were graded into four levels, considering the measure in a 24 hours period. The episodes with precipitation over 60 mm within 24 hours were considered extreme events and their occurrence along the time series received statistical processing in order to reveal the evolutionary behavior. It is concluded that the events above of 61 mm are closely related to the amount of annual rainfall, years with rainfall above 1,000 mm generally were the most extreme events presented. The distribution of these events over the timeline does not show a pattern of evolutionary behavior, being typical the randomness and the conecting amount of annual rainfall.

Keywords: Extreme events; critical rainfall; climate changes.

1. Introdução

O clima da terra vem sofrendo alteração desde os tempos mais antigos que foram de períodos muito quentes até eras glaciais, contudo, isso ocorre em uma escala de tempo geológica. Essas mudanças são de origem natural e fazem parte da própria dinâmica climática do planeta. São fatores que estão ligados ao fenômeno do efeito estufa, causado pela concentração de gases (vapor de água, dióxido de carbono e metano) na atmosfera terrestre e que proporciona o aquecimento do globo, fundamental para a vida como conhecemos com a diversidade de ambientes encontrados.

Entretanto, principalmente diante da revolução industrial, a emissão dos gases que causam o efeito estufa vem gerando uma maior concentração desses gases na atmosfera o que pode resultar em um aumento significativo na temperatura em um curto espaço de tempo, levando ao aquecimento global. Dentre as atividades humanas que contribuem para isso estão à queima de combustíveis fósseis, devastação de florestas e plantações agrícolas, liberando dióxido de carbono, metano e óxido nitroso na atmosfera (MILLER JR, 2007).

Possíveis mudanças nas condições climáticas podem intensificar fenômenos extremos, como ondas de calor, ondas de frio, fortes chuvas e enchentes, secas, segundo projeções de modelos globais de clima (MARENGO, 2006). Isso pode contribuir para diversas catástrofes e intensificar desastres naturais.

Em decorrência disso, tem sido feito vários esforços para que os impactos da mudança climática na vida humana sejam minimizados. Destaque para o Protocolo de Quioto a nível internacional com o objetivo de reduzir a emissão de gases no mundo, e no Brasil o marco legal é a Política Nacional Sobre Mudança do Clima, que visa, entre outros pontos, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático (BRASIL, 2009).

Como um dos fatores que pode ser afetado pelas mudanças climáticas são os eventos pluviométricos extremos, existe grande preocupação com isso, principalmente devido à precipitação se caracterizar como principal entrada de água no sistema hidrológico. Essas alterações podem ser significativas e o regime hidrológico ser afetado como um todo. No Brasil, os desastres naturais mais comuns estão diretamente ligados aos eventos extremos de precipitação, sendo os mais representativos as inundações e escorregamentos. Por isso, surge a necessidade de monitorar e estudar a intensidade das precipitações em áreas suscetíveis a desastres, visando à prevenção e redução de riscos (MEDEIROS E BARROS, 2013).

As chuvas extremas são caracterizadas pela grande lâmina precipitada, durante curto intervalo de tempo e são potenciais causadoras de prejuízos materiais e humanos (SILVA et al., 2003). Além das condições naturais com condições propícias a ocorrência de desastres, há ainda o agravante antrópico de ocupação de áreas vulneráveis. Diante disso, Vedovello e Macedo (2007) afirmam que os ambientes mais propícios para a ocorrência de deslizamentos são as localidades situadas em regiões serranas e áreas de intensa urbanização. Os desastres naturais são fenômenos naturais severos, que influenciado pelas características regionais, tem como consequências danos materiais e humanos bem como prejuízos socioeconômicos (KOBIYAMA et al.,2006). Em relação à ocorrência de desastres o acesso à informação adequada e geração de dados é extremamente relevante, para minimizar os efeitos causados (CARDOSO et al., 2014). Por isso, torna-se necessário o levantamento de informação e análise das condições pluviométricas que possam influenciar nos desastres naturais.

Apesar de o Brasil possuir uma legislação ambiental criteriosa em relação à ocupação de áreas frágeis, como encostas e topos de morros, o que ocorre é a ocupação desordenada dessas áreas seja para construção de moradia, seja para agricultura.

Os municípios de Martins e Portalegre, por estarem situados em região serrana, possuem um

número considerável de áreas de encostas e outras áreas vulneráveis a ocupação. Bezerra et al (2008), mapeou as Áreas de Preservação Permanente de Martins, onde entre elas, a área de encosta totalizou 50,43ha (equivalente a 0,91% das APPs) e os topos de morros abrangem a maior área do município, com 4.349,74ha (correspondendo a 78,21% das APPs). Com a ocorrência de eventos pluviométricos extremos, essas regiões podem sofrer com desastres naturais severos se não houver um adequado ordenamento territorial, com o monitoramento de áreas de risco.

No bioma Caatinga existe uma grande variabilidade nas médias das chuvas, que vão de pouco menos de 300mm, na região dos Cariris Velhos da Paraíba, até médias superiores a 1000mm em áreas de limites com outros biomas Reddy (1983 Apud SAMPAIO, 2010). Além das características de relevo, existe uma diferença climática dos dois municípios serranos em relação ao seu entorno. Esta diferença está contida no regime de chuvas, apresentando uma precipitação superior em relação às regiões vizinhas.

O presente estudo tem como objetivo identificar e analisar a ocorrência dos eventos pluviométricos extremos nos municípios de Martins e Portalegre nos últimos dez anos e sua possível relação com desastres naturais. Foram objetivos específicos: levantar o histórico da precipitação; enquadrar a precipitação em classes; comparar os eventos extremos dos municípios serranos com os municípios que estão a barlavento e sotavento.

2. Procedimentos metodológicos

Para realização desse estudo foram realizadas pesquisas bibliográficas, com consulta a artigos científicos, livros; e pesquisa documental foi realizada a um banco de dados com registro diário de precipitação nos municípios, no período de 2004 a 2014. A diferença entre essas duas pesquisas é que a primeira é resultado das contribuições dos diversos autores em relação a um determinado assunto, e a segunda são materiais que ainda não receberam um tratamento analítico (GIL, 2008).

Esta pesquisa se iniciou com a tabulação de dados de precipitação disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN). Após isso os dados foram enquadrados em quatro categorias para facilitar a análise dos eventos pluviométricos nos municípios estudados no decorrer dos anos.

Os eventos extremos (aqueles que requerem maior atenção) foram considerados todos os eventos registrados acima de 61 mm dentro de um período de 24 horas. Isso se justifica pelas condições ambientais dos municípios serranos, onde a quantidade de áreas mais suscetíveis a desastres, como os deslizamentos e os escorregamentos, é mais significativa do que em áreas mais planas.

Na série temporal analisada, os municípios de Francisco Dantas e Umarizal, apresentaram, cada um, ausência de medição da pluviometria. Francisco Dantas no ano de 2004 e Umarizal no ano de 2011.

Após as análises comparativas entre os quatro municípios, o passo seguinte foi à adoção da estatística descritiva para tratamento dos dados pluviométricos. Calculou-se a média, mediana, máx./min., variância e o desvio padrão dos eventos ao longo dos anos.

2.1 Área de estudo

Os quatro municípios (Figura 1) – Martins, Portalegre, Umarizal e Francisco Dantas - estão situados na bacia hidrográfica do Rio Apodi Mossoró. Sendo que Martins e Portalegre estão situados em regiões serranas, Portalegre com altitude de 642m (MEDEIROS; MEDEIROS, 2012) e Martins apresenta uma altitude de 703m (BEZERRA et al, 2008).



Figura 1 – Municípios analisados.

3. Resultados e discussões

3.1 Análise da pluviometria

De acordo com as séries históricas de precipitação diárias, com tabulação e enquadramento em classes, que representam a pluviometria em milímetros (mm), foram elaborados os gráficos de cada um dos municípios, com o objetivo de analisar o comportamento do regime de chuvas nos quatro municípios.

Em 2009 foi o ano mais chuvoso em Martins, com praticamente 2.000mm de precipitação registrada (1.999,7mm). Nesse mesmo ano pode-se perceber que houve a maior incidência de eventos até 30mm (Figura 2). O ano com maior número de eventos acima de 61mm foi 2004, com 8 eventos, onde foi registrado um total de chuvas de 1.550,2mm. Em 2006, esse número quase foi atingido novamente, chegando a 7 ocorrências. Contudo, o regime de chuvas foi um pouco menor, chegando a 1.467,5mm. No ano mais chuvoso desse intervalo temporal, em 2009, onde a precipitação total chegou a 1.999,7mm, o número de eventos superiores a 61mm atingiu a marca de 6 registros. Portanto, apesar de começar com uma tendência, não se estabelece como regra a relação entre anos mais chuvosos e o registro de número alto de eventos extremos. (Nem sempre os anos mais chuvosos vão ser os que terão maior número de eventos extremos).

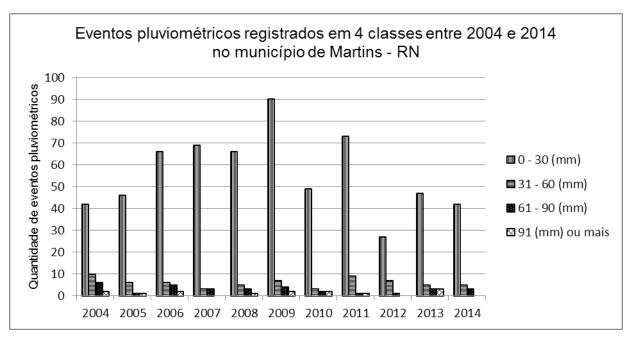


Figura 2 - Série histórica pluviométrica: Martins.

Dois anos de chuvas excepcionais em Portalegre foram os anos de 2004 (1.946,2mm) e 2009 (1.878,9mm). Pôde-se perceber, como no caso de Martins, que quanto mais chuvoso o ano existe uma tendência à ocorrência de mais chuvas torrenciais, como no ano de 2004, que choveu quase 2000mm e houve 7 eventos acima de 61mm; em 2008, com total de chuvas registradas em 1.601,4mm, ocorreram 6 eventos acima de 61mm; em 2009, a precipitação chegou a 1.878,9mm, e houveram 8 eventos; em 2013, as chuvas atingiram a marca de 1.146mm e foram registrados 6 eventos superando a marca de 61mm (Figura 3). Portanto, apesar da tendência, o ano que totalizou o maior número de eventos extremos – 2009 – (acima de 61mm) não foi o que mais choveu. Contudo, como a diferença de pluviometria foi pequena, a tendência é mesmo que anos chuvosos possuam mais eventos extremos.

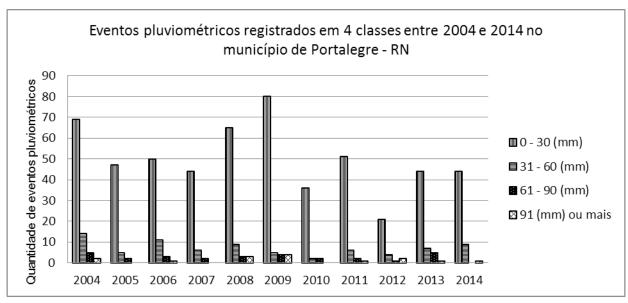


Figura 3 – Série histórica pluviométrica: Portalegre.

Em relação a Martins e Portalegre, Francisco Dantas apresenta uma pluviometria média bem inferior (Figura 4). Isso resulta também no número de eventos extremos, como demonstrado no gráfico, são poucas ocorrências registradas, mesmo nos anos mais chuvosos no município, onde o total da pluviometria atingiu em 2008 1.197,1mm e em 2009 que chegou a marca de 1.149,8mm. Esses anos de chuvas excepcionais coincidiram com o registro máximo de eventos extremos no município nos últimos dez anos, onde se totalizaram quatro eventos em ambos os anos.

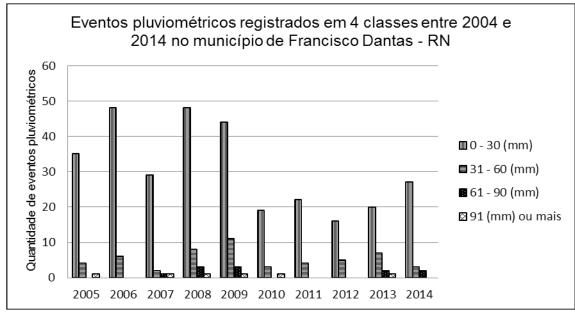


Figura 4 – Série histórica pluviométrica: Francisco Dantas.

No município de Umarizal, o ano mais chuvoso coincidiu com o ano em que aconteceu o maior número de eventos extremos (Figura 5). A pluviometria atingiu 1.452,9mm, no ano de 2004, onde foram registrados seis eventos superiores a 61mm/24h. Posteriormente, não houve registros significativos de eventos extremos, somente no ano de 2004 que foram registrados 4 eventos. Mesmo nos anos mais chuvosos, como em 2008 e 2009, onde a pluviometria ficou entorno de mil milímetros, o número de eventos extremos foi baixo (1 e 2 respectivamente).

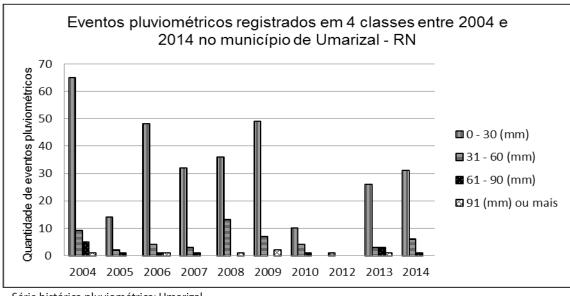


Figura 5 – Série histórica pluviométrica: Umarizal.

3.2 Estatística Descritiva

Nos municípios de Martins e Portalegre o número de eventos extremos são bastante variáveis na ocorrência durante os anos. Enquanto alguns anos apresentam números altos, há registro de anos com apenas um evento crítico. Isso está diretamente relacionado com o regime pluviométrico anual. Entretanto, ambos apresentam uma média aproximada de 4 eventos por ano (Tabela 1). Considerado os anos com precipitação acima de 1000mm, quase todos os anos (2004-2006-2008-2009-2011-2013) atingem essa média ou ultrapassam essa marca. Nos dois municípios houve uma exceção, onde a precipitação ultrapassou os mil milímetros e a média de eventos extremos não foi atingida. Ambas ocorreram no mesmo ano, em 2011. Em Portalegre, no referente ano, só ocorreram 3 eventos e Martins apenas 2.

Municípios	Nº de ocorrên- cias	Média	Mediana	Máx.	Mín.	Variância	Desvio Padrão
Portalegre	44	4	3	8	1	5,6	2,36
Martins	46	4,18	4	8	1	5,16	2,27
Francisco Dantas	17	1,7	1,5	4	0	2,45	1,56
Umarizal	19	1,9	1	6	0	3,2	1,79

Tabela 1 – Análise estatística da ocorrência de eventos pluviométricos.

No ano de 2010 Martins apresentou uma situação inversa: A média de eventos (4) foi atingida, contudo a precipitação totalizou apenas 800,3mm. Esse ano foi o único em que a média de eventos extremos ocorreu, mas a precipitação não foi superior a 1.000mm. Pode-se concluir que houve uma tendência e de maneira geral, os anos que apresentam uma pluviometria superior a mil milímetros tendem a possuir 4 ou mais eventos de precipitação que requerem maiores atenções.

Nos municípios de Umarizal e Francisco Dantas o número de ocorrências de eventos extremos foi bem inferior aos dos municípios serranos. A média anual, bem como a mediana, também foi inferior. Em Umarizal, no ano de 2004, o número de eventos extremos superou a média dos municípios serranos, chegando a 6 ocorrências, que foi influenciado pela pluviometria do referente ano. No município de Francisco Dantas a máxima de eventos extremos registrada em um ano chegou a 4, nos anos de 2008 e 2009. Foram anos de chuvas excepcionais no município.

3.3 Desastres Naturais

No banco de dados consultado sobre os desastres naturais ambos os municípios declararam não ter ocorrido nenhum, como por exemplo, escorregamento/deslizamento de encostas. Entretanto, diante da vulnerabilidade dos dois municípios serranos, deve-se pensar no gerenciamento desses desastres. Apesar das declarações, em pesquisas realizadas na web foi possível verificar que ocorreram eventos dessa natureza, como em 2011, na cidade de Martins, que houve rolamento de rochas e deslizamentos em uma vertente próxima a rodovia de acesso ao município. Parte da estrada ficou ocupada pelo material que foi erodido. Nesse ano ocorreram apenas 2 eventos extremos, em Martins, o que indica uma predisposição mesmo não tendo um número acentuado de eventos.

Os dois municípios possuem órgão responsável pela Gestão de Riscos e Respostas a Desastres, como Coordenação Municipal da Defesa Civil, responsável pela gestão de risco, fase anterior ao desastre, e pela gestão do desastre, que ocorre após o desastre. Contudo, como a maioria dos desastres resultam em danos materiais e humanos, é necessário que se pense em programas que

visem mitigar os impactos. Uma das maneiras é retirando a população que está propensa a ser afetada. Isso é feito por meio da inscrição da população vulnerável em cadastros de programas habitacionais. O que não vem sendo desenvolvida por nenhum dos municípios.

4. Considerações Finais

Esse estudo é uma análise preliminar. Os dados utilizados são de uma série temporal de 2004 a 2014 e com uma medição de precipitação em 24 horas. Para um maior grau de certeza deve-se ter acesso a um banco de dados onde à série temporal seja maior e também os postos pluviométricos estejam em maior número. Além disso, é necessário também que ocorra uma precisão maior dos dados, onde a medição das chuvas seja realizada em um intervalo de tempo menor, pois as chuvas podem apresentar uma variabilidade durante as 24 horas de medição. Exemplo: nessa série, só indica que choveu 60mm em 24 horas. Porém nessas 24h, pode ter ocorrido uma precipitação de lamina d'água de 50mm em 1 hora e no final do dia mais 10. Ou, em outra situação, pode ter chovido duas vezes no mesmo dia e divididos em duas chuvas de 25mm. Em todas as situações apresentadas a precipitação atingiu 60mm em 24h, contudo, a intensidade da chuva pode variar, o que influencia de maneira significativa em certos desastres naturais.

No que se refere à relação entre pluviometria e eventos extremos, foi possível constatar que existe uma tendência à ocorrência de eventos extremos nos anos mais chuvosos. Não se estabeleceu como regra, mas na maioria das vezes houve uma correlação entre os anos mais chuvosos e o registro de eventos pluviométricos que necessitam de maiores atenções. Os municípios serranos apresentaram mais que o dobro no número de ocorrências de eventos extremos em relação aos municípios de Umarizal e Francisco Dantas.

Em relação aos desastres naturais nenhum dos municípios declarou a ocorrência de desastres, porém, é preciso que os municípios monitorem e registrem essas ocorrências para facilitar estudos que analisem os riscos.

Referências

BRASIL. Lei 12.187, 29 de Dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do clima – PNMC e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 29 de Dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm Acesso em: 22/10/2015

BEZERRA, J. M.; FEITOSA, A. P.; MORAIS, C. T. da S. L.; SILVA, P. C. M. da; SILVA, I. R. da. ZONEAMENTO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO MUNICÍPIO DE MARTINS, RN. **Revista Caatinga**, V.21, n.5, p.113-122, 2008.

CARSOSO, D.; SANTOS, G. S. P.; REZENDE, M. S. C.; BELLO, J. S. A.; FRANZONI, A. M.B.; Gestão do conhecimento nas respostas a desastres naturais: A experiência da defesa civil do estado de Santa Catarina. **Perspectiva em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v.4, n.2, 2014. P.90-106.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela Pena Viana de Oliveira; MARCELINO, Emerson Vieira; GONÇALVES, Edson Fossatti; BRAZETTI, Letícia Luiza Penteado; GOERL, Roberto Fabris; MOLLERI, Gustavo Souto Fontes; RUDORFF, Frederico de Moraes. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

V CBEAAGT

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006.

MEDEIROS, V. S.; Barros, M.T.L.. METODOLOGIA PARA CLASSIFICAÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM SÃO LUÍS DO PARAITINGA - SP. In: XX **Simpósio Brasilieiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves, RS, 2013.

MEDEIROS, S. J. G. R.; MEDEIROS, J. F. Descrição Da Geodiversidade Como Subsídio Ao Zoneamento Ambiental: Estudo De Caso Em Portalegre-Rn. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.2, n. 2, p. 17 - 33, jul./dez., 2012.

MILLER, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. Tradução AllTaks; revisão técnica Wellington Braz Carvalho Delitti. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

SAMPAIO, E. V. S. B. CARACTERIZAÇAO DO BIOMA CAATINGA - Características e Potencialidades. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. P. 29-48.

SILVA, D.D.; PEREIRA, S.B.; PRUSKI, F.F.; GOMES FILHO, R.R.; LANASE, A.M.Q.; BAENA, L.G.N. Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o estado de Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.11, n.1-4, pp.7-14, 2003.

VEDOVELLO, Ricardo; MACEDO, Eduardo Soares de. Deslizamentos de Encostas. Em: SANTOS, Rozely Ferreira dos (org). **Vulnerabilidade Ambiental:** Desastres naturais ou fenômenos induzidos?. Brasília: MMA, 2007.

Análise dos impactos ambientais em um trecho do rio Acaraú, localizado em Sobral – CE

Lívia de Oliveira Lima Clarisse Maria Lima Lucena Nayana de Almeida Santiago Nepomuceno

Resumo

Nas últimas décadas o crescimento urbano acarretou diversos problemas ambientais, tais como a urbanização nas margens dos leitos de rios, que influencia diretamente na qualidade da água. O presente artigo tem por objetivo instigar discussões acerca da gestão de recursos hídricos e analisar os impactos ambientais em um trecho do rio Acaraú, que passa pelo município de Sobral. O estudo baseou-se em revisões bibliográficas, recolhimento de informações através de sites de jornais e blogs da cidade e, por fim, uma visita a alguns pontos do rio mais susceptíveis as interferências humanas, visando identificar os impactos ambientais e registrar imagens. Dentre as bacias do estado do Ceará, a do Rio Acaraú é a que apresenta maior parte da sua capacidade comprometida, tendo em vista que a população faz uso direto e indireto de suas águas. Diante disso, faz-se necessário estudo dos principais problemas comprometedores da qualidade da água do Rio Acaraú, buscando elencar medidas mitigadoras, a fim de solucionar, reverter ou corrigir tais problemas.

Palavras-Chaves: Gestão de recursos hídricos; Bacia hidrográfica; Sustentabilidade.

Abstract

In the last decades the urban growth caused several environmental problems, like the urbanization in the banks of riverbeds, what influences directly in the water quality. The current article has the goal to instigate discussions about water resources management and to analyze the environmental impacts in a stretch of Acarau river that pass by Sobral city. The study based in the bibliographic revisions, collect of informations through local websites and then a visit to some areas of the river more susceptible to human interferences, aiming to identify the environmental impacts and make photos. Among the watersheds of Ceará state, the Acarau river is the most impaired, in view of that population use your water. Therefore, is necessary to study the main problems of water quality of the Acarau river, searching for mitigating measures in order to solve, reverse or to correct the such problems.

Keywords: Water resources management; Watershed; Sustainability.

1. Introdução

O acesso à água é direito de todos, visto que é um recurso natural fundamental para a manutenção da vida no planeta. Aliado a isso, a água como bem público deve ser acessível de forma potável. O cuidado com este recurso envolve aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais.

No Brasil, a gestão de recursos hídricos segue as orientações determinadas pela Lei das Águas nº 9.433/97, que defende a conservação e o uso racional da água sob a Política Nacional de Recursos Hídricos.

A bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. O gerenciamento dos recursos hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico. O aproveitamento dos recursos hídricos deverá ser feito racionalmente, de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente (Portal da Educação, 2008).

Este modelo de gestão por bacias tem como objetivo identificar e reduzir o lançamento de poluentes nas águas de rios e lagos, além de possibilitar a implantação de empreendimentos e maximização dos resultados de investimentos, trazendo um ganho socioambiental e de saúde pública para a população. Com isso, as bacias tornam-se base da gestão de uso sustentável das águas, e é possível planejar melhor políticas e ações que garantem variados usos, além da conservação e recuperação das águas (SANEPAR, 2010).

O objetivo da gestão dos recursos hídricos, sob o ponto de vista da melhoria da qualidade de vida, é aumentar a disponibilidade e a qualidade da água para atender as funções essenciais e reduzir a demanda no uso não essencial através da otimização dos processos de utilização (PEIXI-NHO, 2005, p. 07).

O presente estudo visa fortalecer as discussões sobre a questão da gestão da água de bacias hidrográficas, com foco na Bacia do Acaraú, que passa pelo município de Sobral/CE.

1.1. Bacia do Acaraú

Bacia Hidrográfica pode ser definida como uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (SILVA, 1995 apud CARMO e SILVA, 2010, p. 01).

Conforme se pode observar na Figura 1, a bacia do Acaraú está localizada no setor norte--ocidental do estado do Ceará, limitando-se a oeste e a sudoeste, respectivamente, com as bacias do Coreaú e do Poti-Longá, a leste e sudeste, com as bacias do Litoral e do Curu.

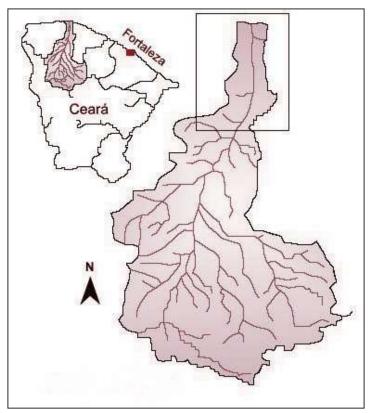


Figura 1 – Representação da bacia do Acaraú.

O Rio Acaraú, principal rio da bacia do Acaraú, nasce na Serra das Matas ou Serra das Almas, Município de Monsenhor Tabosa. Possui de 315 Km extensão, predominantemente no sentido sul-norte, e possui como principais afluentes os rios Groaíras, Jacurutu, Macacos e Jaibaras, os quais formam importantes sub-bacias. Ocupa uma área da ordem de 14.423,00 Km², que corresponde a 10% do território cearense (SANTANA et al., 2009, p. 17).

2. Materiais e Métodos

Este estudo baseou-se, inicialmente, na revisão bibliográfica acerca dos temas pertinentes ao assunto estudado, onde, buscou-se o maior número de informações possíveis sobre a Bacia do Acaraú, sua gestão e, principalmente, o histórico da gestão das águas no Rio Acaraú, que passa pela cidade de Sobral.

As fontes consultadas foram sites de jornais e blogs da cidade de Sobral, que relatavam, de forma sucinta, alguns acontecimentos referentes ao Rio Acaraú, dentro da cidade. De forma mais ampla, utilizou-se o Caderno Regional da Bacia do Acaraú, obtido através da internet, para alcançar informações mais específicas sobre a gestão da Bacia do Acaraú.

Posteriormente, foi escolhido um trecho do Rio Acaraú para ser analisado *in locu*. O critério que determinou a escolha foi o grau de urbanização do entorno, tanto da margem direita quanto da esquerda (Figura 2).

O trecho escolhido localiza-se entre as pontes Othon de Alencar e José Euclides Ferreira Gomes Junior, em destaque na Figura 3, devido evidenciar maior susceptibilidade às influências antrópicas.

Durante as visitas técnicas, na área em estudo, foram identificados impactos ambientais negativos provocados pela intensa urbanização próxima ao rio. Na oportunidade também foram

realizados registros fotográficos.



Figura 2 – Rio Acaraú, em Sobral/CE



Figura 3 – Trecho urbano por onde passa o Rio Acaraú, em Sobral. Fonte: Google Earth

Após análise dos impactos ambientais foram levantadas medidas mitigadoras que poderiam ser aplicadas a fim de minimizar os efeitos negativos da ação antrópica sobre o trecho em estudo e demais extensão do Rio Acaraú, na cidade de Sobral.

3. Resultados

3.1. Poluição do Rio Acaraú

A população do município de Sobral beneficia-se direta e indiretamente do Rio Acaraú, utilizando-o como lazer, pesca, transporte de pessoas, drenagem urbana e lançamento de esgotos.

O Rio Acaraú é alvo de um alto índice de poluição, visto que os efluentes domésticos são lançados diretamente no rio sem tratamento prévio, podendo acarretar problemas de saúde. É notória a alteração física na água causada pela poluição, percebida através do odor e cor.

Existe, ainda, o uso indiscriminado de agrotóxicos pelos agricultores nas plantações das margens do rio e seus afluentes que são levados pelas águas das chuvas para dentro dos rios poluindo suas águas, causando morte dos peixes e de outras espécies aquáticas. Além disso, o acúmulo de plantas aquáticas que encobrem o rio, além de poluírem, ainda dificulta a travessia dos moradores da região.

Conforme pode-se observar na Figura 4, em julho de 2012, foi realizada uma limpeza no Rio Acaraú, que consistiu na retirada de parte das macrófitas. A limpeza foi feita por empresa licitada, cujo trabalho era realizado por uma equipe com cerca de 30 homens, que retiravam, por dia, uma média de duas a três toneladas da vegetação aquática. Após a retirada, o material era transportado até uma fazenda, onde era feito um sistema de processamento para adubagem (RITCHELLY, 2012).



Figura 4: Limpeza do rio Acaraú, em Sobral, no ano de 2012 Fonte: RITCHELLY (2012)

Como forma de incentivo pelo Pactos das Águas, os municípios inclusos na bacia do Acaraú realizaram diálogos locais, objetivando produzir pactos entre as instituições municipais diante dos desafios postos, cuja etapa regional foi realizada na cidade de Sobral, em 28 de Janeiro de 2009. Os diálogos motivados pelo pacto das águas apontaram a necessidade de aumentar a rede de distribuição de água já existente e a realização de melhoramento no saneamento básico.

3.2. Propostas Mitigadoras

A tabela 1 indica algumas medidas importantes a serem tomadas visando a melhor gestão dos recursos hídricos na cidade de Sobral, tendo em vista os problemas e impactos detectados.

Problemas e Impactos	Medidas Mitigadoras
Poluição do rio com o excesso de plantas aquáticas	Investimento na revitalização do Rio
Falta de educação ambiental da própria sociedade	Desenvolvimento de programas de incentivo a educação ambiental nas escolas e bairros
Lançamento de efluentes domésticos no leito do rio	Investimento em obras de saneamento
Águas pluviais que passam pela cidade e chegam já poluídas no rio	Investimento em obras de drenagem de águas pluviais
Falta de fiscalização de órgãos ambientais	Aumentar a fiscalização Ambiental
Ausência de incentivo aos cuidados e preocupação com os problemas de poluição do rio	Realizar campanhas educativas incentivando a valorização dos recursos hídricos
Utilização da água poluída que pode causar problemas de saúde	Construir novos meios de captação de água das chuvas
Falta de profissionais capacitados que se envolvam mais com as questões ambientais	Capacitação de profissionais que trabalhem na área de gestão de recursos hídricos
Falta de interesse dos governantes em resolver as questões de poluição do rio	Necessário que seja dada maior importância por parte dos governantes da cidade e que a população reivindique seus direitos

Tabela 1: Relação dos problemas e impactos com as propostas mitigadoras.

O gerenciamento racional e eficiente dos recursos hídricos requer uma cultura e práticas econômicas rigorosas, com metas de desempenho, satisfazendo as condições mínimas de consumo humano, pois a água é um fator primário para a saúde, desta forma o controle da água deve ser atribuído de forma solidária e democrática (ROCHA, 2008, p. 09).

Tundisi (2008, p.14) considera que educação da comunidade em todos os níveis e a preparação de gestores com novas abordagens é um necessário desenvolvimento da gestão de recursos hídricos no século XXI.

Dada importância econômica do Rio Acaraú para a região, em especial para Sobral, citada por Lima (2012) como metrópole do Vale do Rio Acaraú, faz-se importante dar o devido valor aos recursos hídricos nesta região, visto que as populações ribeirinhas encontram no rio sua principal fonte de vida, tanto na produção de alimentos para pessoas e animais como para o fornecimento de água para o abastecimento das cidades, dessedentação de animais e o consumo das indústrias, reforçando para a defesa da vida e do bem estar social.

Existe uma dimensão muito importante a considerar na questão da gestão de recursos hídricos, que é a política. Nela torna-se necessário o envolvimento e a participação da população na elaboração e execução dos planos de gerenciamento ambiental, adotando formas de organização político institucional que privilegie esta prática (PEIXINHO, 2005, p. 06).

4. Conclusão

Com esse estudo foi possível detectar entraves no gerenciamento do Rio Acaraú. A má gestão dos recursos hídricos pode causar graves problemas de saneamento e consequentemente de

saúde ambiental para a população inserida na bacia hidrográfica.

Os impactos ambientais negativos identificados no trecho em estudo podem ser mitigados com políticas governamentais que prezem a proteção do meio ambiente através do investimento em saneamento básico.

Os governantes devem gerenciar os conflitos de interesses que surgem na bacia hidrográfica visando o desenvolvimento sustentável. Sugere-se ainda que a academia use do seu conhecimento para realizar estudos tanto de diagnósticos como de prognósticos relacionados com as problemáticas ambientais dos municípios que estão inseridas, além de alertar a sociedade por meio de práticas de educação ambiental.

Referências

GESTÃO de Recursos Hídricos. 2008. Disponível em: < http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/5703/gestao-de-recursos-hidricos > Acesso em 12 mar. 2016

LIMA. **Rio Acaraú-CE, O gigante que agoniza.** 2012. Disponível em: < http://blogdodrlima.blogspot.com.br/2012/09/rio-acarau-ce-o-gigante-que-agoniza.html > Acesso em 19 mar. 2016

PEIXINHO, F. C. **Gestão Sustentável Dos Recursos Hídricos**. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. Urca. Rio de Janeiro-RJ. 2005

RITCHELLY C. A. **A limpeza do Rio Acaraú....** 2012. Disponível em: < http://sobralnews.com.br/novo/a-limpeza-do-rio-acarau/ > Acesso em 14 mar. 2016

ROCHA A. A. **A Bacia Hidrográfica Como Unidade De Gestão Da Água.** *Il SEMILUSO - Seminário Luso-Brasileiro Agricultura Familiar e Desertificação*. UESB/UNEB. Salvador. 2008

SANEPAR, Companhia de Saneamento do Paraná. **Gestão por bacias hidrográficas**. 2010. Disponível em: < http://educando.sanepar.com.br/ensino_medio/gest%C3%A3o-por-bacias-hidrogr%C3%A1ficas > Acesso em 14 mar. 2016

SANTANA E. W. et al. **Caderno Regional Da Bacia Do Acaraú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 1. Fortaleza-CE .2009. 128p

SILVA, 1995 apud CARMO, Jean Pereira de Azevedo; SILVA, Paulo Diego D'ouvidio. **A Bacia Hidrográfica Como Unidade de Estudo, Planejamento e Gestão**. *Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos*. Porto Alegre. 2010

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. *Estudos avançados 22 (63)*. São Carlos. 2008

Análise sobre a degradação ambiental do rio Mamanguape no perimetro urbano da cidade de Mulungu/Pb: estudo de caso

ROMÁRIO FARIAS PEDROSA DOS SANTOS MARCELE LIMA DE OLIVEIRA JONAS RAFAEL DO NASCIMENTO

Resumo

No Brasil, a ação antrópica degradante vem causando grandes catástrofes e, pouco a pouco, destruindo ecossistemas inteiros, seja por falta de conhecimento da população ou por pura ganância de um mercado de massa baseado em exploração sem respeito às leis ambientais, estas também sem fiscalização do poder público. A partir de um recorte mais específico, foi analisado o perímetro urbano da cidade de Mulungu, no Agreste Paraibano, que está inserido no baixo curso do Rio Mamanguape. As águas deste rio eram utilizadas para consumo e, atualmente, tem sido degradadas intensivamente de modos distintos. como depósito de lixo residencial e de restos de animais mortos no matadouro municipal, despejo de substâncias oleosas provenientes, também, das residências e escavação de bancos de areia e do terraço fluvial. Através de observações em campo, análise da paisagem por meio de fotos e discussões bibliográficas, será abordado alguns tipos de degradação presentes na área, suas causas e consequências, de forma empírica, criando assim uma base diagnóstica para discussão sobre futuras ações, que acarretem em soluções viáveis e progressivas para os danos já observados e documentados.

Palavras-Chaves: Recursos Hídricos. Degradação. Rio Mamanguape.

Abstract

In Brazil, anthropic degrading action is causing major catastrophes and, little by little, destroyig entire ecosystems, either for lack of knowledge of the population or by sheer greed of a mass market based on exploration without regard to environmental laws, these also not respected by government. From a more specific focus, we analyze the urban perimeter of the city of Mulungu in Paraíba state's Agreste, which is inserted in the lower course of the river Mamanguape. The waters of this River were used for consumption and currently has been extensively degraded in different ways, such as household waste deposit and dead animals' remains in the municipal slaughterhouse, dumping oily substances from also of homes and excavation of sand of the river terrace. Using observations made at field, analysis of the landscape through photographs and bibliographic discussions, we will talk about some types of degradation present in the area, its causes and consequences, empirically, thus creating a diagnostic basis for discussion on future actions, which will result in solutions viable and progressive damage to the already observed and documented.

Keywords: Waters Resources. Degradation. Mamanguape River

1. Introdução

A degradação ambiental é um problema mundial que afeta o equilíbrio da natureza, e decorre, sobretudo, do processo contínuo de atividades humanas relacionadas ao uso e ocupação, que envolvem a poluição dos rios e assoreamento, entre outros impactos prejudiciais.

As questões pertinentes à degradação ambiental de Bacias Hidrográficas destacam-se a partir dos anos 1940, quando há um significativo aumento da população urbana, que ocasiona um forte crescimento das atividades industriais, bem como a ocupação de áreas sem infraestrutura de saneamento básico, o que contribui para a rápida degradação da qualidade da água (BOTE-LHO; SILVA, 2007).

Embora as áreas urbanas raramente ocupem mais que reduzida porcentagem de uma grande bacia de drenagem, as alterações no regime do rio poderão ser suficientemente intensas para abranger amplos espaços (DREW, 1998). Isso mostra que mesmo que as cidades sejam reduzidas em tamanho ou população, elas, as cidades, devido serem espaços de concentração populacional também se tornam espaços de concentração de alterações ambientais (SILVA et. al. 2009).

A menor modificação que o homem faz sobre a superfície terrestre desencadeia toda uma porção de fenômenos que estão interligados entre si (DREW,1998). Nesta perspectiva, esta pesquisa busca analisar a degradação ambiental do Rio Mamanguape com ênfase ao trecho inserido no perímetro urbano do município de Mulungu/PB.

A definição do termo degradação ambiental é bastante diversa, todavia, considera-se a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que define que a degradação ambiental ocorre quando há perda de adaptação das características físicas, química e biológicas causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, o bem-estar da população e as atividades sociais e econômicas.

Assim para Botelho e Silva (2007), um diagnóstico de áreas degradadas para que se possa recupera-las é dar uma qualidade ambiental ao lugar a seus moradores. Para mostrar que a análise de uma área é essencial para a sua recuperação, Guerra e Marçal (2006, p.72) afirma que "o diagnóstico de uma área degradada é o primeiro passo se quisermos realmente atuar na sua recuperação de maneira efetiva e duradoura, e isso muitas vezes não acontece".

A observação dos fatores que contribuem para a degradação da área de pesquisa foi realizada a partir da abordagem sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1979) que possibilita a análise integrada da atuação dos elementos naturais e humanos. Para o desenvolvimento da pesquisa foi necessário realizar pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, considerando a análise dos principais fatores que ocasionam o processo de degradação ambiental do Rio Mamanguape.

2. Localização e caracterização ambiental do municipio

De acordo com Barbosa (2010) o município de Mulungu está localizado no estado da Paraíba na Mesorregião do Agreste paraibano, mais precisamente, na microrregião de Guarabira, a uma altitude de 100 m em relação ao nível do mar, inserido na depressão sublitorânea. O município faz limite: ao norte, com Alagoinha e Guarabira; a leste, Araçagi e Marí; ao sul, Caldas Brandão e Gurinhém; e a oeste, Alagoa Grande (Figura 01).

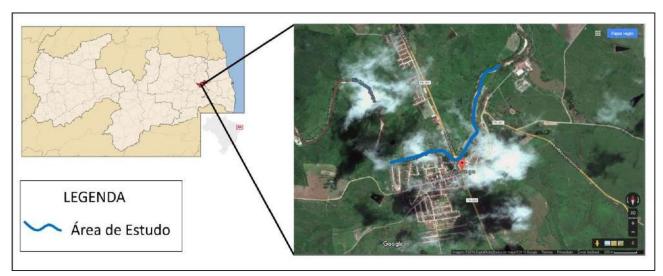


Figura 01: Delimitação da área de Estudo. Fonte: Adaptado de Google Maps, 2016.

O município possui uma população estimada em 9.750 habitantes, sendo que 4.933 estão situados na zona urbana e 4.536 na zona rural com uma densidade demográfica de 48,48 hab./km², apresentando um índice de desenvolvimento humano avaliado em 0,565 de acordo com o IBGE (2010). A geologia do município apresenta seis formações distintas, em sua maior parte, composto pelo Complexo Sertânia do período Paleoproterozóico composto por: gnaisse, metacarbonato, quartzito e metavulcânica máfica (CPRM, 2005).

A geomorfologia do município é caracterizada por pequenos morros, chegando a 100 metros de altitude dispostos ao redor da área urbana, sendo que em alguns pontos específicos observa-se o relevo de tabuleiros. O clima é caracterizado como tropical quente, sua temperatura média ao ano é de 27° C com a presença de chuvas no outono-inverno com a pluviometria de 500 mm na média anual (BARBOSA, 2010).

A vegetação do município é bastante variada, é claro que dentro das características da região que é composta por agreste e mata atlântica, pois o município está dentro da mesorregião do agreste Paraibano, área de transição entre mata atlântica e caatinga. Possui ainda traços de mata serrana com predomínio de vegetação de agreste acatingado, isto é, com aspecto de caatinga em algumas áreas, com muitas espécies de árvores como o Pau D'arco, a Aroeira (*Lithraea molleoides*), Canafistula (*Cassia ferruginea*), e destaca-se o Mulungu, (Erythrina Velutina Willdenow), árvore a qual o município é denominado (BARBOSA, 2010).

3. Degradação ambiental do rio Mamanguape no perímetro urbano de Mulungu/PB

A bacia do Rio Mamanguape possui uma área de 3.522,69 KM², está localizada no estado da Paraíba abrangendo a Mesorregião do Agreste Paraibano e Mesorregião da Mata Paraibana, na parte do Norte (SILVA, 2012).

No decorrer dos anos com o povoamento do Estado, as margens do Rio Mamanguape, foram se instalando fazendas para o cultivo da cana e a criação de gado, assim seu entorno foi sendo povoado, pois os rios foram os principais meios de acesso ao interior do território paraibano, como também se tornaram, por conta do potencial hídrico, um dos principais fatores de sobrevivência (MOREIRA; TARGINO, 1997).

A nascente do Rio Mamanguape localiza-se na Mesorregião do Agreste Paraibano entre as microrregiões do Curimataú Oriental e Esperança, tendo sua nascente em Lagoa Salgada, que faz limite com os municípios de Areial, Pocinhos e Montadas. Em Mulungu, o rio atinge seu baixo

curso, no perímetro urbano e tem aproximadamente 1 km de comprimento com largura variável de 35 a 57 metros (BARBOSA, 2006).

No período de chuvas, o rio apresenta cerca de 2 a 3 metros de profundidade (SILVA, 2014), na maior parte do ano apresenta baixo volume de água, sendo que é considerado um rio perene. Além do Rio Mamanguape, destaca-se também alguns riachos e açudes no perímetro urbano da cidade de Mulungu como: os riachos Cajueirinho e Camarazal e os açudes de Santa Rosa e Santa Luzia, estes são seus afluentes (BARBOSA, 2010).

O processo de ocupação territorial do município se inicia as margens do Rio Mamanguape, pois a área era apropriada para o abastecimento da população residente, para a produção agrícola e o abastecimento de animais. Esse processo trouxe mudanças significativas no sistema ambiental, transformando o ambiente natural em um ambiente socialmente construído através da retirada da cobertura vegetal para a edificação da cidade, inserindo o município de Mulungu no contexto e intensas mudanças socioambientais.

Esse processo torna a população residente vulnerável as inundações no período de cheias do rio. Neste contexto, destaca-se a inundação ocorrida em 2004, quando sete cheias aconteceram no período de um ano, sendo uma delas, causada pelo rompimento da barragem de Camará, que atingiu a cidade ocasionando problemas sociais e econômicos.

A degradação ambiental pode analisada a partir da ocorrência da remoção da vegetação, remoção da camada fértil do solo e alteração na qualidade e regime de vazão do sistema hídrico. Com base na observação realizada durante a pesquisa de campo, foi possível constatar distintas formas de poluição do rio, como o uso inapropriado do solo por empresas de Cerâmicas que intensificam o assoreamento do rio, o despejo de esgotos domésticos, bem como pelo depósito de resíduos sólidos em sua margem ou jogados diretamente dentro do curso da água.

A partir do reconhecimento da área realizado no decorrer do trabalho de campo foram selecionados sete pontos ao longo do rio no perímetro urbano, que evidenciam o problema da degradação ambiental. Estes pontos foram selecionados, analisados e registrados no croqui da malha urbana do IBGE (2007), (Figura 02).

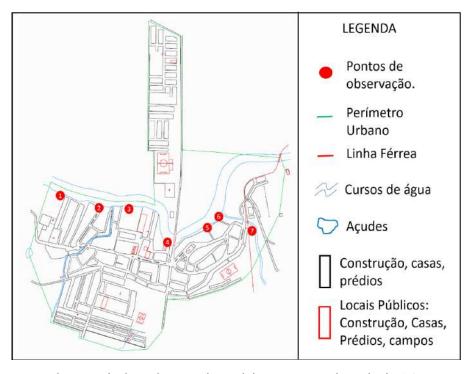


Figura 02: Pontos que evidenciam da degradação ambiental do rio. Fonte: Adaptado de IBGE, 2007.

No primeiro ponto observado (Figura 03) foram evidenciados bancos proeminentes de areia que surgem pela deposição do próprio rio, causado principalmente pela retirada da vegetação de suas margens, que geralmente são utilizadas para a plantação de pasto do gado ou possui algum tipo de plantação agrícola.

A intensificação deste processo (assoreamento) decorre em geral das atividades antrópicas, relacionado diretamente do aumento de erosão pluvial, por práticas agrícolas inadequadas e infraestrutura precária de urbanização, bem como da modificação da velocidade dos cursos d'água por barramentos, desvios, entre outros (DILL, 2002 p.26)

Essa característica pode ser observada no Rio Mamanguape, que no perímetro urbano não possui um fluxo contínuo, tendo águas represadas em determinados pontos, intercalado por bancos de areia, contribuindo para o acumulo de matéria orgânica e a eutrofização, que será discutida mais adiante.



Figura 03: Bancos de areia no Rio Mamanguape.

Outro fator que contribui para o processo de degradação do rio é o despejo contínuo dos esgotos domésticos mesmo com uma parcela da população possuir rede coletora, porém essa realidade não diverge da realidade compartilhada por outros municípios, pois de acordo com o IBGE (2011) cerca de 45% das cidades brasileiras não existe sistema de coleta de esgoto.

Esse despejo de esgotos domésticos se constitui primeiramente por matéria orgânica biodegradável, micro-organismos (bactérias, vírus, etc.), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos e graxas, detergentes e metais (BENETTI; BIDONE, 1995).

No segundo ponto de observação, pode ser analisada uma paisagem paradoxal: na parte direito da imagem, uma placa com os dizeres: "Proibido jogar lixo" e no lado oposto um grande encanamento utilizado para jogar rejeitos no rio, ao centro pode ser observado um depósito de lixo a céu aberto, todos localizados no terraço fluvial do Rio Mamanguape, inclusive onde estão localizadas as estacas com réguas de medição de profundidade do rio.



Figura 04: Ponto de despejo de esgoto e lixo.

Em alguns pontos do perímetro urbano do Rio Mamanguape, são perceptíveis os dejetos e substâncias ricas em óleo que estão em suspensão sobre a água. Pode se afirmar que esses rejeitos estão sendo jogados por falta de educação ambiental por parte dos moradores, pois os dejetos geralmente advêm dos esgotos domésticos ocasionando o processo de degradação ambiental.

[...] o óleo não se dissolve na água, ele forma uma película superficial, diminuindo a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo a entrada de luz solar que é fundamental para a realização da fotossíntese. Além disso, dificulta ou até mesmo impede a troca de gases (oxigênio ou gás carbônico) dificultando a respiração no ambiente aquático (SALLES, 2010, p. 73)

É observado que as águas do rio que corta a cidade de Mulungu/PB têm uma aparência diferenciada em determinados trechos, de modo especial dentro do perímetro urbano onde o rio passa por modificações em decorrência da degradação ambiental proveniente das ações humanas. Um dos fatores observáveis é a eutrofização dos corpos d'água (Figura 05) decorrente do acúmulo de nutrientes que são provenientes, de modo especial nas cidades, do esgotamento sanitário.



Figura 05: Água em avançado processo de eutrofização.

A coloração, derivada do aumento da produção orgânica, também pode ocasionar mudanças na composição da água, pois "desta maneira, a taxa de decomposição e consumo de oxigênio pelos organismos podem ocasionar produção de metano e gás sulfídrico no sedimento" (TAVARES, 2010, p. 150).

A eutrofização das águas significa seu enriquecimento por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, levando ao crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, com consequente desequilíbrio do ecossistema aquático e progressiva degeneração da qualidade da água dos corpos lênticos (FIGUEIRÊDO et. al., 2007, p. 400)

O aumento na concentração de nutrientes que são provenientes de esgotamento doméstico lançados em corpos d'água (rios, lagos, riachos, entre outros) contribui para o aumento da produção orgânica, de modo especial de algas, que assim eleva a quantidade da biomassa fitoplanctônica e, consequentemente, a diminuição da penetração da luz solar que contribui para a fotossíntese aquática (MACEDO e SIPAUBA-TAVARES, 2010).

Durante a observação, foi evidenciado o despejo dos resíduos sólidos nas margens do Rio, vale ressaltar que em Mulungu existe a coleta de lixo em todo perímetro urbano, duas vezes por semana, mas, ainda assim, é possível encontrar focos de depósitos de resíduos sólidos, como pode ser observado nas figuras 6 e 7.







Figura 07: Depósito de lixo na margem do rio.

É necessário enfatizar que o poder público e a população em geral devem estar atentos ao manejo de seus resíduos para que a qualidade do ambiente circundante não seja (mais) desequilibrada, pois apesar da maioria das cidades brasileiras possuírem coleta de resíduos sólidos, número considerável de resíduos é descartado a céu aberto, sem proteção do ar para áreas residenciais, ou mesmo contribuindo no processo de degradação do solo, lençol freático e águas fluviais (IBGE, 2011).



Figura 08: Derramamento de sangue animal e depósito de lixo do Matadouro

Outro agravante do processo de degradação ambiental do Rio Mamanguape é o Matadouro Público Municipal que está localizado a 20 m do talvegue do rio (Ponto 4 de observação, conforme Figura 2), pois durante o abate dos animais para comercialização na feira livre e mercadinhos da cidade, o leito do rio é utilizado para o depósito de restos mortais, além de outros resíduos provenientes desta atividade, como mostra a Figura 8.

Os afluentes do Rio Mamanguape que estão inseridos no perímetro urbano também estão passando por este processo de degradação, destacando-se os riachos Cajueirinho e Camarazal, onde ambos apresentam depósitos de lixo, despejo de esgotos e resíduos sólidos, como também a falta de matas ciliares. A Figura 9, evidencia essas características, vale ressaltar aqui a cor da água,

que mesmo sem um estudo laboratorial observa-se a sua poluição.



Figura 09: Poluição visível do riacho, Camarazal, afluente do Mamanguape.

Todos os dejetos são canalizados e depositados dentro destes riachos que por consequência desembocam no rio, isso quando as residências não estão próximas o bastante do Rio Mamanguape para canalizar seus esgotos diretamente para ele, bem como fazem o depósito de lixo em suas margens, como citado anteriormente, ignorando a coleta existente duas vezes por semana.

4. Considerações finais

Através da análise, foi possível evidenciar que o Rio Mamanguape no perímetro urbano do município de Mulungu/PB encontra-se em um alto estagio de degradação ambiental, mediante as ações insustentáveis dos munícipes que são praticadas, através de atos como o despejo de lixo em suas margens, a derrubada da mata ciliar, o derramamento de esgoto canalizado para o rio e vários outros fatores degradantes que tem o homem, como principal agente.

De acordo com o relato de moradores da cidade, o Rio possuía águas claras que eram utilizadas para o consumo humano, bem como possuía uma variedade de espécimes aquáticos. Atualmente, de acordo com as figuras expostas no texto, observa-se que as águas são esverdeadas repletas de partículas, dejetos humanos e resíduos sólidos, bem como o Rio se encontra assoreado com bancos de areia e em processo de eutrofização de suas águas.

Em instância municipal e estadual, bem como por iniciativa popular, não existe nenhum projeto de amenização ou combate a degradação ambiental recorrente, como também não foram encontrados diagnósticos referentes ao Rio Mamanguape no perímetro urbano do município, que visem um suporte científico para se traçar estratégias para barrar a degradação do mesmo e propor soluções para o problema.

Diante disto, é necessário um estudo mais detalhado em relação a degradação do local, visando a identificação e a erradicação dos fatores degradantes, bem como a revitalização da área que aqui foi estudada, como o replantio das suas matas ciliares, o tratamento dos esgotos, o suporte para a conscientização dos moradores e a inserção da discussão deste problema nas escolas.

Referências

BARBOSA, C. A. V.. Contribuição ao modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Mulungu/PB. João Pessoa PB, 2010. 92 p.

BARBOSA, F. A. R.. Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB. UFPB: João Pessoa, 2006.116p.

BENETTI, A. & BIDONE, F.O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4)

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; VITTE, A.C. (Orgs). **Reflexões Sobre Geografia Física No Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2007. p. 153-188.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Sistemas em Geografia. Hucitec: São Paulo. 1979

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Conama nº 1/86.** Brasília. MMA. Disponível em http://www.mma.gov.br. Acesso em 26 de março de 2016.

CPRM. **PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA / DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE MULUNGU.** Recife, 2005. 21 p.

DILL, P. R. J. Assoreamento do reservatório do vacacaí-mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte. Santa Maria: UFSM, 2002. 108 p.

DREW, D. **Processos interativos homem- meio ambiente.** Tradução: João Alves dos Santos. Revisão: Suely Bastos. Coordenação: Antônio Christofoletti. 4º ed. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998. p. 145-193.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. De; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. De F. P.; ROSA, F. M.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. **Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Reservatórios à eutrofização.** UFCE, 2007. p. 399-409.

GUERRA, A. T.; MARÇAL, M. dos S. Geomorfologia ambiental: conceitos, temas e aplicações. In:_____. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de Janeiro, editora Bertrand Brasil, 2006, p.17-90.

GUERRA, A. T.; MARÇAL, M. dos S. Introdução. In:_____. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro, editora Bertrand Brasil, 2006, p.13-16.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Atlas do saneamento 2011.** Rio de Janeiro, 2011. 268 p.

IBGE. **Mapas estatísticos 2007 /Mulungu PB – 2509800**. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov. br/mapas_estatisticos/censo_2007/mapa_urbano_estatistico/pb/cartoa1/mulungu/c2509800. pdf>. Acessado em 15 de abril de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **CENSO 2010**. 29 de novembro de 2010. Disponível em http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250980. Acesso em 15 de março de 2016.

MACEDO, C. F.; SIPAUBA-TAVARES, L. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: Consequ-

V CBEAAGT

ências e recomendações. Boletim do Instituto de Pesca (Online), v. 36, 2010 p. 149-163.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Universitária UFPB, 1997. 332 p.

SALLES, F. S. F. Impacto Ambiental causado por óleo vegetal. Rio de Janeiro, 2010. 36 p.

SILVA, L. L, D. Entre terra, serras e águas uma análise geográfica do Rio Mamanguape no Agreste/Brejo paraibano. Guarabira: UEPB, 2012. 51 p.

SILVA, M. da. **Impactos Ambientais causados pela cerâmica jardim em Mulungu-PB.** Guarabira: UEPB, 2014. 48 p.

SILVA, P. P. de L.; GUERRA, A. T.; DUTRA, L. E. D. Subsídios Para Avaliação Econômica De Impactos Ambientais. In. GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. DA. (Orgs). **Avaliação e perícia ambiental.** Rio de Janeiro: editora Bertrand Brasil, 2009. p. 217-259.

AS INCIDÊNCIAS DE INUNDAÇÕES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DO TURU - SÃO LUIS MARANHÃO

Estevânia Cruz Teixeira, Quésia Duarte Da Silva Danyella Vale Barros Ismaylli Rafael Dos Santos Costa Cristiane Mouzinho Costa

Resumo

Os fenômenos de inundação são naturais e fazem parte da dinâmica hidrológica das bacias de drenagem, no entanto, em áreas urbanas, a ocorrência destes fenômenos está diretamente relacionada ao processo de urbanização e da ocupação das planícies de inundações. Quando os eventos estudados atingem as populações gerando grandes danos, sejam eles diretos ou indiretos, eles são classificados como desastres. O presente artigo objetiva abordar de forma preliminar a incidência dos fenômenos de inundações na bacia hidrográfica do Riacho do Turu - São Luis, Maranhão. Para alcançar o objetivo proposto, realizou--se um levantamento bibliográfico e cartográfico e trabalhos de campo, a fim de diagnosticar os fenômenos in loco. Constatou-se que existem áreas com incidências de inundações na área objeto de estudo, sendo estas áreas distribuídas ao longo da sub-bacia em áreas predominantemente urbanas e áreas em processo de urbanização. Constatou-se também além da urbanização consolidada e em curso, a forte impermeabilização das áreas, com consequente diminuição da capacidade de infiltração do solo e geração excessiva de escoamento superficial. Associado a estes fatores, a deposição constante de resíduos sólidos nos canais fluviais tem impedido a saída da água, aumentando assim os picos de cheia. Acredita-se que o fator deflagrador destes problemas é o uso inadequado do solo, associado à falta de estrutura nas obras de drenagem realizadas na sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu.

Palavras-Chaves: Inundações; Uso e cobertura do solo; Sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu.

Abstract

Inundation phenomena are natural and are part of the hydrological dynamics of drainage basins, however, in urban areas, the occurrence of these phenomena is directly related to the process of urbanization and occupation of flood plains. When events studied affect populations causing major damage, whether direct or indirect, they are classified as disasters. This article aims to address in a preliminary way the incidence of flood phenomena in the basin of stream Turu - São Luis, Maranhão. To achieve the proposed objective, it performed a bibliographic and cartographic survey and field work in order to diagnose the phenomena in situ. It was found that there are areas with flooding incidents in the area studied, and these areas distributed throughout sub-basin in predominantly urban areas and areas in process of urbanizatión. It was also well consolidated urbanization and ongoing, strong sealing areas, with a consequent decrease in soil infiltration capacity and excessive generation of surface runoff. Associated with these factors, the constant deposition of solid waste in the inland canals has prevented the water outlet thus increasing flood peaks. It is believed that the triggering factor of these problems is the inadequate land use, coupled with the lack of structure in the drainage works carried out in the sub-basin of the creek Turu.

Keywords: Inundation; inappropriate land use; Sub-basin of the creek Turu.

1. Introdução

A inundação é o fenômeno natural mais comum em todo o mundo. No Brasil, pode acontecer em todos os estados, até naqueles considerados semi-áridos. A inundação pode ser de apenas alguns centímetros, mas pode, também, tomar proporções gigantescas. As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água do rio, devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. Quando extravasam, as enchentes passam a ser chamadas de inundações e podem atingir as moradias construídas sobre as margens do rio e se transformar em um desastre natural.

Em condições naturais, as planícies e fundos de vales estreitos apresentam lento escoamento superficial das águas das chuvas, e nas áreas urbanas estes fenômenos são intensificados por alterações antrópicas, como a impermeabilização do solo, retificação e assoreamento de curso d´água (TAVARES; SILVA, 2008). Essas alterações tornam-se um fator agravante, uma vez que a água é impedida de infiltrar, aumentando ainda mais a magnitude da vazão de escoamento superficial. Outro fator importante é a frequência das inundações, que quando pequena, a população despreza a sua ocorrência, aumentando significativamente a ocupação das áreas inundáveis (TUCCI, 1997), podendo desencadear situações graves de calamidade pública.

Além das ocorrências da precipitação e o ritmo climático, as inundações são causadas também pelos aspectos físicos naturais, morfométricos e os padrões irregulares. Segundo Castro (2003) as inundações podem ser classificadas em função da magnitude e da evolução. Em função da magnitude, as inundações, através de dados comparativos de longo prazo, são classificadas em: inundações excepcionais; inundações de grande magnitude; inundações normais ou regulares; inundações de pequena magnitude.

De acordo com EM-DAT OFDA CRED¹(2009), os fenômenos que mais causam desastres no Brasil são os de inundação, enchentes e escorregamentos. Somente em 2008 houve quase 1,8 milhões de pessoas afetadas por desastres hidrológicos.

As inundações são fenômenos naturais que pertencem à dinâmica hidrológica das bacias de drenagem. Segundo a ANA (2012), inundação é a submersão de áreas situadas fora dos limites normais de um curso d'água. As inundações têm como causa natural a ocorrência de índices pluviométricos elevados que, atingindo o leito maior do canal fluvial, transbordam para o leito maior excepcional ou terrenos adjacentes. No entanto, em áreas urbanas, existem diversos fatores que podem deflagrar este fenômeno, provocando danos aos agentes sociais.

Em diversas cidades brasileiras pode-se constatar o problema das inundações urbanas, que em um ambiente urbano, tem como principais causas o assoreamentos dos leitos fluviais, ocupação inadequada das planícies fluviais, impermeabilização dos solos com consequente diminuição da capacidade de infiltração nas bacias de drenagem e geração excessiva de escoamento superficial. As inundações urbanas compõem o grupo dos desastres naturais hidrológicos, segundo a Classificação e a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

No Brasil, houve uma aceleração do processo de urbanização, gerando uma população urbana morando em áreas com infraestrutura inadequada. Essa população está concentrada principalmente em regiões metropolitanas. O planejamento urbano no Brasil não tem considerado aspectos fundamentais como o controle das cheias urbanas, o que causa transtornos e prejuízos para a sociedade e o ambiente, aumentando a frequência de inundações (TUCCI, 1999. apud SANTOS [1999 p, 37).

O principal objetivo deste trabalho é analisar a incidência de inundações na sub-bacia hidro-

¹ EM-DAT- Emergency Disasters Data Base.

gráfica do Riacho do Turu, uma vez que, esta tem passado por um intenso processo de urbanização, com a inserção de obras de engenharia, como a canalização das drenagens e diques para regular o fluxo da água na tentativa de reduzir a ocorrência de inundações na área.

A sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu possui uma área de 26,33 km² está localizada na região nordeste da Ilha do Maranhão, entre as coordenadas 2°32′ de latitude sul e 44°14′ de longitude oeste de Greenwich e está inserida na bacia hidrográfica do Paciência. Ocupa uma área drenada nos municípios São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, na qual sua nascente principal está situada nas proximidades da Avenida Daniel de La Touche, no município de São Luís e sua desembocadura no município de Paço do Lumiar.

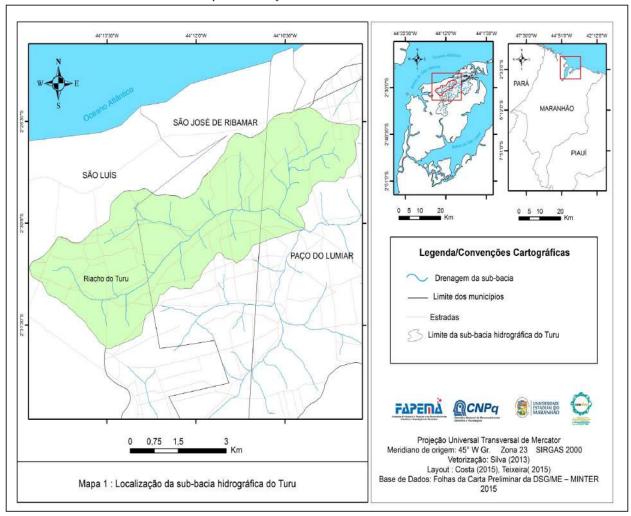


Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Turu, São Luis- Maranhão. Fonte: Própria pesquisa, 2015.

2. Metodologia de trabalho

Para alcançar o objetivo proposto realizou-se um levantamento bibliográfico em livros, periódicos, teses, dissertações, anais de eventos, artigos, revistas, jornais e noticiários, como também em sites que tratam dos casos de inundações a nível nacional, regional e local. Considerando que estes fenômenos podem gerar desastres naturais, fez-se também uma revisão sobre este tema. Nesta perspectiva, este artigo está fundamentado teoricamente nos seguintes autores: Christofoletti (1974), Monteiro (1976), Derruau (1978), Cunha (1995), Teixeira *et al.* (2000), UN-ISDR (2002), Castro (2003), Guerra e Guerra (2003), Brasil (2007), Ministério das Cidades/IPT (2007), Amaral e

Ribeiro, (2009), Milograna (2009), Tominaga (2009), ANA (2012).

Realizou-se um levantamento cartográfico a partir da aquisição do banco de dados de Silva (2013), o qual possuía informações referentes à bacia hidrográfica do Paciência, que possui um total de 16 cartas planialtimétricas da DSG/ME- MINTER², datadas de 1980, correspondente a São Luís, folhas 2, 3, 7, 8,9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 31 e 32, na escala 1:10.000, com cartas vetorizadas, além dos *shapefiles* dos aspectos geoambientais da bacia supracitada. Após a aquisição dos *shapefiles* foram utilizadas as folhas já vetorizadas para realização da delimitação da área de estudo, sendo no total 6 (seis) cartas planialtimétricas (7; 8; 9; 14; 15; 16), que correspondem a sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu. A organização cartográfica bem como o mapeamento da área de estudo foi realizada no *software* ArcGIS for Desktop Advanced, versão 10.2, licença EFL999703439.

Foram realizados 15 (quinze) trabalhos de campo, para a identificação das áreas com incidência do fenômeno em questão, a partir da pesquisa bibliográfica e cartográfica realizada, considerando as características climáticas, geomorfológicas e de uso e cobertura do solo da área objeto de estudo. Nas visitas de campo utilizou-se máquina fotográfica, GPS, trena para medição do nível das águas e realizaram-se algumas entrevistas com os moradores, a fim de coletar informações referentes a periodicidade dos fenômenos, locais e pessoas atingidas.

3. Resultados e discussão

Os fenômenos de inundação ocorrem anualmente em escala mundial, trazendo diversas consequências para a sociedade. No cenário brasileiro, os estados da região sul e sudeste apresentam-se com maiores incidências desses fenômenos, no entanto a região nordeste a pesar de suas características climáticas distintas, também apresenta casos alarmantes de inundações urbanas (Quadro 1).

Região	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Outros	Afetados
Centro-Oeste	J	Q	Q	17	2321	Q	6.081	83 249
Nordeste	J	Q	Q	7.400	32.751	Q	104.120	308.928
Norte	Q	Q	Q	17.723	72.266	Q	1.353	476354
Sudeste	ģ.	2	Q	4574	33.270	Q	18247	288.644
Sul	71	195	104	49644	315.885	Q	131.138	2.050.431
Total	79	195	104	49.644	315.885	Q.	131.138	2.050.43

Quadro 1 - Danos humanos relacionados às inundações. Fonte: CENAD (2012).

No estado do Maranhão foram registrados 180 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. A mesorregião mais afetada é a Norte Maranhense, que possui uma totalidade de 47 registros e representa 26% das ocorrências de desastres no estado (CENAD, 2012).

Os municípios mais atingidos por inundações extremas recorrentes foram: Pedreiras e Trizidela do Vale, situados na região central do estado do Maranhão, e Imperatriz situado a Oeste Maranhense. Cada um dos três municípios registraram cinco ocorrências. Araioses, no centro Maranhense, e Bacabal, no leste, registraram quatro ocorrências cada.

² As cartas DSG-ME-MINTER estão disponibilizadas na página do ZEE-MA, Zoneamento Ecológico - Econômico do Estado do Maranhão

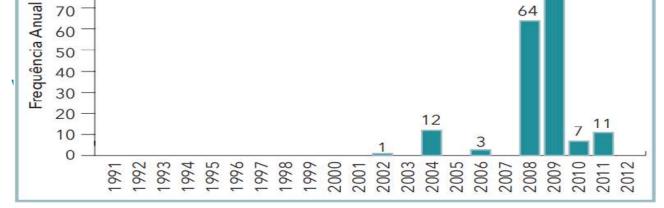


Figura 1 - Frequência anual de desastres por inundações no Estado do Maranhão, no período de 1991 a 2012. Fonte: Brasil (2013)

O Estado do Maranhão caracteriza-se como uma região de grande variabilidade nos índices pluviométricos devido à influência, principalmente, dos sistemas meteorológicos representados pela Zona de Convergência intertropical (ZCIT) e pelas Linhas de Instabilidade. As precipitações prolongadas durante o período chuvoso podem originar consequências negativas para comunidades de alguns municípios, por conta da elevação dos níveis dos rios no estado. Nesse sentido, os danos humanos relacionados aos desastres por inundações são apresentados no gráfico 2.

Verificam-se mais de 700 mil pessoas afetadas ao longo dos anos analisados, no período de 1991 a 2012 foram registrados oficialmente, 22 mortos, 608 feridos, 30.467 enfermos, 84.550 desabrigados, 167.609 desalojados, 109 desaparecidos e 2.204 pessoas atingidas por outros tipos de danos.

Há municípios que não estão entre os mais afetados, mas que apresentam alguns índices relacionados à incidência de inundações que ainda estão sendo datadas. O (Figura 2) representa os municípios afetados de 1991 a 2012.

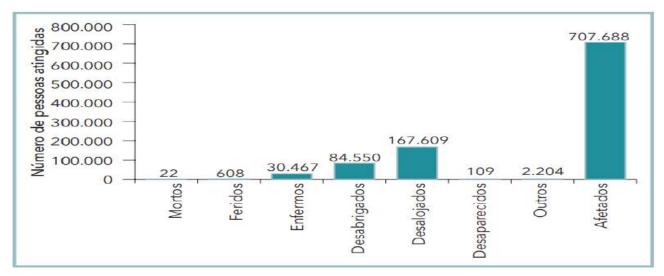


Figura 2 - Danos humanos causados por desastres de inundações no Estado do maranhão, no período de 1991 a 2012. Fonte: Brasil (2013).

Ano	Município	Mesorregião	Desabrigados	Mortos	Afetados
2011	Imperatriz	Oeste Maranhense	275	-	102.000
2008	Grajaú	Centro Maranhense	20	-	36.850
2008	Paço Do Lumiar	Norte Maranhense	410	17	25.000
2009	Caxias	Leste Maranhense	2.217	2	20.336
2009	Bacabal	Centro Maranhense	4.775	1	19.575
2009	Trizidela Do Vale	Centro Maranhense	3.184	3	17.427
2009	Itapecuru Mirim	Norte Maranhense	1.175	-	16.832
2009	Imperatriz	Oeste Maranhense	1.207		15.281
2009	Pedreiras	Centro Maranhense	4.641	3	14.688
2009	Timbiras	Leste Maranhense	366	2	13.856

Quadro 2 - Os municípios mais severamente atingidos no Estado do Maranhão (1991-20012). Fonte Brasil (2013).

A sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu possui uma área de 26,33 Km² e está localizada na região nordeste da Ilha do Maranhão, entre as coordenadas 2°32′ de latitude sul e 44°14′ de longitude oeste de Greenwich. Está inserida na bacia hidrográfica do Paciência, ocupando uma área drenada nos municípios São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar. A área objeto de estudo tem passado por um intenso processo de urbanização, e como consequência diversas transformações tem ocorrido no ambiente fluvial, com a inserção de obras de engenharia e a canalização das drenagens e diques para regular o fluxo de água, a fim de reduzir os problemas de inundações que ocorrem anualmente na área em questão.

As bacias hidrográficas existentes na Ilha do Maranhão são, em sua maioria, urbanas, caracterizadas pela ocupação irregular das margens fluviais, deposição excessiva de resíduos sólidos, assoreamento dos canais e ausência do poder público no que tange ao planejamento e gestão do parcelamento, uso do solo e das bacias hidrográficas urbanas. Na sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu não é diferente, atualmente a área em questão apresenta atividade comercial intensa e urbanização bem consolidada na porção oeste da área de estudo. Os principais problemas identificados em campo foram: o assoreamento do leito do canal, ocupação da planície fluvial, descarte de resíduos sólidos no canal, captações sem controle de vazão e diversas improvisações para a drenagem do canal, além das deficiências topográficas e estruturais (Foto 1).

Segundo a LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, artigo 4, inciso I, deve-se manter protegida as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, sejam em áreas urbanas ou rurais, uma largura mínima de 30 (trinta) metros, para cursos d'água com menos de 10 metros de largura, que é o caso da área objeto de estudo.

Dentre os vários problemas encontrados na área, têm-se desde o avanço da faixa de proteção (que é de 30 m da área de domínio) por parte de uma propriedade particular, a outros problemas técnicos como a falta de escoamento em alguns dos trechos do canal por acúmulo de materiais e falta de manutenção no canal. O canal fluvial onde a propriedade particular começou a ser construída na planície de inundação, que é a faixa de proteção, apresenta-se, portanto com alto teor de decomposição de materiais, causando odores. Outro problema grave é a deposição *in natura* de esgoto no riacho, o qual tem se tornado criadouro de insetos e disseminador de doenças.



Foto 1 - Canal assoreado com um tronco e árvore servindo como ponte sobre o canal. Fonte: Própria pesquisa, 2015.

Em meio a tantos problemas e embates técnicos, a obra de canalização do Rio Gangan encontra-se inacabada, portanto, os problemas persistem afetando a todos os moradores. Quando há ocorrência de elevados índices pluviométricos na cidade, podem-se constatar as várias falhas técnicas na obra de canalização da drenagem, como foi noticiado em jornais locais, que logo após as primeiras chuvas de 2013 a obra rachou e não foi suficiente para conter o volume d'água.

Em trabalhos de campo observou-se que, os corpos hídricos da sub-bacia estudada não possuem boa vazão, sendo rios permanentes, que existe uma ocupação intensa na planície de inundação que tem gerado a compactação do solo, além da deposição direta de dejetos no canal provinda dos moradores.

Existe uma construção antiga de canalização, a qual objetiva impedir que as águas transbordem (Foto 2), porém este objetivo não tem sido cumprido, uma vez que anualmente as águas transbordam e invadem casas, prédio comerciais e a avenida São Luís Rei de França, o que traz transtornos no trânsito e perdas materiais.



Foto 2 - Galeria depositando afluente líquido dentro do canal. Fonte: Própria pesquisa (2015).

Além da quantidade excessiva de resíduos sólidos descartada em diversos pontos da área de estudo, o que em alguns casos impede a vazão do rio, existe também o desmatamento das margens para a construção de casas, edifícios, ruas, avenidas e calçadas, que acabam por diminuir a permeabilidade do solo. Como resultado, índices menores de água da chuva irá infiltrar no solo, gerando mais escoamento superficial.

As galerias de águas pluviais, que eram suficientes quando foram construídas, agora podem não conseguir drenar essa quantidade de água que se tornou maior, devido ao número excessivo de construções e pavimentações. A partir disto, observa-se então, a formação de enxurradas, inundações relâmpago, alagamentos e as enchentes.

Através dos trabalhos de gabinete e de campo pode-se identificar pontos com incidência de inundações na área de estudo. As áreas foram mapeadas e espacializadas através de polígonos, levando em consideração uma área protegida de 100 metros (Figura 2)

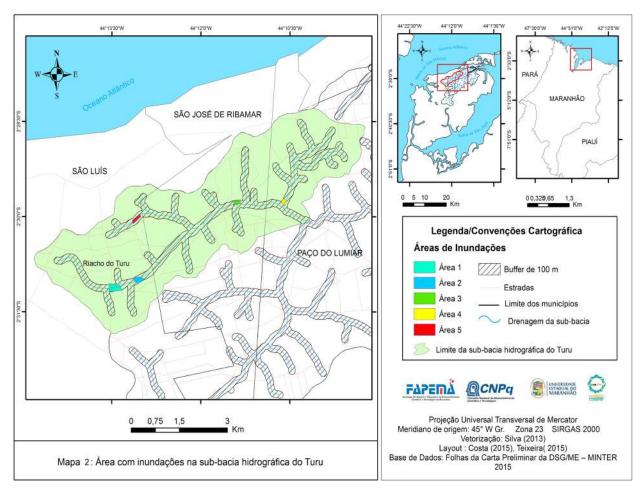


Figura 2 – Identificação de áreas de inundações na sub-bacia hidrográfica do Turu, São Luis- Maranhão. Fonte: Própria pesquisa, 2015.

Em trabalhos de campo, observou-se que as áreas 1, 2, 3, 4 apresentam uma urbanização bem consolidada, com uma concentração de construções nas planícies de inundação. Os canais encontram-se bastante assoreados, e em algumas áreas os canais tornaram-se intermitentes, aparecendo apenas no período chuvoso, trazendo pequenos danos aos moradores da região. Na área cinco ainda há resquícios de vegetação secundária mista e poucas ocupações, porém a especulação imobiliária nesta localidade é muito forte, o que mostra fortes tendências de urbanização.

A partir dos trabalhos de campo, tem-se observado que os bairros Cohama, Vicente Fialho, Turu, Alto do Turu e Parque Vitória apresentam grande impermeabilização do solo em virtude da grande urbanização desses bairros. Os bairros Parque Jair, Miritiua e Boa Vista que antes eram considerados como área rural, estão passando agora por um processo intenso de urbanização com a instalação dos residenciais do programa do governo federal Minha casa, Minha vida. Estes bairros estão passando pelo processo de impermeabilização dos solos, porém mais lentamente, em virtude da distância deles em relação central da capital do Estado. Estes oito bairros estão situados nos municípios de São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, todos abrangidos pela sub-bacia hidrográfica estudada.

Na área do Turu há um grande número de empreendimentos imobiliários, com maior intensidade na Avenida Euclides Bezerra e São Luís Rei de França. Muitos desses empreendimentos foram ou estão sendo construídos em áreas próximas ao canal do Riacho do Turu, gerando grandes impactos ambientais e transtornos na localidade. O mesmo acontece com o canal que foi retificado para diminuir a ocorrência de inundações.

Durante as visitas de campo observou-se que a retificação do canal principal da sub-bacia hidrográfica do Riacho Turu ainda está em fase de conclusão, principalmente nas proximidades da Avenida São Luís Rei de França, e ainda não foram concluídas em virtude do problema relacionado aos limites municipais de São Luís e São José de Ribamar. Através dos trabalhos realizados em campo e das análises de documentos sobre a área, pode-se afirmar que 80% dos moradores próximo das áreas de incidência dos fenômenos estudos neste trabalho já sofreram com inundações (Foto 3).



Foto 3 - Propriedade abandonada devido à ocorrência anual de inundações Fonte: Própria pesquisa, 2014.

4. Considerações finais

As inundações são fenômenos naturais, que fazem parte da dinâmica fluvial das bacias de drenagem. A sub-bacia hidrográfica do Riacho do Turu apresenta-se com um crescente processo de urbanização e de especulação imobiliária em algumas áreas, no entanto, diversas transforma-

ções têm ocorrido nesta sub-bacia, com a inserção de obras de engenharia como a canalização das drenagens e diques para regular o fluxo de água, com o intuito de reduzir as ocorrências de inundações.

A ocupação inadequada das margens fluviais está intensificando o potencial de degradação desta área em virtude da pressão demográfica, dos processos decorrentes do uso e cobertura do solo e das consequentes alterações ambientais geradas.

A área objeto de estudo apresenta-se com uma área urbana bem consolidada em seu entorno, apresentando condomínios residenciais e comerciais com empresas diversas, ocupando a planície de inundação. Nas áreas rurais, a vegetação característica é a secundária mista. O leito fluvial em algumas localidades tornou-se depósito de dejetos humanos e resíduos sólidos, intensificando o fenômeno de inundação nos períodos chuvosos.

A partir de trabalhos de campo, concluiu-se que a ocupação das planícies de inundação e o aumento da densidade de construções, colaboraram para o aumento da impermeabilização do solo, bem como para a maior geração e velocidade do escoamento superficial direto, levando também ao aumento dos picos de cheias, atingindo às planícies de inundação ocupadas pela população. Tal situação, dependendo da magnitude, intensidade das chuvas e do número de pessoas atingidas pode gerar um desastre.

A sub-bacia hidrográfica do riacho do Turu é predominantemente urbana, com áreas residenciais consolidadas, loteamentos, ocupações inadequadas, unidade de conservação, mata galeria e capoeira. Os processos hidrológicos ocorrentes na área estão relacionados ao aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração das águas pluviais, em virtude da impermeabilidade crescente do solo. Além destes fatos, existe um número considerável de pessoas que são afetados anualmente pelos fenômenos estudados ao longo da sub-bacia estudada.

Referências

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e enchentes. *In*: **Desastres Naturais**: Conhecer para Prevenir. Orgs: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo. 2012.

BRASIL. **Conferência geral sobre desastres:** para prefeitos, dirigentes de instituições públicas e privadas e líderes comunitários. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília.2007.

BRASIL, **Enchentes no Norte e Nordeste do Brasil**. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Comitê das Enchentes. ESPIN. [S.I.], 2009.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres naturais.** Volume I, Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

JHA. A. K.; ROBIN. B. LAMOND. J. **Cidades e inundações:** um guia para a gestão integrada do risco de inundação urbana para o Século XXI. Washington: Banco Mundial, 2012.

MARCONI, M. A. LAKATOS, M. E. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração análise e interpretação de dados. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SÁ, P. B. Percepção da população acerca dos impactos socioambientais do acidente da mi-

V CBEAAGT-

neração Pomba- Cataguases no município de Laje do Muriaé, RJ. Monografia (Graduação em Ciências Sociais). Campo do Goytacazes. 2007.

SILVA, D. B. **Feições geomórficas da bacia hidrográfica do Paciência – Ilha do Maranhão**. Monografia (Graduação em Geografia). São Luís. 2013.

TUCCI, C. M. **Controle de enchentes**. In: TUCCI, C.M. (Org.) **Hidrologia**: ciência a aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 1993.

TUCCI, C. M. **Hidrologia**: ciência a aplicação. Porto Alegre: Ed. da URGS, 1997.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vitima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

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

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO DO NORTE (JOINVILLE – SC): O DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA EM SUAS MARGENS

VANILDA BARBOSA GALLI NELMA BALDIN

Resumo

A pesquisa será uma reconstrução da história da devastação da Mata Atlântica que rodeava e rodeia as margens do rio do Cubatão do Norte. Vai remontar ao período colonial que, sem dúvida, foi um período responsável por parte da devastação das florestas. Assim, a pesquisa se justifica por ser, o Rio Cubatão do Norte (objeto de análise), um patrimônio público diretamente relacionado aos recursos hídricos e ao meio ambiente do Município de Joinville (SC). O objetivo geral do estudo visa analisar como se deu historicamente o processo de degradação da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte (BHRCN), revelando os fatores intervenientes, suas causas e consequências na economia e na história do desmatamento da Mata Atlântica as margens do rio Cubatão. A metodologia a ser utilizada nesta pesquisa, será a partir de entrevistas abertas e semiestruturadas com 50 moradores da região, tendo como critério para a participação (morar 40 anos ou mais na localidade). Os benefícios que a execução deste projeto poderá trazer aos moradores da localidade estarão relacionados à sensibilização ambiental e, sobretudo, no conhecimento da valoração ambiental e econômica da água. Com essa pesquisa, espera-se o desenvolvimento da sensibilidade, a percepção crítica em relação ao meio ambiente dos moradores; e o resgate de fatos históricos de âmbito ambiental e econômico na localidade, via manifestações e representações dos habitantes-participantes da pesquisa aos quais serão aplicadas.

Palavras-Chaves: História Ambiental; Devastação e Degradação; Mata Ciliar.

Abstract

La investigación será una reconstrucción de la historia de la devastación de la selva atlántica que rodeó y rodea las orillas del río Cubaton del norte, volverá a la época colonial, sin duda, fue un período responsable por parte de la devastación de los bosques. Así, la investigación se justifica por ser el río Cubaton del Norte (análisis de objetos), eres uno de los bienes públicos directamente relacionados con los recursos hídricos y el medio ambiente de la ciudad de Joinville (SC). El objetivo general del estudio es analizar cómo se fue históricamente el proceso de degradación de la cuenca del río Cubaton del Norte (BHRCN), revelando los factores involucrados, sus causas y sus consecuencias sobre la economía y la historia de la deforestación de la Mata Atlántica de ribera del río Cubaton. La metodología que se utiliza en esta investigación será a partir de entrevistas abiertas y semi-estructuradas con 50 residentes de la región, con los criterios de participación (vivir 40 años o más en la localidad).Los beneficios que la implementación de este proyecto traerá a los residentes locales estarán relacionados con la conciencia medioambiental y, sobre todo, el conocimiento del valor ambiental y económico del agua. Con esta investigación, se espera el desarrollo de la sensibilidad, percepción crítica del medio ambiente para los residentes; y el rescate de los hechos históricos del medio ambiente y el contexto económico de la localidad, a través de manifestaciones y representaciones de los participantes en la investigación de la población que se aplicarán.

Keywords: Historia Ambiental; Devastación y degradación; Bosque de ribera.

1. Introdução

Historicamente, a Mata atlântica foi à primeira floresta a receber iniciativas de colonização. Dela saiu a primeira riqueza a ser explorada pelos colonizadores e, desde então, vários ciclos se desenvolveram no seu domínio. Porém, os colonizadores motivados pela valorização da madeira e pelo lucro fácil não percebiam a importância dos benefícios ambientais que a cobertura florestal nativa trazia e, assim, foram mais de quatro séculos de extração predatória, seletiva e exaustiva de espécies como o pau-brasil, além de outros produtos florestais que foram e são até hoje amplamente extraídos (DEAN, 1996).

O processo de ocupação do Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, particularmente das florestas. Ao longo da história do país, a cobertura florestal nativa representada pelos diferentes biomas foi sendo fragmentada, cedendo espaço para as culturas agrícolas, as pastagens e as cidades (PAZ; FARIAS, 2008, p. 287). Nessa direção, a bacia hidrográfica do rio Cubatão do Norte é considerada uma das mais importantes bacias hidrográficas da região nordeste de Santa Catarina (ZANOTELLI; HOMRICH; OLIVEIRA, 2009, p. 9). Mediante tantos dados que comprovam a exposição da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, suscetível a diferentes poluentes advindos de indústrias, lixo tóxicos, ações antrópicas, lixo doméstico, enfim faz-se necessário, enfatizar sobre esse tema tão importante para a preservação da Bacia Hidrográfica que é a Mata Atlântica. Sabe-se, da grande importância que a floresta tem para a permanência de um rio, ela é primordial para sua existência uma vez que estabelece profunda relação de proteção e preservação. Dessa forma, as questões ambientais vêm modificando o cenário mundial que está marcado por um processo acelerado de degradação e falta de comprometimento com o ambiente em que vivemos. A complexidade desses problemas nos remete a uma urgência na busca de alternativas de Educação Ambiental (EA) e na construção de uma visão consciente do espaço onde estamos inseridos. Atualmente, as discussões que envolvem a Educação Ambiental estão centradas nas questões mais gerais sem uma aproximação efetiva dos acadêmicos aos debates e reflexões que poderiam alterar comportamentos e atitudes diante do meio ambiente.

Neste sentido, o objetivo da pesquisa que centra-se na análise de como se deu historicamente o processo de degradação da área da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte (BHRCN), revelando os fatores intervenientes, suas causas e consequências na economia e na historia do desmatamento da Mata Atlântica que rodeava e rodeia o rio Cubatão.

2. Metodologia

A pesquisa será desenvolvida na abordagem qualitativa e será descritiva de forma etnográfica. Esse tipo de pesquisa, segundo Lüdke e André (2003), tem sido o método sugerido para estudos que tem o ambiente natural como fonte dos dados. Nessa direção, o pesquisador é um importante instrumento pois precisa observar, coletar os dados, preocupar-se com o processo e atentar para o significado que as pessoas dão para as coisas, para o contexto no qual essas informações estão inseridas. Portanto, não será uma observação comum que gerará apenas dados para a pesquisa, mas sim, será uma questão previamente definida, buscando relacionar um conhecimento aprofundado sobre o assunto em questão que, no caso, é o fenômeno que levou ao desmatamento da mata ciliar que rodeava o Rio Cubatão do Norte.

Para a coleta de dados, serão realizadas entrevistas abertas e semiestruturadas com 50 moradores da região, tendo como critério para a participação (morar 40 anos ou mais na localidade).

O centro desta pesquisa será a área da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte (BHRCN). O Rio Cubatão do Norte será o objeto central do estudo, e a Mata Atlântica – especificamente a mata ciliar formada pela Mata Atlântica – que circundava o Rio Cubatão do Norte será o ponto de

partida do estudo. A área da BHRCN é bastante extensa (492 km²), para tanto, com o uso do mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte, com definição de toda a área da bacia, onde localizam os principais afluentes: (as áreas a serem pesquisadas), foram definidos 15 pontos estratégicos, conforme as quantidades dos principais afluentes-rios onde se concentrará a pesquisa, mais especificamente, onde se dará a busca dos dados e a delimitação do estudo (Figura 1).

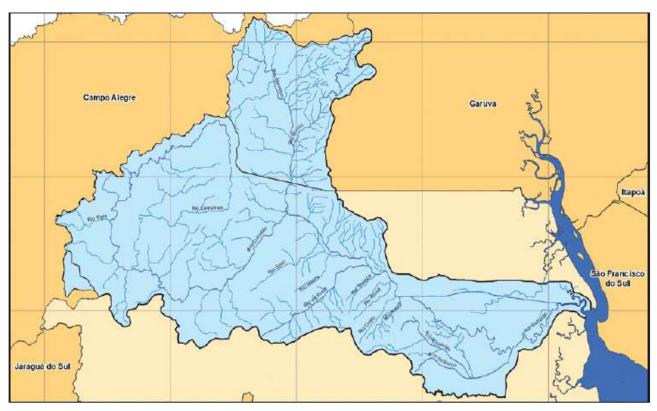


Figura -1: Bacia do Rio Cubatão do Norte. Com definição dos 15 pontos específicos, onde localizam os principais afluentes-rios: (as áreas a serem pesquisadas). Fonte: COMITÊ CUBATÃO DE JOINVILLE. UNIVILLE (2014, p. 9).

Esses 15 pontos foram definidos como o *locus* da pesquisa porque são os principais afluentes da BHRCN. No entanto, em um dos pontos, o afluente Rio do Braço, já se tem informações detalhadas obtidas no estudo anterior de Galli (2014). Neste sentido, a pesquisa centrar-se-á em 14 pontos. Buscar-se-á saber dos residentes dessas localidades a serem estudadas: o que percebem como comprometedor da qualidade das águas de seus rios, notadamente afluentes do Rio Cubatão do Norte; qual a relação da Mata Atlântica com as águas do Rio Cubatão; quais as representações sociais que têm sobre o fenômeno que ocorre com esse rio; e qual a percepção que expressam quanto à degradação da BHRCN. A referência da população para este estudo será a mata ciliar da área da bacia hidrográfica.

2.1 População alvo e a técnica aplicada para contatá-los: a snowball

Os sujeitos da pesquisa serão os habitantes mais antigos da região da área da BHRCN, por onde corre o Rio Cubatão. O critério para definir qual a população que será entrevistada é de que seja considerado "como morador (a) mais antigo (a) da localidade" (40 anos ou mais) os indivíduos que serão entrevistados serão indicados pelos próprios habitantes da BHRCN, na aplicação da técnica *Snowball* ("Bola de Neve"). Essa técnica consiste em uma modalidade de pesquisa indicada para se trabalhar com Educação Ambiental aplicada em comunidades, e funciona como uma ferramenta para esse

tipo de pesquisas (BALDIN, 2011).

A técnica a ser utilizada, a *Snowball*, ("Bola de Neve"), possibilitará encontrar essa população-alvo. Wha (1994) apud Baldin (2011), define que *ess*a técnica é uma forma de amostra não probabilística utilizada em pesquisas sociais em que os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes, que por sua vez indicam novos participantes e assim sucessivamente, até que seja alcançado o número esperado (o número mínimo). A partir daí, o pesquisador terá a sua população alvo definida, podendo dar inicio à sua pesquisa. Esse momento é também conhecido, na *Snowball*, como o "ponto de saturação". No caso desta pesquisa, o "ponto de saturação" para a definição dos entrevistados se dará quando os novos "indicadores" começarem a repetir os nomes dos já indicados para participarem da pesquisa, ou, então, quando os novos entrevistados passam a repetir os conteúdos já obtidos em entrevistas anteriores, sem acrescentar novas informações relevantes à pesquisa. Assim, segundo Baldin (2011), quando as informações já não trazem "algo novo" para a pesquisa, mas se repetem, é para o pesquisador a demonstração de que os dados já não mais contribuirão com novas informações. Portanto, a *Snowball* é uma técnica de amostragem que utiliza cadeias de referência, uma espécie de rede (BALDIN, 2011).

Desse modo, os sujeitos que serão entrevistados deverão ter sido indicados, à pesquisadora, de forma aleatória por pelo menos três moradores locais e considerados "lideranças" nas comunidades, conforme as diretrizes da técnica *Snowball*. Essas lideranças "indicadoras" dos sujeitos a serem entrevistados podem ser identificadas como sendo: agentes políticos; educacionais; econômicos; sociais e da saúde referenciados como vereadores; diretores de escolas; professores; comerciantes; empresários; agentes comunitários de saúde; e lideranças religiosas ou, ainda, cidadãos envolvidos com as questões educacionais, sociais, culturais, históricas e ambientais na localidade.

Nesse sentido, a pesquisa não define de pronto um número exato e fechado de entrevistados, porque esse é um processo que irá se "construindo" ao longo da aplicação das ações da *Snowball*. No entanto, está-se, aqui, definindo um número mínimo para se trabalhar: 50 (cinquenta) pessoas, indicadas. A esses sujeitos, será aplicada uma entrevista aberta e semiestruturada. A análise das falas desses sujeitos entrevistados será feita considerando-se os critérios das "histórias de vida".

3. Resultados esperados

Como ainda os dados da pesquisa não foram levantados e considerando que o projeto até este momento encontra-se em análise pelo Comitê de Ética da Univille, não há resultados a serem apresentados, mas acredita-se que com a aplicação da pesquisa será possível alcançar as seguintes contribuições científicas e sociais:

- a) A população que participará das atividades previstas (entrevistas semiestruturadas) ao final da experiência poderá ter desenvolvido a criatividade, a sensibilidade, a percepção e a crítica em relação às inserções humanas no meio ambiente, refletindo sobre as representações sociais que importam essas ações;
- b) Após a análise dos perfis dos sujeitos participantes das atividades do projeto de pesquisa esses dados serão documentados. O mesmo ocorrerá durante a aplicação das atividades, os pontos comuns e de maior decadência (em pior estado) em relação às questões do patrimônio ambiental que é a Mata Atlântica e as águas e com ênfase às questões do meio ambiente local em especial no tratamento das águas do Rio do Cubatão e da sua mata ciliar.

As "histórias de vida" aqui mencionadas significam o que se constitui como "conteúdo" ou dado coletado a partir das condições materiais da existência dos entrevistados e devem ser apreendidas como um processo que se dá em cada momento histórico, sendo, por isto, um processo complexo e dinâmico, contraditório e inacabado (BALDIN, 2011).

Com essas ações, criar-se-á condições de maior participação dessa população em atividades educacionais e de políticas sociais (com incentivos às iniciativas para buscar as políticas públicas) voltadas para a melhoria da qualidade do meio ambiente e que possam vir a ser executadas na área estudada.

c) A discussão, coletiva, dos resultados encontrados sobre a questão pesquisada (a ser executada após a análise etnográfica das informações coletadas), possibilitará, à comunidade local, uma maior reflexão quanto à questão da importância das águas para a vida. A finalidade será buscar um entendimento sobre o conteúdo abordado levando as pessoas a se sensibilizarem (com posterior conscientização) sobre a prevenção e importância das questões estudadas – particularmente sobre a importância de se preservar e cuidar das águas do Rio do Cubatão e da sua mata ciliar decorrente da Mata Atlântica.

Os resultados desta pesquisa poderão fornecer evidências de que a destruição da mata ciliar é uma prática realizada até mesmo antes da colonização (DEAN, 1996). Diante deste discurso, será ainda motivo de reflexão onde o estudo será aplicado, principalmente porque irá resgatar fatos históricos de âmbito ambiental da localidade e, sobretudo, voltado principalmente à sensibilização e conscientização dos moradores da área da BHRCN. Além de que poderá, também, apresentar sugestões para conservação do Rio Cubatão no município de Joinville. Assim, esperase que esta pesquisa subsidie a elaboração de campanhas e projetos de intervenção ambiental, envolvendo os sujeitos da sociedade como um todo: governo e população.

A previsão de início da pesquisa é junho/2016 e a sua finalização em julho/2017.

Referências

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. B. **Educação ambiental comunitária: uma experiência com a técnica de pesquisa snowball (bola de neve).** *Revista eletrônica do mestrado de educação ambiental*, Rio Grande, v. 27, p. 46-60, jul./dez. 2011.

COMITÊ CUBATÃO JOINVILLE (CCJ). Univille. [Localização da área de trabalho onde as entrevistas serão realizadas]. Joinville, 2014. 1 Mapa.

DEAN, W. *A ferro e fogo:* a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: Cia. das Letras, 1996. 67 p.

GALLI, V. B. História e economia: o desmatamento da mata atlântica – um sinal de desgaste nos meandros da bacia hidrográfica do rio Cubatão do norte (Pirabeiraba – Joinville, Santa Catarina) as percepções de seus moradores. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Univille, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2003. 99 p.

PAZ, R. J; FARIAS T. (Org.). **Gestão de áreas protegidas: processos e casos particulares**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2008.

ZANOTELLI, C. T.; HOMRICH, A. P. M.; OLIVEIRA, F. A. **Conhecendo a bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte**. Joinville, SC: UNIVILLE, 2009.

CARACTERIZAÇÃO DOS USOS E USUÁRIOS DAS NASCENTES FLUVIAIS DE PORTALEGRE – RN

Adrienne Katianna Reis da Costa Melissa Rafaela Costa Pimenta Maria Betânia Ribeiro Torres Rodrigo Guimarães de Carvalho

Resumo

Portalegre está localizada na mesorregião Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte. O município serrano possui uma população estimada de 6.990 habitantes (IBGE/2005) e densidade demográfica de 52,70 hab/km2. Portalegre encontra-se totalmente inserida nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró. Destaca-se em relação ao contexto geral do semiárido pelo seu clima ameno e entre as cidades do entorno pela existência de afloramentos de nascentes que é um fator de grande relevância por se tratar de uma região que sofre com a escassez de água, sendo que algumas dessas nascentes são perenes, ou seja, permanecem com água mesmo em longos períodos de estiagem. Foram identificadas nascentes em cinco pontos da cidade, são elas: nascente da Lavanderia; nascentes da Mata da Bica; nascente Simão Dias; nascente do Brejo e; nascente do Doutor. O objetivo desse artigo é descrever o uso e a percepção dos moradores das comunidades no entorno das nascentes da Lavanderia e da Mata da Bica, por se tratarem das nascentes perenes do município.

Palavras-Chaves: Gestão Ambiental. Recursos Hídricos. Desenvolvimento Sustentável.

Abstract

Portalegre is located in the mesoregion West Potiguar in the state of Rio Grande do Norte. This mountain city has an estimated population of 6.990 (IBGE/2005) and population density of 52,70 hab/km2. Portalegre is fully inserted in the fields of Apodi-Mossoró watershed. It stands out against the general context of the semiarid region for your soft weather and between the surrounding cities for the existence of springs outcrops which is a very important fator because it is a region that suffers from water scarcity, and some of these springs are perennial that remain the same over long periods of drought. Springs were identified in five parts of the city, such as: source of Lavandeira; source of Mata da Bica; Simão Dias source; source of Brejo and; source of Doutor. The purpose of this article is to describe the use and perception of community residents surrounding the sources of Lavanderia and Mata da Bica, because both are the perennial springs of the city.

Keywords: Environmental Management. Water resources. Sustainable development.

1. Introdução

Neste artigo foi realizada uma discussão sobre as atuais políticas de gestão de recursos hídricos, no tocante as nascentes. Tendo como objeto de estudo o munícipio de Portalegre, situado no estado do Rio Grande do Norte (RN). Trazendo um esboço da base das políticas públicas de gestão de recursos hídricos no Brasil, no estado do RN e um levantamento em loco sobre as condições das principais nascentes, identificando o uso pela comunidade local. Esta pesquisa trata-se de um estudo realizado pelo projeto de extensão Contribuições ao planejamento urbano, ambiental e turístico dos municípios serranos Portalegre e Martins-RN, desenvolvido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

2. Referencial Teórico

As nascentes ocorrem pelo fato da água das chuvas que se infiltram nos solos, abastecendo assim, os aquíferos, que se trata de uma camada de água no subsolo, geralmente delimitada por substrato rochoso. Localizam-se em encostas ou depressões do terreno, podendo ser de fluxo contínuo ou apenas durante a estação chuvosa. Os tipos mais comuns de nascentes são os de fundo de vale, de encosta, de contato e de rio subterrâneo. Em alguns casos é necessária a construção de estruturas protetoras para nascentes a fim de evitar a contaminação das mesmas por fatores naturais ou antrópicos.

A vegetação nativa no entorno da nascente deve ser protegida, pois tem a função de preservar os recursos hídricos, a biodiversidade, o relevo e a paisagem, além de proporcionar bem-estar às populações humanas. Qualquer tipo de intervenção em nascentes assim como nas demais áreas de preservação permanente necessita da autorização dos órgãos competentes que são responsáveis por controlar, orientar e fiscalizar o uso desses recursos (CALHEIROS et al., 2006).

As nascentes representam a origem das civilizações e cumprem, desde sempre, um papel histórico e social, como determinantes da localização e progresso de populações humanas. Nascentes formam rios e lagos, irrigam florestas e todo tipo de vegetação, dão de beber ao gado e a toda a fauna, fornecem água limpa para consumo humano. Ou seja, são essenciais para o ambiente: a abundância de água relaciona-se em razão direta com a manutenção da biodiversidade. Por esta razão, tornam-se fundamentais para a vida na Terra. As nascentes revestiram-se ao longo dos séculos de valores simbólicos e culturais (NASCENTES DO BRASIL, 2010).

No Brasil houve uma evolução da legislação ambiental em relação aos recursos hídricos:

Desde a Constituição do Império de 1824, o tema tem sido tratado no ordenamento jurídico brasileiro, constitucional e infraconstitucional visando a proteção da saúde humana como prioridade fundamental. Entretanto, apesar da legislação hídrica vigente grande parte dela restou inócua, durante décadas, no que tange à gestão sustentável das águas (DARONCO, 2013, p. 2).

A gestão dos recursos hídricos tem como marco inicial o Código das Águas de 1934, que tinha o objetivo de regulamentar o uso das águas doces superficiais para as hidrelétricas. No capítulo V, do art. 89 ao 95, tratam-se algumas questões sobre a definição das nascentes, a propriedade e o uso (BRASIL, 2003).

A Constituição Federal de 1988 define as águas como um bem de uso, o seu artigo 20, inciso III, indica que, entre os bens da União, encontram-se: "os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, se estendam a território estrangeiro, ou dele provenham, bem como terrenos marginais e

as praias fluviais". Já entre os bens do Estado e do Distrito Federal, se situam "as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União" (BRASIL, 1988). Em 1989, foi criada a Lei nº 7.754 que estabeleceu medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios (BRASIL, 2003).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei no. 9433/97, promulgada em 1997, foi criada devido o aumento dos conflitos entre os múltiplos usuários da água por conta do aumento da construção de hidrelétricas e a poluição hídrica causada pela ausência de tratamento dos esgotos domiciliares e industriais. Constitui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e estabelece os instrumentos de gestão. Além disso, é garantida a participação pública na gestão hídrica (BRASIL, 2003).

A Constituição do Estado do Rio Grande do Norte (RN) trata do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. A legislação de recursos hídricos do RN é estruturada: 1) Lei nº 6.908, 01/07/1996, Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos; 2) Decreto nº 13.283, 22/03/1997, Regulamenta a outorga do direito de uso da água e do licenciamento de obras de oferta hídrica; 3) Decreto nº 13.284, 22/03/1997, Regulamenta o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; 4) Decreto nº 13.285, 22/03/1997, Regulamenta a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; 5) Decreto nº 13.836, 11/03/1998 Regulamenta o Fundo Estadual de Recursos Hídricos; 6) Lei Complementar nº 163, 05/02/1999; 7) Lei nº 8.086, 15/04/2002, Cria o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte; 8) Lei Complementar nº 340, 31/01/2007, Altera a Lei Complementar nº 163, de 05 de fevereiro de 1999; 9) Lei Complementar nº 481, 03/01/201, Altera a Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996; 10) Lei Complementar nº 482, 03/01/2013, Altera a Lei Complementar nº 163, de 05 de fevereiro de 1999; e 11) Lei Complementar nº 483, 03/01/2013, Dispõe sobre o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (RODRIGUES; AQUINO, 2013).

Por fim, enquanto que os Planos de Bacia estabelecem as diretrizes para a gestão hídrica em âmbito regional, os municípios definem as suas políticas urbanas e rurais, que geram impactos ambientais positivos e negativos sobre os recursos hídricos em âmbito local, por meio de seu ordenamento territorial e dos usos do solo. São os municípios que possuem uma grande aproximação e responsabilidade na proteção dos recursos hídricos e, sem seu apoio, não é possível integrar a gestão territorial e hídrica em âmbito de bacia hidrográfica (PIZELLA, 2015).

2. Metodologia

Os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa foram: revisão de literatura, pesquisa de campo, registro fotográfico e coleta de dados com a aplicação de questionários às comunidades no entorno das nascentes. Com o objetivo de identificar o perfil socioeconômico dos usuários, assim como seus usos e a percepção dos aspectos ambientais das nascentes. Dessa forma, em 2014 foram aplicados quarenta questionários, dividindo a metade na comunidade próxima as nascentes da Mata da Bica e a outra metade na comunidade próxima a nascente da Lavanderia.

3. Resultados e Discussões

As nascentes utilizadas como fonte de dados para esta pesquisa foram a nascente da Lavanderia (FIGURA 1), que se encontra desativada, no entanto, segundo os entrevistados esta nascente foi utilizada por muitos anos pela comunidade local como a lavanderia pública ou comunitária e está localizada na entrada da cidade. E a nascente da Mata da Bica (FIGURA 2), que é um importante ponto turístico do município, atraindo visitantes de muitas regiões, que contribui as-

sim, com a economia local, é ainda de grande valor histórico e cultural com a existência de lendas e tradição de uso pela comunidade. Além dessas foram também identificadas mais três nascentes, são elas: a nascente Simão Dias (FIGURA 3); nascente do Brejo (FIGURA 4) e; a nascente do Doutor (FIGURA 5).





Figura 1: Nascente Lavanderia ; Figura 2: Nascente Mata da Bica. Fonte: Dados do Projeto.





Figura 3: Nascente Simão Dias ; Figura 4: Nascente do Brejo. Fonte: Dados do Projeto.



Figura 5: Nascente do Doutor. Fonte: Dados do Projeto.

Na Figura 6 é possível identificar a localização de cada nascente no município de Portalegre.



Figura 6: Nascentes de Portalegre (FONTE: GOOGLE EARTH, 2016). Fonte: Dados do Projeto.

Na realização da pesquisa de campo sobre o uso das nascentes pela comunidade local, foi construído um delineamento do perfil socioeconômico dos moradores próximo as nascentes, o sexo dos participantes da pesquisa foram 51% feminino e 49% masculino (GRÁFICO 1).

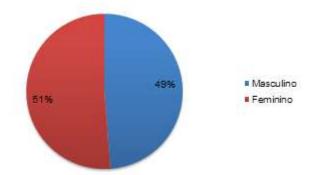


Gráfico 1 – Sexo, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

Em relação a idade dos entrevistados a faixa etária com maior percentual foram entre 26 a 33/50 a 58 anos de idade, com 22% em cada grupo (GRÁFICO 2).

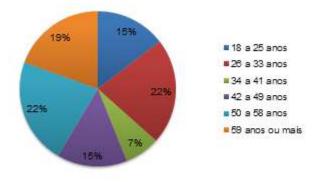


Gráfico 2 – Faixa etária, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

Dos entrevistados, 88% são naturais de Portalegre (GRÁFICO 3) e 78% dos entrevistados residem na cidade há mais de quinze anos (GRÁFICO 4).

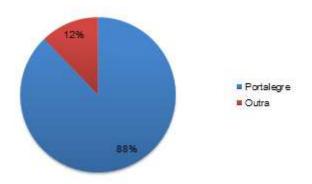


Gráfico 3 – Naturalidade, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

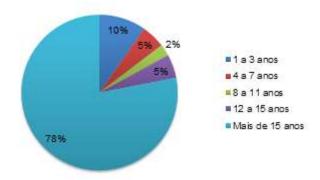


Gráfico 4 – Tempo de moradia, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

O estado civil dos moradores entrevistados que residem próximo as nascentes foi caracterizado como 44% casados e solteiros para ambos, como pode ser identificado no (GRÁFICO 5).

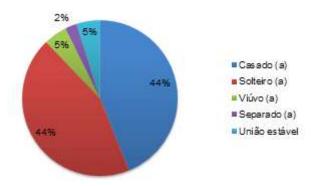


Gráfico 5 – Estado civil, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

O nível de escolaridade que teve maior porcentagem de pessoas, foi os que concluíram o ensino médio com 39%, e 29% com ensino fundamental incompleto (GRÁFICO 6).

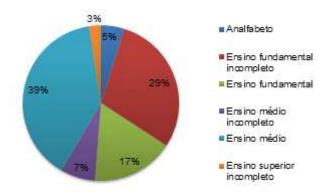


Gráfico 6 – Nível de escolaridade, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

O Gráfico 7 indica que 51% dos entrevistados estavam trabalhando e 49% estavam sem trabalho.

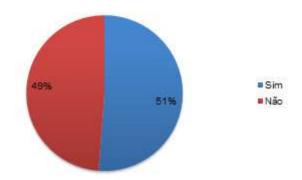


Gráfico 7 – Trabalho, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

Todos os entrevistados afirmaram que fazem uso das águas das nascentes. Sendo que 78% frequentam diariamente as nascentes, e 22% utilizam semanalmente, mensalmente ou com outra frequência as nascentes (GRÁFICO 8).

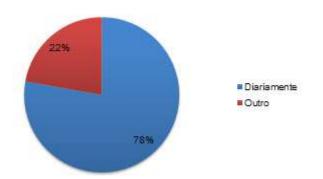


Gráfico 8 – Frequência, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

A Constituição Federal de 1988 estabelece que é garantido o direito à propriedade, sendo que esta deve atender à sua função social e ambiental. Desse modo, tanto no meio urbano quanto no rural, essa função social e ambiental da propriedade modifica o direito do proprietário de utilizá-la livremente, condicionando seu uso ao interesse não somente econômico, mas também

destas duas vertentes (PIZELLA, 2015).

O (GRÁFICO 9) mostra que 33% fazem uso domestico das águas das nascentes, e 67% às utilizam para consumo.

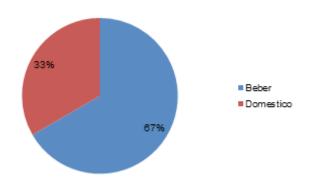


Gráfico 9 – Uso da água da nascente, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

Conforme Paula Junior (2011) o cenário geral de nossas águas é revelador de quão entrelaçadas são as dimensões ambientais, econômicas, sociais e culturais que acomodam a nossa complexa realidade. Para lidar com esse vasto contexto e procurar responder seus desafios, é fundamental promover ações com potencial emancipatório, no sentido de descolonizar o pensamento , desmercantilizar, ressacralizar e reencantar a vida e a água, e de democratizar as relações societárias.

Todos os entrevistados reconheceram a importância da preservação das nascentes por várias razões, como, por exemplo: pelo fato de que as cidades vizinhas não apresentarem tantas nascentes; a importância para saúde e uso da comunidade; pelo fato de atrair turistas para a cidade; para o uso das pessoas menos favorecidas de renda; para que não falte para as próximas gerações; para preservar sua qualidade; para a preservação da cultura e história da cidade.

Segundo Hamilcar et al. (2010) há necessidade de se implementar políticas públicas nas regiões, visando a prática da preservação dos recursos hídricos existentes, incentivar o uso múltiplo das águas, de acordo com a legislação em vigor, de forma consciente e equilibrada, e inserir a gestão ambiental, tanto no campo como nas cidades, como uma ação mitigadora dos impactos ambientais.

Conforme o (GRÁFICO 10) é atribuída a responsabilidade da preservação das nascentes principalmente dos órgã

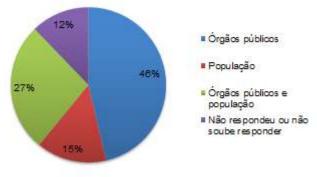


Gráfico 10 – Responsabilidade da preservação das nascentes, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte Dados do Projeto.

A responsabilidade da gestão dos recursos hídricos deve dar atenção para o fato de que as

águas subterrâneas têm um papel de grande importância como fonte de abastecimento, com isso pensar em uma lei que possibilite disciplinar o seu uso, a fim de se manter a quantidade e a qualidade dos aquíferos e das águas superficiais interligadas a eles (RODRIGUES; AQUINO, 2013).

Na opinião dos entrevistados, como mostra o (GRÁFICO 11), o problema mais urgente que o município de Portalegre enfrenta é a saúde com 39% e em segundo lugar o desemprego 27%.

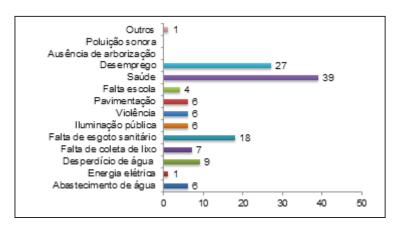


Gráfico 13 - Problemas mais urgentes do município, comunidade, Portalegre, 2014. Fonte: Dados do Projeto.

Conforme Daronco (2013) no Brasil a legislação versou sobre os recursos hídricos de várias maneiras, tendo evoluído com o passar dos tempos. Primeiramente, não se tinha a água como uma preocupação de recursos natural finito e necessário para a vida no planeta. Apenas, com o avanço da ciência, os recursos hídricos passaram a ter seu lugar de destaque na estrutura legal brasileira, de forma que a Constituição Federal de 1988 é considerada um exemplo de legislação no tocante a água.

Apesar das dificuldades, institucional e jurídico, que dificultam a gestão integrada dos recursos hídricos, e as consequências que acarretam para que haja um planejamento eficaz de curto, médio e longo prazos dos usos múltiplos das águas de modo mais equitativo e ampliando as possibilidades de manutenção e melhorias dos ecossistemas aquáticos, as contribuições do Plano Diretor Municipal possibilitam sua efetivação. Do mesmo modo, a inclusão das diretrizes deste Plano no momento de elaboração e revisão dos Planos de Bacias Hidrográficas (PIZELLA, 2015).

4. Considerações Finais

No decorrer da pesquisa foi possível perceber a valorização positiva pelos entrevistados sobre as nascentes, tanto para o município pelo fato de ser patrimônio cultural da cidade, além do seu uso pelas gerações mais antigas e as lendas existentes contribuem para economia da cidade através do turismo e para a preservação dos ecossistemas.

Das duas nascentes pesquisadas que estão dentro da área urbana da cidade; a primeira da Lavanderia, devido o contexto atual de não está sendo mais utilizada pela comunidade da cidade, encontra-se com aspectos de vulnerabilidade menos impactante, verificando-se apenas os aspectos naturais. Entretanto, a segunda que fica na Mata da Bica, local utilizado tanto para o uso direto da água, como também para o turismo natural e cultural, apresenta aspectos de vulnerabilidade que merecem atenção como: poluição, degradação, acessibilidade etc. Assim, a gestão dessas nascentes carece da atenção do poder público e da comunidade como um todo. É importante ressaltar que a maioria dos entrevistados, os moradores do entorno da nascente, são naturais e residentes do município, criando um cenário de vínculo social que pode proporcionar uma melhor relação destes com o ambiente.

Dentre os problemas mais citados, em primeiro lugar a saúde, e em terceiro, relacionado ao saneamento básico, pode-se aferir a necessidade de uma gestão integralizada dos recursos hídricos e os demais setores relacionados diretamente com seu funcionamento. Visto que sendo a água um recurso imprescindível para a existência humana e manutenção do ecossistema equilibrado na Terra. Assim, as nascentes possuem valor incalculável elas além de abastecer rios, são fundamentais para o equilíbrio do ecossistema.

A preservação das nascentes não deve ser de forma isolada pelo poder público, nem pela comunidade, todos são responsáveis pela sua preservação e uso, pois uma ação nociva para a água em nível local pode gerar problemas a nível regional, e até mundial dependendo do contaminante. Com isso, percebe-se a relevância de estudos voltados para as nascentes, integralizando-as e reforçando sua presença na agenda da gestão dentro das políticas públicas ambientais.

Referências

BRASIL. **Código de Águas**: e legislação correlata. Brasília: Senado

_____. Subsecretaria de Edições Técnicas, 2003. 234 p. (Coleção ambiental; v. 1). Disponível em: http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70322/653798.pdf?sequence=2. Acesso em: 08 maio 2015.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C.V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes de água e de vida. 2.ed. São Paulo: SMA, 2006. **Cadernos da Mata Ciliar** / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade. Nº 1. Disponível em: < http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/files/2013/05/Cadernos-de-Mata--Ciliar-1_Preserva%C3%A7%C3%A3o-e-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-nascentes_2004.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

DARONCO, Giuliano Crauss. Evolução histórica da legislação brasileira no tratamento dos recursos hídricos: das primeiras legislações até a Constituição Federal de 1988. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves-RS. 2013. Disponível em: https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/2138e9424748a787dc20c5aec625a25c_49028a51492e0183072f8d38ac42dbc6.pdf>. Acesso em: 16 set. 2015.

HAMILCAR, J. A. F.; SILVA, T.C.; LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, M. R. M.; SILVA, A. L. Uso e usuários de água de nascentes do alto curso da bacia hidrográfica do rio Gramame, PB. **X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. Fortaleza-CE. 2010. Disponível em: http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/14.30hrs_pap004442(hamilcar).pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

NASCENTES do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas/ Governo do Estado de São Paulo, Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo: WWF, Brasil, 2010. Disponível em: http://www.5elementos.org.br/5elementos/files/pdf/downloads/nascentes_do_brasil.pdf> Acesso em: 28 set. 2014.

PAULA JUNIOR, F. Formação, diálogo e participação no planejamento e Gestão de Águas. In: PAULA JÚNIOR, Franklin de; MODAELLI, Suraya (orgs.). **Política de águas e Educação Ambiental**: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao04102011025132.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2014.

V CBEAAGT-

PIZELLA, Denise Gallo. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. **Rev. Ambient**. Água vol. 10 n. 3 Taubaté – Jul. / Sep. 2015. p. 635-645. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2015000300635&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 08 maio 2015.

RODRIGUES, Marcus Vinicius Sousa; AQUINO, Marisete Dantas de. Estrutura legal da gestão das águas no Estado do Rio Grande do Norte. **REGA**. Vol. 10, no. 1, p. 17-28, jan./jun. 2013. . Disponível em: https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=2&ID=127&SUMARIO=1696 . Acesso em: 09 abr 2015.

COMPARTIMENTAÇÃO E ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DAS BACIAS DOS RIOS URARICOERA E TACUTU, RORAIMA, COM BASE EM PARÂMETROS GEOMORFOMÉTRICOS DO RELEVO

TATIANE SILVA THIAGO MORATO DE CARVALHO

Resumo

O presente artigo analisa os aspectos fisiográficos das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, as quais formam o sistema de drenagem do alto rio Branco, principal rio que drena o Estado de Roraima. A metodologia utilizada foi baseada nas análises de parâmetros geomorfométricos obtidos através dos modelos de elevação da SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica das bacias. Os resultados obtidos foram índices básicos relacionados a morfometria da bacia hidrográfica, como área, perímetro, comprimento, índice de compacidade, amplitude, comprimento do canal, sinuosidade, índice de circularidade, densidade de drenagem e rugosidade, servindo de base para caracterização geomorfológica e fisiográfica da região, a qual consideramos o sistema hidrográfico do Uraricoera sendo o mais significativo do alto rio Branco, cuja drenagem abrange uma área de 49.630 km², com perímetro de 2.388 km, e comprimento de 499.506 km. A bacia do rio Tacutu possui uma drenagem que abrange 42.528 km², com perímetro de 1.895 km, comprimento de 255.726 km. Estas informações permitiram uma melhor compreensão das características morformétricas da alta bacia hidrográfica do rio Branco, assim como melhor definição da compartimentação do alto, médio e baixo rio Uraricoera e rio Tacutú.

Palavras-Chaves: Bacias Hidrográficas, Rio Uraricoera, Rio Tacutu, Geomorfometria, Compartimentação.

Abstract

This study analyze the physiographic features of Uraricoera and Tacutu drainage basin, both drainage basins form the upper Branco drainage basin, main river of Roraima. The methodology was based on the analysis of geomorphometric parameters obtained from SRTM elevation models for delimitation and physiographic characterization. The results were updated and more accurate data geomorphometric parameters basin, such as area, perimeter length, compactness index range, the channel length, sinuosity, circularity index drainage density and roughness, thereby performing the geomorphology characterization and physiographic region. We consider the Uraricoera drainage system being the main of upper Branco river, whose drainage covers an area of 49,630 km², with a perimeter of 2,388 km, and length of 499,506 km. The basin of Takutu river has a drainage covering 42,528 km², with a perimeter of 1,895 km, length of 255,726 km. The data analysis allows a better understand of the morphometrics features of Branco drainge basin, and a better definition of high, medium and lower Uraricoera and Tacutu rivers.

Keywords: Drainage Basin, Uraricoera river, Tacutu river, Geomorphometry, Compartmentalization.

1. Introdução

Esse estudo descreve as características dos aspectos fisiográficos das bacias hidrográficas dos rios Uraricoera e Tacutu, os quais formam o sistema de drenagem da alta bacia hidrográfica do rio Branco, sendo este o principal rio que drena o estado de Roraima.

As análises realizadas com base em modelos digitais de elevação têm mais facilidade para identificar claramente morfologias, como divisores de água, e obter dados geomorfométricos, por exemplo, de bacias hidrográficas, nos possibilitando delimitar de forma mais confiável e exata os limites topográficos (divisores de água). Segundo Carvalho (2009) este ramo da ciência pode ser dado a Geomorfometria, ciência interdisciplinar que combina a ciência da terra, da matemática e da computação, útil em descrever a superfície terrestre, através de uma representação digital numérica (matricial), com base na parametrização do relevo, ou seja, analisar as características morfológicas do relevo através de índices topográficos. Este método consiste no processo de extração de atributos quantitativos do relevo, por exemplo, hipsometria, declividade, rugosidade, concavidades/convexidades, dentre outros (WOOD, 1996; HENGEL 2003; CARVALHO;LATRUBESSE, 2004; CARVALHO;BAYER, 2008; CARVALHO, 2009).

Para caracterizar os compartimentos da alta, média e baixa bacia dos rios Uraricoera e Tactutu, levou-se em consideração dois principais sistemas geomorfológicos, sendo os agradacionais e denudacionais. Nos sistemas denudacionais ocorrem morfologias as quais estão associadas a processos erosivos dominantes, como áreas em que ocorrem certos graus de controle estrutural. Estes controles estruturais podem ser fraco ou imperceptível, médio e forte (ou marcante), associados a zonas de falhas e dobramentos tectônicos. No caso dos sistemas denudacionais com forte controle estrutural podem ocorrer, por exemplo, blocos falhados e basculados, estratos dobrados gerados por corpos intrusivos, entre outros, como por exemplo, hogbacks, cuestas e facetas triangulares. Para os sistemas denudacionais com escasso ou imperceptível controle estrutural, pode-se subdividir em dois grandes grupos: sistemas denudacionais de dissecação e sistemas denudacionais de aplainamento (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006; CARVALHO, 2014).

Os sistemas agradacionais, associados a processos dominantemente acumulativos/deposicionais, tem em destaque os atrelados a áreas úmidas, por exemplo, os sistemas lacustres mantidos por sistemas fluviais ou por precipitação/oscilação do lençol freático e aos sistemas fluviais, como rios, inclusive os canais de pequeno parte (1ª ou 2ª ordem) os quais possuem denominações regionais como córregos, igarapés, arroios (CARVALHO, 2014; 2015). Estes sistemas agradacionais dependem de diversos fatores como topografia (gradiente/declividade), clima (precipitação), solos (textura), litologia (permeabilidade), tectônica (controle estrutural), dentre outras, principalmente os de ordem antrópica. São ambientes instáveis, os quais se modificam diariamente, nível de água, por exemplo (CARVALHO, 2014;2015).

Este estudo objetiva demostrar à importância da região no ponto de vista fisiográfico e geomorfológico, além de contribuir para pesquisas as quais consideram a paisagem como fator a ser compreendido não somente no viés geográfico-ecológico, mas também na questão da gestão territorial, por exemplo, servindo de base para estudos relacionados ao planejamento estratégico estadual. Estes dados servem de base ao zoneamento ecológico-econômico estadual, auxiliando nos estudos geomorfológicos e de uso e cobertura da terra, além dos estudos voltados à gestão e planejamento de assentamentos rurais, conforme mostram para Roraima os estudos de Morais e Carvalho (2015) e Carvalho et al., (2016).

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Branco possui área de drenagem abrangendo 187.540 km², com perímetro de 3.253 km, drenando 83% de Roraima, sendo que 12.310 km² são pertencentes às nascentes da região oeste da Guiana. Considera-se o rio Branco a partir da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu, cerca de 30 km a montante da cidade de Boa Vista, formando uma planície fluvial de 3.419 km².

No entanto, do ponto de vista geomorfológico, o rio Branco é a extensão do rio Uraricoera, tendo como afluente, na margem esquerda, o rio Tacutu (CARVALHO, 2015). A figura 1 localiza as bacias hidrográficas dos rios Uraricoera e Tacutu. De acordo com critérios geomorfológicos, como largura da planície de inundação, largura do canal e fluxo (vazão), tornam o rio Uraricoera mais expressivo que o Tacutu, sendo que estes dois sistemas formam a alta bacia hidrográfica do rio Branco, com uma área de 92.622 km² (CARVALHO;MORAIS, 2014; CARVALHO, 2015), dados esses recém-ajustados no Laboratório de Métricas da Paisagem (MEPA), no departamento de Geografia/ UFRR.

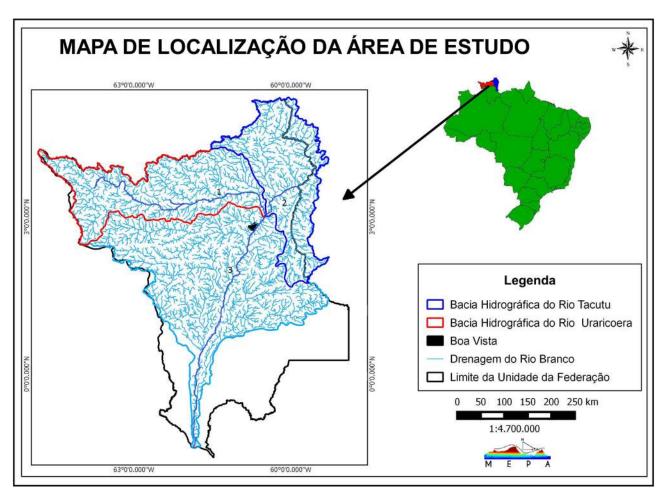


Figura 1 – Localização das bacias hidrográficas dos rios Uraricoera e Tacutu. 1 – rio Uraricoera; 2 – rio Tacutú; 3 – rio Branco.

A bacia hidrográfica do Tacutu localiza-se no Nordeste do Estado de Roraima, no flanco esquerdo da alta bacia hidrográfica do rio Branco, nasce na região da serra Wamuriaktawa na Guiana e fluindo para o norte, ao longo da fronteira Brasil – Guiana em quase toda extensão, sendo os principais rios afluentes do Tacutu o Surumu e o Cotingo. Já a bacia do rio Uraricoera localiza-se a Noroeste do Estado de Roraima, no flanco direito da alta bacia do rio Branco, sendo que passa a se chamar rio Uraricoera com a junção do Rio Parima com o igarapé Inajá. Suas nascentes situam-se

no complexo das serras do Parima, do Auari e Urutanin, sendo divisa entre Roraima e Venezuela.

Conforme Franco et al.(1975) a compartimentação do relevo da região da bacia do Tacutu é considerada pertencente às unidades morfoestruturais Planalto Residual de Roraima, borda SSE da bacia, e no seu interior o Planalto Dissecado Norte da Amazônia e Pediplano Rio Branco - Rio Negro, estruturados respectivamente nos arenitos da Formação Serra do Tucano e nos sedimentos areno-argilosos da Formação Boa Vista (CPRM, 1999). A bacia do Tacutu desenvolveu-se por um processo de abatimento tectônico que propiciou a instalação da bacia sedimentar em uma estrutura de graben, por isso a denominação Graben do Tacutu ou Hemi-Graben do Tacutu (CPRM, 1999).

O médio Uraricoera possui como substrato rochas metamórficas, como quartzitos, itabiritos, anfibolitos, quartzo-mica-xistos e anfibólio-xistos e rochas ígneas, sendo que o relevo é gerado por processo de dissecação atuante sobre essas rochas metamórfica. No alto curso do rio Uraricoera, esta unidade geomorfológica é representada pelas exposições das serras Uafaranda, Uratanin e Tepequém, na forma de extensos planaltos, mesas residuais, topos convexos esculpidos em rochas gnáissicas e rochas granitoides tipo pedra pintada. O controle estrutural é evidenciado pelos alinhamentos e formas de relevo de topos estreitos e alongados, definidos por vales encaixados. Já no baixo Uraricoera a extensa superfície plana se instala sobre as rochas vulcânicas do grupo Surumu, como também sobre granitóides das suítes Pedra Pintada e Saracura, além dos sedimentos da formação Boa Vista, que são predominantes na porção central e sul da depressão Boa Vista, onde se desenvolve vegetação do tipo savana parque com floresta de galeria (EPE, 2010).

2.2. Metodologia

Foram utilizados os modelos de elevação da SRTM com resolução espacial de 30 metros, possibilitando a extração automática da rede de drenagem, além de ter sido útil para descrever as características fisiográficas e geomorfológicas do relevo da área estudada. Com base na drenagem e através da identificação dos divisores de água, com auxílio de perfis topográficos, foi possível a delimitação das bacias hidrográficas (escala 1:50.000), e compartimentar os padrões de drenagem. Perfis topográficos longitudinais foram úteis para identificar o gradiente dos rios Uraricoera e Tacutu, importante para auxiliar na segmentação do alto, médio e baixo rio, e consequentemente na compartimentação da alta, média e baixa bacia, conforme metodologia de Carvalho e Latrubesse (2004), Oliveira e Carvalho (2014), Carvalho (2015).

Os parâmetros morfométricos calculados são referentes a área das bacias, perímetro, índice de compacidade, densidade de drenagem, rugosidade, amplitude altimétrica e hipsometria. Estes dados foram obtidos com base na análise vetorial das bacias e com base nas imagens da SRTM, importante para análises altimétricas. O índice de circularidade foi calculado com base na equação lc = 12,57 * Área/Perimetro², (mais próximo de 1,0 terá forma circular), o índice de compacidade foi calculado com base na equação Kc = 0,28. (Perímetro/√Área), determina a vulnerabilidade de cheias de uma bacia. A sinuosidade foi calculada com base na equação ls= comprimento/comprimento em linha reta (valores acima de 1.5 possuem tendência meandriforme). Com base na equação Hm=Hmax – Hmin (H=altitude) foi possível obter a amplitude altimétrica indicando o desnível médio das bacias. Para o cálculo da densidade de drenagem utilizou-se a equação Dd=comprimento dos canais / Área (importante para demostrar à capacidade de infiltração/dissecação da bacia). A relação do relevo foi calculado de acordo com a equação Rr= Hm (amplitude topográfica máxima) /Lh (comprimento da bacia), onde tem a importância na análise da energia do relevo indicando condições mais propícias à dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude.

Essa pesquisa está em andamento no Laboratório de Métricas da Paisagem, com base nos projetos Hidrogeomorfologia e Habitats do Estado de Roraima e Métricas da Paisagem do Estado de Roraima.

3. Resultados e discussão

A bacia hidrográfica do rio Uraricoera esta compartimentada em alta, média e baixa, sendo que a alta corresponde a uma área de 11.800 km², com perímetro de 687 km, a média corresponde a uma área de 13.650 km², com um perímetro no total de 791 km e a baixa bacia corresponde a uma área de 24.180 km², com perímetro no total de 910 km. corresponde no total uma área de 49.630 km², com um perímetro no total de 2.388 km e o comprimento correspondendo a 500 km. O comprimento do perfil longitudinal (canal do rio) corresponde a 522 km.

A bacia hidrográfica do rio Tacutu, possui os seguintes compartimentos: alta corresponde a uma área de 1.735 km², com perímetro de 217 km, já a média corresponde a uma área 10.881 km², com perímetro correspondente a 578 km, a baixa bacia corresponde a uma área de 29.912 km², com perímetro correspondente a 1.100 km. Sendo que a bacia do Tacutu corresponde uma área de 42.528 km² na sua totalidade, incluindo um perímetro de 1.895 km e o comprimento corresponde a 255,72 km. O comprimento do perfil longitudinal (canal do rio) corresponde a 415 km. Os resultados morfométricos das duas bacias estão apresentados na tabela 1.

Dentre os parâmetros físicos das bacias hidrográficas determinamos nessa pesquisa os dados de área detalhados a cima, além do índice de circularidade que segundo os dados é de 0,22 corresponde ao índice de circularidade da bacia do rio Uraricoera e 0,24 para a bacia do rio Tacutu, com bases nesses dados chegamos à conclusão que ambas as bacias não são circulares, são alongadas, mostrando que as bacias são susceptíveis ao escoamento rápido, sem risco de grandes cheias.

A Densidade de drenagem da bacia do Uraricoera corresponde a 0,35 km/km², mostrando que a bacia possui um relevo altamente dissecado, respondendo rapidamente a uma determinada quantidade de chuva, já a do Tacutu corresponde a 0,16 km/km², demostrando que a região tem respostas hidrológicas lentas, isso ocorre devido ao relevo ser suave. Quanto ao índice de compacidade, o da bacia do rio Uraricoera corresponde a 1,9 e o da bacia do Tacutu corresponde a 2,0, onde os índices confirmam que as bacias não são susceptíveis a enchentes, pois tem a capacidade de escoamento rápido.

Outro parâmetro é o índice de sinuosidade no qual a bacia do Uraricoera tem a sinuosidade correspondente a 1,3, ou seja, não possuindo tendência a ser meandriforme, sendo um canal retilíneo e o Tacutu corresponde a 2,5 mostrando que o rio é meandriforme, principalmente na baixa bacia, onde se notam muitos meandros abandonados significando que o rio tenta se adaptar da melhor forma possível.

Ao realizar a delimitação das bacias estudadas, com base na imagem da SRTM, de forma manual e com a escala de 1:50.000, foi possível realizar novos ajustes importantes para as correções dos divisores de água, antes não identificados por causa da escala de análise e metodológico, dados esses como da ANA (Agência Nacional de águas), nos quais são bases importantes para diversos estudos, porém, disponibilizam bases de dados com escalas geralmente menores que 1:250.000, o que acarreta em mascarar alguns divisores de água (figura 2). Essa nova delimitação do rio Uraricoera é mais precisa ao delimitar detalhadamente os divisores de água (divisores topográficos), além de identificar todo o sistema da rede de drenagem que compõe toda essa região, sendo impossível mascarar algum dado importante.

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos das bacias hidrográficas dos rios Uraricoera e Tacutu.

Bacias	Área (km²)	Períme- tro (km)	Compri- mento (km)	Índice de compaci- dade	Amplitu- de (m)	Compri- mento do canal (km)	Sinuosi- dade	Índice de circulari- dade	Densida- de de dre- nagem (km/km²)	Rugosi- dade
Urarico-										
era										
	11.800	687	-	-	-	-	-	-	-	-
Alta	13.650	791	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	24.180	910	-	-	-	-	-	-	-	-
Baixa	49.630	2.388	499.506	1,9	1088	522	1,3	0,22	0,35	546
Total										
Tacutu										
Alta	1.735	217	-	_	_	_	_	_	_	_
Média	10.8812	578	_	_	_	_	_	_	_	_
Baixa	9.912	1.100	255.726	_	_	_	_	_	_	_
Total	42.528	1.895		2.0	988	415	2.5	0.24	0.16	357

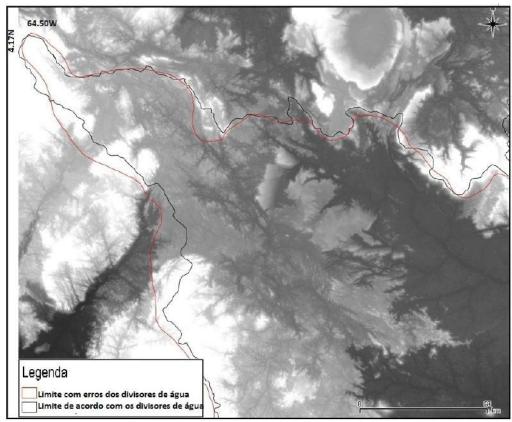


Figura 2 – Modelo de elevação da SRTM. Problemas de delimitação da bacia hidrográfica do rio Amazonas, limites em vermelho, dados da ANA (Agência Nacional de Águas). Em preto limites de acordo com os divisores de água, dados do Mepa (Laboratório de Métricas da Paisagem).

De acordo com os padrões de drenagem, foi possível observar que predomina nas bacias hidrográficas dos rios Uraricoera e Tacutu o dendrítico, que se desenvolve tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente, sendo que seus canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar ao ângulo reto.

Através dos perfis longitudinais (Figura 3) dos rios principais de ambas as bacias notam-se as quebras dos gradientes, sendo possível realizar a compartimentação da alta, média e baixa

das bacias hidrográficas. Ao compartimentar a rede de drenagem dos rios Uraricoera e Tacutu de acordo com os padrões de drenagem estabelecidos pela geomorfologia fluvial, percebeu-se a presença do padrão sub-dendrítico e retangular nas altas bacias de ambos os rios, demostrando que as regiões tem forte controle estrutural.

Já nas médias bacias os padrões encontrados são o retangular, dendrítico e sub-dendrítico em ambas as bacias, na baixa bacia do Uraricoera é predominante o padrão dendrítico, porém na baixa bacia do rio Tacutu ocorre à presença do padrão paralelo, demostrando que a dissecação do relevo nessa bacia é mais fraca que do rio Uraricoera com superfícies mais aplainadas, demostrando que a região possui vertentes com declividade acentuada e controle estrutural.

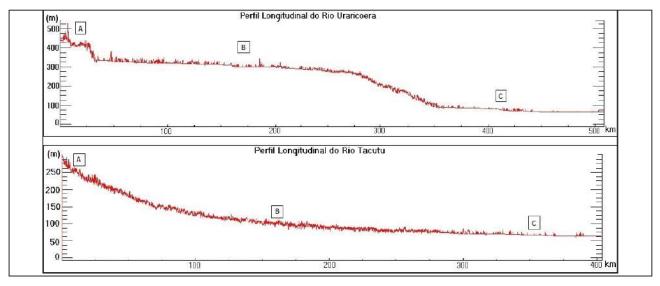


Figura 3 – Perfis longitudinais dos cursos dos Rios Uraricoera e Tacutu, alto (A), médio (B) e baixo (C).

Com relação ao relevo, a bacia do Uraricoera apresenta a amplitude altimétrica de 1.038 metros, e a da bacia do Tacutu com 988 metros, com isso a relação do relevo da bacia do Uraricoera é de 2,17, demostrando que a bacia apresenta ambientes de médio declive e com topos estreitos e alongados e a relação do relevo do Tacutu com 4,05, demostrando que a bacia possui um relevo bastante dissecado, que é favorável a produção de sedimentos, apresentando uma superfície ondulada propicia a erosão. A rugosidade corresponde a 546 na bacia do rio Uraricoera mostrando que a topografia da região é mais colinoso e dissecado, ou seja, com um grau de declive maior, na bacia do Tacutu o índice de rugosidade é de 357, mostrando que a bacia também tem um grau de dissecação e com isso possui canais mais entalhados.

4. Considerações finais

Com base nas análises de parâmetros geomorfométricos obtidos dos modelos de elevação da SRTM, para delimitação e caracterização fisiográfica, foi possível gerar produtos de fundamental importância para ambas as bacias, com isso os resultados obtidos foram dados atualizados e mais precisos dos parâmetros geomorfométricos, como área, perímetro, comprimento, índice de compacidade, amplitude, comprimento do canal, sinuosidade, índice de circularidade, densidade de drenagem e rugosidade, realizando assim a caracterização geomorfológica e fisiográfica da região com base na compartimentação dos sistemas denudacionais e agradacionais proposto por Carvalho (2014) para Roraima, delimitando os compartimentos do alto, médio e baixo trecho das bacias.

V CBEAAGT

Os resultados apresentados neste estudo servirão para criação de um banco de dados geográfico, com os aspectos descritivos sobre o meio físico, aspectos fisiográficos e geomorfométricos das bacias hidrográficas do rio Uraricoera e Tacutu.

Referências

CARVALHO, T.M.; LATRUBESSE, E. Aplicação de Modelos Digitais do Terreno (MDT) em Análises Macrogeomorfológicas: o Caso da Bacia Hidrográfica do rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, n1, 85-93p. 2004.

CARVALHO, T.M. Síntese dos aspectos hidrogeomorfológicos do estado de Roraima, Brasil. In: **Contribuições à Geologia da Amazônia** (Orgs. Gorayeb, P.; Meiguins, A.). Edição Volume 9 (9CGA), Ed. SBG-Norte. p. 435-450, 2015.

CARVALHO, T.M.; BAYER, M. 2008. Utilização dos produtos da "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, p. 35-41, 2008.

CARVALHO, T.M.; MORAIS, R.P. Aspectos hidrogeomorfológicos do sistema fluvial do baixo rio Uraricoera e alto rio Branco como subsídio à gestão de terras. **Geografias**, v.10, n.2, p.118-135, 2014.

CARVALHO, T.M. Sistemas e Ambientes Denudacionais e Agradacionais, uma primeira aproximação para o Estado de Roraima, Norte da Amazônia. **Revista Acta Geográfica**, v.8, n.16, p.77-98, 2014.

CARVALHO, T.M.; CARVALHO, C.M., MORAIS, R.P. Aspectos Fisiográficos e Biogeomorfológicos da Paisagem do Lavrado, Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** v.17, n.1, p.94-107, 2016.

CARVALHO, T.M. Parâmetros geomorfométricos para descrição do relevo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Manaus, Amazonas. In: Edinaldo Nelson dos Santos-Silva; Veridiana Vizoni Scudeller. (Org.). **Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Centra**l volume 2. 1ed.Manaus: Governo do Estado do Amazonas; Universidade Estadual do Amazonas, 2009, v. 2, p. 3-17.

CPRM. 1999. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. **Projeto Roraima Central**, **Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (inteiras)**, **NA.20-X-A**, **NA.20-X-C**, **NA.21-V-A e NA.21-VC (parciais**). Escala 1:500.000. Estado do Amazonas .Brasília: CPRM, 1999. CD-ROM

SANDER, C. WANKLER, F. L. CARVALHO, T. M. Dinâmica fluvial do sistema do alto rio Branco, estado de Roraima. In: HOLANDA, E. C.; NETA, L. C. B. (Orgs). **Geociências na Pan-Amazônia.** Boa Vista: Editora da UFRR, 2016. V. 1, 276 p.

EPE, *Empresa de Pesquisa Energética*. **Diagnostico socioambiental das bacias hidrográficas do rio Branco – RR**. Boa Vista: Empresa de pesquisa energética, 2010. 303 p.

FRANCO, E. M. S.; DEL'ARCO, J. O.; RIVETTI, M. Geomorfologia da folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. In: Brasil. Projeto RADAMBRASIL, 1975.

LATRUBESSE; CARVALHO, T.M. Geormofologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. 1. ed.

V CBEAAGT

Goiânia: Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006. v. 1. 127p .

OLIVEIRA, J.; CARVALHO, T. M. 2014. Vulnerabilidade aos impactos ambientais da bacia hidrográfica do rio cauamé em decorrência da expansão urbana e uso para lazer em suas praias. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.8, n.1, p.61-80.

SALGADO, A.A.R. Superfícies de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Geografias**. Belo Horizonte 03(1) 64-78 janeiro-junho de 2007. p. 64-78.

WOOD J. **The geomorphological characterisation of digital elevation models.** Tese (doutorado), University of Leicester, Leicester, 185 p. 1996.

LAGOA FLUVIAL DO RIO PORTINHO, PIAUÍ: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RECENTES

TARCYS KLÉBIO DA SILVA MESQUITA IRACILDE MARIA DE MOURA FÉ LIMA FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO

Resumo

A lagoa do Portinho corresponde a um grande corpo d'água fluvial, formado a partir do barramento das águas do rio Portinho pelas dunas que se movem da planície litorânea para o interior do Piauí, no sentido nordeste-sudoeste. Historicamente essa lagoa tem representado um grande atrativo a visitações e prática de lazer. No entanto, a intensificação do uso das terras da bacia hidrográfica do rio Portinho associada às reduções dos índices pluviométricos nos últimos anos, resultou numa grande diminuição da vazão do rio que, associada ao uso da água, culminou praticamente na extinção dessa lagoa, no ano de 2015. Essa redução passou a ser objeto de discussões por diversos setores sociais, evidenciando a necessidade de um planejamento socioambiental dessa bacia, como forma de contribuir para a conscientização da população local sobre o uso sustentável da terra e da água. Diante disso, este estudo teve por objetivo analisar os impactos socioambientais recentes que se traduzem na redução drástica da água da lagoa do Portinho, como forma de apresentar elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local. Os estudos foram realizados a partir de levantamentos bibliográficos, cartográficos, documentais e pesquisas de campo, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, buscando caracterizar a área da bacia e identificar os impactos socioambientais refletidos na lagoa do Portinho. A partir dos resultados conclui-se que essa lagoa sofre impactos negativos decorrentes da dinâmica natural da área, principalmente com relação à variação do nível da água da lagoa, sua colmatação e dificuldades de acesso provocados pelo avanço das dunas móveis sobre o seu espelho d'água. Identificou-se, no entanto, que os tipos de uso da água mais recentes, a montante dessa lagoa, corresponde ao fator que causa maior impacto à essa bacia hidrográfica, refletindo-se diretamente na dinâmica da lagoa fluvial do Portinho, trazendo prejuízos às atividades locais, como o turismo.

Palavras-Chaves: Bacia Hidrográfica; uso da água; planejamento e gestão ambiental.

Resumen

La laguna del Portinho corresponde a un gran cuerpo de agua fluvial, formada a partir del varamiento de las aguas del rio Portinho por las dunas que si mueven de la planicie litoral para lo interior del Piauí, en el sentido nordeste-sudoeste. Históricamente esa laguna tiene representado un gran atractivo la visitaciones y práctica de ócio. Sin embargo, la intensificación del uso de las tierras de la bacía hidrográfica del rio Porteño, asociada a las reducciones del índices pluviométricos en los últimos años, resultó en una gran diminución de la salida del rio, culminando prácticamente en la extinciones de esa laguna, en el año de 2015. Esa reducción pasó a ser objecto de discusión per diversos sectores sociales, demostración la necesidad de un planeamiento socio ambiental de esa bacía, como forma de contribuir para la concientización de la populación local sobre el uso sustentable de las tierras e del agua. Por lo tanto, esto estudio tiene per objetivo analizar los últimos impactos sociales y ambientales que resultan en la reducción drástica del agua del la Laguna del Portinho, como forma de presentar elementos para lo planeamiento y gestión ambiental en ámbito local. Los estudios fueran realizados a partir de levantamientos bibliográficos, cartográficos, documentales y pesquisa de campo, utilizando técnicas de geo procesamiento, buscando caracterizar la zona de de la bacía e identificar los impactos ambientales reflejados en la laguna del Portinho. De los resultados se concluye que esta laguna sufren los impactos negativos de la dinámica natural de la zona, en particular con respecto a la variación del nivel del agua del laguna, sus dificultades de acceso a la obstrucción provocados por el avance de las dunas móviles en el espejo de aqua. Está identificado, sin embargo, que los tipos de uso de la más reciente de agua, la cantidad de ese laguna , se corresponde con el factor que causa el mayor impacto en esta bacía hidrográfica, lo que refleja directamente la dinámica del laguna fluvial Portinho, causando pérdidas a las actividades lugares, como el turismo.

Palabras-Llaves: Bacía hidrográfica; uso de la agua, planeamiento y gestión ambiental.

1. Introdução

A análise de bacias hidrográficas como sistemas ambientais envolve numerosos campos conceituais e elementos de estudo que não se referem somente aos aspectos bio-físicos-naturais, mas também àqueles que dizem respeito aos fatores socioeconômicos (CHRISTOFOLETTI, 1974). Realçando essa condição, considera-se ainda que em uma bacia hidrográfica as condições climáticas, litológicas, biogeográficas e outras vão condicionar a estruturação de determinada rede hidrográfica e de formas de relevo, uma vez que a geometria da rede fluvial e da morfologia apresenta-se em estado de equilíbrio, até que sejam afetados por alterações nas variáveis condicionantes (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Sobre esse tipo de análise, Lima (2013) coloca que além dos geossistemas, os demais sistemas geográficos não são estáveis, porque estão continuamente funcionando em face de oscilações no fornecimento de matéria e energia de forma que, em situações de rompimento no seu equilíbrio, o sistema naturalmente se modifica em busca de uma nova estabilidade/equilíbrio dinâmico.

Para Moraes (2007) e Paula (2013), a intensificação das intervenções humanas sobre áreas naturais, ocorrem como fruto de ocupação ligada a interesses econômicos e sociais, tendo em vista que buscam a sobrevivência da própria espécie humana, mas utilizam geralmente os recursos da natureza sem preocupações com sua conservação. Essas ações induzem modificações nestes sistemas, alterando bruscamente suas características e, consequentemente, provocando impactos negativos muitas vezes irreversíveis.

Com relação aos recursos hídricos da zona costeira do Piauí, encontra-se nessa área um conjunto de mananciais formado por bacias hidrográficas com lagoas e lagos que ocupam extensas áreas, porém ainda pouco estudados. Esse sistema lagunar ocupa 2,42% da zona costeira com uma área total de 28,7 km², com destaque para as lagoas fluviais do Portinho e do Sobradinho (CAVALCANTI, 2000). Estas lagoas se constituem em reservas de água doce, que desempenham também funções sociais, desenvolvendo desde a pesca artesanal, o turismo e a agropecuária, o que tem afetado a sua qualidade ambiental (GALVÃO, 2015).

A bacia hidrográfica do rio Portinho, inserida no amplo e complexo sistema litorâneo do Piauí, foi escolhida como objeto do presente estudo por atender à população de quatro municípios e ter sua dinâmica natural significativamente alterada nos últimos anos, causando sérios impactos socioambientais a essa região piauiense.

Tal problemática vem se intensificando na área dessa bacia nos últimos anos, com a mudança nos padrões de uso da água, trazendo reflexos impactantes sobre a Lagoa do Portinho. Em decorrência desse uso da água sem planejamento, principalmente através de barramentos dos canais fluviais, nos últimos anos a lagoa vem sofrendo redução no seu volume hídrico, chegando mesmo a quase desaparecer, como ocorreu em dezembro de 2015 (GALVÃO, 2015).

Diante dessa preocupante situação que envolve a Lagoa do Portinho, este estudo teve como objetivo geral analisar os impactos socioambientais recentes que afetam a Lagoa do Portinho que se traduzem na redução drástica da água dessa lagoa, como forma de apresentar elementos para o planejamento e gestão ambiental em âmbito local. A análise dos dados disponíveis, de fotografias e de mapas gerados nesta pesquisa possibilitaram a identificação de características do ambiente e do uso da água e da terra na bacia do rio Portinho, tendo como principal conclusão a de que são intensos os impactos gerados não somente pela redução da pluviometria nos últimos anos, mas principalmente pela maior intensidade de uso da água mais recente nessa bacia hidrográfica, através de barramentos dos leitos fluviais para a atividade de piscicultura, a montante da lagoa do Portinho.

Os trabalhos de campo possibilitaram observar que essa lagoa sofre também impactos negativos decorrentes da dinâmica natural da área, principalmente com relação à variação do nível da

água da lagoa do Portinho, sua colmatação e as dificuldades de acesso provocados pelo avanço das dunas móveis sobre o seu espelho d'água. No entanto, foi possível identificar que os tipos de uso da água mais recentes da área da bacia hidrográfica, a montante dessa lagoa, corresponde ao fator que causa maior impacto negativo à essa bacia hidrográfica, refletindo-se diretamente na dinâmica da lagoa fluvial do Portinho, trazendo prejuízos às atividades locais, como o turismo.

2. Material e métodos

A proposta metodológica adotada neste trabalho consistiu na leitura do referencial teórico e no levantamento de dados e documentos sobre a área de estudo, tendo como base principalmente as pesquisas de Galvão (2015); Paula (2013); Lima (2013); Martins Filho (2013); Santos-Filho et al. (2010); Moraes (2007); CODEVASF/PLANAP (2006); Cavalcanti (2000); e Christofoletti (1974).

Para a caracterização socioeconômicos da área estudada foram considerados estudos relativos aos municípios que se encontram na bacia hidrográfica do Rio Portinho, constantes em publicações da CEPRO (Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí, 2007) e do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010), complementando com outras fontes de pesquisas disponíveis on line (IBGE, 2016).

Com relação aos dados meteorológicos, foram identificados somente aqueles referentes ao município de Parnaíba (Boletim Agrometeorológico, 2014; BASTOS, 2015) e site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, 2016), por ser o único município na área de estudo onde se encontra uma estação de coleta de dados climatológicos. Considerou-se que esses dados são representativos por corresponder ao município da bacia hidrográfica de maior área e população.

Foram realizadas consultas nas cartas DSG (Departamento de Serviços Geográficos do Exército – Folha SA. 24-Y-A-IV Parnaíba e SA. 24-Y-C-I Cocal, 1973), na escala de 1:100.000 e em imagens de satélites disponíveis on line (INPE, 2015). Foram utilizadas também informações da base de dados contínua do IBGE (2015), na escala 1:250.000 e do CPRM (Serviço Geológico do Brasil, 2006), na escala 1:1.000.000, trabalhados por meio do geoprocessamento para a organização dos mapas.

As observações de campo deram importante suporte à análise, possibilitando identificar a dimensão dos impactos ambientais e o seu registro fotográfico, principalmente com relação à variação do nível da água da lagoa do Portinho, sua colmatação e os problemas de acesso provocados pelo avanço das dunas móveis sobre o seu espelho d'água.

3. Resultados e discussão

A bacia hidrográfica do rio Portinho está localizada na faixa territorial do Estado do Piauí caracterizada como Baixo Parnaíba Piauiense. Localizada na Planície Litorânea (CODEVASF/PLANAP, 2006), ocupando uma área com cerca de 359,16 km² (Figura 1).

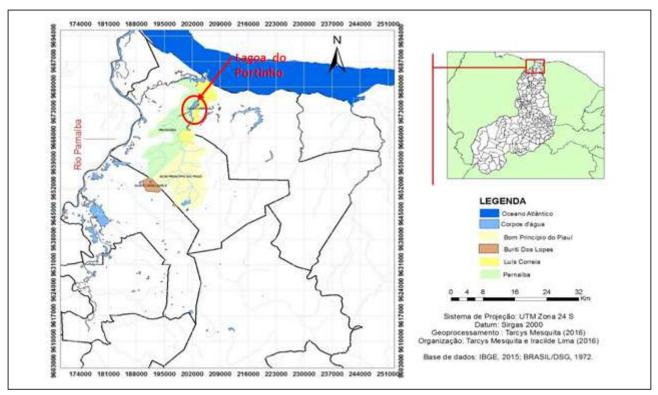


Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Portinho e dos municípios que a compõem. Fonte: IBGE, 2015; BRASIL/DSG, 1972. Organizado por: Tarcys Mesquita, 2016.

Com relação à cobertura vegetal, Santos-Filho et al. (2010) coloca que em vários pontos nos municípios de Parnaíba e Luiz Correia são constituídos por comunidades herbáceas que cobrem áreas dunares em processo de estabilização e áreas de dunas pleistocênicas.

De acordo com Santos-Filho et at (2010, p. 211-222).

As comunidades herbáceas são formadas por várias espécies como: *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mers, *Elephantopus hirtiflorus* DC., *Heliotropium polyphyllum* Lehm., *Commelina erecta* L., *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Remirea maritima* Aubl., *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small, *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H.S. Irwin & Barneby, *Chamaecrista racemosa* (Vogel) H.S. Irwin & Barneby, *Zornia sericea* Moric., *Portulaca umbraticola* Kunth, *Richardia grandiflora* Britton e *Hybanthus calceolaria* (L.) Schulze-Menz..

Quanto à área que fica disposta na vizinhança da Lagoa do Portinho, Santos-filho (2009, p. 40) identificou que parte dessa área pode ser representada

[...] como um fruticeto não inundável e parte como um campo. Esta área apresenta manguezais próximos, situados no entorno do rio Portinho, além de avizinhar-se com a

lagoa formada pelo barramento deste rio, provocado pela dinâmica das dunas.

Com base nos dados climáticos (Tabela 1), percebe-se a ocorrência do aumento na temperatura, insolação e evapotranspiração, assim como significativa redução da precipitação, na escala temporal 1978-2015. Ressalta-se que estes dados meteorológicos não caracterizam uma mudança climática, porém são passíveis de causar interferências na dinâmica local da bacia. Pode-se inferir que as condições climáticas mais recentes tiveram importante papel na redução da alimentação dessa bacia e, consequentemente, da Lagoa do Portinho, chegando mesmo a secar completamente como ocorreu em dezembro de 2015 (Figuras 3 e 4).

ELEMENTOS CLIMÁTICOS	Média Anual 1978-2013	Média Anual 2014	Média Anual 2015	
Temperatura média do ar (°C)	27,9	28,1	-	
Temperatura máxima do ar (°C)	32,6	33,1	32,7	
Temperatura mínima do ar (°C)	23,1	23,3	23,6	
Insolação (horas/dia)	7,9	7,9	-	
Evapotranspiração (mm/dia)	5,2 ¹	4,9	-	
Precipitação (mm)	1.024,7	978.9	696.5	

Tabela 01. Médias anuais dos elementos climáticos referentes à normal climatológica de 1978-2013 e aos anos de 2014 e 2015, em Parnaíba, Pl. Fonte: Adaptado de Bastos (2014) e INMET (2016).

A área da bacia hidrográfica dispõe de enorme valor paisagístico e geoecológico, integrando um conjunto de paisagens que tem como principais rios o Portinho e seu afluente riacho Brandão. Este, embora não seja o tributário de maior extensão, contribui com o maior fluxo e volume de água em relação aos demais riachos que deságuam a montante da lagoa do Portinho (Figura 2).

Na figura 2 visualiza-se que o afluente de maior vazão tem seu curso totalmente incluído no médio curso do rio Portinho e no pacote de sedimentos do Grupo Barreiras. Já o seu maior afluente (extensão), também localizado na margem esquerda do Portinho, tem suas nascentes na formação Serra Grande (composta por arenitos e conglomerados, predominantemente), semelhantemente ao rio Portinho, e corta um pequeno trecho da suíte Granja (afloramento de rochas cristalinas), antes de percorrer o grupo Barreiras, ainda no médio curso do Portinho. Observa-se também que a base geológica da maior parte de seu baixo curso é formada pelos depósitos litorâneos, destacando-se na sua margem esquerda desse trecho a ocorrência de depósitos de pântanos e mangues.

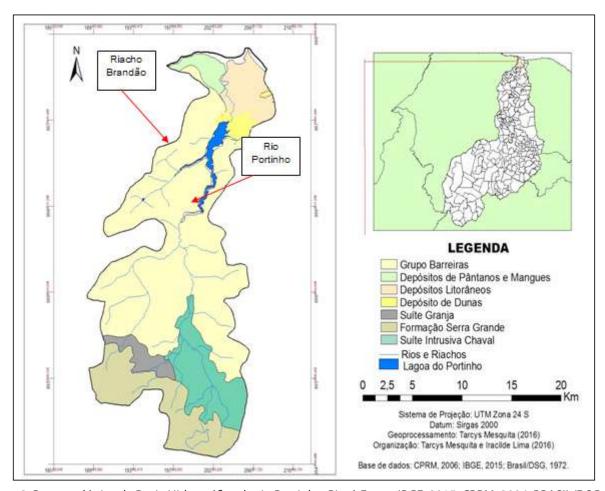


Figura 2: Base geológica da Bacia Hidrográfica do rio Portinho, Piauí. Fonte: IBGE, 2015; CPRM, 2006; BRASIL/DSG, 1972. Organizado por: Tarcys Mesquita, 2016.



Figura 3 - Dunas móveis avançando sobre a rodovia inviabilizando o acesso à lagoa do Portinho Fonte: Mesquita (dez.2015).

Ressalta-se que os depósitos eólicos que barraram o curso d'água e deram origem à lagoa fluvial do Portinho correspondem ao limite municipal entre Parnaíba e Luís Correia.

Os depósitos eólicos encontrados na áreas são considerados por Paula (2013) como sendo de terceira geração e caracterizados pela ausência de cobertura vegetal, o que possibilita a ação eólica mais intensiva. Para este autor, essa geração compreende os depósitos atuais, representados pelas dunas móveis. A migração dos depósitos eólicos ocorre na direção Nordeste/Sudoeste, seguindo o padrão de atuação dos ventos predominantes, assoreando as desembocaduras dos rios de menor porte, chegando mesmo à formação de lagoas como ocorre com o rio Portinho e inviabilizando o acesso em estradas e rodagens (Figura 3).

Com relação aos aspectos socioeconômicos, a faixa litorânea desempenhou importante papel no processo de ocupação do estado do Piauí, em função dos recursos naturais disponíveis e, principalmente, das condições favoráveis à navegação pois, além do contato com o Oceano Atlântico, tinha a seu favor o desdobramento do leito do rio Parnaíba em vários canais fluviais (CODEVASF/PLANAP, 2006).

Foram introduzidas e intensificadas nessa planície litorânea a partir de 1852 novas formas de apropriação dos recursos naturais, com destaque para o babaçu e a carnaúba, passando a constituir-se, a partir do início do século XIX, na principal atividade econômica do norte piauiense e seu entorno. Esta condição muda no decorrer dos anos com o aumento da população, (Quadro 1) e da inserção de novas atividades econômicas, como o turismo (CEPRO, 2007).

Atualmente esta área se destaca pelas atividades de turismo, lazer, pesca, além de se constituir num importante conjunto de bens naturais e culturais, como a arquitetura histórica, o artesanato e a gastronomia típica, o que tem intensificado o processo de uso e ocupação da terra, além dos fluxos de pessoas, nas últimas décadas (MARTINS FILHO, 2013).

Observando-se os dados do Quadro 1 é possível identificar-se que mesmo não tendo ocorrido um incremento populacional significativo, pois as estimativas de crescimento populacional de 2010 para 2015 foram apenas de 4.098 habitantes para Parnaíba e 1.152 para Luís Correia, houve um grande aumento das atividades e uso da área da bacia hidrográfica do Portinho. Verifica-se também que somente Parnaíba, o município mais populoso da área dessa bacia hidrográfica, tem sua população urbana superior à população rural, enquanto nos demais municípios predomina a população rural. Principalmente por essa razão, pode-se inferir que o uso da terra de forma tradicional se faz com menor expressão em Parnaíba e que as atividades mais recentes têm maior impacto sobre a redução do espelho d'água da lagoa do Portinho.

MUNICÍPIO		POPULAÇÃO Ano 2010	POPULAÇÃO ESTIMADA PARA 2015	IDH-M PNUD		
	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)	Total (hab)	Ano 2000	
Parnaíba	137.485	8.220	145.705	149.803	0,687	
Luís Correia	12.645	15.761	28.406	29.558	0,541	
Buriti dos Lopes	10.294	8.780	19.074	19.415	0,564	
Bom Princípio do Piauí	1.654	3.650	5.304	5.497	0,532	
TOTAL	162.078	36.411	198.489	204.273	-	

Quadro 01: Dados sociais dos Municípios da Bacia Hidrográfica do rio Portinho. Fonte: IBGE, 2010, 2016 e CEPRO, 2013.

erifica-se também que o índice de qualidade de vida dessa população no ano de 2000 encontrava-se em melhor nível no município de Parnaíba em relação aos demais municípios que estavam num patamar um pouco abaixo, o que pode ser considerado apenas regular (IBGE, 2010, 2016; CEPRO, 2013). Os valores desse índice indicam, ainda, que é em Parnaíba onde se encontravam melhores serviços de saúde e educação, em relação aos demais municípios dessa bacia hidrográfica.

Dentre os impactos locais destaca-se a intensificação do deslocamento das areias sobre a lagoa, também influenciada pelos passeios sobre as dunas móveis, associado ao uso da terra mais moderno, voltado para a irrigação e o represamento dos canais fluviais para piscicultura. Estas condições de uso do ambiente se refletem diretamente na redução da água dessa bacia hidrográfica, carecendo, assim, de programas de educação ambiental para que possam utilizar a água, cada vez mais, de forma sustentável.

Esse conjunto de atributos naturais associados aos aspectos históricos e atividades socioeconômicas da faixa litorânea, que na bacia hidrográfica estudada corresponde ao baixo curso do rio Portinho, onde se forma a lagoa de mesmo nome, lhe possibilita tornar-se grande atrativo para constante processo de ocupação pelos mais diversos produtores e consumidores do espaço.

Analisando imagens de satélite para toda a área da bacia hidrográfica, estima-se que a mesma ainda possua um meio físico-natural relativamente conservado, embora já apresentando várias alterações que, em sua maioria, podem estar ligadas diretamente à concessão e implantação de vias de acesso, principais eixos de uso/ocupação. Esse uso, sem o devido planejamento ambiental na organização/reorganização do espaço, contribui para atrair populações e gerar uma ocupação e uso desordenado, o que implica em situações de vulnerabilidade e soterramentos ou transformações dos canais fluviais e lagoas, como se observa no painel de fotografias (Figura 4).



Figura 4 – Painel de fotografias mostrando o panorama da redução da água no rio e na Lagoa do Portinho nos anos de 2014 e 2015. Fonte: Mesquita (ago. 2014 e dez. 2015).

Com relação ao uso da terra os dados do IBGE (2005) e da CEPRO (2013), permitem observar-se a quantidade produzida e a área colhida dos cinco produtos que apresentam maior expressão na produção da lavoura temporária, dos municípios que se encontram na bacia hidrográfica do rio Portinho, nos anos de 2004 e 2011 (Quadro 2). A produção de mandioca, com quase 10 toneladas por hectare, tendo em vista que os principais produtores são os municípios onde a população se encontra praticamente em sua maioria na zona rural. Enfatiza-se, assim, a necessidade de um manejo adequado do solo, para evitar ocorrer, além da erosão, o assoreamento de canais fluviais na área da bacia, dentre outros impactos socioambientais negativos que podem ser causados por essa atividade econômica.

			TIDADE JZIDA (t)	ÁREA COLHIDA (ha)		
MUNICÍPIO	CULTURA	2004	2011	2004	2011	
	Arroz	11	42	35	42	
	Batata doce	105	25	15	05	
	Feijão	321	757	2.660	2.688	
LUÍS CORREIA	Mandioca	16.170	24.000	2.310	2.400	
	Milho	644	2.176	2.685	2.720	
	Arroz	326	207	157	75	
Ī	Feijão	248	96	620	240	
Ī	Mandioca	4.200	2.140	420	214	
PARNAÍBA	Melancia	5.700	4.500	190	150	
	Milho	148	140	603	200	
	Arroz	9.580	8.785	2.530	2.028	
Ī	Feijão	214	161	475	596	
BURITI DOS LOPES	Mandioca	6.600	6.300	550	700	
BURITIDOS LOPES	Milho	276	410	614	781	
	Arroz	0	15	0	15	
BOM PRINCÍPIO	Feijão	164	333	2.045	2.773	
DO PIAUÍ	Mandioca	9.954	26.950	1.422	2.695	
ſ	Milho	308	2.091	2.054	2.788	

Quadro 2: Quantidade produzida e área colhida da lavoura temporária, nos municípios presentes na área da bacia hidrográfica do rio Portinho, nos anos de 2004 e 2011 Fonte: IBGE (2005); CEPRO (2013).

Nestes quatro municípios as culturas agrícolas predominantes nos anos de 2004 e 2011 são as de arroz, feijão, mandioca e milho, com destaque ainda para Luís Correia que tem uma produção relevante de batata doce e para Parnaíba com a produção de melancia.

Com relação à essa atividade econômica, pode-se destacar também o aumento da produção de algumas culturas agrícolas no ano de 2011 em relação a 2004, em detrimento da diminuição de outras, demonstrando que a produção que teve um aumento significativo e com redução de áreas colhidas, pode ter havido o incremento da tecnologia para alcançar tais resultados, assim como também nas áreas onde houve o aumento da área colhida e uma menor produção, pode ter ocorrido o uso de técnicas de manejo e uso tradicional do solo.

A essa prática agrícola tradicional, associa-se o recente uso da água do rio Portinho, principal

afluente que desagua na lagoa do Portinho, através de barramento do seu canal, o que conforme Galvão (2015), contribuiu de forma decisiva para que essa lagoa secasse completamente em 2015.

Quanto às barragens construídas no rio Portinho, estas que têm sido colocadas como a principal causa da seca na lagoa do Portinho, Galvão (2015) em pesquisa realizada ao longo do rio Portinho, constatou a existência de duas formas de barramento de água, uma em forma de barragem com comportas removíveis na parte mais jusante do rio e outra de passagem molhada mais a montante.

Em monitoramento realizado por Galvão (2015) nas proximidades das barragens, permitiram identificar que toda a água á montante ficava armazenada, presumindo que somente por volta de abril de 2015 as comportas destas foram abertas, atendendo à notificação de órgão público aos proprietários. Este estudo considerou que, estando as chuvas abaixo dos níveis esperados, associou-se a esse fato a existência dessas barragens ao longo do rio Portinho tendo como consequência o baixo nível da água em 2014 e sua seca total em 2015.

Desta forma, é possível afirmar que os impactos na área da bacia e consequentemente na lagoa do Portinho decorrem de uma série de fatores, destacando-se aqueles relacionados à diminuição da pluviosidade, aumento da temperatura e da evaporação, e a ação do homem sobre o meio através de construções irregulares de empreendimentos imobiliários, assim como de barragens para fins de irrigação e piscicultura, principalmente.

Outro aspecto que merece atenção é a incapacidade de órgãos governamentais em atender à demanda de serviços de transporte, habitação, saneamento, saúde e educação, ocasionando assim uma situação lamentável que incide sobre a degradação ambiental, causando complicações e prejuízos consideráveis, acentuado pelo processo de urbanização, de atividades turísticas e de lazer desordenados, levando assim à destruição de áreas de interesse ecológico (CAVALCANTI, 2000).

Diante das questões ambientais que envolvem o litoral piauiense, percebe-se que, além da redução das precipitações, aumento das temperaturas e, por conseguinte, da evapotranspiração, o uso da água e a ocupação da terra na bacia do rio Portinho e que têm seus reflexos na lagoa do Portinho, interfere de forma decisiva na dinâmica natural da lagoa do rio Portinho, necessitando, assim, de planejamento socioeconômico e ambiental, onde se incluem ações de educação ambiental para a população residente nessa bacia.

Como impactos mais intensos identificaram-se os passeios turísticos de forma inadequada sobre as dunas, provocando nos últimos anos o deslocamento intenso dessas dunas sobre a lagoa; a intensificação do uso da água da rede de drenagem principalmente com a construção de barragens, que represam a água e reduz a sua circulação nos canais fluviais e se agrava em anos de baixa precipitação pluviométrica.

Diante disso, em virtude dos diversos interesses de usos envolvidos na apropriação dos recursos naturais, ressalta-se que é de suma importância planejá-los e administrá-los, usufruindo de suas potencialidades, sem ocasionar prejuízos para o futuro dos sistemas naturais que integram a bacia, assim como também para a sociedade de modo geral.

Os resultados encontrados reforçam o entendimento da necessidade de inclusão de programas de educação ambiental voltados para todas as faixas etárias, como forma de contribuir para a conscientização da população local sobre a importância do ordenamento territorial em bacias hidrográficas de espaços costeiros, especificamente da bacia do rio Portinho.

4. Considerações finais

Os resultados alertam para a tendência atual de aumento do uso da água e ocupação da terra de forma desordenada nos municípios que se encontram na bacia hidrográfica do rio Portinho.

Em anos recentes esses aspectos apontam para sérios impactos socioambientais negativos nessa bacia hidrográfica, com maior visibilidade sobre a Lagoa do Portinho.

A partir dos resultados encontrados no presente trabalho, identificou-se que são intensos os impactos socioambientais negativos encontrados na bacia hidrográfica do rio Portinho, que se refletem sobre a crescente redução de água na lagoa do Portinho.

Dentre os agentes naturais destacam-se a redução da pluviometria nos últimos anos, reduzindo a vazão dos rios e o crescente avanço das dunas móveis sobre o espelho d'água da lagoa, que provoca sua colmatação e dificulta o acesso a ela. Entretanto, o impacto negativo de maior intensidade observado mais recentemente se considerou ser o uso da água de forma não planejada, através do barramentos dos leitos fluviais para a atividade de piscicultura, a montante da lagoa do Portinho.

Considerando o forte desequilíbrio atual do sistema fluvial-lagunar do Portinho, sugere-se a priorização de pesquisas e desenvolvimento tecnológico para a área, no intuito de diagnosticar as potencialidades e vulnerabilidades ambientais, de forma a atender as necessidades da população e a busca do desenvolvimento sustentável que envolvam a educação ambiental no conjunto das ações essenciais a serem desenvolvidas em toda a bacia hidrográfica do Portinho.

Referências

BASTOS, Edson Alves. **Boletim agrometeorológico de 2014 para o Município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015. 38 p. (Documentos / Embrapa Meio-Norte, ISSN 0104-866X; 235).

BRASIL. Ministério do Exército - Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA. 24-Y-A-IV Parnaíba**. [S. I]: SUDENE/DSG, 1972. Escala 1: 100.000

BRASIL. Ministério do Exército - Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA. 24-Y-C-I Cocal**. [S. I]: SUDENE/DSG, 1972. Escala 1: 100.000

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí.** 2000. 363 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro -SP, 2000.

CODEVASF/PLANAP - Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (relatório final). **Plano de Ações Estratégicas da Bacia do Parnaíba.** Brasília - DF, 2006. 130p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil – Base Geológica do Piauí. 2006.

FUNDAÇÃO CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico Socioeconômico dos Municípios.** Teresina, Piauí (2013).

FUNDAÇÃO CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Identificação** das potencialidades econômicas e áreas carentes de qualificação de mão-de-obra no Estado do Piauí. Teresina, Piauí (2007).

GALVÃO, Valdecir. **Parecer técnico científico** (Ofício Lagoa Livre). Promotoria de Justiça do Estado do Piauí, comarca de Parnaíba. Parnaíba, 2015.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental.** Rio de

Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

IBGE. **Produção agrícola municipal – 2005 (Luís Correia, Parnaíba, Bom Princípio do Piauí e Buriti dos Lopes).** Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=220570&search=piaui|luis-correia|infograficos:-informacoes-completas >. Acesso em 20/02/2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?coduf=22. Acesso em: 20/01/2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base Cartográfica Contínua do Brasil – 1:250.000**. Brasil. 2015.

IBGE. **Estimativa de população, 2016.** Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/ home/estatistica/população/estimativa2015/estimativa tcu.shtm>. Acesso em: 20/01/2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS - INPE. **Parnaíba, 2015.** Disponível em: < http://imagens.dgi.inpe.br/cdsr/tarcys1065188>. Acesso em: 05/12/2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **BDMEP - Série Histórica - Dados Mensais**. Brasil,2016. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep. Acesso em:03/02/2016.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013.

MARTINS FILHO, Jorge. O PRODETUR e a produção do espaço no litoral do Piauí. In: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina. 2013. **Anais do XIV EGAL.** Lima: UGI-Perú, 2013.

MORAES, Antônio Carlos Robert. **Contribuição para a gestão da zona costeira do Brasil:** elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.

PAULA, Jorge Eduardo de Abreu. **Dinâmica morfológica da planície costeira do Estado do Piauí:** evolução, comportamento dos processos costeiros e a variação da linha de costa. 2013. 247 f. Tese (doutorado) – Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piau**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Botânica). Programa de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares; ALMEIDA Jr, Eduardo Bezerra de; SOARES, Caio Jefiter dos Reis Santos; ZICKEL, Carmen Sílvia. Fisionomia das restingas do Delta do Parnaíba, Brasil. In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, p. 218-227, 2010.

LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS AMBIEN-TAIS E ECOFAXINA NO TRECHO URBANO DO RIO JAGUARIBE EM IGUATU — CE

FRANCISCO EDER RODRIGUES DE OLIVEIRA ANTÔNIO MAURICÉLIO DUARTE DA ROCHA ALINE DA SILVA ALVES LIANA NARA MENDES DE SENA MAGNO RÉGIS BARROS DE OLIVEIRA

Resumo

Os recursos naturais dos rios brasileiros cada dia mais sofrem com degradação ambiental. Os impactos ambientais nos trechos urbanos dos rios agravam-se pelo elevado ocupação que os mesmos sofrem. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento dos principais impactos ambientais presentes nas margens do Rio Jaguaribe no município de Iguatu-CE, e promover educação ambiental junto a comunidade iguatuense. A área do estudo abrangeuas margens do Rio Jaguaribe no trecho urbano Iguatu. O mapeamento dos impactos ambientais do trecho estudado foi levantado com auxílio de GPS (Global Processing System) de navegação de mão, câmeras fotográficas digitais, formulários estruturados para anotação de coordenadas e observações dos impactos no trecho. Ações de Educação Ambiental como limpeza do río e plantio de mudas na margem do rio foram usadas para a conscientização ambiental da população iguatuense. Os principais impactos ambientais verificados no levantamento foram deposição desordenada de lixo e entulhos nas margens do rio, a drenagem de esgotos domésticos, industriais, hospitalar, de empresas, etc., para o leito e lençol freático do rio, o desmatamento da mata ciliar, criação e dessedentação animal nas margens e leito do rio, a extração irregular de areia, os cultivos comerciais e a instalação de cercas. O mapeamento revelou a presença de problemas ambiental e poluição dos recursos naturais causados pela deposição de lixo e entulhos nas margens; contaminação direta do lençol freático feita pelos esgotos da rede de drenagem urbana do município. As ações Educação Ambiental como limpeza do rio e plantio de mudas nativas ajuda a conscientizar a população local sobre a importância da preservação e conversão dos recursos naturais dos mananciais do município de Iguatu.

Palavras-Chaves: Mapeamento, Bacia do Jaguaribe, Limpeza de manancial.

Abstract

The natural resources of Brazil's rivers each day suffer most from environmental degradation. Environmental impacts on urban area of the rivers is increased by the high occupancy that they suffer. The aim of the study was a survey of the main environmental impacts present in Jaguaribe River banks in the city of Iguatu-CE, and promote environmental education with the local community. The area of study included the Jaguaribe River banks in the urban section of the city of Iguatu, State of Ceará. The mapping of the environmental impacts of the studied section was raised with GPS (Global Processing System) hand navigation, photograph cameras, notebooks for annotation coordinates and observations of impacts on the stretch. Environmental Education actions such as cleaning the river and planting seedlings in the river were used for environmental awareness local human population. The main environmental impacts caused in the survey were disorderly deposition of garbage and debris on the river banks, drainage of domestic sewage, industrial, hospital, business, etc., to the bed and water table of the river, deforestation of riparian vegetation of the river banks, creation and watering animals in the riverbed margins, irregular extraction of sand, commercial crops and the installation of fences. The mapping of environmental impacts to Jaguaribe River in the urban stretch of the municipality of Iguatu, revealed the presence of environmental problems and pollution of natural resources caused by the deposition of waste and debris on the banks; direct contamination of the water table made by the urban sewage drainage network of the city. The Environmental Education actions such as cleaning the river and planting native plants helps to educate the local population about the importance of preservation and conversion of natural water sources in the city of

Keywords: Mapping, Jaguaribe Basin, spring cleaning.

1. Introdução

Os recursos naturais dos rios brasileiros que cortam áreas urbanas estão sofrendo constantes degradações ao decorrer dos anos. Entre os principais motivos para tal desequilibro ambiental está o desenvolvimento dos centros urbanos, o crescimento populacional, a ausência de uma fiscalização efetiva dos órgãos ambientais, aliado ao falta de consciência ambiental da sociedade (PEREIRA et al. 2012).

O uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas para fins de construção civil, agricultura, pecuária e de áreas recreativas ao decorrer das décadas vem modificando de forma considerável a "qualidade do meio ambiente", nestes ecossistemas. Estas interferências antrópicas afetam diretamente todas as pessoas que estão inseridas nos arredores da bacia hidrográfica. A urbanização mal planejada feita de forma desordenada, além de provocar sérios impactos ambientais à área ocupada, causa grandes problemas sociais e econômicos às pessoas inseridas nestes locais (ALVES et al., 2009).

Com isso, torna-se importante a conscientização da preservação dos recursos naturais. Visto por Silva et al. (2010), que:

A preservação de uma bacia hidrográfica depende muito da forma dos usos e atividades desenvolvidas em toda sua extensão, pois a distribuição incorreta dos diversos usos pode ocasionar graves problemas ambientais, às vezes irreversíveis, como por exemplo, o desmatamento que é capaz de ocasionar um desequilíbrio na dinâmica local resultando em erosão, e ainda a impermeabilização do solo que pode resultar no aumento do escoamento superficial e na diminuição da recarga de aquíferos.

Sabe-se que a maior parte da área do estado do Ceará, o sertão, está inserida na chamada Zona do Polígono das Secas, em virtude das condições climáticas semiáridas dominantes. O clima semiárido é caracterizado por elevadas temperaturas, forte insolação, elevadas taxas de evaporação e irregularidade marcante das chuvas no tempo e no espaço, concentradas principalmente entre 4 a 5 meses do ano (AB´SABER,1984). Essa irregularidade no regime das chuvas faz com que a questão hídrica seja uma das maiores fragilidades da região sertaneja, impactando diretamente no modo de vida dos seus habitantes.

Os rios são, historicamente e geograficamente, um elemento imprescindível na colonização do território cearense. O Rio Jaguaribe em particular, exerceu importante papel no desbravamento do sertão nos primeiros ciclos econômicos, de forma mais acentuada em seu trecho urbano, vem sofrendo com desequilíbrios provocados por ação antrópica desde colonização do estado Ceará. Desde o período colonial o rio vem sofrendo com ações antrópicas dos recursos aturais em suas margens comprometendo tais recursos para futuras gerações (PANTALENA e MAIA, 2014).

Com base no exposto este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos principais impactos ambientais presentes no trecho urbano do Rio Jaguaribe no município de Iguatu-CE, além de promover ações de educação ambiental junto a comunidade iguatuense.

O movimento Faça Parte Iguatu foi criado em abril de 2015, com objetivo de inspirar mudanças de atitudes na sociedade através da participação social. O movimento é composto por voluntários que atuam em diversas frentes e em especial, na área ambiental. Entre as ações ambientais realizadas pelo Movimentos Faça Parte de Iguatu está a proteção, revitalização, recuperação (flora e fauna nativas) das margens do trecho urbano do Rio Jaguaribe no munícipio de Iguatu-CE. Trabalhar a Educação Ambiental e a conscientização da importância da preservação e conservação dos recursos naturais do Rio Jaguaribe junto aos discentes e docentes de instituições de ensino da rede Municipais, Estaduais, Federal e Particular, além de moradores de comunidades ribeirinhas

que residem e usufruem dos recursos naturais do Rio Jaquaribe.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

O Rio Jaguaribe (do tupi, significa "rio das onças") forma a maior bacia hidrográfica do Ceará, dividida em 5 sub-bacias (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e Banabuiú e Salgado) e cobre cerca de 51,9% do território cearense. Considerado o segundo maior rio seco do mundo, sua nascente está localizada na Serra da Joaninha em Tauá e percorre 633 km até sua foz no oceano Atlântico, na divisa entre as cidades Aracati e Fortim. A sub-bacia do Alto Jaguaribe abrange os 27 municípios (CEARÁ, 2009). e é a maior sub-bacia com área drenável do Rio Jaguaribe (OLIVEIRA et al. 2013)

O município de Iguatu (6° 21′ 34″S 39° 17′ 55″W) está localizado na região Centro-Sul do Estado do Ceará, possui área de 1.029km². O clima é tropical quente semiárido com pluviosidade média anual de 806 mm e temperatura média entre 26 e 28°C, com chuvas concentradas em janeiro a abril (IPECE, 2014). A população é de 96.495 habitantes (IBGE, 2010)

A área de estudo teve como foco o trecho urbano do Rio Jaguaribe em Iguatu, com extensão de aproximadamente 4 km, passando pelos bairros: Bugi, Centro, Prado, Vila Neuma e Alto do Jucá (Figura 1).

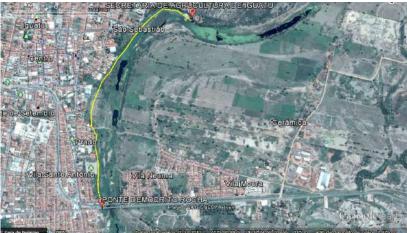


Figura 1 – Área de estudo: Trecho urbano do Rio Jaguaribe, Iguatu, Ceará.

A zona urbana de Iguatu abriga 77,3% da população (IBGE, 2010) do município e as principais atividades econômicas são comércio (38,1%), indústria de transformação (27,9%) e serviços (22,7%), que juntos representam 88,8% dos empregos formais (IPECE, 2014).

2.2 Procedimentos metodológicos

O mapeamento dos impactos ambientais incluiu a margem esquerda e direita em relação a nascente do Rio, sendo o percurso percorrido a pé, no mês de novembro de 2015. . Para o zoneamento utilizou-se GPS (Global Processing System) de navegação de mão (Garmin Etrex30) para marcação de pontos de degradação no Rio, câmeras fotográficas e formulários estruturados para anotação de coordenadas e descrição do uso e condições no ponto verificado no trecho.

Após o levantamento das informações referentes aos impactos ambientais, os dados foram tabulados, em gráficos e tabela com o auxilio de planilha eletrônica do Microsoft Word e Microsoft Excel.

Após verificar os resultados do mapeamento das margens, foi planejada uma ação de educa-

ção ambiental, que consistiu na remoção de parte dos resíduos sólidos e do entulho nos pontos verificados com o auxílio de máquinas (enchedeiras) e caminhão com caçamba. Esta ação foi denominada de 1ª EcoFaxina e foi baseada em ações realizadas pelo Instituto EcoFaxina de Santos, que realizam saídas ao campo com intuito de limpeza, preservação, conservação e realização de Educação Ambiental das Bacias hidrográficas de Santos (COSTA JÚNIOR et al., 2015; INSTITUTO ECOFAXINA, 2016).

3. Resultados e discussão

3.1 Diagnóstico dos impactos ambientais

O trecho urbano do Rio Jaguaribe na cidade de Iguatu está quase todo coberto por uso e ocupação do solo, com construções de residência, instituições de ensino, empresas, agricultura e pecuária, local de lazer (praça pública), instituição pública, etc.

Dentre os principais impactos ambientais causados pela ação antrópica nas margens do rio no trecho urbano da cidade de Iguatu, foram observados a deposição de lixo e entulho, o despejo de esgotos não tratado no leito do rio, além do desmatamento da mata ciliar e áreas de criação animais (Figura 2).

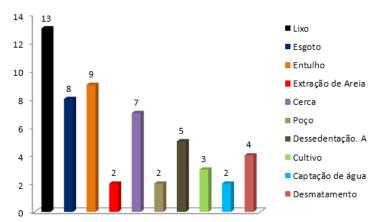


Figura 2: Impactos ambientais presentes no trecho urbano do Rio Jaguaribe no Município de Iguatu-CE. Fonte: Movimento Faça parte de Iguatu.

A deposição irregular de lixo foi o principal problema constatado, pelo seu grande volume encontrado no rio e por causa danos que estes matérias vão trazer ao rio o mesmo é

oriundo de várias fontes e de vários locais, transportado pelo esgoto que deságua no rio, depositado pelas comunidades ribeirinhas, associado com o entulho, ou mesmo ser carreado de outras regiões no período chuvoso.

Os resíduos sólidos foram encontrados em diversos estágios de decomposição (Figura 3), esta acumulação de lixo não foi encontrado apenas nos bairros mais pobres da cidade que margeiam o rio, mas até em bairros que os moradores são rotulados de classe média alta. Este problema também foi visto por Pereira et al (2012), que estudando três bairros que margeiam o rio encontrou diversos pontos de deposição de lixo.



Figura 3: Pontos de deposição de resíduos sólidos. A) Ponto de deposição no bairro Buji B) Ponto de deposição em baixo da Ponte Demócrito Rocha.

Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

O entulho de construção civil ou de desmoronamento é outro problema enfrentado pelo Rio Jaguaribe (Figura 4a; 4b; 4c). Este refugo descartado pela construção civil torna-se um problema principalmente na época chuvosa, pois boa parte deste material é arrastado pela a água da chuva para o leito do rio, contribuindo para o seu assoreamento, consequentemente, afetando a fauna e flora aquática. Além de aumentar a disponibilidade de nutrientes na água, acelerando assim a proliferação de plantas despoluidoras como o aguapé, fenômeno conhecido como eutrofização (Figura 4d).

O entulho depositado dificulta a germinação das sementes e a eclosão das plântulas de espécies vegetais nativas corroborando de maneira negativa para o estabelecimento de vegetação e dificultando eventuais processos de restauração.



Figura 4: Ponto de eutrfização e entulhos. A) Eutrofização do leito B) Entulho margeando o rio C) Margem usada como deposito de entulho D) Margem de entulho Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

A drenagem urbana nos municípios que margeiam o Rio Jaguaribe desde a nascente na Serra da Joaninha no Munícipio de Tauá até sua foz nos Municípios de Fortim e Aracati representam enormes problemas para sobrevivência da fauna e flora e aos recursos naturais da bacia do Rio Jaguaribe (Figura 5a; 5b; 5c; 5d).



Figura 5: Ponto de Estotos: A) Esgoto no bairro centro B) Continuação do estogo do bairro centro C) Esgoto no bairro Prado D) Estogo no bairro Beira Fresca.

Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

A retirada da mata ciliar das margens de um rio causa um grande desequilíbrio ecológico à sobrevivência de toda a fauna e flora ali presentes, afetando a dinâmica populacional de muitas espécies (SALATI et al., 2006). Na área de estudo essa realidade não é diferente, alguns locais que deveriam possuir vegetação nativa na Área de Preservação Permanente (APP) são ocupadas por construções civis, agricultura, local público (praça), ou estão preenchidas de entulho da construção civil, como pode ser observado nas figuras (12, 13, 14, 15).



Figura 6: Locais desmatados: A) Trocos desmatados B) Área desmatada e brocada C) Área desmatada D) Margem do rio degradada.

Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

O desmatamento da mata ciliar de um tributário pode trazer sério risco a população ribeirinha que reside próxima dos mesmos, com o desmatamento diminui o coeficiente de segurança das margens do rio, reduzindo a proteção feita pelo sistema radicular das plantas que agregam o solo, e diminuindo a área coberta pelas partes áreas das plantas, elevando assim a ação climática diretamente no solo (TABALIPA e FIORI, 2008).



Figura 7: Áreas degradadas: A) Área degradada no bairro centro B) Área degradada no bairro Prado C) Área degradada no bairro Beira Fresca D) Área degradada no bairro Buji.

Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

A extração irregular de areia, os cultivos comerciais e a presença de cercas e currais foram observados. Cada impacto ambiental descrito acima não necessariamente se deu de forma isolada, em alguns pontos havia mais de um impacto que agravava a situação daquele local. Verificou-se a deposição conjunta de entulho e lixo, queimada e desmatamento, esgoto e a presença de animais tem como citar a localização quais são os pontos mais críticos.

3.2 Educação ambiental e Ecofaxina

A 1ª EcoFaxina do Rio Jaguaribe foi realizada no dia 12/12/2015 e contou com a participação da sociedade civil organizada, instituições públicas e privadas e sociedade em geral totalizando cerca de 200 pessoas na ação. O público alvo dessa primeira ação foram estudantes de três instituições de ensino público localizadas próximas às margens do Rio Jaguaribe, na ocasião os alunos tiveram a oportunidade de conhecer as problemáticas relacionadas ao rio, e aprofundar os conhecimentos sobre Educação Ambiental estudados nas disciplinas curriculares.

Inicialmente os participantes foram reunidos em um ponto próximo ao rio para o repasse de informações sobre a ação e distribuição de equipamentos de proteção individual (luvas) para a coleta dos resíduos sólidos.

Posteriormente os participantes foram direcionados à margem esquerda do rio, perfazendo um percurso de aproximadamente 2 km, e divididos em grupos menores para facilitar a ação de coleta. No decorrer do trajeto forma realizadas paradas para explanações sobre a relevância da atividade e da preservação ambiental, tais explanações foram realizadas por técnicos integrantes do Movimento Faça Parte Iguatu.

O material coletado durante a atividade educativa de limpeza das margens do Rio foi acondi-

cionado em sacos plásticos e pesado em balança modelo digital. Os tipos de materiais recolhidos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de materiais recolhidos no Trecho urbano do Rio Jaguaribe no munícipio de Iguatu.

TIPOS DE MATERIAL				
Embalagens: Alimento, Cosméticos, Higiene pessoal, Limpeza, Tetra pak, Agrotóxico				
Garrafas e Tampas de pet				
Sacos plásticos				
Posselâna				
Lata de ferro				
Embalagens e Produtos farmacêuticos				
Fraldas				
Garrafa e pedaços de vidro				
Material escolar e empresarial				
Papel				
Calçados				
Isopor				
Restos de animais				
Materiais eletrônicos				
Tecidos				
Fogão				
Papelão				
Peça de carro				
Ferro				
Filtros de cigarro				

Fonte: Movimento Faça Parte de Iguatu

A 2ª EcoFaxina ocorreu no dia 25/01/2016 com a presença de 35 voluntários, onde na ocasião os participantes iniciaram uma caminhada para verificar os impactos causados ao Rio e plantar mudas de espécies nativas da região em um local pré-determinado pelos técnicos do Movimento Faça Parte Iguatu. Ao chegar à área a participante foram divididos em grupos e iniciaram o plantio das mudas de plantas nativas em ordem aleatória de espécies, imitando a natureza local.



Figura 8: Plantio de mudas: A) Voluntário plantando mudas B) Area do Plantio das mudas C) Plantio coletivo de mudas D) Plantio de muda na margem do rio.

4. Considerações finais

O mapeamento das margens do rio Jaguaribe no trecho urbano do munícipio de Iguatu revelou graves problemas de degradação ambiental e poluição dos recursos naturais causados pela deposição de lixo e entulhos, além da contaminação direta do rio feita pelos esgotos da área urbana do município.

O desmatamento da mata ciliar e o cercamento das APP's para criação de animais agrava o estado de degradação propiciando a erosão do solo, ocasionando a queda de barreiras e o assoreamento do leito do rio.

A interferência antrópica no trecho urbano do município de Iguatu através de esgotamentos de águas residuais, criação de animais as margens do leito do rio, desmatamento irregular estão contribuindo para contaminação e eutrofização dos poços presentes no trecho urbano do rio.

As ações de educação ambiental como limpeza do rio e plantio de mudas nativas com a participação das comunidades escolares e população iguatuense propicia o empoderamento dos mesmos sobre questões e problemáticas ambientais e fomenta a consciência crítica ambiental, sendo estes os pressupostos básicos para toda e qualquer ação de recuperação ambiental.

Agradecimentos

Agradecemos ao movimento Faça Parte de Iguatu pelas informações cedidas para realização do trabalho.

Agradecemos aos colaboradores Junior Cesar, Neto Braga, José Braga, Dauysio da Silva, Carlos Silva, Stênio Chaves, Socorro liveira, e demais membros do Movimento Faça Parte pela ajuda nas ações de educação Ambiental, preservação e conservação do Rio Jaguaribe.

Agradecemos as instituições públicas, privadas e sociedade civil pelo apoio na realização das ações.

Agradecemos a todos os parceiros como Rotary Clube Iguatu Planalto, Sindicato de trabalhadores rurais de Iguatu, Prefeitura de Iguatu, Time ENACTUS IFCE, Associação de Caçambeiros, Ministério público, Oposição Sindical Spumi, CSP-Conlutas, Penha construtora, Sindicato dos servidores municipais de Iguatu, Escolas Pacifico Guedes, Alba Araújo e Lucas Emanoel e demais ins-

tituições parceiras pelo apoio na realização das Ecofaxina.

Referências

AB'SÁBER. A. N. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras.** São Paulo, Instituto de Geografia, USP, Geomorfologia, 1974.

ALVES, C. S.; FARIAS, M. S. S.; ARAÚJO, A. F. Levantamento dos impactos ambientais na Bacia do Jaguaribe em João pessoa e suas possíveis ações mitigatórias. **Centro Científico Conhecer - EN-CICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 5, n. 8, p. 1-10, 2009.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Alto Jaguaribe.** Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza: INESP, 2009.

COSTA JR., A. C. D.; MARIA, M. P.; VALE, M. R. S. As ações do Instituto EcoFaxina na baixada santista. In: Congresso Nacional de Iniciação Científica. CONIC – SEMESP, 14 2015, São Paulo. 2015. **Anais eletrônicos...** São Paulo. SEMESP, Disponível em: www.institutoecofaxina.org.br/p/agenda-de-acoes-voluntarias-e-eventos. Acesso em 04 abr. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geográfia e Estatística. Censo demográfico 2010.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégias Econômicas do Ceará. **Perfil básico municipal de Iguatu**. 2014

INSTITUTO ECOFAXINA. Disponível em: www.institutoecofaxina.org.br/p/agenda-de-acoes-voluntarias-e-eventos. Acesso em 04 abr. 2016.

OLIVEIRA, F É. R. de.; SOUSA, A. L. M. de.; IZÍDIO, N. S. de C.; PEREIRA, M. M.; HOLANDA, C. T. L. de. Avaliação de técnicas agrícolas e do uso sustentável do solo em assentamentos estaduais no município de Iguatu-CE. **Magistra**, v. 27, n.1, p. 130 – 137, 2015.

PANTALENA, A. F.; MAIA, L. P. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 14, n. 3, p. 459-469, 2014.

PEREIRA, H. F.; D'ANDREA, R. M. S.; D'ANDREA, A. F.; GOMES, V. dos S.; LIMA, M. M. P. S. Localização e diagnóstico da poluição do Rio Jaguaribe através da disposição inadequada dos resíduos sólidos em seu leito e margens. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Palmas, 2012.

SALATI, E. SANTOS, Â. A.; KLABIN, I. Dossiê Brasil: O país no futuro. Temas ambientais relevantes. **Revista Estudos Avançados**, v. 20, n. 56, p. 107-127, 2006.

SILVA, K. L.; AZEVEDO, V. C. F. de.; LEITE, E. P. F. Mapeamento e análise do uso e ocupação do solo da bacia do Rio Cuiá a partir de imagem do Satélite Quickbird. In: V Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI, 5., 2010, Maceió. **Anais**... Maceió, 2010.

TABALIPA, N. L.; FIORI, A. P. Influência da vegetação na estabilidade de taludes na Bacia do Rio Ligeiro (PR). **Revista Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 387-399, 2008.

Os problemas ambientais no rio Magu no município de Santana do Maranhão – MA

M. V. DE VASCONCELOS DIÉNIJA CARDOSO MACHADO M. DO S. B. A DOS SANTOS

Resumo

Os problemas ambientais em bacias hidrográficas são um dos mais sérios no século XXI. A água é um bem indispensável à vida e a sobrevivencia das espécies, por isso sua manutenção é indispensável. Nesse sentido, o presente trabalho procura identificar os principais problemas ambientais ocorridos no Rio Magu, no município de Santana do Maranhão – MA, buscando identificar algumas ações do homem que causam impactos às margens do rio e verificando as ações governamentais e de outras instituições que visam recuperar o rio Magu. Os autores que sustentam o trabalho são, entre outros, Caldas (2002), Martins (2009), Ross (2003) e Mota (2008). Percebeu-se que existem vários problemas ambientais que assolam o rio Magu e que ainda estão longe de serem resolvidos, pois, para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas que levem a população a repensar o meio ambiente que se vive e, sobretudo, a importância dos rios na vida da sociedade.

Palavras-Chaves: Água, Problemas Ambientais e Conscientização.

Abstract

Environmental problems in river basins are one of the most serious in the XXI century.Water is an indispensable asset to the life and survival of the species, therefore its maintenance is essential. Thus, this workseeks to identify the main environmental problems occurred in the river Maguin the municipality of Santana do Maranhão - MA, trying to identify some human actions that impact on the river and checking government actions and other institutions that seek to recover the river Magu. The authors that make the work are, among others, Caldas (2002), Martins (2009), Ross (2003) and Mota (2008). It's noticed that there are several environmental problems plaguing the river Magu and are still far from being solved, because, it's necessary to develop policies that lead people to rethink about the environment which we live in and, above all, the importance of rivers in society life.

Keywords: Water, Environmental Issues and Awareness.

1. Introdução

Meio ambiente é o espaço em que ocorrem as interações dos seres vivos entre si e, também, com o meio em que vivem. No entanto, os profundos desequilíbrios e a crescente degradação ambiental provocados pela intervenção humana nas últimas décadas levaram o homem a compreender que o mundo é um só e que o desequilíbrio e a devastação ocorridos em determinados pontos do planeta podem acarretar conseqüências ao ambiente como um todo. (OLIVEIRA 2003)

O homem é o grande transformador do ambiente natural e vem, pelo menos há dois milênios, promovendo essas adaptações nas mais variadas localizações climáticas, geográficas e topográficas. O ambiente urbano é, portanto, o resultado de aglomerações localizadas em ambientes naturais transformados, e que para a sua sobrevivência e desenvolvimento necessitam dos recursos do ambiente natural.

Nesse sentido, os rios podem ser citados como exemplo desses ambientes naturais que são imensamente explorados no meio urbano quando disponíveis. Podem-se mencionar vários rios ao longo da história que serviram de ferramenta primordial no desenvolvimento da humanidade. Porém, o uso dos recursos hídricos de forma exagerada, sem prever os riscos, pode trazer graves conseqüências e, muitas vezes, estas podem ser irreversíveis.

Segundo Fellenberg (1980) a preservação ambiental das margens dos rios deverá nos preocupar bastante no futuro, pois em todas as regiões em que as reservas de água subterrâneas se esgotarem a solução para se garantir o abastecimento de água potável será o aproveitamento da água de represas, lagos e rios.

Entre os recursos naturais que o ser humano dispõe, a água consta como um dos mais importantes, sendo indispensável para sua sobrevivência. Em quase todas as suas atividades ele precisa da água. Desta forma, nos programas de usos múltiplos de recursos hídricos devem ser considerados os aspectos relacionados com a quantidade necessária e a qualidade desejada para os mesmos.

É nesse contexto que surgiu a motivação para tratar, nesta pesquisa, do rio Magu. O rio Magu faz parte do cotidiano dos Santanenses e ao observar a situação degradante que o rio se encontra, veio a iniciativa de desenvolver um projeto com a finalidade de se estudar os problemas ambientais correntes no rio, assim como avaliar as consequências causadas por eles para que possa haver a prevenção e preservação do rio.

Assim, o trabalho tem como objetivo analisar os problemas ambientais referentes ao rio Magu no Município de Santana do Maranhão – Ma, buscando identificar algumas ações do homem que causam impactos às margens do rio e verificando as ações governamentais e de outras instituições que visam recuperar o rio Magu.

Para que tenhamos bons resultados faz-se necessário um diagnostico da situação local, a partir de pesquisa de campo, registro fotográfico, aplicação de questionário junto a comunidade, coleta de dados junto a Secretaria de agricultura e Meio Ambiente e entrevista com a Secretária do Meio Ambiente.

Os autores que sustentam o trabalho são, entre outros, Caldas (2002), Martins (2009), Ross (2003) e Mota (2008). Percebeu-se que existem vários problemas ambientais que assolam o rio Magu e que ainda estão longe de serem resolvidos, pois, para tanto, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas que levem a população a repensar o meio ambiente que vive e, sobretudo, a importância dos rios na vida da sociedade.

2. Impactos Ambientais em Rios

Ao longo da história da humanidade o ser humano sempre necessitou fazer uso dos recursos

que a natureza disponibiliza, desde os objetos mais simples aos mais complexos. No entanto, a projeção do homem como ser racional e dominador dos recursos naturais deu a ele a falsa ideia que poderia resolver todos os problemas que surgissem em decorrência desse uso. Assim, desencadeou-se uma crise que tem deixado em alerta muitas esferas da sociedade.

Essa crise torna-se evidente nos anos 60, refletindo-se na irracionalidade ecológica dos padrões dominantes de produção e consumo, e marcando os limites do crescimento econômico. Desta maneira, inicia-se o debate teórico e político para valorizar a natureza e internalizar as "externalidades socioambientais" ao sistema econômico (LEFF, 1986).

Desta forma, deste processo crítico surgiram as estratégias do eco-desenvolvimento, promovendo novos tipos de desenvolvimento fundados nas condições e potencialidades dos ecossistemas e no manejo prudente dos recursos (Sachs, 1982). A economia foi concebida como um processo governado pelas leis da termodinâmica que regem a degradação de energia em todo processo de produção e consumo (Roegen, 1971).

O sistema econômico viu-se imerso num sistema físico-biológico mais amplo que o contem e lhe dá seu suporte de sustentabilidade (Passet, 1979), ou seja, o uso dos recursos naturais envolve o físico, mas envolve também o social, o econômico e o cultural. Assim, surgiram os novos paradigmas da economia ecológica, buscando relacionar o processo econômico com a dinâmica ecológica e populacional

Na percepção desta crise ecológica foi sendo configurado um conceito de ambiente como uma nova visão do desenvolvimento humano, que reintegra os valores e potenciais da natureza, "as externalidades sociais, os saberes subjugados e a complexidade do mundo negada pela racionalidade mecanicista, simplificadora, unidimensional e fragmentadora que conduziu o processo de modernização" (Leff, 1986, p. 12).

Portanto, a degradação ambiental se manifesta como sintoma de uma crise de civilização, marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza.

De acordo com a resolução 001 do Conama (23/1/86), pode-se definir impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas [...]", que afetam: 1) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; 2) as atividades sociais e econômicas; 3) a biota; 4) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; 5) a qualidade dos recursos ambientais.

Desde o inicio dos tempos, o homem se fixou junto as margens dos cursos d'água devido as riquezas ali encontradas, que lhe proporcionavam alimento (água, caça e pesca) e matéria prima (lenha,madeira) suprindo suas necessidades. Para o cultivo de alimentos, essas áreas se apresentam como mais produtivas em função da maior fertilidade natural quando comparado a áreas de campo e cerrado. Com isso, teve inicio os problemas ambientais nesses ecossistemas perdurando até hoje.

Mesmo com a ocupação intensa desses novos ambientes, que ofertam extensas áreas para o cultivo, a pressão sobre as regiões, sobre a água, o solo e matas ciliares, principalmente, continua crescente. Desta forma, as matas ciliares foram os primeiros ambientes a sofrer degradação pelo estabelecimento do homem e continua sobre pressão do mesmo (IEF, 1995).

Tendo como base a grande problemática ambiental que tem afetado o planeta Terra, desde os primórdios da humanidade, tem-se que o homem não impõe limites para se apropriar dos recursos oferecidos pela Terra. A água constitui-se num produto que sempre teve sua essencialidade para a vida no planeta Terra, referindo-se a qualquer forma de vida que possa existir, sendo a água responsável pela nutrição das plantações, florestas nativas, inclusive atua na permanência da biodiversidade no planeta, ou seja, para a existência da vida é necessário primeiro a existência

da água. (CARNEIRO 2003).

Para Ross (2003), a porcentagem de água doce acessível existente no planeta Terra se encontra em grande desproporção relacionado à sua distribuição mundial onde alguns países possuem com abundância e outros possuem uma quantia insignificante e insuficiente para abastecer sua população, lembrando que aqueles países superiores em quantidade de água, estão passando por um acelerado índice de diminuição hídrica, por conseqüência da acelerada ocupação demográfica junto ao predatório meio de se apropriarem da água.

A água liquida já chamado de "sangue da vida" é tão precioso quanto aquele – é, na verdade, um recurso finito e vulnerável. No entanto, o homem parece ainda não ter se dado conta disso, pois a degradação ambiental provocada pela poluição dos recursos hídricos acaba por contribuir para um agravamento no problema da escassez da água representando pelas dificuldades de abastecimento das grandes cidades e áreas industriais, do fornecimento da água para irrigação óbice esse que vez ou outra pode associar-se a períodos de estiagem. (OLIVEIRA 2003).

Segundo Martins (2009), a área degradada é aquela que após sofrer um forte impacto, perdeu a capacidade de retornar naturalmente ao estado original ou a um equilíbrio dinâmico, ou seja, perdeu sua resistência. O termo recuperação tem sido mais associado com áreas degradadas, referindo-se a aplicação de técnicas silviculturas, agronômicas e de engenharia, visando a recomposição, topográfica e a re vegetação de áreas em que o relevo foi descaracterizado pela mineração, pela abertura de estrada. Etc.

A comunidade pode contribuir na proteção e preservação ambiental com a elaboração de planos de desenvolvimento auto-sustentáveis, dependendo tanto da obtenção dos conhecimentos científicos, como também da sua divulgação ao público em geral. Para isso, deve-se permitir que toda a sociedade fique esclarecida, através de uma educação ambiental, para que a mesma seja capaz de escolher o melhor para solucionar o problema (ROGERIO, 2010).

Os impactos ambientais são decorrentes da poluição e degradação ambiental, causada em grande parte pelas ações humanas sobre o ambiente, e correspondem as alterações das propriedades físicas, químicas ou biológicas dos elementos naturais, implicando ainda em prejuízos a saúde do homem, a sociedade e aos recursos naturais renováveis.

Por isso, não só a identificação dos principais impactos ambientais é importante, mas, sobretudo, as medidas mitigadoras possíveis de serem aplicadas na área (CONAMA, 1986). É nesse contexto que o presente trabalho se insere. Por este motivo julga-se necessário uma breve caracterização da área de estudo.

2.1 Aspectos Gerais do Rio Magu

O Rio Magu nasce na localidade Cabeceiras, município de Santana do maranhão e percorre uma extensão de 110 Km, aproximadamente, desde a nascente passando pelo município de Água Doce do Maranhão e desembocando no Rio Santa Rosa – que é afluente do rio Parnaíba – no povoado João Peres, em Araioses – MA (Figura 1).

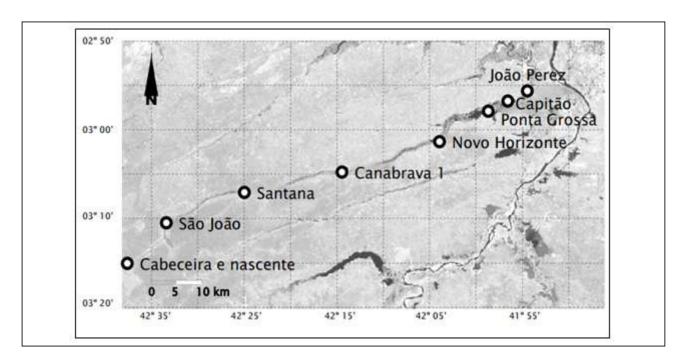


Figura 1: Municípios banhados pela microbacia do Rio Magu, Maranhão, Brasil.Fonte: CALDAS E RODRIGUES (2005)

O termo Magu é uma palavra indígena que significa magia, encanto, luz, algo reluzente. E os índios que habitavam essas terras denominaram assim o Rio, pela transparência das águas, pois se viam os peixes, a areia branca e o próprio reflexo dos índios naquelas águas claras.

A rede hidrográfica é composta de quatro bacias principais, formadas pelos rios Parnaíba, Santa Rosa, Magu e Mariquita. O complexo formado por inúmeras ilhas e igarapés a partir do encontro do Rio Santa Rosa e Parnaíba, compõe o Delta das Américas, com enorme potencial turístico e pesqueiro para região.

O rio possui águas transparentes com vegetação marginal caracterizada por grandes adensamentos de plantas aquáticas e extensas faixas de palmeiras de buriti e açaí.

De acordo com Caldas e Rodrigues (2005), o Rio Magu foi, no passado, uma das principais vias de transporte dos moradores de toda a região Magu, os quais faziam comércio com outras localidades, principalmente com a cidade piauiense de Parnaíba que era o mais importante centro comercial das proximidades da região. Sem falar da sua essencial importância para a manutenção da vida das localidades ribeirinhas, o rio apresenta razoável potencial turístico, precisando apenas de mais incentivo (Figura 2)









Figura 2: Rio Magu.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA-PI) atuante na região do Delta do Parnaíba desde longa data decidiu promover uma articulação entre o governo nas três esferas de poder e a sociedade civil organizada dos municípios de Santana do Maranhão, Araioses e Água Doce do Maranhão, visando gerenciamento integrado da microbacia do Rio Magu.

Como ponto de partida foi sistematizado visitas de campo em busca dos diferentes saberes, experiências, expectativas e os problemas existentes ao longo da microbacia do Rio Magu, em contato direto com o poder público e diversos atores da região.

Assim, adotou-se a idéia de planejamento sistêmico de microbacias hidrográficas como base para implantação do comitê, entendendo ser esta a alternativa mais avançada de uso e manejo dos recursos naturais, uma vez que seus pressupostos básicos são a preservação ambiental e a melhoria de vida da população.

A consolidação da gestão das águas por meio da implantação do Comitê da microbacia Hidrográfica do Magu/COBH-Magu, foi o caminho escolhido pelo IBAMA tendo como compromisso conduzir, da teoria a prática, a um modelo de desenvolvimento que concilie crescimento econômico, conservação do meio ambiente e equidade social, mediante o exercício de participação coletiva e integrada dos diversos atores sociais.

O IBAMA/PI realizou uma expedição às nascentes do Rio Magu, a 32 Km ao sul do município de Santana do Maranhão, mais precisamente na localidade conhecida como Cabeceiras do Magu em julho de 2002.

Na oportunidade foi possível verificar o grau de comprometimento da qualidade sócio-ambiental desta região, onde é intensa a utilização das áreas ribeirinhas para a agricultura de subsistência, especialmente o arroz e a mandioca. Os agricultores retiram a mata ciliar com o propósito de cultivar espécies para o consumo próprio.

Esta prática, somada aos grandes desmatamentos realizados no chapadão que se avizinha às nascentes – nova fronteira agrícola de cerrados para o cultivo intenso de soja – tem acarretado sérios problemas de diminuição da oferta e qualidade da água, necessária a todas as atividades, inclusive o consumo humano. Áreas tidas como fonte de recarga do lençol freático estão sendo desmatadas sob o pretexto do desenvolvimento produtivo, sendo posteriormente abandonadas e condenadas à aridez.

O insucesso no gerenciamento da microbacia hidrográfico do Rio Magu, é percebido através de degradação do solo, perda de produtividade, assoreamento, redução de vazão, enchentes, baixa qualidade de água e a retirada da cobertura vegetal dos mananciais. (Fernando Lopes Gomes – chefe de Escritório Regional do IBAMA em Parnaíba-Pl.).

A sua implantação visa à introdução de todo um conjunto de tecnologias sobre uso, manejo, preservação e conservação dos recursos naturais, assim como técnicas modernas de educação formal, ambiental e sanitária, contemplando também os aspectos da saúde humana e animal, do abastecimento de água, do saneamento básico, enfim, da melhoria da qualidade de vida da população local, promovendo o verdadeiro desenvolvimento sustentável com cidadania.

A eficiente articulação do poder público, usuários e comunidades via comitê propicia a fixação de usuários na área de influência direta no micro bacia, evitando-se assim a migração dos mesmos para municípios maiores e o desencadeamento de retornos minguantes como desemprego, marginalização, pobreza e baixos índices de qualidade de vida. (Fernando Antonio Lopes Gomes – Chefe do Escritório Regional do IBAMA em Parnaíba – PI).

A soma dos processos poluidores que atuam hoje na microbacia do Rio Magu compromete de maneira significativa o equilíbrio ambiental na região do município de Santana do Maranhão e, consequentemente, tem-se prejuízos possivelmente jamais reparados. É sobre esses problemas ambientais que acometem a microbacia do Rio Magu que se discorre a seguir.

3. Os Problemas Ambientais no Rio Magu: Resultados e Discussões.

A partir do estudo foi possível verificar, na área do Rio Magu, no Município de Santana do Maranhão, os principais impactos ambientais que estão contribuindo para a degradação do mesmo e das suas margens: deposição de lixo (Figura 3), desmatamento da mata ciliar e queimadas para cultivo de subsistência.



Figura 3: Deposição de lixo nas margens do Rio Magu

Essa problemática existente no município de Santana do Maranhão é carente de programas e projetos que busquem soluções nesse trecho do rio, tornando-se critico o fluxo hídrico natural deste manancial. Neste sentido a educação ambiental faz-se necessária à população ribeirinha

que sobrevive nessa região. É preciso transmitir conhecimento, a relação harmônica entre população e meio ambiente para que os moradores locais tenham o entendimento do próprio problema e ao mesmo tempo a serem conscientizados e gerando em cada morador o compromisso com o ecossistema em que estão inseridos.

Há principio o tema foi explorado com uma pesquisa de campo e registros fotográficos, onde, visivelmente, foi detectado que um dos problemas mais agravante no local são as queimadas às margens do rio.

Após esta etapa ocorreu uma visita a secretária do Meio Ambiente de Santana do Maranhão - Andréia de Maria - para uma entrevista. Na ocasião falou-se sobre o papel da Secretaria do Meio Ambiente em relação a questão ambiental, e de que maneira eles estão trabalhando para minimizar os impactos ambientais ocorridos no Rio Magu. De acordo com a Secretária "é um trabalho muito difícil, pois, não recebe o apoio necessário do Poder Público e nem a população se disponibiliza em ajudar". Porém, percebeu-se que há pouco interesse também por parte da própria secretária.

Não podemos aprovar leis, onde a população pague fiança ao violar as leis de proteção ao meio ambiente, mesmo por que eles não tem condições de pagar. (Secretária do Meio Ambiente de Santana do Maranhão).

Foi aplicado um questionário com a comunidade no povoado Bacuri 2, que tem como objetivo colher e registrar experiências dos ribeirinhos e moradores, bem como aferir a nível de consciência ambiental e seus hábitos e atitudes com relação a preservação do rio, além dos impactos causados pela atividade humana. Foram entrevistadas 30 pessoas com idade entre 20 e 55 anos, 45% deles sem nenhuma escolaridade, 25% com Ensino Fundamental incompleto e 10% com o Ensino Médio completo. Em relação à renda familiar dos mesmos, 75% vive do trabalho da roça e completam sua renda com o dinheiro dos programas sociais como, por exemplo, o bolsa família. Destes, 5% tem emprego fixo e 20% são aposentados.

Ao tratar sobre o que poderia ser feito para minimizar os impactos ambientais correntes no município os moradores demonstraram preocupação com o rio e interesse por sua preservação (gráfico 1), mesmo que esta não se manifeste em ações concretas de cuidados com o mesmo.

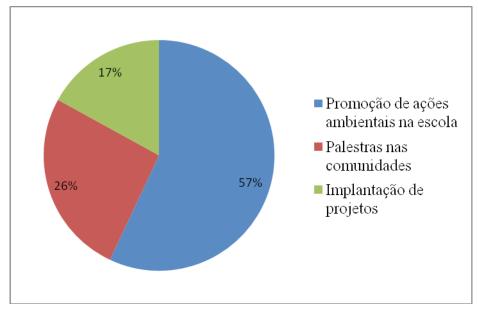


Gráfico 1: Resposta dos entrevistados sobre o rio Magu.

De acordo com o gráfico, 57% (cinqüenta e sete por cento) dos entrevistados acredita que se houvesse ações ambientais nas escolas a visão com relação ao rio mudaria na sociedade. No entanto, uma parcela menor, 26% (vinte e seis por cento), acredita que a melhor forma seria por meio de palestras na comunidade e 17% (dezessete por cento) aposta na implantação de projetos. Essas respostas demonstram que os moradores da região, mesmo que minimamente, tem conhecimento da degradação do rio.

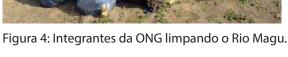
Levantou-se o questionamento sobre o envolvimento dos moradores em alguma organização ou projeto ecológico. Dos entrevistados, quase o total deles, 93% (noventa e três por cento) disseram que não participam de nenhum projeto voltado para a preservação do rio, e 7% (sete por cento) disseram que sim. Eles alegam que o governo não desenvolve ações voltadas para esta questão.

Devido aos problemas ambientais que ocorrem na região foi criada uma Organização não Governamental (ONG), denominada - Amigos do Rio Magu – que faz um trabalho de conscientização sobre as questões ambientais. Os organizadores são alunos do Ensino Médio que se reúnem para fazer a limpeza do rio, promovem palestras nas escolas e nas comunidades (Figura 4).











A figura 4 mostra os alunos que compõem a ONG fazendo a limpeza rio Magu. Esse projeto,

de acordo com entrevista feita aos líderes, foi uma iniciativa dos próprios alunos que estavam preocupados com os problemas ambientais que o rio apresenta. Segundo eles, os moradores jogam lixo nas margens e isso acontece, principalmente, quando os bares que ficam localizados nas margens recebem consumidores. Enfatizam que é preciso conscientização por parte da comunidade para que possam preservar o rio e que a educação seria uma ferramenta fundamental nesse processo. No entanto, mesmo com toda a boa vontade da ONG, ela não está exercendo suas funções por falta de verba, apoio da comunidade e desinteresse por parte dos próprios alunos.

4. Considerações Finais

O presente estudo mostrou que nas proximidades do Rio Magu, existem problemas ambientais causados pela ação humana, tais como: lixo doméstico, desmatamento da mata ciliar, queimadas para cultivo de subsistência e construção de bares as margens do rio.

Uma questão que necessita de atenção especial é a presente degradação, que pode ser solucionada com o reflorestamento das margens de algumas espécies levantadas naquele local para evitar a erosão e assoreamento do Rio Magu.

Diante dessa problemática, deve-se promover a formação de conhecimento e de atitudes necessárias a preservação dos recursos hídricos e melhoria na qualidade de vida dos Santanenses.

Referências

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA 01**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre procedimentos relativos a estudo de Impacto Ambiental.

CALDAS, A.L.R. **Diagnóstico Sócio-ambiental da microbacia Hidrográfica do Rio Magu-Ma**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Vol. 15, julho a dezembro de 2005.

FELLENBERG,G. **Introdução aos problemas de poluição ambiental.** Ed. EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1980.

IEF-MG - Instituto Estadual de Florestas. **Relatório Interno da cobertura florestal do Triângulo Mineiro**. Uberlândia, 30p. 1995

LEEF, Henrique. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, poder/Enrique Leff; tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 7. Ed – Petrópoles, RJ: Vozes, 2009.

MARTINE,G.(org.) **Poluição Meio Ambiente e Desenvolvimento:** verdades e contradições Ed. 2ª editora da UNICAMP – 1996

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa – MG. Ed. Aprenda Fácil 2009.

MMA/SRH- Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Legislação, Brasília, 2001. 54p.

OLIVEIRA, A. T. Estudo ecológicos da vegetação como subsídios para programas com espécies nativas: Uma proposta metodológica. Lavras-MG, Ver. Cerne, 1 (1) 64 a 72. 1994

ROSS, J. L. S. Geografia do Brasil. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 2003

SACHS, Ignacy. **Eco desenvolvimento, crescer sem destruir**. São Paulo: vértice, 1986.

Poluição HÍDRICA: UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES AMBIENTAIS DOS MORADORES DO DISTRITO DE ICOARACI/BELÉM- PARÁ

Flávia Maiara da Silva Brito B. R. M. Oliveira Jefferson Herlan Corrêa da conceição V.E.R. do Nascimento B. Venturieri

Resumo

Os recursos hídricos são de extrema importância para a vida na Terra, pois a água gera condições essências para o desenvolvimento do individuo e para o equilíbrio do meio ambiente. Cobrindo cerca de 75% da superfície do planeta ,apenas 2,7% é água doce, porém menos de 1% é água potável, ou seja a água consumida pelo ser humano. Essa mínima quantidade de água é utilizada por 3 meios diferentes, na agricultura, nas industrias e de forma domésticas. Onde muitas vezes é usada para eliminar sujeiras, acaba sendo contaminada por substâncias, que seguindo para rio e mares contamina as águas de forma geral. Mesmo a água sendo importante para a vida é utilizada de forma errada, sendo contaminada e desperdiçada, identificando a falta de educação ambiental da população. Neste contexto, será analisado o Distrito Administrativo de Icoaraci, localizado há cerca de 20 km do centro de Belém no Estado do Pará, que possui uma rica hidrografia, sendo banhado pela baia do Guajará, furo do maguari, riachos e igarapés o que contribui para o nome Icoaraci, que no tupi guarani significa "mãe de todas as águas". Com o objetivo de analisar a concepção dos moradores de Icoaraci perante a poluição hídrica dos rios, das praias e a relação desse problema com a falta de educação ambiental dos moradores. Foi aplicado um formulário semiestruturado sobre questionamentos referentes à poluição da água, a balneabilidade da praia do distrito, saneamento básico e a falta de educação ambiental. Obtendo resultados sobre a falta de projetos que incentivem a população a preocupar-se com o meio ambiente, a falta de saneamento básico e a contaminação hídrica da baia que o margeia.

Palavras-Chaves: Água; contaminada; Educação Ambiental

Abstract

The water resources are extremely important to life on earth, because the water generates essential requirements to development of the individual and the environment balance. Approximately 75% of Earth's surface is covered by water, but only 2.7% are fresh water, however less than 1% is drinking water, in other words, the water used by human beings. This minimum amount of water has been used by 3 different ways on agriculture, industry and household. Where they are widely used to eliminate dirt and wind up being contaminated by chemical substances, which follow until a river or sea it pollutes the water in a general way. Same the water is being extremely important for health, it is used of wrong way and identifying lack of environmental education of general populace. In this context are analyzed the administrative districts in Icoaraci, which it is localized near to 20 km from center of Belém at Pará state, that it has had a rich hydrography, and bathed by Guajará bay, "furo do maguari", creeks and small stream, which they add to name of district that in Tupi Guarani means "Mother for all waters" (in Portuguese, "Mãe de todas as aguas"). With the purpose of detect the contamination of water supplies at Icoaraci district and the relation this problem with lack of environmental education of the villagers was applied a semi-structure questionnaire about questions relating to water pollution, the beach seawater quality of the district, basic sanitation and lack of environmental education of the villagers. The results obtained in questionnaire show the lack of projects that encourage the population worry about environment preservation, the lack of basic sanitation and hydric contamination of bay.

Keywords: Water; contaminated; environmental education.

1. Introdução

A água corresponde a 75% da superfície da Terra, essa fartura gera condições primordiais para a vida e o equilíbrio da natureza. Mas, o total de água existente não é próprio para o consumo humano, apenas 2,7 % da distribuição da água (figura I) é doce, e sua grande parte está congelada ou em superfícies profundas, sendo sua menor parcela encontrada em rios, lagos e represas. No entanto, para a água doce ser consumida, ela precisa ser potável, no caso, não ser contaminada. O que significa menos de 1% (Vieira et al "2006,p: 8-9.).

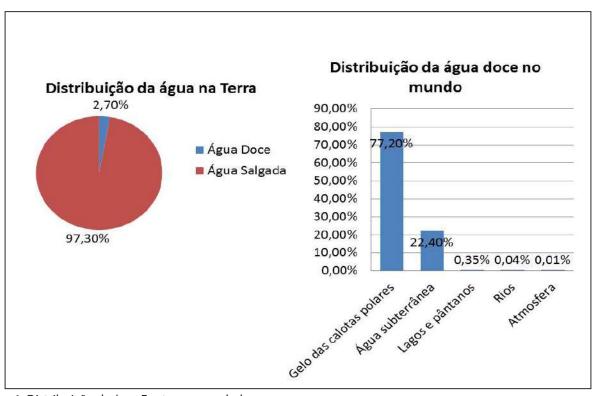


Figura 1: Distribuição da águaFonte: www.rededasaguas.org.br

Os recursos hídricos são de extrema necessidade para vida, pois a água é o que mantêm a vida na Terra. Participando de importantes processos, como dissoluções de materiais terrestres, transporte de partículas e da fotossíntese que produz biomassa pela reação do CO2 com H2O, além do que, a água compõem cerca de 80 % do corpo humano . (Teixeira et al,2000)..Ou seja, a água e importante seja para o desenvolvimento do indivíduo ou para a manutenção do meio ambiente.

Podendo ser utilizada devido a sua demanda, que podem ser de três tipos : a infraestrutura social (voltada para sociedade ,como na alimentação, higiene ,navegação etc), indústrias e da agricultura ligada a atividades econômicas como a pesca .A partir de sua demanda a água pode ser usada de três maneiras diferentes (Tabela I): o uso consuntivo ,em que a água será retirada da sua fonte natural ; o não consuntivo em que a água retornara para a fonte original , e por fim pode ser local , onde a água será reaproveitada sem modificações relevantes na fonte (PEREIRA e PEDROSA, 2005).

Categorias	Demandas	Natureza do uso	
Infraestrutura Social	- dessedentação ;	-consuntivo;	
	-navegação;	-não – consuntivo;	
	-usos domésticos;	Consuntivo;	
	-recreação;	-não-consuntivo;	
	-usos públicos;	-ambos;	
	-amenidades.	-não – consuntivos.	
	-agricultura	-consuntivo;	
	-piscicultura;	- não – consuntivo;	
Agricultura e aquicultura	-pecuária;	- consuntivo;	
Agricultura e aquicultura	-uso de estuários	- não – consuntivo e local;	
	-irrigação;	- consuntivo;	
	-conservação de banhados.	- local.	
Industrial	- arrefecimento;	- consuntivo;	
	- mineração;	- não consuntivo	
	- hidroeletricidade;	- não consuntivo	
	- processamento industrial;	- consuntivo	
	- termoeletricidade;	- consuntivo	
	-transporte hidráulico.	- consuntivo	
Em todas as categorias acima	Transporte, diluição e depuração de efluentes	- não - consuntivos	
Proteção (Preservação ,recuperação e conservação).	- consideração de valores de opção de uso, de existência ou intrínseco.	- não – consuntivo e local.	

Tabela 1-categorias de demanda e uso da água. Fonte: Curso de aperfeiçoamento em gestão de recursos hídricos-Recursos Hídricos e Desenvolvimento

Segundo as informações do CPRM (Serviço Geológico do Brasil) como a água é utilizada para eliminação de sujeira ou qualquer tipo de material, acaba ficando contaminada por substâncias, essa água seguindo para rios e mares, vai aumentando e contaminado de forma geral as águas. Os principais agentes contaminadores dos recursos hídricos e dos seus ecossistemas são substâncias provenientes do continente e acidente de barcos petroleiros. Dentre as substâncias, temos microrganismos que provocam doenças como à hepatite, cólera e gastrenterite. Pesticidas do tipo DDT (diclorodifeniltricloroetano), adubo, metais pesados como o chumbo, mercúrio e os maiores contaminadores, os nitratos vindo de fezes humanas e fertilizantes.

Identificamos que mesmo com a importância e o uso exacerbado da água, ela é usada de forma errada, sendo desperdiçada e contaminada, em que a população joga diretamente lixos e deposita o esgoto. A agricultura por sua vez joga agrotóxicos e as indústrias despejam matérias pesados. Essa contaminação hídrica prejudica a população pela diminuição de água potável, com o rio contaminado, os peixes estarão contaminados, prejudicando a atividade econômica ,de subsistência (alimentação) e não haverá contato direto dos indivíduos com a água para o lazer e afazeres domésticos , por acarretar doenças. Assim a população não poderá tomar banho em rios ou praia e muito menos usá-la para necessidades fisiológicas. Pois, Cada atividade humana tem seus

próprios requisitos de qualidade para consumo de água: o abastecimento urbano, a aquicultura e a pesca exigem alto padrão de qualidade (BORSOI e TORRES,1997, p.2).

Diante da contaminação hídrica e dos problemas ambientais, é importante gerar um conhecimento ambiental a partir de projetos, e da problemática diante de varias vertentes (interdisciplinaridade), tais como social, biológica, físicas, químicas e ambientais para a fácil compreensão das mudanças socioambientais, assim como arquitetar um conhecimento Racional e social para criar um desenvolvimento sustentável (LEFF, 2007).

1.1 Poluições hídricas, balneabilidade das praias e estratégias de educação ambiental no Distrito

Um grande problema e balneabilidade das praias do Distrito de Icoaraci, uma questão que ganhou destaque desde que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA), iniciou no ano de 2006 a realização de testes para revelar as condições de poluição e contaminação da água de 20 locais bastante frequentados pela população do estado, classificando-os como próprios ou impróprios para o banho. Entre elas estava a Praia do Cruzeiro, em Icoaraci, Praia Grande e Brasília, em Outeiro (ilha ligada a Icoaraci).

Além destes também foram realizados estudos com foco na balneabilidade de algumas das praias citadas, como o de (Machado e Braz, 2004), realizado nas praias das Ilhas de Mosqueiro, Outeiro e do Distrito de Icoaraci, mostrando que nas duas últimas localidades as praias são impróprias para banho tanto no período chuvoso ou de maior precipitação, quanto no de estiagem ou de menor precipitação, sendo ainda a quantidade de coliformes fecais encontrada na praia do Cruzeiro bem maior quando comparada à de Outeiro, estando ambas acima do recomendado, de até 1000 coliformes fecais (termotolerantes)/100 mililitros(MACHADO e BRAZ, 2004).

Após ter alcançado a aprovação de todos os balneários avaliados, inclusive as da Ilha de Outeiro e do Distrito de Icoaraci, com a intenção de prevenir as ocorrências anteriores, a SEMMA deu início a um trabalho de fiscalização principalmente nos estabelecimentos localizados em frente à Orla, verificando o cumprimento de procedimentos como o esvaziamento de fossa séptica, limpeza da caixa de gordura e destino dos resíduos sólidos, o lixo, devendo os proprietários alertar aos seus clientes acerca disso. Além disto, ações de educação ambiental foram necessárias ao restante do público que frequenta as praias, para não permitir que animais de estimação ou mesmo pessoas façam necessidades fisiológicas no local, pois ocorrências como estas são frequentes. Somase a isto a falta de consciência dos próprios pescadores e condutores de barcos, os quais após exercerem seus afazeres descartam redes de pesca e outros resíduos no rio (Santos e Tozi, 2012).

Contudo, recentemente, em teste realizado pela SEMMA durante os meses de maio e junho e divulgado no dia 29 de junho de 2015, a praia do Cruzeiro (figura II) em Icoaraci retornou a ser classificada como imprópria para ser utilizada como balneário, requisitando mais atenção para novas ações de fiscalização e educação ambiental para com a população que costuma frequentá-la, não acondicionando o lixo nos locais adequados, o qual também não é regularmente recolhido pelo serviço público. O contato com a água contaminada causa riscos à saúde por meio de doenças como diarréia, vômitos e manchas na pele.



Figura 2: Praia do Cruzeiro em Icoaraci, classificada como imprópria para o banho em um recente teste da SEMMA. Fonte: http://www.diarioonline.com.br/noticia-265205-teste-de-balneabilidade-e-feito-em-praias-de-belem.html.

Além dos problemas, foi relatado o despejo de esgoto advindo das comunidades que moram próximas ao rio, em frente à Orla, dada a falta de infraestrutura necessária na área do saneamento básico, uma responsabilidade do poder público.

Assim é necessária uma mudança conjunta, tanto da população em geral, frequentadores da Orla de Icoaraci à passeio, trabalhadores os quais obtém a sua renda de atividades realizadas no local, moradores e poder público, a fim de retomar a imagem inicial deste local tão importante para a cidade de Belém.

2. Metodologia

2.1 Área do estudo

Neste contexto, sobre a poluição hídrica ocasionada por uma falta de educação ambiental adequada, foi analisado o Distrito Administrativo de Icoaraci, localizado há cerca de 20 km do centro de Belém no Estado do Para. Possui aproximadamente 167 mil habitantes, e é formado pelos bairros do Cruzeiro, Ponta Grossa, Maracacuera, Agulha, Campina de Icoaraci, Aguas Negras, Parque Guajará, Paracuri e Tenoné (IBGE, 2010).

Icoaraci na Língua Tupi-guarani significa "mãe de todas as águas", devido ao margeamento da baia do Guajará, furo do maguari e a grande quantidade de igarapés e riachos que compõem a vasta hidrografia da região. (GUIMARAES, 1996; TAVARES, 1999), o que identifica a grande quantidade e importância de recursos hídricos de Icoaraci.

2.2 Instrumentos e procedimentos

Com o objetivo de analisar a concepção dos moradores de Icoaraci perante a poluição hídrica dos rios das praias e a relação desse problema com a falta de educação ambiental dos mesmos. Foi aplicado um formulário semiestruturado, na Orla de Icoaraci, pois se trata de um lugar tradicional, que atrai visitas. Pois conta com vários restaurantes e stands de vendas artesanais em que pessoas trabalham ha bastante tempo.

Pelo fato da Orla conter trabalhadores e moradores antigos, foi possível extrair as experiências e as impressões dos mesmos, sobre os efeitos do crescimento e desenvolvimento do local e percepção das modificações e intensificações da contaminação dos recursos hídricos com o passar do tempo, possibilitando uma melhor analise da problemática.

A aplicação do formulário ocorreu com 200 moradores do Distrito, sendo que 40% eram

do sexo feminino e 60% do sexo masculino, em que 90% dos mesmos residem em Icoaraci desde quando nasceram, fato que contribui para a percepção das modificações do rio que margeia Icoaraci. O formulário envolveu 10 itens, os quais englobavam perguntas referentes à educação ambiental da população, o tempo em que residem no local, a poluição do rio, a balneabilidade das praias de Icoaraci e a qualidade do saneamento básico.

3. Resultados e Discussão

Após a coleta de dados, os mesmos foram submetidos a analises quantitativos estatísticos e descritivos para uma melhor observação dos resultados. A fim de demonstrar a contaminação que ocorre na baia do Guajará relacionando com a educação ambiental da população e o saneamento básico do local, como é visível na tabela II. Além, do desenrolar dos questionamentos foi possível adquirir vários relatos dos moradores

Perguntas	Opções	Percentual
Há quanto tempo (anos) você reside no Distrito?	Menos de 20 De 20 a 30 Mais de 30	5% 25% 70%
Você mora perto da Orla?	Sim Não	60% 40%
Você já tomou banho na Praia do Cruzeiro?	Sim Não	85% 15%
Você ainda toma banho na Praia do Cruzeiro?	Sim Não	25% 60%
Pra você ocorreu, ou ocorre a contaminação da baia que banha Icoaraci?	Sim Não	85% 15%
Como você considera o saneamento básico do Distrito?	Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo	0% 10% 10% 35% 45%
A população despeja o próprio lixo no local correto?	Sim Não	10% 90%
Pra você, houve aumento do nível do volume do rio?	Sim Não	85% 15%
Você Conhece algum projeto que incentive a população a preocupar-se com o meio ambiente?	Sim Não	100%

Tabela 2 – Resultados das perguntas

A partir dos dados, podemos inferir que os moradores apresentam uma concepção sobre a contaminação hídrica na baia que margeia o Distrito, pois dos 85 % dos moradores entrevistados que tomavam banho na Praia do Cruzeiro, hoje 70,5% dos mesmos não tomam mais banho, o que pode ser observado na tabela III e IV. Ao serem questionados qual o motivo de não tomarem mais banho, a resposta foi unanime "poluição", e relataram sobre as causas da tal poluição da água. Tais causas citadas foram: esgoto direto na praia, as invasões perto dos igarapés, o lixo jogado em lugares indevidos e a falta de saneamento básico (estações de tratamento).

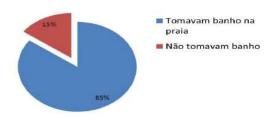


Tabela 3- Moradores que tomavam e não tomavam banho na Praia do Cruzeiro.

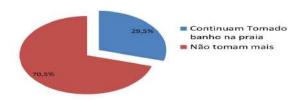


Tabela IV- Moradores que continuam e os que pararam de tomar banho na Praia do Cruzeiro.

O morador 1, disse que "Os esgotos em geral caiem direto na água, vocês podem ver pelos restaurantes da orla que têm o esgoto ligado na praia, jogando vários resíduos na água", fato que foi observado durante o levantamento de dados pela figura III. Os restaurantes que margeiam a orla apresentam seus esgotos diretamente ligados à praia, despejando os resíduos e dejetos constantemente dentro do rio.

O morador 2, contribuiu dizendo "Isso é tudo culpa da PAC (Programa de aceleração do crescimento) que construiu varias obras com as tubulações dos esgotos indo direto para o rio". O PAC – Programa de Aceleração de Crescimento envolve construções de unidades habitacionais, revitalização ou construção de pontes e canais, estação de tratamento de esgoto e serviço de micro e macro drenagem. Porem a obra ficou paralisado por um tempo na gestão anterior ao do atual prefeito de Belém, tendo suas obras retomadas na atual gestão da prefeitura em 2013.



Figura 3: Os Esgotos ligados a Praia do Cruzeiro, jogando resíduos.

As invasões territoriais perto dos igarapés foram relatadas em grande numero pelos moradores como um problema que contribui na contaminação do rio, pois foram construindo casas sem saneamento básico necessário, fazendo suas necessidades fisiológicas e jogando o lixo doméstico direto na água, como explica o morador 3:

Você gosta de ver depois do almoço, quando a maré tá enchendo, no igarapé perto da invasão do Cubatão, é cada fezes boiando da própria população que mora lá ,que você fica com nojo de entrar na água, fora o lixo e o resto de comida que eles jogam também. E os pior, eles ainda usam aquela água pra fazer comida e tomar banho. (Morador 3, 2016).

A falta de saneamento básico no distrito é visível principalmente nas invasões, o que intensifica a poluição. Nesse sentido, foi notável o descontentamento da população com o saneamento básico de Icoaraci, pois ao questionar sobre a qualidade do saneamento, 80% dos moradores julgaram entre ruim e péssimo.

Outro Problema que contribui para a poluição do rio é a falta de educação ambiental dos moradores em descartar o lixo em locais adequados. Pois, com o lixo despejado em qualquer lugar, é levado pela água nas chuvas até encontrar o rio, poluindo, isso quando o lixo não é jogado diretamente nas praias, igarapés e rios como foi citado acima pelo morador 3, como mostra a figura IV. Essa falta de educação ambiental ficou evidente durante a pesquisa, pois quando questionados de descartavam lixo em locais adequados, apenas 10% tem a consciência de descartar o lixo em locais adequados ou guardando o lixo na bolsa ou mochilas até encontrar um local correto para o descarte.

O lixo atrai ratos, gatos e cachorros a procura de alimentos, contribuindo para dispersão de doenças como leptospirose, contraída pela urina dos ratos e outras pelas fezes dos mesmos e dos outros animais.

Mas o que contribui para essa falta de educação ambiental é o fato de que no Distrito não possui projetos que incentive a população a preocupar-se com o meio ambiente, tornando recorrente os moradores não saberem o que é educação ambiental, chegando ao ponto do morador 4

perguntar "o que é educação ambiental? pra que serve isso ?aqui não tem nada disso!"



Figura IV – Praia do Cruzeiro contaminada por lixo

Com a evidente contaminação da água, a mesma pode acarretar varias doenças(Tabela V) para a população que a utiliza ,seja, na alimentação, para tomar banho em casa ou até mesmo na praia. Como afirma o morador 4 :

Não tomo mais banho na Praia do cruzeiro, da ultima vez, fiquei cheio de pira (coceiras), fiquei mais de 3 meses de tratamento. Por que essa água tá contaminada. (Morador 4, 2016)

Doenças	Veiculo	Consequência	Agente	Prevenção
Cólera	água contaminada, ali- mentos crus e moscas	diarréias, fezes semelhan- tes a água de arroz, sede, dores, coma	Vibrio Comma	quarentena (isolamen- to dos pacientes)
Febre Tifóide	água contaminada, leite, laticínios, alimentos e moscas	infecção geral, febres con- tínuas, manchas rosadas e diarréias	Salmonella Typhi	proteger e purificar a água, pasteurizar o leite, controle dos alimentos, moscas e caramujos.
Amebíase ou desinteria amebiana	alimentos e água conta- minada, esgotos	vermes nas fezes, dores abdominais, erupçoes na pele, abdomem protube- rante, náuseas	Ascaris Lumbricoides	higiene pessoal, saneamento, esgoto, cuidado com a água
Leptospirose	alimentos, água ou solo contaminado com excrementos e urinas dos animais infectados	Febres, dores de cabeça, naúsea, dores musculares, vômitos, sede, prostração, icterícia	leptospira icterohaemo- ragie	Eliminar ratos, prote- ger alimentos, evitar águas poluídas, desin- fetar utensílios, tratar animais infectados.
Esquistossomose	Água contaminada	Os vermes vivem nas veias do intestino e podem provocar diarréia, emagrecimento, dores na barriga, que aumenta muito de volume (barrigadigua), e problemas em vários órgãos do corpo.	Esquistossomos	instalar um sistema de esgotos para impedir que os ovos atinjam a água e ter água de boa qualidade
Hepatite A ou amarelão	Água e alimentos conta- minados por fezes	Inflamação do fígado	Vírus	Saneamento básico

Tabela V – Doenças Transmitidas pela água contaminada. Fonte: Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas.

A parte da população que ainda frequenta a praia de icoaraci, relatam que a água não está poluída, segundo o morador 4:

"A água não está poluída não. É tudo mentira da imprensa, querem ibope isso sim, tomo banho ai sempre que dá e estou viva. Tudo mentira pra afastar os moradores da praia e todo mês de julho é isso, só em julho eles vêm aqui, dizem que água esta imprópria pra banho e vão embora. E o resto do ano? (morador 4, 2016)

O morador 5 relatou que no mês de julho quando o calor aumenta, ele toma banho na praia e quando questionado se a população jogava o lixo em locais adequados ele afirmou: " não, a população não joga não, olha lá dentro da água, cheio de sujeira". Deixando visível que alguns moradores têm a consciência da água poluída, mas mesmo assim, a utilizam sempre que possível.

Alguns trabalhos de pesquisa sobre a poluição hídrica foram realizados. Desta forma e importante destacar a pesquisa de (COLVARA; LIMA; SILVA,2009; SILVA e ARAUJO,2003). Que mostram como resultados a falta de conscientização dos consumidores das águas, assim como a necessidade de políticas públicas, que garantam água potável para população.

As analises feitas por Santos e Tozi (2012), chegaram a mesma conclusão, a necessidade de ações educativas ambientais para orientas os moradores do Distrito, além de políticas públicas, para que ocorra uma compreensão da comunidade pela importância da água, para diminuir a contaminação da mesma.

4. Considerações Finais

A pesquisa mostrou que 85% da população entrevistada, ou seja 170 pessoas possuem a consciência de que, com o passar dos anos e devido ao processo de urbanização de Icoaraci, ocorreu à poluição da água das praias e segundo os mesmos, isso ocorreu devido ao péssimo saneamento básico, descaso do governo e da própria população ao descartar o lixo em locais inadeguados.

Mas também existiu a parte da população, cerca de 15%, ou seja 30 pessoas entrevistadas que não possuíam essa consciência e não concordava com o fato de o rio está poluído e sujo, entrando, até mesmo em contradição, respondendo que o rio estava próprio para banho, mas logo após, comentando que os moradores descartavam o lixo dentro do rio, em que afirmavam que estava próprio para o uso.

Após a analise dos dados foi notado à ausência de projetos que incentive a população a se preocupar com o meio ambiente, onde 100% dos entrevistados, ou seja, todos os 200 participantes, afirmaram que não existe nenhum tipo de projeto que promova a educação ambiental no Distrito de Icoaraci. Mostrando que em meio às complexas relações socioambientais em que as cidades se converteram, o discurso ambiental ficou comprometido. Os espaços urbanos transformaram - se em processos acumuladores de irracionalidades (tráfico, violência, insegurança) e geradores de patologias ambientais emergentes (FÉRNANDEZ, 1997). Podendo-se concluir que a falta de projetos no Distrito que desperte o olhar das pessoas para a importância com o meio ambiente, também contribuem para a contínua contaminação dos rios a partir da população.

Segundo Lucas (2010), proporcionar vivências significativas que provoquem questionamento e reflexão sobre a preservação do meio ambiente é uma forma de promover uma visão integradora da situação de espaços em que ocorre um descuido com o meio ambiente. Contribuindo assim, com a melhoria na qualidade de vida a partir da construção de conscientização sócio-ambiental, promovendo aprendizado mobilizador e transformador em crianças e adolescentes perante a sociedade.

Essa ausência de projeto foi destacada e comentada por um morador com certa indignação:

"Projeto? A gente não sabe nem o que é isso! Essas escolas ai, nenhuma tem projetos que desperte o olhar das pessoas sobre o assunto, principalmente nas crianças, já que elas são nosso futuro, elas tem que ter essa consciência desde cedo" (Morador 6, 2016).

Existe um conjunto de situações no Distrito de Icoaraci que contribuem para a poluição dos rios, mas despertar o olhar critico dos moradores a partir de projetos e atividades podem contribuir para a mudança de postura dos mesmos perante algumas situações como o descarte de lixos em locais inadequados, assim como na concepção dos moradores referentes a poluição hídrica da praia de Icoaraci.

Referências

BORSOI, Z. M. F.;TORRES, S. D. A.A POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.**O Sistema Nacional de Desenvolvimento - BNDS**,1997,p.2. Disponível em :http://www.bndes.gov.br/ SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806. pdf>Acesso em :05 abr.2016

COLVARA, J. G.; LIMA, A. S.; SILVA, W. P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, II SSA, 2009.

FERNÁNDEZ, R. Los limites de La ciudad. Crítica ambiental y posturbanidad. **III Seminario Nacio-nal de Universidad e Medio Ambiente**. In:LEFF, Enrique. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 7. Ed.Petrópolis,RJ: Vozes, 2009.

GUIMARAES, J. Icoaraci: A monografia do mega distrito. Belém, PA: Gráfica Dutra, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Belém/PA: IBGE, 2010.

LEFF, E. Epistemologia Ambiental. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 2006,p.109

LUCAS, F. C. A.; COSTA, D. G. da.; GERMANO, C. M.; VEIGA, A. A. de A. Ações em Educação Ambiental para crianças e adolescentes da Vila da Barca em Belém/PA: uma proposta de conscientização. **Educação Ambiental em Ação**, n. 34, ano 9, dez. 2010, fev. 2011. Disponível em: < http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=940&class=21>. Acesso em: 04 abr. 2016.

MACHADO. B. C.; BRAZ. V. M. N . AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE BALNEABILIDADE EM PRAIAS ESTUARINAS . **REVISTA CIENTIFICA DA UFPA** ,V.4,2004.

PEREIRA, J. S; PEDROSA. V. de A. **CURSO DE APERFEICOAMENTO EM GESTAO DE RECURSOS HIDRICOS** -RECURSOS HIDRICOS E DESENVOLVIMENTO.2005.

SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL-CPRM (s.d) "Coisas Que Você Deve Saber Sobre a Água". Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas----Rede-Ametista/Canal-Escola/Coisas-Que-Voce-Deve-Saber-Sobre-a-Agua-1084.html#topo >Acesso em 06 de abril de 2016.

SANTOS, A.; TOZI, S.C. . EDUCAÇÃO E PRESERVAÇÃO: UMA BREVE ANALISE DO USO DA ORLA

DE ICOARACI-BELÉM/PA. 2012.

SEMMA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Semma realiza teste de balneabilidade nas praias de Outeiro e Icoaraci. Disponivel emhttp://www.belem.pa.gov.br/semma/site/?p=97 Acesso em 01 de abril de 2016.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

TAVARES, A. E. P. Turismo sustentável e qualidade de vida dos produtores de cerâmica em Icoaraci. In: FIGUEIREDO, Silvio. **O Ecoturismo e a questão ambiental na Amazônia**. Belém: UFPA/NAEA, 1999.

TEIXEIRA, W.: TOLEDO, M. C. M; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2000.

VIEIRA, A de R.; COSTA, L.; BARRETO, R.S. (coord.). **Cadernos de educação ambiental água para vida, água para todos: livro das águas**. Brasília: WWF-Brasil, 2006,p8-9.