

COLETÂNEA VII

“PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS”

Edson Vicente da Silva
Rodrigo Guimarães de Carvalho
(Coordenadores)

“PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS”

Larissa Neris Barbosa
Juliana Felipe Farias
Éder Mileno Silva de Paula
Francisco Otávio Landim Neto
Vanessa Barbosa de Alencar
(Organizadores)



COLETÂNEA VII
“PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS”

EDSON VICENTE DA SILVA
RODRIGO GUIMARÃES DE CARVALHO
(COORDENADORES)

“PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS
HIDROGRÁFICAS”

LARISSA NERIS BARBOSA
JULIANA FELIPE FARIAS
ÉDER MILENO SILVA DE PAULA
FRANCISCO OTÁVIO LANDIM NETO
VANESSA BARBOSA DE ALENCAR
(ORGANIZADORES)





Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Reitor

Pedro Fernandes Ribeiro Neto

Vice-Reitor

Fátima Raquel Rosado Moraes

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

Wellington 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

Catálogo

UERN

Catálogo da Publicação na Fonte

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

P472 Planejamento urbano de bacias hidrográficas. / Larissa Neris Barbosa et al., Mossoró, RN, 2018.

154 p.

ISBN: 978-85-7621-211-9.

1. Geociência. 2. Geografia física. 3. Hidrogeografia.

I. Barbosa, Larissa Neris. II. Farias, Juliana Felipe. III. Paula, Éder Mileno Silva de. III. Landim Neto, Francisco Otávio. IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III.Título.

CDD 551

Bibliotecária: Jocelania Marinho Maia de Oliveira CRB 15 / 319



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 cidadãos, 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)

JOSÉ MANUEL MATEO RODRIGUEZ (UNIVERSIDAD DE LA HABANA)

SUMÁRIO

“PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS” TOMO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.	7
ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS, NO ESTADO DO CEARÁ. ..	13
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ALGUNS POÇOS DO BAIRRO JARDIM DAS COPAÍBAS, BOA VISTA, RORAIMA.	23
CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ, PIAUÍ.	35
DIAGNÓSTICOS DE PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA DO RIO BACANGA – SÃO LUÍS (MA).	41
ERODIBILIDADE DOS SOLOS E DECLIVIDADE DA BACIA DO RIO ANIL, ILHA DO MARANHÃO.	52
EXPANSÃO URBANA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS CORPOS HÍDRICOS NA CIDADE DE BOA VISTA, RORAIMA.	61
IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL NA MICROBACIA DO RIO SALAMANCA/CE.	77
IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO NA LAGOA DE PARNAGUÁ E SEU ENTORNO – PI, BRASIL.	86
O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DO CÓRREGO CAMPO ALEGRE, UBERLÂNDIA – MG.	96
O PLANEJAMENTO NA CURVA DO PAJEÚ: EXPANSÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HÍDRICOS NO CENTRO DE FORTALEZA – CE.	110
O RIO SUBAÉ NO CONTEXTO URBANO DE FEIRA DE SANTANA – BA.	120
PLANEJAMENTO URBANO E SUA INADEQUAÇÃO EM CONTER OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ORLA DE SÃO CAETANO DE ODIVELAS – PA.	132
VULNERABILIDADE EM ÁREAS RIBEIRINHAS NA CIDADE DE SANTA RITA – PB.	145

CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE O PLANEJAMENTO URBANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

*FRANCISCO OTÁVIO LANDIM NETO
JULIANA FELIPE FARIAS
ÉDER MILENO SILVA DE PAULA
TACYELE FERRER VIEIRA
ALCIGERIO PEREIRA DE QUEROZ*

1. Introdução

Compreendida enquanto célula de análise ambiental, a bacia hidrográfica passa a constituir unidade territorial, onde cada setor passa a exercer determinada função, em decorrência das suas peculiaridades ambientais e das formas de uso e ocupação da terra, como unidade da gestão e planejamento ambiental (CRISPIM, 2011).

Acredita-se que as bacias hidrográficas devem ser compreendidas sob a perspectiva sistêmica, propiciando a análise de suas múltiplas paisagens, com a identificação dos impactos ambientais ocasionados pelas ações antropogênicas. A esse respeito Botelho; Silva (2004, p. 153) expõem que,

[...] o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico (solo, água, ar, vegetação, etc.) e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação, etc.), viabilizam a possibilidade de avaliar o equilíbrio do sistema ou ainda a qualidade ambiental nele existente.

A bacia hidrográfica é considerada unidade preferencial para o planejamento e a gestão ambiental, pois abrange parte de um conjunto de feições ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas) ou diversas unidades territoriais (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Machado 2005 (p. 18 e 19) assegura que a bacia hidrográfica é cada vez mais utilizada como unidade para o planejamento ambiental, "e hoje é reconhecida como unidade para o manejo dos recursos hídricos, justamente por se tratar de uma unidade física que pode ser bem delimitada e identificados todos os seus processos de funcionamento".

Considera-se que o comportamento de uma bacia hidrográfica, ao longo do tempo, ocorre por dois fatores, sendo eles de (i) ordem natural, responsável pela suscetibilidade do meio à degradação ambiental, e (ii) antropogênicas, onde as atividades humanas interferem de forma direta e indireta no funcionamento da bacia. Nesse contexto Farias (2015, p.27) salienta que,

Partindo para um campo mais aplicado em unidades funcionais, os estudos realizados em bacias hidrográficas com enfoque ambiental integrado, permitem a identificação das formas de uso e ocupação dos recursos naturais e da terra, fazendo correlações entre os diferentes agentes atuantes.

Rodriguez; Silva; Leal (2011) alertam para a importância do entendimento das interações espaciais entre a distribuição de água, o clima, a geologia e o relevo, formando todos, de maneira articulada, uma totalidade ambiental¹ que constitui o espaço e a paisagem natural.

O planejamento ambiental deve ser efetivado visando a prevenir, conter e solucionar os problemas já instalados numa bacia hidrográfica. Ross (2010) alerta para a noção que os projetos de planejamento de uma área devem levar em consideração os fatores fisiográficos e socioeconômicos para avaliar as possibilidades de uso do território e seus recursos. Rodriguez, Silva e Leal (2011, p. 30 e 31) enfatizam que,

“[...] do ponto de vista de planejamento e gestão, a bacia se caracteriza por: abarcar parte de um conjunto de unidades ambientais homogêneas (paisagens, ecossistemas etc.) ou de unidades territoriais (municípios, estados, países); ser considerada como a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes; e ser definida como a unidade preferencial na análise e gestão ambiental”.

Destaca-se o fato de que não existe um modelo de planejamento exato, pois há que se levar em conta as particularidades de cada área para o desenvolvimento de trabalhos dessa natureza, bem como a escala de análise.

O processo de planejamento jamais pode ser considerado definitivo, pois a ideia de definitivo é oposta à própria metodologia de planejamento, que é efetivamente dinâmica, na qual os fatores envolvidos no processo estão em constante interação, influenciando e sendo influenciados por uma determinada ação. Franco (2001), alerta para o fato de que o planejamento ambiental pressupõe três princípios de ação humana sobre os ecossistemas: os princípios de preservação, da recuperação e da conservação do meio ambiente.

Convém destacar que durante as atividades científicas vinculadas ao V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial, foram apresentados quatorze estudos voltados ao planejamento urbano em bacias hidrográficas. A seguir são feitas considerações sobre os referidos estudos que compõem este tomo intitulado “planejamento urbano de bacias hidrográficas” que compõe a coletânea VII denominada “planejamento urbano de bacias hidrográficas”.

2. Estudos inerentes a bacias hidrográficas urbanas

Os estudos relacionados as bacias hidrográficas (compreendidas como unidades de planejamento e gestão) são importantes para a sociedade tendo em vista que necessita-se dos recursos hídricos para a manutenção de um conjunto de atividades econômicas e suporte da vida humana. Nesse contexto os quatorze trabalhos apresentam contribuições diferenciadas voltadas ao planejamento e gestão das bacias hidrográficas urbanas análise de impactos ambientais e proposições de ações voltadas a conservação dos recursos hídricos.

O segundo capítulo *“Análise qualitativa e quantitativa do sistema de abastecimento de água e esgoto dos municípios da região hidrográfica das bacias metropolitanas, no Estado do Ceará”* Efetiva uma análise crítica da relação entre população, abastecimento de água e esgotamento sanitário dos 31 municípios que compõem as bacias metropolitanas cearenses no período de 2006 a 2015.

1 Conforme Santos; Leal (2014, p. 57) “O planejamento ambiental pode ser definido como uma série de procedimentos e metodologias nas quais a integração de dados e informações, com objetivos previamente estabelecidos, possibilita a elaboração de um diagnóstico do território planejado, para assim propor ações que permitam seu uso adequado e a proteção contra a degradação”.

Nesse sentido constatou-se que no ano de 2015, o percentual de domicílios com abastecimento de água variou de 99,9% a 90,66%, apresentando os índices maiores os municípios de Guaiuba 99,9% e São Gonçalo do Amarante 99,69%. Já os menores índices foram verificados nos municípios de Beberibe 90,66% e Eusébio 90,75%. Em relação ao percentual de domicílios com instalação sanitária ligados a rede de esgoto, os municípios com as maiores coberturas de esgotamento sanitário, no ano de 2015, foram Pacoti 83,25% e Pacatuba 63,29%. Entretanto, o município de São Gonçalo do Amarante apresentou a menor porcentagem de cobertura de saneamento 2,25%, seguido de Baturité 4,15% e Cascavel 4,4%.

O terceiro capítulo "*Avaliação da qualidade da água de alguns poços do bairro Jardim das Copaibas, Boa Vista, Roraima*" analisa a potabilidade da água de alguns poços de residências situadas no bairro Jardim das Copaibas no Município de Boa Vista/RR, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Foram analisadas 18 amostras de água coletadas em cinco poços residenciais e um poço artesiano na escola do bairro que abastece parte da comunidade, as coletas ocorreram nos meses de março, abril e junho de 2013. O estudo concluiu que 100% das amostras de águas analisadas estavam fora das normas, sendo assim, consideradas impróprias para o consumo humano, em virtude de haver ao menos um parâmetro físico-químico em todas as amostras fora daqueles recomendados pela portaria nº 2.914/11 Ministério da Saúde.

No quarto capítulo "*Caracterização do sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí, Piauí*" objetiva realizar a caracterização da situação do sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí. Conforme a análise efetivada constatou-se que a rede de distribuição de água do município supracitado é constituída por três reservatórios de água. O atual sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí encontra-se em condições favoráveis para abastecer a cidade, porém requer de ampliação no tratamento de água e/ou manuseio avançado para satisfazer toda a população beneficiada com qualidade e quantidade satisfatória.

O quinto capítulo "*Diagnósticos de processos erosivos na bacia do rio Bacanga – São Luís (MA)*" analisa os processos erosivos na bacia do rio Bacanga no município de São Luís - MA, para este fim adotou-se os levantamentos bibliográficos, atividades de campo com identificação dos processos erosivos, considerando o estudo da erodibilidade das amostras dos solos coletados nas voçorocas. Constatou-se que densidade de partículas variou entre os limites 2,43 g/cm³ na voçoroca São Benedito a 2,85 g/cm³ na mesma voçoroca. O valor médio da densidade de partículas está em torno de 2,62 g/cm³, e está em conformidade com os estudos de Kiehl (1979). Em relação à porosidade, o menor e o maior valores foram encontrados na voçoroca do São Benedito.

O sexto capítulo "*Erodibilidade dos solos e declividade da bacia do Rio Anil, Ilha do Maranhão*" trata da erodibilidade dos solos degradados pelo processo de voçorocamento na bacia do rio Anil. Foi feito um diagnóstico dos processos erosivos levando-se em consideração alguns fatores como tipos de solo da área, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e granulometria, tendo em vista que as informações vindas a partir desta análise possibilitarão o conhecimento acerca das vulnerabilidades dos solos daquela região, facilitando assim melhores intervenções e planejamentos mais eficazes para a área da bacia hidrográfica do rio Anil.

O sétimo capítulo "*Expansão urbana e os impactos ambientais sobre os corpos hídricos na cidade de Boa Vista, Roraima*" apresenta uma análise da expansão urbana e dos impactos ambientais sobre os corpos hídricos na cidade de Boa Vista no período de 1985 a 2010, feito por meio de técnicas de sensoriamento remoto e SIG (Sistema de Informação Geográfica). Verificou-se que o processo de expansão urbana na cidade de Boa Vista nos últimos 25 anos, ocorreu de forma acelerada, causando sérios problemas ambientais, gerados por ineficiência de planejamento urbano para o uso do solo e a desconsideração na preservação dos recursos naturais.

O oitavo capítulo "*Identificação e caracterização de áreas de fragilidade ambiental potencial na*

microbacia do rio Salamanca/CE realiza a identificação e caracterização das áreas que apresentam fragilidade ambiental potencial com a finalidade de oferecer subsídios de planejamento ambiental, colocando o fator antrópico como potente intensificador dos processos morfogenéticos. Constatou-se que as classes de fragilidade potencial encontradas na microbacia do rio Salamanca variam entre, muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A fragilidade muito baixa está mais presente no leito do rio e no topo da chapada do Araripe, devido a área possuir uma declividade muito acentuada e uma forma de vertente na sua maioria retilínea. Nos setores onde a fragilidade é muito alta, as formas de encostas e o grau elevado da declividade contribuem para a sua intensa fragilidade.

O nono capítulo *“Impactos ambientais da urbanização na lagoa de Parnaíba e seu entorno – PI, Brasil”* objetiva elencar os impactos ambientais decorrentes da urbanização e do crescimento agrícola no entorno da Lagoa de Parnaíba. É demonstrado que a ausência de políticas efetivas, ocasiona aumento crescente das doenças de veiculação hídrica, causando o sofrimento das populações carentes que convivem com essa falta de infraestrutura básica. Constatou-se que a Lagoa de Parnaíba encontra-se degradada e tem-se como alternativa para reverter esse quadro é incorporar metodologias de caráter participativo, que envolvem a comunidade, ONGs e as autoridades governamentais municipal, estadual e federal.

O décimo capítulo *“O impacto da urbanização em bacias hidrográficas: o caso do córrego Campo Alegre, Uberlândia – MG”* identifica a relação entre o crescimento urbano e os problemas socioambientais presentes na bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre, afluente do Rio Uberabinha, principal fonte de abastecimento de água da cidade. Constatou-se que a expansão urbana é um forte componente para aumentar a instabilidade da área, sobretudo, no que se refere aos acentuados processos erosivos nas margens do córrego, resultando em voçorocas, assoreamento pelo arraste de sedimentos do solo, perda de cobertura vegetal, além da poluição e perda da qualidade de vida, do ambiente e da água.

O décimo primeiro capítulo *“O planejamento na curva do Pajeú: expansão e suas implicações nos recursos hídricos no Centro de Fortaleza – CE”* ressalta como a ausência de um planejamento adequado do meio ambiente pode trazer sérios problemas, especialmente, por se tratar de uma metrópole brasileira cujos municípios que estão ao seu entorno podem possuir as mesmas problemáticas. Por meio das análises feitas pode-se inferir que o centro possui problemas diversos voltados à drenagem decorrida do aterramento de lagoas e da canalização do riacho Pajeú, que é de grande relevância histórica para a cidade de Fortaleza. A perda de identidade se materializa na ausência de políticas efetivas que visem à preservação e conscientização de sua importância ambiental e histórica, onde se apresenta como um canal escondido do campo visível, e em péssima qualidade de água.

O décimo segundo artigo *“O rio Subaé no contexto urbano de Feira de Santana – BA”* discute a degradação hídrica decorrente das pressões antrópicas atreladas ao meio urbano do município de Feira de Santana - BA sobre o Rio Subaé-Ba e os critérios legais normativos de competência municipal que regem os recursos hídricos. Constatou-se que água exerceu um importante papel nos primeiros passos do desenvolvimento do município de Feira de Santana, o recurso foi atrativo e condicionante ambiental para a estruturação da cidade. Contudo, nas últimas décadas os mananciais hídricos têm caracterizado um quadro de degradação face às ações antrópicas decorrentes do rápido processo de urbanização. Foi possível identificar pontos que regulamentam a necessidade de gerenciar os recursos hídricos presentes no território político e administrativo. As Áreas Sujeitas a Regime Específico (ASRE) e Área de Proteção Ambiental (APA) representam fatores importantes para a preservação e/ou conservação dos corpos d'água, entretanto o mau gerenciamento ambiental não permite avanços para sustentabilidade.

O décimo terceiro artigo *“Planejamento urbano e sua inadequação em conter os impactos so-*

cioambientais na orla de São Caetano de Odivelas – PA” visa compreender as implicações no uso e ocupação dos espaços turísticos, a partir da análise das Políticas Públicas e projetos que dão sustentação e implementação para valorizar a orla da cidade. O município estudado é São Caetano de Odivelas - PA, localizado na microrregião do Salgado, Nordeste paraense. Verificou-se que a fragilidade da relação que envolve o turismo com o ambiente, surge quando o ativo econômico, não é dirigido por um posicionamento “sustentável”, sendo necessário um planejamento público ambiental que, no caso do referido município, ainda está em formação, principalmente pela pluralidade de interesses econômicos e políticos.

O décimo quarto artigo “*Vulnerabilidade em áreas ribeirinhas na cidade de Santa Rita – PB*” faz uma análise em escala regional do Município de Santa Rita no Estado da Paraíba elencando os problemas relacionados às enchentes, na área urbana, que datam desde os anos de 1641, ocasionadas pelas cheias do Rio Paraíba do Norte e seus afluentes. Como resultado procurou-se enfatizar os problemas encontrados mais significativos nas áreas de inundação do Município de Santa Rita no Estado da Paraíba, que é umas das cidades que mais sofrem com enchentes repentinas.

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.

Existe a necessidade inerente a efetivação de uma gestão integrada e a execução de políticas públicas 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

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira (org). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. 2004. 280 p.

CRISPIM, A. B. Sistemas ambientais e vulnerabilidades ao uso da terra no vale do rio Pacoti - Ce: subsídios ao ordenamento territorial. (**Dissertação de Mestrado**). UECE, Fortaleza, 2011. 201p.

FARIAS, J. F. Zoneamento geoecológico como subsídio para o planejamento ambiental no âmbito municipal. **Dissertação de mestrado**. Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará. 2012, 193p.

FRANCO, M.A.R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2001. 258p.

MACHADO, W. S; Avaliação Comparativa do Processo de Ocupação e Degradação das Terras das Microbacias Hidrográficas dos Ribeirões Três Bocas e Apertados no Norte do Paraná. (**Disserta-**

ção de Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, 2005.182p

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E.V. da. LEAL. A.C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E.V. da; RODRÍGUEZ, J.M.M; MEIRELES, A.J.A. **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas** (org. - tomo 1). Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149p.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 2010. 96p

SANTOS, F. M; LEAL, A. C. Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Embirí - UGRHI Pontal do Paranapanema São Paulo. **Geografia em Atos (Online)**, v. 1, p. 53-75, 2014.

ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DAS BACIAS METROPOLITANAS, NO ESTADO DO CEARÁ

JORDANA SAMPAIO LEITE
SAMARA CASTRO FREIRE
ANA MAYLA CRUZ CAVALCANTE
ADAHIL PEREIRA DE SENA

Resumo

Nas últimas décadas, o Brasil teve um crescimento acelerado da população urbana o que têm gerado expansão irregular em áreas de mananciais de abastecimento urbano, resultando no despejo irregular de esgoto em corpos hídricos. Visando um melhor desenvolvimento do País, é que surgiu a preocupação com o gerenciamento do saneamento básico. O estado do Ceará dispõe de uma Política Estadual de Recursos Hídricos que define como instrumento de gerenciamento hídrico o sistema de gestão, o qual divide o Estado em doze bacias hidrográficas. Dentre estas podemos destacar as Bacias Metropolitanas que é utilizada para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza. Assim, o presente trabalho refere-se à análise crítica da relação entre população, abastecimento de água e esgotamento sanitário dos 31 municípios que compõem as bacias metropolitanas. Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados documentos coletados do site do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) através dos dados que compõem o Perfil Básico de cada município, entre os anos de 2006 e 2015. No ano de 2015, o percentual de domicílios com abastecimento de água variou de 99,9% a 90,66%, apresentando os índices maiores os municípios de Guaiuba 99,9% e São Gonçalo do Amarante 99,69%. Já os menores índices foram verificados nos municípios de Beberibe 90,66% e Eusébio 90,75%. Em relação ao percentual de domicílios com instalação sanitária ligados a rede de esgoto, os municípios com as maiores coberturas de esgotamento sanitário, no ano de 2015, foram Pacoti 83,25% e Pacatuba 63,29%. Entretanto, o município de São Gonçalo do Amarante apresentou a menor porcentagem de cobertura de saneamento 2,25%, seguido de Baturité 4,15% e Cascavel 4,4%. Baseando-se nestas informações, é preciso colocar em alerta o possível despejo de esgoto irregular em corpos hídricos que contribuem para o suprimento de água potável da Região Metropolitana de Fortaleza.

Palavras-Chaves: Qualidade hídrica; levantamento de mananciais; despejo sanitário.

Abstract

In recent decades, Brazil has had an accelerated growth of the urban population, which have generated uneven expansion in areas of urban supply sources, resulting in irregular dump sewage into hydric bodies. For better development of the country, a concern with the management of sanitation appeared. The state of Ceará has a State Water Resources Policy that defines how water is managed, which is a twelve catchment basins division. Among these we can highlight the metropolitan basin that is used to supply the metropolitan region of Fortaleza. Thus, this study refers to the critical analysis of the relationship among population, water supply and sanitation of the 31 municipalities that make up the metropolitan basins. In the development of this research were used documents collected from the site of the IPECE through the data that make up the basic profile of each municipality, between the years 2006 and 2015. In 2015, the percentage of households with water supply ranged from 99.9% to 90.66%, with the highest rates of municipalities Guaiuba 99.9% and São Gonçalo do Amarante 99.69%. The lowest rates were recorded in the municipalities of Beberibe 90.66% and 90.75% Eusébio. Regarding the percentage of households with toilet connected to the sewage system, the municipalities with the highest coverage of sewage, in 2015, were Pacoti 83.25% and 63.29% Pacatuba. However, the municipality of São Gonçalo do Amarante had the lowest percentage of 2.25% sanitation coverage, followed by Baturité 4.15% and 4.4% Cascavel. Based on this information, is necessary to put on alert possible irregular sewage discharge into water bodies that contribute to the drinking water supply in the metropolitan region of Fortaleza.

Keywords: Iwater quality; survey of water sources; sanitary dump.

1. Introdução

A prestação dos serviços de saneamento básico é imprescindível para uma sociedade viver com qualidade de vida e para classificar um país como desenvolvido. Porém, no Brasil a realidade é preocupante quando o assunto é saneamento básico, seja por dificuldades em relação à área total do Brasil ou pela própria falta de investimento no setor (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015).

Destacando o abastecimento de água e o esgotamento sanitário para este trabalho, têm-se dados alarmantes. Segundo a pesquisa feita pelo Instituto Trata Brasil, 82,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água, porém 35 milhões ainda não têm acesso ao abastecimento de água e mais de 100 milhões de brasileiros não têm acesso ao esgotamento sanitário (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015). Em âmbito menos abrangente, é responsabilidade de cada município o gerenciamento dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, que tem eficiência como instrumento para definir uma boa cobertura de saneamento básico em localidades mais distantes dos grandes centros urbanos.

O estado do Ceará dispõe de uma Política Estadual de Recursos Hídricos que define como instrumento de gerenciamento hídrico o sistema de gestão, este é formado por um Conselho de Recursos Hídricos do Ceará; Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos; Comitês de Bacias Hidrográficas; Instituição de Gerenciamento de Recursos Hídricos; Instituição de Execução de Obras Hidráulicas; as Instituições Setoriais cujas atividades estejam correlatas com recursos hídricos e envolvidas com a gestão do clima e dos recursos naturais (CEARÁ, 2010).

Por meio da Lei Estadual nº 14.844 de 2010 são funções do sistema de gestão a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos, estando incluídos também os que compõem as bacias hidrográficas (CEARÁ, 2010).

De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), o Estado foi dividido em doze regiões geográficas que abrangiam: uma única bacia hidrográfica, um conjunto de bacias hidrográficas ou parte de uma bacia hidrográfica. Estas regiões receberam nomes distintos, de acordo com a ótica do estudo. No bloco de estudos institucionais, receberam nomes de "Regiões Hidrográficas"; enquanto que no bloco de hidrologia receberam o nome de "Bacias Hidrográficas".

Uma das doze bacias do estado do Ceará são as Bacias Metropolitanas que se situa na porção nordeste do Estado, abrange uma área de 15.085 km², englobando total ou parcialmente o território de 40 municípios, com destaque para a Região Metropolitana de Fortaleza, que abriga cerca de 40% da população estadual. Recebe a denominação de Bacias Metropolitanas, refletindo a situação de proximidade e abrangência da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), região de maior densidade demográfica e principal polo econômico do Estado do Ceará (CEARÁ, 2009).

Dos 40 municípios total ou parcialmente contidos na bacia, somente 31 compõem oficialmente as Bacias Metropolitanas, conforme o Decreto Nº 26.902/2003, excluindo os municípios de Aracati, Canindé, Fortim, Morada Nova, Palhano, Paracuru, Pentecoste, Quixadá e Russas (CEARÁ, 2010).

A grande extensão dessa bacia hidrográfica, contribui para um maior aporte de poluição causando diversos problemas relacionados ao saneamento básico, fazem parte do processo de degradação e poluição das águas. Dessa forma, este trabalho refere-se à análise qualitativa e quantidade da relação entre abastecimento de água, esgotamento sanitário e população dos 31 municípios que compõem a região hidrográfica das Bacias Metropolitanas. Tendo como justificativa a necessidade de conhecer os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário da sede dos municípios das bacias metropolitanas, analisar em um determinado período a abrangência dos anos fazendo a consistência e compilação dos dados oficiais existentes e verificar a abrangência

do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário dessa região hidrográfica.

2. Metodologia

Procedeu-se inicialmente a análise bibliográfica de diversos estudos pertinentes ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do estado do Ceará, para o melhor embasamento teórico. Posteriormente, foi realizado um levantamento dos 31 municípios que possuem sedes urbanas situadas na referida região geográfica através de dados da COGERH que descreve também os reservatórios que compõem as bacias metropolitanas.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados documentos coletados do site do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) através dos dados que compõem o Perfil Básico de cada município, entre os anos de 2006 e 2015 servindo como base os dados de população urbana residente em cada município por meio de dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os dados de taxa de cobertura urbana de água (%) e taxa de cobertura urbana de esgoto (%) foram fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

2.1 Bacias metropolitanas de Fortaleza

O estado do Ceará está localizado na região nordeste do Brasil, tendo como regiões limítrofes o Oceano Atlântico a norte e nordeste, os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba a leste, os estados de Pernambuco ao sul e Piauí a oeste. Sua área total é de 148.920,472 km², equivalendo a 9,37% da área do Nordeste e 1,74% da superfície do Brasil. Dividido em 184 municípios, tem Fortaleza como a capital e município mais populoso sendo a sede da Região Metropolitana de Fortaleza. Em 2015, a população estimada pelo IBGE foi de 8.904.459. Desses 184 municípios, 31 compõem o que se denomina Bacias Metropolitanas do Ceará, alvo do presente estudo (IBGE, 2010).

Segundo a Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, a água é considerada um recurso natural limitado, que deve ser ofertada, controlada e utilizada com padrões de qualidade e quantidade satisfatórios. Para tanto, o Estado do Ceará tem sua estrutura hídrica gerenciada por órgãos que se comprometem a fazer valer esta lei com um gerenciamento integrado, descentralizado e participativo que tem como objeto de aplicação legal desses comprometimentos as Bacias Hidrográficas do Ceará.

Segundo o Plano Estadual dos Recursos Hídricos, o Estado está dividido em doze Bacias Hidrográficas, entre elas a Bacia Hidrográfica Metropolitana que, conforme o Caderno Regional das Bacias Metropolitanas, (2009) é composta por 16 microbacias a nordeste do Estado, formando uma região hidrográfica, que são denominadas: São Gonçalo, Cauípe, Gereraú, Juá, Ceará, Maranguape, Cocó, Coaçu, Caponga Funda, Caponga Roseira, Malcozinhado, Choró, Uruaú, Pirangi, Pacoti, Catu, Faixa Litorânea de Escoamento Difuso –FLED.

As Bacias Metropolitanas situam-se na porção nordeste do Estado, limitada ao sul pela bacia do Rio Banabuiú, a leste pela bacia do Rio Jaguaribe, a oeste pela bacia do Rio Curu, e ao norte, pelo Oceano Atlântico. Estas Bacias Metropolitanas, estão distribuídas pelos municípios de Acarape, Aquiraz, Aracoíaba, Barreira, Baturité, Beberibe, Capistrano, Cascavel, Caucaia, Choro, Chorozinho, Eusébio, Fortaleza, Guaiúba, Horizonte, Itapiúna, Iaitinga, Maracanaú, Ocara, Pacajus, Pacatuba, Pindoretama, Redenção, Aratuba, Guaramiranga, Ibaretama, Maranguape, Mulungu, Pacoti, Palmácia e São Gonçalo do Amarante (CEARÁ, 2009).

Para viabilizar a acumulação, drenagem e captação dessas águas são necessárias estruturas físicas adequadas. Segundo a COGERH, são dezoito açudes oficialmente monitorados, três canais de transposição de água, quatorze estações de monitoramento, oito adutoras e cento e trinta e

cinco quilômetros de rios perenizados (Tabela 1).

Açude	Município	Capacidade de acumulação (m³)
Acarape de meio	Redenção	31.500.000
Amanary	Maranguape	11.010.000
Aracoiaba	Aracoiaba	170.700.000
Batente	Morada nova	28.900.000
Castro	Itapiúna	63.900.000
Catucizenta	Aquiraz	27.130.000
Cauipe	Caucaia	12.00.000
Gavião	Pacatuba	32.900.000
Itapebussu	Maranguape	8.800.000
Macacos	Ibaretama	10.320.337
Malcozinhado	Cascavel	37.840.000
Pacajus	Pacajus	240.000.000
Pacoti	Horizonte	380.000.000
Penedo	Maranguape	2.414.000
Pesqueiro	Capistrano	9.030.688
Pombeu sobrinho	Choro	143.000.000
Riachão	Itaitinga	46.950.000
Sítios novos	Caucaia	126.000.000
TOTAL	18	1.354.3766.260

Fonte: COGERH/ SRH, 2009

2.2 Gestão da água das bacias metropolitanas de Fortaleza

As crescentes demandas de água como consequência do aumento populacional, das necessidades da produção por alimentos e do crescimento industrial, além da deterioração qualitativa dos recursos hídricos superficiais tornam a água um patrimônio de valor imensurável, capaz de funcionar como reserva estratégica e influenciar decisivamente no desenvolvimento político-econômico de qualquer região.

Os problemas de poluição de água e escassez são decorrentes da grande ocupação do meio urbano, pois grande parte da população mundial se encontra inseridas em grandes centros urbanos, o que causa uma grande demanda de recursos hídricos (CAVALCANTE, 1998).

Como exemplo de um grande centro urbano, podemos citar a Região Metropolitana de Fortaleza, que apresenta diversos problemas relacionados a questões hídricas como inadequado uso

das águas subterrâneas e superficiais, sendo muitas vezes consideradas impróprias para o uso, uma vez que esses problemas são por diversas vezes decorrentes da ocupação irregular e aleatória do meio físico.

Além de todos os problemas da inadequada utilização da água, a falta de chuvas castiga também o abastecimento da Região. No segundo semestre de 2014, apenas o açude Gavião, que fica em Pacatuba, na Região Metropolitana de Fortaleza, encontrava-se com sua capacidade acima dos 90%. Já em relação ao início do ano de 2016, seis açudes estão com a capacidade acima de 90%. No entanto, 127, dos 153 reservatórios monitorados pela COGERH, estão com seu volume inferior a 30% (COGERH, 2016).

Para gerir melhor os recursos hídricos do Ceará, a Lei estadual Nº 14.844 de 2010 instituiu o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH). De acordo com essa Lei a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e de importância vital no processo de desenvolvimento sustentável, sendo importante a cobrança da utilização desse recurso para impor a racionalização de uso e conservação.

A Lei Nº 14.844 de 2010 é fundamentada para a gestão da água no estado do Ceará, e também prevê multas para infrações quanto ao inadequado uso das águas no Estado. De acordo com a Política Estadual de Recursos Hídricos, é passível de multa ações como:

- Utilizar recursos hídricos de domínio, ou sob a administração do Estado do Ceará, sem a respectiva outorga de direito de uso de recursos hídricos, ressalvados os usos isentos de outorga;
- Iniciar a implantação, ou implantar qualquer empreendimento, sem a competente outorga de execução de obra ou serviço de interferência hídrica;
- Utilizar-se de recursos hídricos ou executar obras e/ou serviços com os mesmos relacionados, em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;
- Perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem as devidas outorgas;
- Declarar valores diferentes das medidas ou fraudar as medições dos volumes de água captados;
- Realizar interferências nos leitos dos rios e demais corpos hídricos para a extração de mineral ou de outros materiais sem as autorizações dos órgãos competentes;
- Obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes, integrantes do SIGERH, no exercício de suas funções;
- Lançar em corpos hídricos, efluentes líquidos ou gasosos, tratados, com finalidade de disposição final sem a respectiva outorga de direito de uso.

2.3 Esgotamento sanitário e Infraestrutura Urbana

O desenvolvimento adequado da infraestrutura de saneamento é essencial para o desenvolvimento urbano, pois o acesso a esse serviço é fundamental para a sobrevivência e para a dignidade humana (JUNIOR e PAGGANI, 2009). De acordo com o relatório mundial de saúde da Organização Mundial da Saúde (OMS), atualmente estima-se que existiam cerca de 2,4 bilhões de pessoas no mundo não tem acesso ao saneamento básico, enquanto que 1 bilhão não tem acesso a água potável (WHO, 2013). Os benefícios econômicos, em relação ao saneamento, dependendo da região do globo, podem ser de até 34 vezes o valor investido, isso se justifica, pois, as populações que têm acesso a água potável e saneamento básico adoecem menos e tem uma vida mais produtiva.

O retrato atual da falta de saneamento mostra que mais de 1,5 milhão de pessoas morrem anualmente, por não ter água potável e esgotamento sanitário. A falta de coleta e tratamento de esgoto que gera consequências ao meio ambiente, à cidadania e à saúde pública pode ocasionar mortes. Uma doença que está associada ao baixo índice de cobertura do saneamento básico é a

malária que, por exemplo, mata quase 2 milhões de pessoas anualmente (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015). Estes dados mostram de maneira definitiva que os investimentos feitos nos serviços que formam o saneamento básico se revertem não só em saúde para a população, como também em economia para o país e no aumento da riqueza geral a partir da melhoria da produtividade e da saúde pública (CORREIA, 2015).

Outro fator relevante em relação ao saneamento básico é o aumento da população urbana que, no Brasil, verificou-se um crescimento acelerado nas últimas décadas. Este crescimento gerou grandes metrópoles na capital de cada estado brasileiro. Estas regiões metropolitanas possuem um núcleo principal e várias cidades circunvizinhas, resultado do crescimento desenfreado. Essa ocupação inadequada ocasiona os impactos ambientais observados nas regiões metropolitanas e nas cidades de médio porte próximas à metrópole. Um dos graves problemas nesse sistema de desenvolvimento das cidades de pequeno porte tem sido a expansão irregular em áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica desses locais (TUCCI, 2002).

A falta de planejamento urbano tem gerado consequências desastrosas para o meio ambiente, pois o desenvolvimento de uma cidade planejada ocorre de modo ordenado, seguindo estudos de uso e ocupação da área, porém a ocupação da maioria das cidades brasileiras ocorreu de modo aleatório. Tucci (2005), no livro *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*, afirma que há uma grande tendência à ocupação humana descontrolada em áreas de proteção, tornando-se, desse modo, uma das maiores ameaças aos mananciais, pois tal ocupação traz esgoto doméstico e lixo, levando ao comprometimento da qualidade da água bruta e à possível inviabilização de uso do manancial, dado o aumento do custo do tratamento e também a ameaça de redução da qualidade da água a ser distribuída para a população, devido à possível presença de substâncias tóxicas associadas à poluição urbana.

Na região do nordeste semiárido brasileiro, as condições de infraestrutura sanitária e de abastecimento de água revelam-se ainda mais precárias, quando comparadas às estruturas organizacionais das regiões sul e sudeste do país, já que estas concentram a maior parte do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, em especial o estado de São Paulo, e, portanto, possuem melhores níveis de saneamento básico e de saúde pública (GORAYEB et al., 2006). Em relação ao estado do Ceará podemos destacar que a infraestrutura de saneamento básico não acompanhou o desenvolvimento econômico e o crescimento demográfico da região, revelando-se como um potencial poluidor dos recursos hídricos superficiais, através do lançamento de efluentes provindos das atividades urbanas e rurais. Sendo assim, o Estado se encontra com uma das mais precárias infraestruturas de saneamento básico, quando comparado a outros estados do Brasil.

3. Resultados e discussões

A eficaz aplicação da prestação dos serviços de saneamento básico que são divididos em: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e drenagem de águas pluviais e manejo dos resíduos sólidos que levam à possibilidade de melhoria da qualidade hídrica, trazendo benefícios diretos à qualidade de vida humana, à saúde e ao bem-estar. Porém, para este trabalho só serão considerados os dados da cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário como referencial de saneamento básico.

Através da análise dos últimos dados oficiais sobre o perfil básico dos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas em relação ao abastecimento de água, no ano de 2015, o percentual de domicílios com maiores taxas de abastecimento de água foram os municípios de Guaiúba com 99,9% e São Gonçalo do Amarante com 99,69%. Já os menores índices foram verificados nos municípios de Beberibe com 90,66% e Eusébio com 90,75% (Tabela 2).

Municípios	Abastecimento (%) 2006	Abastecimento (%) 2015	Esgotamento (%) 2006	Esgotamento (%) 2015	População 2006	População 2015
Barreira	82,15	98,23	13,31	46,82	6375	8127
Acarape	97,41	97,45	96,1	43,6	7025	7982
Redenção	84,61	95,76	5,51	9,49	12787	15134
Baturité	95,34	99,19	6,58	4,15	20846	24437
Pacoti	95,49	97,31	68,87	83,25	3809	4745
Palmácia	88,88	99,28	33,91	29,98	4417	4957
Guaramiranga	43,07	98,34	45,71	64,36	2330	2495
Mulungu	98,4	98,58	16,55	18,42	3715	4198
Aratuba	98	99,22	50,59	47,96	2157	3769
Capistrano	91,04	92,66	-	-	5252	6212
Aracoiaba	66,27	98,84	-	-	12205	13737
Itapiúna	98,31	98,8	-	-	7684	8819
Choró	74,98	98,6	-	-	2849	3794
Ocara	67,66	97,08	-	31,65	6372	7605
Ibaretama	50,7	93,53	-	-	3366	4447
Cascavel	71,11	96,28	3,36	4,4	47453	56157
Beberibe	53,88	90,66	35,8	46,81	19697	21611
Pindoretama	93,02	93	-	-	6818	11280
Eusébio	75,69	90,75	4,95	13,36	31500	46033
Aquiraz	46,91	98,77	24,54	49,57	54682	67083
Pacajús	91,63	94,64	26,92	4,58	34301	50675
Horizonte	87,08	95,96	1,49	13,78	28122	51049
Chorozinho	59,04	98,33	-	-	9469	11426
Pacatuba	28,76	98,49	11,82	63,29	47028	62095
Guaiúba	77,71	99,9	30,04	45,07	15611	18877
Itaitinga	90,11	97,1	2,81	2,25	26546	35565
São Gonçalo do Amarante	76,04	99,69	19,82	53,51	22077	28537
Caucaia	98,41	94,54	-	26,11	226088	290220
Maranguape	76,61	98,95	7,52	11,2	65268	86309
Maracanaú	78,61	99,03	48,44	40,17	179170	207623
Fortaleza	99,8	98,59	61	54,74	2141402	2452185

Tabela 2 - Abastecimento, esgotamento e população urbana dos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas nos anos de 2006 e 2015.

O abastecimento de água é assegurado por lei, em relação ao estado do Ceará, podemos destacar a Lei 14.844/2010 que tem como objetivo assegurar que a água, recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento sustentável, possa ser ofertada, controlada e utilizada, em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território do Estado do Ceará (CEARÁ, 2010). Porém, na realidade os dados demonstram que uma parte da população que reside nos municípios inseridos nas Bacias Metropolitanas ainda não tem acesso a rede de abastecimento de água, o que evidencia uma desigualdade entre municípios e entre residentes de um mesmo município. Outro fator relevante é a grande demanda hídrica dos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas, devido ao crescimento populacional e das atividades econômicas (BENEVIDES, 2010).

Em relação ao percentual de domicílios com instalações sanitárias ligadas a rede de esgoto, os números mostram que o esgotamento sanitário ainda não faz parte da vida de muitas pessoas, pois parte das residências de alguns municípios não dispõe de ligações a rede de esgoto, apresentando um percentual muito baixo. As causas dessa baixa taxa de cobertura sanitária podem estar relacionadas ao elevado crescimento populacional acima da taxa de ligações, o pouco interesse da gestão política pelo saneamento, o que muitas vezes está relacionado a falta de recursos do município para essa finalidade. Os municípios com as maiores coberturas de esgotamento sanitário, no ano de 2015, foram Pacoti (83,25%) e Pacatuba (63,29%). Entretanto, o município de São Gonçalo do Amarante apresentou a menor porcentagem de cobertura de saneamento (2,25%), seguido de Baturité (4,15%) e Cascavel (4,4%; Tabela, 2).

Os dados em relação a porcentagem de esgotamento sanitário ainda são baixos, demonstrando que alguns municípios estão longe de atingir um modo de destinação adequado de esgoto. A grande preocupação em relação a pouca existência de esgotamento sanitário nas residências, indústrias ou comércio dos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas, está no fato de gerar poluição e degradação dos corpos hídricos que fornecem água à estrutura hídrica que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza. Segundo Silva e Porto (2003) a perda da qualidade da água bruta e a possível inviabilização de uso do manancial, acarreta no aumento do custo do tratamento e também a ameaça de redução da qualidade da água a ser distribuída para a população, devido a possível presença de substâncias tóxicas associadas à poluição urbana.

Realizando uma análise comparativa entre os anos de 2006 e 2015, para traçar um perfil de um período de nove anos, podemos verificar que alguns municípios não apresentaram melhorias em relação ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário. Os municípios de Pindoretama, Caucaia e Fortaleza apresentaram uma redução no abastecimento de água, já em relação ao esgotamento sanitário, Acarape, Baturité, Palmácia, Aratuba, Pacajus, Itaitinga, Maracanaú e Fortaleza reduziram a cobertura de esgotamento sanitário (Tabela, 2). Estudos demonstram que com o tempo locais que possuem abastecimento de água tendem a reduzir quantitativamente o recurso e diminuir sua qualidade hídrica conforme a população cresce (BICUDO, TUNDISI e SCHEUENSTUHL, 2010). Portanto, mesmo existindo hoje uma boa cobertura do abastecimento de água no Ceará, essa pode ficar comprometida se medidas de controle do ciclo de contaminação dos mananciais não ocorrerem, isso faz com que a água que retorna ao manancial seja de baixa qualidade tornando cada vez mais inviável a sua utilização.

Os mananciais, fontes de água doce utilizada para consumo humano, são alvos de proteção de diversos aspectos legais e gerenciais. Em todos os estados se estabelece legislação de proteção a esses mananciais, na qual a bacia hidrográfica é protegida quando esta é utilizada para abastecimento das cidades. No Ceará, foi inicialmente estabelecida a Política Estadual de Recursos Hídricos em 1992 e atualizada pela Lei 14.844 de 28 de dezembro de 2010, buscando entender quais formas de relação entre estado e sociedade estão postas, bem como quais estratégias de gestão da água foram adotadas para atender interesses diversos e conflitantes entre os diferentes grupos sociais.

Nas áreas de mananciais, é proibido o uso do solo urbano desordenado que possa comprometer a qualidade da água de abastecimento. Porém um fator que não é controlado é a ocupação humana nessas áreas. Uma análise da ocupação entre os anos de 2006 e 2015 dos municípios que compõem as Bacias Metropolitanas, podemos destacar que houve um aumento em relação ao número de habitantes em todos os municípios. Esse aumento na ocupação humana nas áreas de mananciais muitas vezes está relacionado a falta de interesse do proprietário, pois a proibição da ocupação por lei, mais o pagamento de impostos que essas áreas geram fazem com que os donos desistam do território, possibilitando a ocupação irregular de famílias sem condições financeiras, resultando a quebra da tentativa de proteção dessas áreas (TUCCI, 2005).

A falta de condições financeiras e o crescimento das famílias de modo desordenado, tem gerado um grande impacto ambiental para os corpos hídricos em todo o Estado. Nesse trabalho podemos observar que a grande maioria dos municípios tiveram um aumento de abastecimento de água nos últimos anos, porém em relação ao tratamento de efluentes domésticos esses dados ainda são muito baixos e preocupantes demonstrando o maior interesse da política gestora em fornecer água e arrecadar dinheiro com o abastecimento e da falta de educação ambiental da população.

4. Considerações Finais

A água sempre representou alvo de intervenções políticas na história do Ceará, que resultou em uma série de programas e projetos com diferentes concepções de desenvolvimento, que contribuíram para as transformações social e estrutural do Estado. Nessas transformações estiveram presentes intencionalidades que nortearam a condução e o alcance social das políticas públicas, em um cenário em que o acesso a água potencializava conflitos. Isso ocorre por causa da baixa cobertura na distribuição de água, da incipiente gestão e manutenção dos recursos hídricos, do crescimento desordenado da população, da falta de esclarecimento da população quanto às questões ambientais e das próprias condições climáticas naturais da região semiárida.

Desse modo, este trabalho buscou avaliar a cobertura de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios que compõem as bacias metropolitanas em uma análise atual e uma verificação comparativa entre os anos de 2006 e 2015. A partir da avaliação dos dados podemos destacar que boa parte dos municípios possuem abastecimento de água, demonstrando uma melhoria nos últimos anos, porém o esgotamento sanitário ainda possui porcentagens muito baixas. Essa baixa porcentagem de cobertura no tratamento de esgotos reflete diretamente na qualidade hídrica dessas regiões que possuem corpos hídricos que formam as Bacias Metropolitanas, tornando essa água poluída o que impede a utilização e torna o processo de tratamento menos eficiente e mais caro.

É importante enfatizar que pouco ainda está sendo feito para a conservação e proteção dos corpos hídricos que compõem as bacias metropolitanas do estado do Ceará, um exemplo de ação para a gestão das águas do Estado são os comitês de Bacias que atualmente totalizam doze e estão divididos por todo o Ceará.

Uma melhor gestão e conservação dos recursos hídricos deve ser realizada pois a perda de qualquer um dos mananciais superficiais hoje utilizado para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza implicará transtornos irreparáveis ao sistema de abastecimento da região, dado o nível de investimento que será necessário para repô-lo através de novas obras de barramento, captação, adutoras e, possivelmente, novas estações de tratamento, tudo isso em localidades muito mais distantes que os atuais mananciais. Outra alternativa para a conservação dos recursos hídricos que compõem as bacias metropolitanas é a maior fiscalização da ocupação desordenada dos municípios e o investimento em educação ambiental para a população relacionada à importância do saneamento básico.

Referências

BENEVIDES, A. **Comitê das bacias hidrográficas da região metropolitana de Fortaleza (CBH-RMF): Trajetória e desafios para a gestão hídrica participativa**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. **Águas do Brasil: análises estratégicas**.

São Paulo, 224 p Instituto de Botânica, 2010.

CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará.** 1998. 182 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociência- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CEARÁ. Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.** Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual>>. Acesso em: 04 de março de 2009.

_____. Assembléia Legislativa. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. **Caderno regional das Bacias Metropolitanas.** Fortaleza: INESP, 2009. 136p.

_____. Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH.**

COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Monitoramento quantitativo dos principais açudes do Estado do Ceará.** 2015. Disponível em:< <http://www.hidro.ce.gov.br/#>>. Acesso em: 10 de março de 2016.

CORREIA, L. F. **Investimento em saneamento básico traz grande retorno.** Saneamento básico. 2015. Disponível em: <http://www.deltasaneamento.com.br/noticia/36/investimento-em-saneamento-basico-traz-grande-retorno-afirma-oms#.VuBWj30rLIW>. Acesso em: 09 de março de 2016.

GORAYEB, A.; SOUZA, M. J. N.; FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; SILVA, E. V. Saneamento básico e impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Curu – estado do Ceará – Ne do Brasil. **Revista electrónica de geografía y ciencias sociales.** Vol. 10, n. 208.p.1-25. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=230440>>. Acesso em: 09 de março de 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo Trata Brasil “Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica.** 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-desafios-ao-avanco-do-saneamento-basico-e-a-escassez-hidrica>>. Acesso em: 09 de março de 2015.

JUNIOR, A. C. G.; PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.** vol.14. N.1. Rio de Janeiro Jan./Mar. 2009.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados.** Vol.17, n.47. São Paulo, 2003.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista brasileira de recurso hídricos.** Vol.7, n.1. p. 5-27. jan/març 2002.

TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. **Ministério das Cidades** – Global Water Partnership - Wolrd Bank. Unesco, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Progress on sanitation and drinking-water - 2013 update.** Disponível em: <http://www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPRe

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ALGUNS POÇOS DO BAIRRO JARDIM DAS COPAÍBAS, BOA VISTA, RORAIMA

MILENE TARUMÃ BARBOSA
IVANISE MARIA RIZZATTI
FABIANA DA SILVA FERNANDES
RIANE CASTRO DE MOURA
ISMAYRA DE OLIVEIRA SILVA

Resumo

A água, vital para qualquer ser vivo, deve apresentar um conjunto de parâmetros estabelecidos por normas e legislações sanitárias para ser considerada potável. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar a potabilidade da água de alguns poços de residências situadas no bairro Jardim das Copaibas no Município de Boa Vista/RR, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Foram analisadas 18 amostras de água coletadas em cinco poços residenciais e um poço artesianos na escola do bairro que abastece parte da comunidade, as coletas ocorreram nos meses de março, abril e junho de 2013. Os parâmetros temperatura, pH, cor, sólidos totais dissolvidos, cloro residual livre, turbidez, dureza e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes) foram avaliados e os resultados comparados com os estabelecidos pela Portaria Brasileira de Potabilidade de Água nº 2.914/11 Ministério da Saúde. Através das análises verificou-se que 100% das amostras de águas analisadas estavam fora das normas, sendo assim, consideradas impróprias para o consumo humano, em virtude de haver ao menos um parâmetro físico-químico em todas as amostras fora daqueles recomendados pela portaria. Ademais, constatou-se a presença de coliformes totais e termotolerantes em 100% das amostras analisadas no mês de junho.

Palavras-Chave: Água subterrânea; Potabilidade; Consumo humano.

Abstract

Water, vital for any living being, must have a set of parameters established by sanitary norms and laws to be considered safe. This work evaluated the water potability some wells located in the residential neighborhood of Jardim das Copaibas in Boa Vista / RR, through physical, chemical and microbiological parameters. Analyzed 18 water samples collected in five residential wells and an artesian well in the school district that supplies the community, the collections occurred in the months of March, April and June 2013. The parameters temperature, pH, color, total dissolved solids, free residual chlorine, turbidity, hardness and microbiological (total and fecal coliforms) were evaluated and the results compared with those established by the Brazilian Order of Water potability No. 2,914 / 11 Ministry of Health. Through the analysis it was found that 100% of analyzed water samples were outside the norm, therefore, considered unfit for human consumption, due to be at least one physical-chemical parameter in all samples outside those recommended by the concierge. In addition, there was the presence of total and fecal coliforms in 100% of the samples in June.

Keywords: Subterranean water; Potability; Human consumption.

1. Introdução

A água tem papel essencial no surgimento das formas de vida existentes na terra, que necessitam dela para a sua sobrevivência e evolução, principalmente, os seres vivos que sem esse precioso líquido não sobreviveriam.

A primeira vista, o abastecimento de água parece realmente inesgotável, já que a água abrange quase quatro quintos do globo terrestre. No entanto, a realidade é outra visto que 97% da água disponível é salgada, restando, assim, apenas 3% de água doce, contudo, deste percentual apenas 0,3% é aproximadamente aproveitável para o consumo humano.

De acordo com Grassi (2001) a água é um recurso fundamental para a existência da vida, na forma que nós conhecemos. Foi na água que a vida floresceu, e seria difícil imaginar a existência de qualquer forma de vida na ausência deste recurso vital. Da mesma forma, Melo, Dantas e César (2000) consideram a água como um elemento indispensável a todos os seres vivos, a água constitui-se essencial a preservação da vida no planeta.

Nos últimos anos, tem-se verificado a crescente exploração dos recursos naturais, sendo a água o mais procurado e, também, o mais afetado pela sua intensificação devido a sua utilização para diversos fins. Melo, Dantas e César (2000) relatam que, segundo dados das Nações Unidas, hoje cerca de três bilhões de pessoas não têm acesso à rede de saneamento e mais de cinco mil crianças morrem diariamente em decorrência de doenças provocadas, direta ou indiretamente, por água contaminada.

Conforme MACHADO (2002, p. 24) "cada ser humano tem direito a consumir ou usar a água para as suas necessidades individuais fundamentais. Esse consumo da água realiza-se diretamente através da captação em cursos de água e lagos ou, através do recebimento da água dos serviços públicos de abastecimento".

O aumento da escassez de água, os altos custos para torná-la potável, e a falta de saneamento básico em muitos lugares no Brasil, tem tornado cada vez maior a procura por diferentes fontes de abastecimento desta. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, é um recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira, inclusive no bairro Jardim das Copaíbas, em Boa Vista/RR, onde a única alternativa para as famílias de baixa renda para obter água para o consumo humano é através da extração de água subterrânea de poços (cacimba).

Com o aumento desordenado da procura desse meio alternativo de abastecimento de água, tem contribuído para o aumento da poluição desses tipos mananciais. A poluição das águas é fruto, principalmente, de um conjunto de atividades humanas. Entre elas, a destinação incorreta de dejetos de animais e humanos pode provocar a contaminação dos mananciais e, possivelmente, a disseminação de enfermidades como cólera, febre tifóide, hepatite A e outras doenças diarreicas agudas.

Devido os possíveis riscos para a saúde dos moradores do bairro Jardim das Copaíbas, decidiu-se fazer uma pesquisa voltada à qualidade da água de alguns poços utilizados por aquela população. Tendo em vista que a comunidade utiliza a água dos poços para o consumo humano, sem nenhum tratamento para prevenir doenças de veiculações hídricas, já que essa fonte de abastecimento é muito suscetível à contaminação.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água provenientes de poços, utilizada para consumo humano, no bairro Jardim das Copaíbas, em Boa Vista/RR.

2. Metodologia

A abordagem metodológica compreendeu primeiramente o reconhecimento do local e se-

leção dos poços cacimba onde foram coletadas amostras de água para as análises laboratoriais.

2.1. Delimitação da área de estudo

Os objetos de estudo deste trabalho foram às águas provenientes de poços cacimba, utilizados pelos moradores do bairro Jardim das Copaíbas como principal fonte de consumo de água. O bairro está situado no Distrito Industrial, a margem esquerda da BR-174, saída para Manaus (AM), localizado no município de Boa Vista, Roraima. Segundo informações coletadas *"in loco"* por meio de conversas com os moradores mais antigos do local, o bairro Jardim das Copaíbas surgiu aproximadamente há 20 anos, resultado de ocupação irregular, em terras da União. Atualmente, vivem nessa área aproximadamente 120 famílias, que passam por carência nas áreas de saneamento básico, como água potável, esgoto sanitário e asfaltamento das ruas.

Os pontos de coleta foram georreferenciados (Tabela 01) utilizando o equipamento GARMIN etrex® - vista HCX.

Poço	Localização Geográfica	Local do poço
M1	N 02° 45'36.8"; W 060°42'28.1"	Rua: DIL, S/N - residência
M2	N 02° 49'57.3"; W 060°39'33.6"	Rua: DIL, Nº 1422 - residência
M3	N 02° 45'40.1"; W 060°42'28.1"	Rua: DIS, Nº 440 - escola
M4	N 02° 45'36.8"; W 060°42'32.6"	Rua: DIS, S/N - residência
M5	N 02° 45'42.7"; W 060°42'24.6"	Rua: DIS, Nº 149 - residência
M6	N 02° 45'43.1"; W 060°42'32.1"	Rua: DIL, Nº 1088 - residência

Tabela 1 - Local das coletas e localização geográfica dos poços situados no bairro Jardim das Copaíbas em Boa Vista-RR.

A figura 1 apresenta a localização dos poços onde foram coletadas as amostras de água no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista/RR.

Atualmente o bairro recebeu o nome de Governador Aquilino da Mota Duarte, entretanto, os moradores chamam o bairro pelo antigo nome, Jardim das Copaíbas, e no período da pesquisa este era o nome do bairro.



Figura 1 - Mapa de Boa Vista com as localizações dos pontos de coletas das amostras de água (M1, M2, M3, M4, M5 e M6) no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista Roraima. (Adaptado de Google Maps, 2013).

Os poços foram escolhidos aleatoriamente, mas de forma que a pesquisa pudesse abranger

todas as regiões do bairro Jardim das Copaíbas. Na Figura 2 são mostrados os pontos de coletas de água para análises laboratoriais.



Figura 2 - (A) Poço M1 residência; (B) poço M2 residência; (C) poço M3 escola no bairro Jardim das Copaíbas, (D) poço M4 residência; (E) poço M5 residência; (F) poço M6 residência; no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista, Roraima.

2.2. Coleta das amostras e Amostragem

Foram coletadas amostras de água de seis poços, todos georreferenciados, sendo cinco poços cacimbas residenciais e um poço artesiano, localizado na escola do bairro, para análises físico-químicas e microbiológicas. Os poços residenciais foram escolhidos aleatoriamente. Sendo que a coleta do poço da escola foi devido à necessidade em saber a qualidade da água que abastece uma parte dos moradores que não possuem poços cacimba em suas residências, pois muitos não possuem condições financeiras de pagar a escavação de um poço, e também em função das crianças que estudam na escola consomem diariamente essa água.

Todas as coletas das amostras ocorreram no período da manhã, aproximadamente entre 07h e 30min às 08h e 30min. Logo após a coleta, as amostras eram transportadas para o laboratório para a realização das análises, ainda no período matutino.

Durante as coletas foram tomados cuidados com a preservação, armazenamento e transporte das amostras de água, a fim de não provocar alterações na qualidade física, química e microbiológica das mesmas.

As amostras de água subterrânea dos poços foram coletadas obedecendo aos requisitos básicos do Manual de Orientações Técnicas para Coleta de Amostras Ambientais e Produtos para Análise¹. Coletaram-se amostras de águas para análises físico-químicas em recipientes plásticos e assépticos, identificados com as seguintes informações: ponto de amostragem, local, data e horário da coleta. Para as análises microbiológicas as amostras foram coletadas em frascos de vidro (contendo tiosulfato que serve para descloração imediata da água), esterilizados em autoclave, devidamente identificados com as mesmas informações dos frascos de análises físico-químicas.

1 Verificar: <http://www.lacen.pa.gov.br/?q=node/430>

Todas as amostras de água foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, e encaminhadas para o laboratório de análises físico-químicas e microbiológicas do Núcleo de Controle de Qualidade – NCQ, da Companhia de Águas e Esgotos de Roraima – CAER, para a realização das análises.

2.3. Análises Físico-químicas e microbiológicas

As análises das amostras de água foram realizadas de acordo com a portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) que “*Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*”.

Em todas as amostras foram avaliados os parâmetros temperatura, pH, cor, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, cloro residual livre e turbidez, e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes).

As medidas de Temperatura e pH, foram obtidos *in loco*, através de um pHmetro/ORP/Temperatura digital portátil modelo HI8424 da marca HANNA.

Os demais parâmetros físico-químicos foram analisados no Laboratório de Análises Físico-químicas e Microbiológicas do Núcleo de Controle de Qualidade (NCQ), da Companhia de Águas e Esgotos de Roraima (CAER).

Para as análises microbiológicas, as amostras coletadas dos seis poços foram todas encaminhadas para o Laboratório acima citado, onde se analisou Coliformes totais e Termotolerantes, e empregou-se a técnica dos tubos múltiplos, utilizando-se os seguintes meios de cultura: caldo lactosado, caldo verde brilhante e caldo EC.

Os Coliformes totais são formados em sua maioria pelas bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo; enquanto que os Coliforme termotolerantes, tem como principal representante a *Escherichia Coli*, de origem exclusivamente fecal (VAITSMAN, 2006, p. 126).

3. Resultados e discussão

Todas as coletas de amostras das águas dos cinco poços cacimba e um poço artesiano no bairro Jardim das Copaíbas foram realizadas nos meses de março, abril e junho, dando um intervalo no mês de maio devido ao período chuvoso, e que possivelmente, poderiam apresentar interferências nos parâmetros das amostras coletadas.

Embora a avaliação da água dos poços tenha ocorrido somente durante três meses, é possível fazer algumas observações sobre a qualidade destas águas, considerando os resultados obtidos para os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, quando comparados aos estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros físicos e químicos das amostras de água analisadas nos meses de março, abril e junho nos poços (M1, M2, M3, M4, M5 e M6), no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista, Roraima.

Conforme é observado na Tabela 2, todas as amostras analisadas apresentaram pelo menos um parâmetro em não conformidade com os valores estabelecidos pela Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011, durante o período de coleta.

Nas amostras coletadas nos meses de março, abril e junho não foi constatado a presença de cloro na água em nenhum dos poços investigados, estando assim, fora do padrão exigido que é de 0,2 a 2,0 mgCl₂/L para águas destinadas ao consumo humano. A ausência de cloro na água para consumo pode acarretar na presença de coliformes, ocasionando diversos malefícios a saúde do homem.

Sabe-se que água clorada além de ser um parâmetro exigido pela portaria brasileira de potabilidade é essencial para eliminar microrganismos patogênicos presentes, melhorando a qualidade da água. Conforme esclarece Prosab (2001), a inativação dos microrganismos ocorre pela ação de uma certa dose de cloro por um determinado tempo de contato na água. Normalmente, em ordem crescente de resistência à desinfecção, apresentam-se as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos, estes praticamente imunes.

Na água o cloro age de duas formas principais: a) como desinfetante, destruindo ou inativando os microrganismos patogênicos, algas e bactérias de vida livre; e b) como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes (ROCHA, et al, 2011).

	Temperatura (°C)	Cor u.H(mgPt/Co)/L ⁻¹	Turbidez u.T.	pH	Cloro mgCl ₂ /L ⁻¹	STD mg/L ⁻¹	Dureza Total mgCaCO ₃ /L ⁻¹
V.M.P	N.E	15	5	6,0 a 9,5	0,2 a 2,0	1.000	500
Amostras	1ª Coleta - Dia: 18/03/2013						
M1	27,5	4,1	0,34	6,74	0	35	20
M2	29,6	0,6	1,28	5,45	0	7,0	8,0
M3	28,9	0,2	0,39	4,88	0	5,0	8,0
M4	27,5	28,2	11,4	5,00	0	4,0	12
M5	29,6	2,3	0,88	4,82	0	7,0	12
M6	28,9	94,0	120,0	5,14	0	5,0	8,0
Amostras	2ª Coleta - Dia: 08/04/2013						
M1	27,9	2,3	1,71	7,00	0	44	20
M2	26,8	1,9	1,28	5,40	0	7,0	8,0
M3	27,7	0,3	0,40	5,60	0	5,0	16
M4	27,6	0,5	0,55	5,60	0	7,0	12
M5	28,3	10,9	4,47	5,50	0	5,0	8,0
M6	28,0	0,7	0,86	5,60	0	3,0	20
Amostras	3ª Coleta - Dia: 06/06/2013						
M1	28,9	3,5	1,69	6,40	0	62	32
M2	28,5	5,2	2,15	5,40	0	17	12
M3	28,6	1,1	0,41	5,40	0	8,0	8,0
M4	29,0	2,9	2,55	5,50	0	12	8,0
M5	28,1	2,3	1,31	5,60	0	8,0	12
M6	27,9	7,2	9,96	5,40	0	9,0	12

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas do poço M1, M2, M3, M4, M5 e M6 situados no bairro Jardim das Copaibas, Boa Vista/RR. Legenda: V.M.P.: Valor Máximo Permitido. N.E.: Não especificado pela portaria 2.914/11-MS.

Apesar da cloração nos poços ser empregada para minimizar os riscos no tratamento de água, é necessária atenção neste procedimento, tendo em vista que este desinfetante apresenta potencial tóxico, e uma dosagem elevada de cloração oferece riscos de toxicidade, acarretando também, a presença de odor e sabor na água. Além disso, a baixa concentração de cloro pode permitir o crescimento de microrganismos patogênicos na água. Nesse sentido, é indispensável que a cloração seja feita por pessoas capacitadas para seguir corretamente as normas de cloração de água para o consumo.

Contudo, uma forma alternativa para compensar a ausência de cloro na água de consumo, é a utilização de hipoclorito de sódio a 2,5 %. Sendo recomendado pela Vigilância Sanitária que para cada 1L de água sejam adicionadas duas gotas da solução. Em muitas comunidades de Roraima, a Secretária de Saúde distribui gratuitamente frascos de hipoclorito de sódio a 2,5% para que as famílias possam fazer a desinfecção da água que irão consumir, entretanto, no período da realização

da pesquisa, os moradores do bairro reclamaram da ausência deste serviço.

Ao avaliar os valores de pH, que segundo a Portaria em vigor, deve se apresentar numa faixa entre 6 a 9, percebeu-se que apenas o poço M1 estava de acordo com as normas estabelecidas, já as demais amostras os valores encontrados ficaram abaixo de 6, ou seja, abaixo dos limites mínimos aceitáveis para garantir a qualidade de água para consumo humano, conforme legislação vigente. Conforme Casali (2008, p. 39) “a água com pH baixo compromete o gosto, a palatabilidade e aumenta a corrosão”.

O pH é muito importante para a qualidade da água, pois águas ácidas se tornam corrosivas, influenciando na solubilidade de diversas substâncias e a medida que o pH se encontra com altos valores de alcalinidade, tornam-se incrustantes, influenciando na eficiência dos desinfetantes.

BRASIL, (2006, p. 101). Diz que “as águas naturais tendem a apresentar um pH próximo da neutralidade em decorrência de sua capacidade de tamponamento. Entretanto, as próprias características do solo, a presença de ácidos húmicos (cor intensa) ou atividade fotossintética intensa podem contribuir para a elevação ou a redução natural do pH”.

Ao ponderar os resultados para turbidez nos poços pesquisados, verificou-se que no poço M4 na primeira coleta, o valor encontrado estava 2,28 vezes acima do permitido pela legislação vigente (BRASIL, 2011), e no poço M6, na primeira e terceira coleta, apresentaram valores iguais a 120 e 9,6 uT, respectivamente. No poço M6, primeira coleta, o valor está 24 vezes acima do permitido. Possivelmente esse aumento, deve-se a falta de limpeza dos poços, tampas mal estruturadas, o que permite o aumento na quantidade de sólidos em suspensão nestas águas. A presença desses sólidos facilita o armazenamento de possíveis microrganismos, diminuindo a eficácia de desinfetantes, que irão interferir na passagem da luz na água, deixando assim, uma aparência turva e indesejável para o consumo humano.

Nesse contexto, Brasil (2009) esclarece que, a ocorrência da turbidez na água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Podendo ser provocada também pela presença de algas, plânctons, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.

Os valores de turbidez obtidos nas demais amostras estavam dentro dos valores estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 MS, que estipula o valor máximo de 5 uT.

Para o parâmetro físico cor nos poços estudados, encontrou-se valores de 28,2 e 94 u.H (mg Pt/Co) para os poços M4 e M6, respectivamente, na coleta realizada no mês de março. Indicando, assim, que estes poços, segundo a legislação vigente, apresentam valores muito acima do permitido que é de 15 uH (mg Pt/Co).

A cor é uma característica estética e está relacionada com substâncias dissolvidas em suspensão na água, possivelmente a ocorrência da cor na água desses poços é devido às péssimas condições de armazenamento e a má estrutura dos poços ou, ainda, pela quantidade de resíduos sólidos acumulados nas proximidades, que no período de chuvas acaba sendo carregado para dentro dos poços.

Embora a temperatura não seja um parâmetro especificado pela portaria é de suma importância sua medida, tendo em vista que a ocorrência de altas temperaturas na água pode interferir em outros parâmetros a serem analisados para potabilidade da mesma. Nas amostras verificadas não ocorreram grandes variações neste parâmetro, ficando na faixa de 26,8°C a 29,6°C.

Um aumento na temperatura influencia algumas propriedades físicas da água, por exemplo, um aumento de 0 a 30°C, acarretam uma diminuição na viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor tendem a aumentar (CETESB, 2009).

A avaliação dos teores de sólidos totais dissolvidos e dureza nos poços analisados durante

os três meses indicou que todos os pontos estavam dentro dos limites aceitáveis pela portaria 2.914/11 MS de potabilidade de água.

Na Tabela 3 é apresentada as porcentagens obtidas das análises físico-químicas dos parâmetros analisados nas amostras de água dos poços M1, M2, M3, M4, M5 e M6 nos meses de março, abril e junho, no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista, Roraima.

Parâmetros	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Cor, u.H(mg Pt – Co) /L	100%	100%	100%	66,7%	100%	66,7%
Turbidez, u.T.	100%	100%	100%	66,7%	100%	33,3%
pH-	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloro, mg Cl ₂ / L	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos, mg/L	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Dureza Total, mg CaCO ₃ / L	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela 3 - Porcentagens obtidas das análises que estão dentro dos parâmetros físico-químicos de acordo com a portaria 2.914/11-MS, de 18 amostras coletadas de seis poços localizados no bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista-RR.

Na tabela acima é possível observar que em cada poço analisado no período de estudo, pelo menos um parâmetro físico-químico encontra-se 100% fora dos recomendados pela legislação vigente.

Nos poços avaliados, nos meses de março, abril e junho, no bairro Jardim das Copaíbas, também se avaliou os parâmetros microbiológicos e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Ponto Amostragem: Saída do poço M1	Local da Coleta: Rua: DIL nº: S/N, Jardim das Copaíbas Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 7:40h	08/04/13 - 07:38h	06/06/13 - 07:45h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		
Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Ausente	Presente	Presente
Ausência em 100 ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	2 N.M.P
Ponto Amostragem: Saída do poço M2	Local da Coleta: Rua: DIL nº: 1422, Jardim das Copaíbas Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 7:47h	08/04/13 - 07:43h	06/06/13 - 07:51 h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		
Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente
Ausência em 100ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	63 N.M.P
Ponto Amostragem: Saída do poço M3	Local da Coleta: Rua: DIS nº: 440, Jardim das Copaíbas Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 7:53h	08/04/13 - 07:50h	06/06/13 - 07:59 h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		
Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Ausente	Ausente	Presente
Ausência em 100ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	5 N.M.P
Ponto Amostragem: Saída do poço M4	Local da Coleta: Rua: DIS s/nº, Jardim das Copaíbas. Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 8:00h	08/04/13 - 07:50h	06/06/13 - 08:08 h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		

Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente
Ausência em 100ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	14 N.M.P
Ponto Amostragem: Saída do poço M5	Local da Coleta: Rua: DIS nº: 149, Jardim das Copaibas Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 8:05h	08/04/13 - 08:02h	06/06/13 - 08:17 h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		
Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Presente	Presente	Presente
Ausência em 100ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	<2 N.M.P
Ponto Amostragem: Saída do poço M6	Local da Coleta: Rua: DIL nº: 1088, Jardim das Copaibas Boa Vista/RR			
	Dia/hora coleta:	18/03/13 - 8:11h	08/04/13 - 08:08h	06/06/13 - 08:25h
PORTARIA 2.914/11/MS V.M.P.	PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS	RESULTADOS		
Ausência em 100ml	Coliformes Totais	Ausente	Presente	Presente
Ausência em 100ml	Coliformes Termotolerantes	-	-	2 N.M.P

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas dos poços M1, M2, M3, M4, M5 e M6 localizados no bairro Jardim das Copaibas, Boa Vista/RR. Legenda: V.M.P.: Valor Máximo Permitido. N.M.P: Números mais prováveis.

As análises microbiológicas apontaram a presença de coliformes totais nas amostras de água dos poços M2, M4 e M5 no mês de março. Devido a esta presença, fez-se necessário uma re-coleta no mês de abril, onde foram detectados resultados positivos para as amostras de água dos poços M1, M2, M4, M5 e M6, deixando um alerta.

Ao considerar que a portaria 2.914/11 MS de potabilidade de água, esclarece que nas análises microbiológicas onde foram encontrados resultados positivos de coliformes totais, na primeira coleta, não é permitido a presença de coliformes numa segunda coleta. Entretanto, não necessariamente implica dizer que nessas águas há presença de bactérias do tipo fecal, podendo ser grupos de coliformes que se encontram no solo ou vegetais, assim como, matéria orgânica em suspensão na água, já que, trata-se de um teste presuntivo, que não identifica somente bactérias do grupo de coliformes fecais.

Contudo, no mês de junho, em uma nova coleta de água para as análises microbiológicas para coliformes totais e termotolerantes, constatou-se a presença em 100% das amostras coletadas de coliformes totais e coliformes do tipo fecal, indicando que todos os poços monitorados estavam contaminados. Neste sentido, a Portaria nº 2.914/11MS esclarece que toda água destinada ao consumo humano, incluindo fontes alternativas e individuais como poços cacimba, não são tolerados a presença de coliformes totais e coliformes termotolerantes em 100 ml da amostra de água analisada.

Possivelmente os resultados positivos para coliformes totais e termotolerantes são ocasionados pela falta de cloração na água, a localização das privadas próximas dos poços, a quantidade de lixo exposta nas suas proximidades, além de que estas cacimbas são mal construídas, sem vedação adequada, e muitos estão expostos a céu aberto sem a devida proteção (Figura 3). Constatou-se também, no período de coleta a presença de fezes de animais próximas aos poços, que podem ser carregadas pelas chuvas e escoar para dentro desses mananciais.



Figura 3 - Tampa inapropriada do poço M6 e situado próximo ao sanitário (A); Poço M4 Tampa inadequada, praticamente aberto.

A presença de coliformes nas amostras geralmente é decorrente da poluição de fezes humanas e animais (ZAN, R. A. et al, 2012). Esse tipo de poluição confirma a verdadeira situação de risco em que a população da área estudada se encontra frente às águas subterrâneas.

Durante a pesquisa, diagnosticou-se que 20% das famílias entrevistadas não possuem vasos sanitários em seus domicílios, ou seja, fazem suas necessidades fisiológicas diretamente no solo, contaminando o local com coliformes fecais e facilitando a contaminação dos poços por se tratar de poços superficiais chegando ao máximo a 20 metros de profundidade, com exceção do poço M3 que é artesiano.

Deve ficar claro que o poço M3 por ser artesiano, tem acima de 40 metros de profundidade, entretanto, verificou-se também a presença de coliformes termotolerantes. O que indica a possível contaminação do aquífero freático, considerando que uma das principais fontes de contaminação deste ambiente é o uso de fossas negras e a inexistência de redes coletoras de esgoto (BRASIL, 2006).

Dessa forma, a contaminação do aquífero através das fossas oferece um risco muito grande à comunidade local que utiliza água dos poços muito próximos destas fontes de contaminação (JUNIOR et al, 2008).

Presenciou-se também, a forma incorreta de armazenamento da água por algumas famílias, como por exemplo, em baldes destampados ou em garrafas que ficam expostos a céu aberto, tornando favorável a entrada de microrganismos, prejudicando a qualidade da água como ilustra a Figura 4. Salienta-se aqui, que algumas famílias não possuem poços cacimba em seus lotes, e buscam a água nos vizinhos e a armazenam de forma inadequada.



Figura 4 - Baldes (A) e Garrafas (B), utilizados pelos moradores como reservatórios de água.

De acordo com o exposto acima, deve-se investigar as causas da contaminação desse recurso, com o intuito de sanar o problema.

4. Considerações finais

Através deste trabalho percebeu-se que 100% dos poços (onde foram realizadas as coletas) não apresentam infraestrutura adequada, pois as tampas estavam parcialmente ou totalmente inadequadas.

Além disso, 83,3% desses poços, estão mal localizados, ou seja, estão próximos de lugares onde há um risco grande de contaminação de suas águas, tendo como fortes fontes de contaminação antrópica o sistema de saneamento no local do tipo fossa séptica, valas e acúmulos de lixo residenciais. Por exemplo, o poço M6 está localizado a menos de 15 metros da privada. Podendo ser um dos possíveis causadores da presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras coletadas, assim como as fezes dos animais que poderiam ser escoadas facilmente em épocas de chuvas, aumentando o potencial de contaminação do lençol aquífero.

Conforme os dados analisados nesta pesquisa verificou-se que em 100% dos poços avaliados, pelo menos um parâmetro físico-químico se encontrava fora dos padrões estabelecidos pela portaria 2.914/11-MS de potabilidade de água.

Além disso, nas análises microbiológicas, todos os poços apresentaram presença de coliformes totais, e na coleta referente ao mês de junho, todas as amostras avaliadas indicaram a presença de coliformes termotolerantes, indicando que a água destes poços se encontrava contaminada e imprópria para consumo humano no período da análise.

Desta forma, conclui-se que as águas dos poços avaliados são inapropriadas para o consumo, de acordo com os resultados obtidos e comparados com a Portaria Brasileira de potabilidade de água nº 2.914/11 MS. Portanto, o consumo destas águas deve ser evitado para futuramente não ocasionarem danos maiores a saúde daquela população.

A partir dessa pesquisa, sugere-se que haja um estudo mais profundo sobre as causas da grande contaminação por coliformes termotolerantes das águas dos poços monitorados, assim como, sugestões sobre o melhor tratamento de água e cuidados com a manutenção dos referidos.

Enfim, devem ser tomadas medidas emergenciais pelos órgãos competentes, no que diz respeito ao saneamento básico, tratamento de águas e esgotos, garantindo à saúde da população do bairro Jardim das Copaibas e evitando assim, doenças de transmissões hídricas.

Referências

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica. 5 ed.** Ver. Ampl. Brasília; Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/funasa/guia_vig_epi_vol_II.pdf> acesso em 01 de abril de 2016.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3 ed. rev. Brasília; Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em:<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_saneam2.pdf> Acesso em 20 de Março 2016.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água.** 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Portaria. Nº 2.914 de 12 de Dezembro de 2011;** Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras

providências. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria_MS_2914-11.pdf> acesso em 18 de Abril 2016.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio grande do sul**. 2008. Dissertação de mestrado. Universidade federal de santa Maria. 2008.

CETESB; **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**: Série Relatórios. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>> acesso em 06 de Março de 2016.

GRASSI, M. T. **As águas do planeta terra**. Caderno temático de química nova na escola, Ed especial maio de 2001; Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>> acesso em 20 de Abril 2016.

JUNIOR, P. R. S et al. **Qualidade Microbiológica da Água de Poços Residenciais do Bairro Centro Educacional da Cidade de Fátima do Sul-MS**. Centro Universitário da Grande Dourados UNIGRAN/MS, 2008. Disponível em:< http://www.unigran.br/interbio/vol2_num2/arquivos/artigo4.pdf>

MACHADO, A. L. **Recursos Hídricos, Direito Brasileiro e Internacional**. São Paulo: Malheiros Editores, 2002. 216p.

MELO, J. et al. **Avaliação Preliminar da Qualidade das Águas dos Poços Artesianos do Campus Universitário da UFRN/Natal - RN**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/ii-048.pdf>, acessado em 27 de Abril de 2016>.

PROSAB, Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. **Métodos Alternativos de Desinfecção de Água**. Belo Horizonte, MG: ed, ABES, 2001.

ROCHA, A. G. K. et al. **Avaliação Microbiológica da Água de poços rasos Próximos a um Córrego**. Revista Ciências do Ambiente On-Line, 2011 Vol. 7, N. 1. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/282/218>> acesso em 18 de Abril de 2016.

VAITSMAN, E. P.; VAITSMAN, D. S.; **Química e Meio Ambiente, Ensino Contextualizado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. 252p.

ZAN, R. A. et al. **Análise Microbiológica de Amostras de Água de Poços Rasos Localizados no Município de Buritis, Região do Vale do Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental**. Disponível:<<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/reget/article/view/7293/pdf>>acesso em 27 de abril de 2016.

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE CRISTALÂNDIA DO PIAUÍ, PIAUÍ

*JULIANA VOGADO COELHO
ISRAEL LOBATO ROCHA
ERIKES VIANA SANTANA GUEDES
RAQUELINE RODRIGUES DE CARVALHO
TATIANE RODRIGUES VIEIRA*

Resumo

O sistema de abastecimento de água deve assegurar a proteção dos mananciais e a disponibilidade satisfatória para a população beneficente, visando à implantação de serviços, resultando uma rápida e sensível melhoria na saúde e condições de vida de uma população. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a situação do sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí, Piauí. Foi realizada entrevista com o responsável técnico pelo abastecimento de água do município, com observações diretas na área e levantamento fotográfico, para tanto, utilizou-se de dados secundários fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Águas e Esgotos do Piauí S/A (AGESPISA). O sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí provem de uma unidade convencional, no qual foi relatado que o único tratamento que é realizado na água é a aplicação de cloro por gotejamento. Na rede de distribuição de água do município são disponíveis três reservatórios de água, porém o sistema utiliza apenas de um reservatório (caixa d'água). Ressalta-se que dois reservatórios não são utilizados pelo fato do manancial de captação atual não disponibilizar de uma vazão suficiente. O processo de bombeamento de água bruta ocorre por gravidade do manancial de captação, pela utilização de adutoras que conduz a água da barragem até o reservatório de armazenamento e posteriormente a distribuição de água para a cidade. Em relação ao nível de contaminação e/ou poluição do atual manancial, o entrevistado relatou que não se encontra em estado de deficiência, e que é efetuada uma análise periódica no manancial abastecedor. O atual sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí encontra-se em condições favoráveis para abastecer a cidade, porém requer de ampliação no tratamento de água e/ou manuseio avançado para satisfazer toda a população beneficiada com qualidade e quantidade satisfatória.

Palavras-Chave: Qualidade de água; Estação de abastecimento, Manancial de abastecimento.

Abstract

The water supply system must ensure the protection of water sources and satisfactory availability to benefit the population, aiming at the implementation of services, resulting in a rapid and significant improvement in health and living conditions of a population. This study aimed to characterize the situation of water supply system in the municipality of Cristalândia do Piauí, Piauí. We interviewed the technician responsible for the city's water supply, with direct observations in the field and photographic survey, therefore, we used secondary data provided by the National Water Agency (ANA) and Water and Sewerage Piauí S/A (AGESPISA). The water supply system of Piauí Cristalândia municipality stems from a conventional unit, in which it was reported that the only treatment which is carried out in water is chlorine drip application. The network of municipal water distribution are available three water reservoirs, but the system only uses a tank (water tower). It is noteworthy that two tanks are not used because of the current funding source does not provide a sufficient flow. The raw water pumping process occurs by gravity's funding source, the use of pipelines leading to dam water to the storage tank and subsequently the distribution of water to the city. Regarding the level of contamination and / or pollution of the current source, reported that the respondent is not in a disabled state, which is performed periodically examined in the supplying source. The current water supply system of Piauí Cristalândia municipality is in favorable conditions to supply the city, but requires expansion in water treatment and/or advanced handling to satisfy the population benefit from quality and satisfactory amount.

Keywords: Water quality; filling station, supply fountainhead.

1. Introdução

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) são obras de engenharia que, além de objetivarem assegurar o conforto às populações e prover parte da infraestrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos pela água. Para que os SAAs cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde humana, é essencial um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção (BRASIL, 2006).

Sistema de abastecimento d'água é o serviço público constituído de um conjunto de sistemas hidráulicas e instalações responsáveis pelo suprimento de água para atendimento das necessidades da população de uma comunidade (MEDEIROS FILHO, 2009). Um sistema de abastecimento urbano de água deve funcionar ininterruptamente fornecendo água potável. A proteção da saúde humana deverá ser o principal objetivo num sistema de abastecimento de água para consumo humano (SILVA et al. 2011).

As atividades humanas geram impactos na qualidade da água, assim como interferem em sua quantidade. A contaminação dos recursos hídricos e dos mananciais de abastecimento público tem sido um dos maiores fatores de risco para a saúde humana, especialmente em regiões com condições inadequadas de saneamento e suprimento de água, o que é observável tanto em regiões brasileiras de alta concentração urbana, como em áreas rurais (BRASIL, 2014).

Quando a densidade demográfica em uma comunidade aumenta, a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água. Sob o ponto de vista sanitário, a solução coletiva é a mais indicada, por ser mais eficiente no controle dos mananciais, e da qualidade da água distribuída à população. O fornecimento de água para ser satisfatório deve ter como princípios a seguinte dualidade: quantidade e qualidade. Em quantidade de modo que atenda todas as necessidades de consumo e em qualidade adequada as finalidades que se destina (FERNANDES, 2002).

O sistema de abastecimento de água para consumo humano é um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão, conceito definido na Portaria MS nº. 2914/2011 (BRASIL, 2011).

Qualquer água seja superficial ou subterrânea carece de tratamento prévio ao seu consumo de modo a assegurar que esta não representa qualquer perigo para a saúde humana. Os perigos para os consumidores de uma água com fraca qualidade resultam da sua eventual contaminação microbiológica, química, física ou até mesmo radioativa (BOTERO, 2009).

A carência de instalações suficientes de abastecimento de água para as populações constitui uma das maiores dívidas social ainda persistente no mundo. Permanece um contingente considerável da população mundial ainda afastada ao acesso a esse bem, que deveria ser assumido como um direito indiscutível das pessoas. Obviamente, essa carência está indissociavelmente relacionada com a pobreza mundial, havendo uma convergência entre a localização dos pobres e a dos excluídos do acesso ao abastecimento de água (HELLER e PÁDUA, 2010).

A implantação ou melhoria de serviços de abastecimento de água traz como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde e condições de vida de uma cidade. Desta forma, a importância de um sistema de abastecimento de água pode ser avaliada através de aspectos sanitários, sociais e econômicos. Diante disso o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a situação do sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí, Piauí.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Cristalândia, localizada no extremo sul do estado do Piauí, ($10^{\circ}39'11''$ e $45^{\circ}11'06''$) estando a uma altitude de 469 metros, com população estimada de 7.831 habitantes (IBGE, 2010), se estende a uma área de aproximadamente 1.203 km². O clima da região é o tropical semiúmido, de acordo a classificação de Köppen, com seu período chuvoso concentrado principalmente entre os meses de dezembro a abril, estando inserido na região do bioma Cerrado (Figura 1).

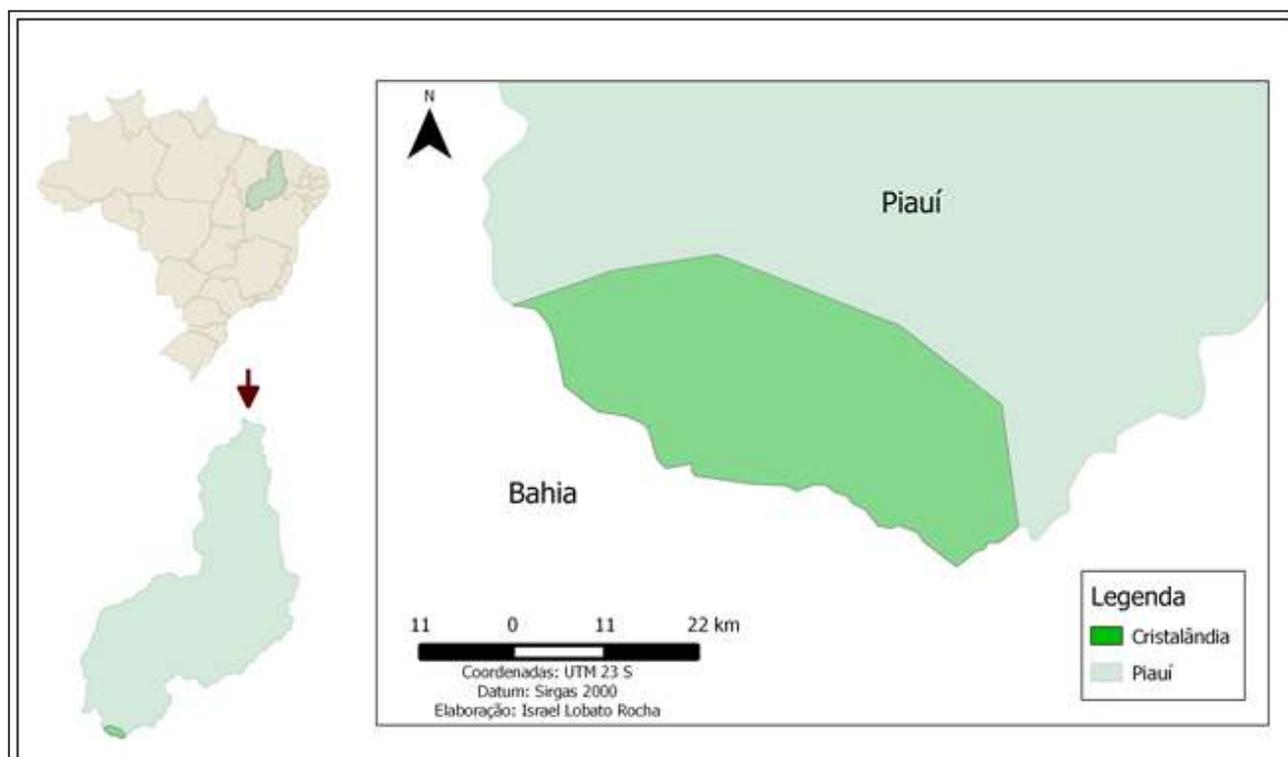


Figura 1: Mapa de localização do município de Cristalândia do Piauí, 2016. Cedido por: Israel Lobato Rocha, 2016.

2.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi iniciado com visita *in loco* ao sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia, com observações diretas na área e pela realização de entrevista com o responsável técnico pelo abastecimento de água do município, visando verificar a situação atual do sistema de abastecimento de água. Para tanto, utilizou-se de levantamento fotográfico, buscando representar os possíveis fatores que favorecem o sistema de água do município e dados secundários fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Águas e Esgotos do Piauí S/A (AGESPISA).

3. Resultados e discussão

Segundo ANA (2010) o sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí provem de uma unidade convencional, por possui a rede de captação (barragem), adutora de água bruta que encaminha a mesma até a estação de tratamento de água convencional (ETA) e por fim encaminhada para a rede de distribuição (Figura 2).

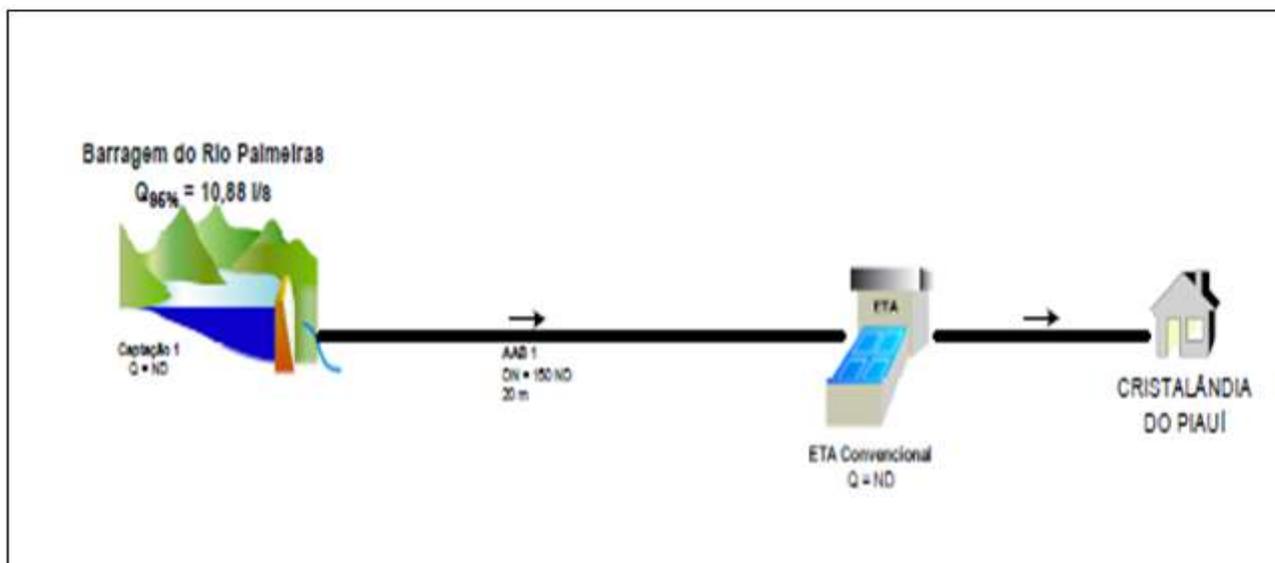


Figura 2: Infraestrutura do Sistema de Abastecimento. Fonte: ANA, 2010.

Através da entrevista realizada com o responsável pelo sistema de abastecimento de água do município, foi relatado que o único tratamento que é realizado na água para o abastecimento é a aplicação de cloro por gotejamento, pois não possui uma estação de tratamento de água, sendo contraditório em relação à informação apresentada pela Agência Nacional de Águas (ANA), relacionando com o sistema convencional que requer de outros processos de tratamento para atender as necessidades da população. Segundo Botero (2009) o processo convencional de água emprega a sedimentação com uso de coagulantes e é compreendido pelas seguintes operações unitárias: coagulação, floculação, decantação, e filtração para a clarificação da água, seguida da correção do pH, desinfecção e fluoretação.

A fonte de captação de água bruta para abastecimento do município localiza-se a 9 km do perímetro urbano da cidade e trata-se de um manancial de água superficial, pois é captada de uma barragem conhecida como Barragem do Rio Palmeiras, construída artificialmente para reter a água, com a finalidade de criar condições para que seja retirada do manancial abastecedor em quantidade capaz de atender o consumo e em qualidade tal que dispense tratamentos ou os reduza ao mínimo possível. O manancial abastecedor possui uma vazão média de aproximadamente 6.000 L/dia (Figura 3).

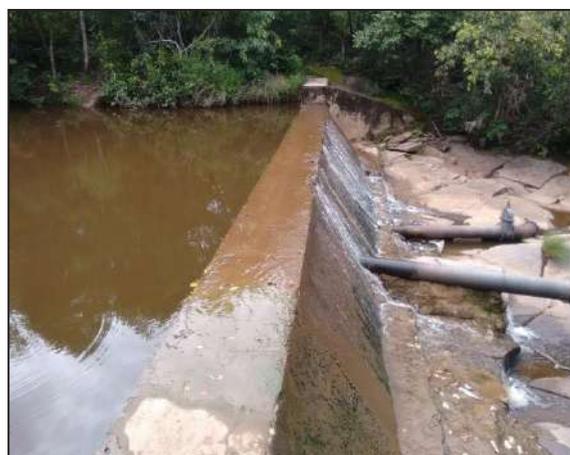


Figura 3: Atual sistema de captação de água do município de Cristalândia, Piauí. Fonte: Levantamento de campo, 2016.

Conforme ANA (2010), até o ano de 2015 o sistema de abastecimento de água do município se enquadra como satisfatório, por atender a 100% da demanda da população residente.

Na rede de distribuição de água do município são disponíveis três reservatórios de água, porém o sistema utiliza apenas um reservatório (caixa d'água) com capacidade de armazenar 50.000 L/m³ de água para abastecer a população. O processo de bombeamento de água bruta ocorre por gravidade do manancial de captação, pela utilização de adutoras que conduz a água da barragem até o reservatório de armazenamento e posteriormente a distribuição de água para a cidade. Ressalta-se que dois reservatórios não são utilizados pelo fato do manancial de captação atual não disponibilizar de uma vazão suficiente para utilizar-se dos mesmos (Figura 4).



Figura 4: Reservatórios de água do município de Cristalândia, Piauí. Fonte: Levantamento de campo, 2016.

Em relação ao nível de contaminação e/ou poluição no atual manancial de captação de água do município, o entrevistado relatou que não se encontra em estado de deficiência, pois foi verificada a ausência de possível fonte poluidora e que é efetuada uma análise periódica no manancial abastecedor (Figura 5). Ressalta-se que é realizada uma limpeza manual no manancial como a retirada de areia e de serrapilheira (folhas) próximo ao manancial abastecedor, e que são utilizados dois filtros de área para a retenção de partículas como grãos de areia e impurezas em suspensão na água.



Figura 5: Manancial de captação de água do município de Cristalândia, Piauí. Fonte: Levantamento de campo, 2016.

Segundo a AGESPISA (2015) a captação de água do município trata-se de captação mista. Informações obtidas pelo responsável do abastecimento de água do município, que durante o período chuvoso (dezembro a abril) o manancial de captação utilizado é a barragem no qual fornecer uma vazão para abastecer o município até o mês de junho e/ou julho, e que durante os outros meses do ano (período seco) o abastecimento ocorre pela utilização de três poços artesianos que possuem uma vazão de aproximadamente 3.000 L/h.

4. Conclusão

O atual sistema de abastecimento de água do município de Cristalândia do Piauí encontra-se em condições favoráveis para abastecer a cidade, porém requer de ampliação no tratamento de água e/ou manuseio avançado para satisfazer toda a população beneficiada com qualidade e quantidade satisfatória.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA . **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**. Brasília: ANA, 2010.

ÁGUAS E ESGOTOS DO PIAUÍ S/A - AGESPISA. **Relatório Anual de Qualidade da Água**: Cristalândia do Piauí. Teresina: Agespisa, 2015.

BOTERO, W. G. **Caracterização de odo gerado em estações de tratamento de água**: Perspectivas de aplicação agrícola. Quim. Nova, Vol. 32, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Brasília: Funasa, 2014.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/** – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

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

FERNANDES, C. **Microdrenagem - Um Estudo Inicial**. Campina Grande, 2002.

HELLER, L.; PÁDUA, V, L, 2010. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. Belo Horizonte : Editora UFMG, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010**: sinopse. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MEDEIROS FILHO, C. F. **Abastecimento de Água**. Notas de aulas, 2009.

SILVA, A. et al. **Relatório do Estado do Abastecimento de Água e da Drenagem e Tratamento de Águas Residuais**. Lisboa Instituto da Água, I.P. 2011.

DIAGNÓSTICOS DE PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA DO RIO BACANGA – SÃO LUÍS (MA)

GILBERLENE SERRA LISBOA
CRYSTIÁ ARAÚJO LEÃO
JOSÉ FERNANDO RODRIGUES BEZERRA

Resumo

O artigo tem como objetivo o diagnóstico dos processos erosivos na bacia do rio Bacanga no município de São Luís - MA, para este fim adotou-se os levantamentos bibliográficos, atividades de campo com identificação dos processos erosivos, considerando o estudo da erodibilidade das amostras dos solos coletados nas voçorocas. Foram descritos três processos erosivos, sendo coletados 48 amostras deformadas e 12 indeformadas. As amostras foram analisadas de acordo com o manual de descrição de solo de Lemos & Santos (1996) e Oliveira (2011), para as seguintes características: cor, textura, estrutura (forma e tamanho), consistência e pegajosidade. As análises das propriedades físicas dos solos coletados nos voçorocamentos foram realizadas considerando as seguintes propriedades: densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total conforme manual de análise de solos da EMBRAPA (2011) e método do balão volumétrico segundo Blake & Hartge (1986) e Bowes (1986). Na bacia do rio Bacanga foram identificadas diferentes feições erosivas como as voçorocas Torres, CEPROMAR e São Benedito. O levantamento dos solos revelou a presença dos Neossolos Regolíticos. A densidade do solo (D_s) variou entre 1,52 a 2,06 g/cm³ nos três processos erosivos analisados: São Benedito, CEPROMAR e Torres. Os resultados demonstram que a densidade de partículas variou entre os limites 2,43 g/cm³ na voçoroca São Benedito a 2,85 g/cm³ na mesma voçoroca. O valor médio da densidade de partículas está em torno de 2,62 g/cm³, e está em conformidade com os estudos de Kiehl (1979). Em relação à porosidade, o menor e o maior valores foram encontrados na voçoroca do São Benedito.

Palavras-Chave: Voçorocas; Bacia hidrográfica; Propriedades Físicas do solo.

Abstract

The article aims diagnosis of erosive processes in the basin of river Bacanga in São Luís - MA, to this end was adopted bibliographic surveys, field activities and identification of erosion, considering the study of erodibility of the samples collected in gullies soils. three erosive processes, and collected 48 samples and 12 deformed Undisturbed were described. The samples were analyzed according to the manual description soils Lemos & Santos (1996) and Oliveira (2011), for the following characteristics: color, texture, structure (shape and size), consistency and stickiness. The analyzes of the physical properties of soils collected in gullies were carried out considering the following properties: bulk density, particle density and porosity as soil analysis manual EMBRAPA (2011) and method of volumetric flask second Blake & Hartge (1986) and Bowes (1986). In the basin of river Bacanga different were identified erosive features such as gullies Torres, CEPROMAR and St. Benedict. The survey of soil revealed the presence of Regolithic Neosols. The bulk density (D_s) ranged from 1.52 to 2.06 g / cm³ in the three erosive processes analyzed: St. Benedict, CEPROMAR and Torres. The results show that the particle density varied in the range 2.43 g / cm³ in the gully St. Benedict to 2.85 g / cm³ in the same gully. The average particle density is about 2.62 g / cm³, and is in accordance with studies Kiehl (1979). Regarding porosity, the lowest and highest values were found in the São Benedito gully.

Keywords: Gullies; Hydrographic basin; Physical properties of the soil.

1. Introdução

A erosão é um processo complexo no quais diversos fatores atuam de forma e magnitude variável, conforme o local de ocorrência. Dentre os principais fatores naturais destacam-se o solo, o relevo, o clima e a vegetação (SILVA et al, 2004, BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

De acordo com Oliveira (2012), a erosão por voçoroca é causada por vários mecanismos que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais, podendo ser entendidas pelos seguintes processos: deslocamentos de partículas, transporte por escoamento superficial difuso, transporte por fluxos concentrados, erosão por quedas d'água, solapamentos, liquefação, movimentos de massa e arraste de partículas.

A ocorrência dos processos erosivos envolve uma série de fatores que segundo Guerra (2012), determinam as variações nas taxas de erosão e podem ser subdivididos em: erosividade (causada pela chuva), erodibilidade (proporcionada pelas propriedades dos solos), características das encostas e natureza vegetal.

Segundo Guerra (2012), erosão hídrica é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo causado pela água. Nas regiões tropicais úmidas, mais especificamente no território brasileiro, a erosão hídrica do solo é uma das principais formas de erosão, ela é ocasionada pela chuva e pelo escoamento superficial, sofrendo influência de fatores naturais e antrópicos (SILVA et al, 2004).

As formas de erosão hídrica estabelecidas na área, notadamente os deslocamentos de massa, são desencadeadas pela interação de diferentes fatores endógenos, como tipo de solo, estrutura geológica e morfologia do terreno, e fatores exógenos, como variáveis climáticas e formas de uso da terra. Em áreas ocupadas, as intervenções antrópicas relacionadas à eliminação da cobertura vegetal, cortes desestabilizadores, lançamentos de lixo e de água não controlados, atuam decisivamente na deflagração das erosões hídricas (CERRI e AMARAL, 1998).

De acordo com Christofolletti (1980) voçoroca pode ser formada através de uma passagem gradual da erosão laminar para em sulcos e ravinas cada vez mais profundas ou então, diretamente a partir de um ponto de elevada concentração de água sem a devida dissipação de energia, em forma de U com o fundo plano.

O clima exerce influência no processo erosivo através de diversos agentes como o vento a chuva dentre outros. A chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos, o volume e a velocidade da enxurrada dependem da duração, da intensidade e da frequência da chuva, a intensidade é o fator pluviométrico mais importante na erosão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2005).

As propriedades físicas do solo são bons indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram algum tipo de interferência, determinando o melhor uso daquele que provoca menor degradação (ARSHAD et al., 1996). Entre esses atributos, destacam-se a densidade e a porosidade do solo. A densidade do solo (D_s) refere-se à relação entre a massa de solo seco e o volume total, e é afetada pela cobertura vegetal, pelo teor de matéria orgânica e pelo uso e manejo do solo (SILVA et al., 2000). E a porosidade do solo (P) representa a porção do solo em volume não ocupada por sólidos. Além disso, é uma propriedade física muito alterada pelo manejo do solo (EMBRAPA, 2011).

Esta pesquisa teve como objetivo diagnosticar a morfológica do solo, densidade do solo, densidade de partículas e a porosidade total em diferentes processos erosivos localizados na bacia do rio Bacanga, município de São Luís/MA.

2. Procedimentos metodológicos

2.1 Levantamento bibliográfico

Para a realização desse artigo tornou-se essencial o levantamento e análise do material bibliográfico que trata do assunto e que fundamente a pesquisa. Foram pesquisados conteúdos relacionados à áreas degradadas por erosão, escoamento superficial, processos erosivos, erosão superficial, classificação dos solos e análise morfológica em diferentes fontes, como livros, artigos científicos, monografias, dissertações e teses.

A bibliografia foi levantada na Biblioteca Central da Universidade Estadual do Maranhão e na Biblioteca Central da Universidade Federal do Maranhão, e no acervo pessoal do GEOMAP (Grupo de pesquisa Geomorfologia e Mapeamento). Os artigos também foram adquiridos junto ao portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e diretamente nos endereços eletrônicos das principais revistas nacionais e internacionais sobre a temática do assunto.

2.2 Trabalho de campo

As atividades de campo foram realizadas na bacia do rio Bacanga, tendo como objetivo a identificação e caracterização de três voçorocas, com observação *in loco* da influência da ação antrópica sobre as unidades da paisagem e registro fotográfico. Essas atividades também possibilitaram a coleta de amostras de solos para análise morfológica dos solos e, posteriormente para análise de laboratório (densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total).

Nas três voçorocas identificadas (Torres, CEPROMAR e São Benedito) a partir das atividades de campo com utilização do GPS marca Garmin, foram coletadas amostras deformadas com a finalidade de descrever a morfologia das amostras (secas) no laboratório de acordo com os estudos Lemos & Santos (2005) e Oliveira (2011), como também, o preenchimento da respectiva ficha de descrição morfológica dos solos.

As amostras deformadas na voçoroca Torres foram coletadas amostras no intervalo de 20 cm, totalizando 24 amostras; Na erosão linear do CEPROMAR foram coletadas amostras no intervalo de 20 cm, totalizando 12 amostras e na voçoroca São Benedito foram coletadas amostras no intervalo de 20 cm totalizando 12 amostras. Considerando todas as voçorocas identificadas, foram coletadas 48 amostras na bacia do rio Bacanga, com a finalidade de analisar os parâmetros acima mencionados.

As amostras volumétricas (indeforçadas) foram coletadas nas voçorocas São Benedito, CEPROMAR e Torres totalizando 12 amostras, destinadas à verificação das densidade do solo, densidade de partículas e porosidade, coletadas com o coletor volumétrico de bordas cortantes e com 100 cm³, nas profundidades de 10 cm. As amostras foram coletadas em um anel volumétrico juntamente com o tomador de amostras de bordas cortantes.

2.3 Análise de laboratório

As análises de laboratório foram realizadas nas dependências do Laboratório de Geociências e do Grupo de Pesquisa em Geomorfologia e Mapeamento (GEOMAP) do Departamento de História e Geografia (DHG) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), considerando as seguintes características morfológicas dos solos: cor, textura, estrutura (forma e tamanho) consistência do solo (em condições seca, úmida e molhada), conforme os procedimentos metodológicos do manual de descrição e coleta de solo da EMBRAPA (LEMONS & SANTOS, 2005) e o do capítulo Técnicas de Pedologia (OLIVEIRA, 2011) do livro Geografia: Práticas de Campo, Laboratório e Sala de Aula

(VENTURI, 2011).

As análises das propriedades físicas dos solos coletados na bacia do rio Bacanga foram determinadas as seguintes propriedades: densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total conforme manual de análise de solos da EMBRAPA (2011) e método do balão volumétrico segundo Blake & Hartge (1986) e Bowes (1986).

A determinação da cor do solo foi feita a partir do uso da Carta de Munsell (2009), comparando-se a cor de cada amostra de solo seca com as cores da escala Munsell e anotando-se a cor mais aproximada.

Sendo D_s a densidade do solo, M a massa em gramas e V o volume de centímetros cúbicos, por definição, temos que :

$$D_s = M/V \text{ g/cm}^3$$

Os métodos empregados na determinação da densidade do solo fundamentam-se na obtenção de dois dados principais: a massa e o volume da amostra do solo. A massa é facilmente determinada pesando-se a amostra depois de seca em estufa a 105° C. o volume do anel volumétrico de 100 cm³. O método do anel volumétrico (MAV) é considerado como método padrão de amostragem para a avaliação da densidade do solo, o qual consiste na amostragem do solo com estrutura indeformada num anel (cilindro metálico) de volume conhecido, utiliza-se álcool etílico, em função da maior facilidade de penetração do álcool pelas interfaces dos constituintes da amostra, por apresentar baixa tensão superficial quando comparado à água (KIEHL, 1979; EMBRAPA, 2011).

Aferiu-se o volume do balão volumétrico, pesou-se 20 g de TSFE e transferiu-se para balão volumétrico de 50ml, colocado na bureta aferida com o balão, álcool etílico até a marca do zero, colocou-se no balão com TSFE mais ou menos 25 ml de álcool, agitou-se o balão durante 1 minuto, para facilitar a penetração do álcool nos capilares do solo, deixou-se repousar por 15 minutos e completar o volume do balão com álcool etílico, fazer a leitura do nível de álcool na bureta (L), determinar o volume de TSFE usando a expressão: $V=50-L$ e calcular a densidade de partículas usando a expressão: $D_p= 20/V$ (BLAKE, 1986; BOWES, 1986).

A porosidade de um solo pode ser definida como sendo o volume de vazios ou os espaços dos solos não ocupados, os resultados das determinações são expressos em porcentagens. Calcula-se pela fórmula a seguir:

$$PT= (a-b/a) \times 100$$

PT = Porosidade Total

a= densidade partículas

b= densidade aparente

3. Resultados e discussões

A área específica de estudo consiste na bacia hidrográfica do Bacanga, a qual está situada na porção Centro-Noroeste da ilha do Maranhão e inserida entre as coordenadas de 2° 32' 26" - 2° 38' 07" S e 44° 16' 00"-44° 19' 16" W , possuindo uma área de aproximadamente 95,24 Km². Limita-se ao Norte com a baía de São Marcos e com a bacia do Anil, ao Sul, com o tabuleiro do Tirirical; a Leste, com as bacias do Anil, Paciência e Cachorros e a Oeste, com a bacia do rio dos Cachorros (MMT, 2007).

Na área objeto de estudo, assim como em toda a Ilha do Maranhão, as estruturas geológicas superficiais são constituídas por rochas da Formação Itapecuru, originárias do Cretáceo, sobrepostas, em algumas áreas, por camadas da Formação Barreiras que datam do Terciário, e por sedimentos quaternários da Formação Açuí (BEZERRA, 2011). As principais feições geomorfológicas identificadas na área da bacia do rio Bacanga foram: Superfície tabular, colina dissecada, planície fluvial e planície fluviomarina (BEZERRA, 2011)

Quanto aos aspectos pedológicos encontram-se na área os seguintes solos adaptados para a atual classificação da EMBRAPA (2006): Neossolos Regolíticos. Para Lepsch (2011) são solos com pouca ou nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos subsuperficiais, formando-se em materiais praticamente inertes, sem argilas e extremamente resistentes ao intemperismo (como areia de quartzo) ou estão tão pouco e recentemente expostos aos processos pedogenéticos que os horizontes diagnósticos típicos estão ausentes.

De acordo com Lepsch (2011) os solos regolíticos, apesar de não apresentarem rocha a pouca profundidade (ou contato lítico), apresentam limitações pela suscetibilidade a erosão, semelhantes às dos Litólicos.

Caracterizam-se ainda por formarem solos poucos desenvolvidos, profundos, ácidos, permeáveis, muitos bem drenados e com fertilidade natural muito baixa (FEITOSA, 1996). Os Neossolos Regolíticos encontram-se bem distribuídos na bacia do rio Bacanga, onde evidenciam-se a presença de vários processos erosivos acelerados, como as voçorocas CEPROMAR, São Benedito e Torres.

3.1 Análise das áreas degradadas por erosão

Ao longo da bacia do rio Bacanga, Município de São Luís, foram identificadas três voçorocas Torres ($02^{\circ} 36' 10'' S$ e $44^{\circ} 16' 23,2'' W$); CEPROMAR ($02^{\circ} 33' 49,1'' S$ e $44^{\circ} 17' 01,7'' W$); e São Benedito ($02^{\circ} 34' 33,8'' S$ e $44^{\circ} 18' 25,0'' W$).

A voçoroca Torres (Foto A) encontra-se dentro do Parque Estadual do Bacanga, com vegetação de porte arbórea nas áreas circunvizinhas e sua origem está associada a implantação das Torres da ELETRONORTE (Centrais Elétricas do Norte do Brasil), bem como a rede de drenagem pluvial artificial, que influenciaram a evolução dessa feição. A referida erosão linear apresenta 27,13 m de largura; 67,70 m de comprimento e 4,80 cm de profundidade.

A voçoroca CEPROMAR (Foto B) está localizada na bacia do rio Bacanga, próximo à empresa privada CEPROMAR (Centro Educacional e Profissionalizante do Maranhão), com 25 m de largura, 45 m de comprimento e 2,40 cm de profundidade aproximadamente, com estratificação diferenciada com cores variando em tons de amarelo e laranja, com vegetação secundária mista no topo.

A voçoroca São Benedito (Foto C) está localizada no bairro da Vila Embratel, nas bordas de uma superfície tabular, com dimensões variando aproximadamente de 30 m de largura, 40 m de comprimento e 2,40 cm de profundidade; possui um relevo plano ondulado, com vegetação secundária mista.



Figura 1: Voçorocas; A – Torres; B – CEPROMAR; C – São Benedito.

3.2 Análise morfológica do solo

As principais características a serem observadas nas amostras das voçorocas ao longo da ba-

cia do rio Bacanga são: cores do solo, textura, estrutura (forma e tamanho) consistência do solo (seco, úmido e molhado).

3.2.1 Cores do solo

Nas voçorocas analisadas na bacia do Bacanga foram feitas a identificação das cores do solo segundo Munsell (2009).

No perfil da voçoroca Torres (4m 80 cm de profundidade) as cores que predominam são o Bruno avermelhado (2.5YR 5/3), Vermelho (2.5YR 4/8) e Amarelo avermelhado (5YR 6/8) (Tabela 1). Cores avermelhadas indicam boa drenagem e arejamento do solo, permitindo a existência de condições de oxidação para formar óxidos, já a cor bruno avermelhado está ligada à presença de goetita e de um pouco de hematita (Ruellan & Dosso, 2003).

Voçoroca Torres			
Amostras	Matiz/Valor/Croma	Munsell	Correspondente em Português
P1 (20 cm)	2.5YR 5/3	Reddish brown	Bruno avermelhado
P2 (40 cm)	2.5YR 5/4	Reddish brown	Bruno avermelhado
P3 (60 cm)	5YR 5/4	Reddish brown	Bruno avermelhado
P4 (80 cm)	5YR 5/4	Reddish brown	Bruno avermelhado
P5 (1 m)	5YR 5/6	Yellowish red	Vermelho amarelado
P6 (1,20cm)	2.5 YR 5/8	Red	Vermelho
P7 (1,40cm)	5YR 5/8	Yellowish red	Vermelho amarelado
P8 (1,60cm)	2.5 YR 4/8	Red	Vermelho
P9 (1,80cm)	10 R 7/8	Light red	Vermelho Claro
P10 (2m)	10R 5/6	Red	Vermelho
P11(2,20cm)	10 R 5/8	Red	Vermelho
P12(2,40cm)	10R 6/8	Light red	Vermelho Claro
P13(2,60cm)	2.5YR 4/8	Red	Vermelho
P14(2,80cm)	5YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P15 (3m)	7.5 YR 7/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P16(3,20cm)	5YR 8/4	Pink	Rosado
P17(3,40cm)	7.5 YR 5/8	Red	Vermelho
P18(3,60cm)	2.5 YR 4/8	Red	Vermelho
P19(3,80cm)	10R 4/8	Red	Vermelho
P20 (4 m)	5YR 7/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P21(4,20cm)	5YR 7/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P22(4,40cm)	5YR 7/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P23(4,60cm)	5YR 7/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P24(4,80cm)	5YR 7/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado

Tabela 1- Cores do solo da Voçoroca Torres. Autoria: Lisboa, 2016.

No perfil da voçoroca CEPROMAR (2 m e 40 cm de profundidade) as cores que predominam são o Vermelho (2.5YR 4/6) e Amarelo avermelhado (7.5YR 5/8) (Tabela 2).

Voçoroca CEPROMAR

Amostras	Matiz/Valor/Croma	Munsell	Correspondente em Português
P1 (20cm)	7.5 R 5/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P2 (40cm)	5R 5/8	Red	Vermelho
P3 (60cm)	7.5 YR6/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P4 (80cm)	2.5 YR 4/6	Red	Vermelho
P5 (1m)	5R 6/4	Pale Red	Vermelho Claro acinzentado
P6 (1,20 cm)	2.5 YR 4/6	Red	Vermelho
P7 (1,40cm)	7.5 YR 5/8	Strong Brown	Bruno forte
P8 (1,60cm)	7.5 YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P9 (1,80cm)	7.5 YR 5/4	Brown	Bruno
P10(2m)	7.5 YR 7/2	Pinkish Gray	Cinzeno rosado
P11(2,20cm)	7.5 YR 8/4	Pink	Rosado
P12(2,40cm)	7.5 YR 8/3	Light Pink	Rosa Claro

Tabela 2- Cores do solo da Voçoroca CEPROMAR. Autoria: Lisboa, 2016.

No perfil da voçoroca São Benedito (2m 40 cm de profundidade), as cores que predominam são o Amarelo avermelhado (5YR 6/6), Vermelho claro (2.5YR 6/6) e Amarelo avermelhado (5YR 6/8) (Tabela 3).

Voçoroca São Benedito

Amostras	Matiz/Valor/Croma	Munsell	Correspondente em Português
P1 (20cm)	5YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P2 (40cm)	5YR 6/6	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P3 (60cm)	2.5 YR 5/8	Red	Vermelho
P4 (80cm)	2.5 YR 5/8	Red	Vermelho
P5(1m)	5 YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P6 (1,20cm)	5YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P7(1,40cm)	2.5YR 6/8	Light red	Vermelho Claro
P8(1,60cm)	5YR 6/8	Reddish yellow	Amarelo avermelhado
P9(1,80cm)	2.5 YR 6/8	Light red	Vermelho Claro
P10(2m)	2.5 YR 7/6	Light red	Vermelho Claro
P11(2,20cm)	2.5 YR 6/6	Light red	Vermelho Claro
P12(2,40cm)	2.5 YR 6/8	Light redb	Vermelho Claro

Tabela 3 - Cores do solo da Voçoroca São Benedito. Autoria: Lisboa, 2016.

A textura predominante na voçoroca Torres, a textura encontrada variou entre média e arenosa . A erosão linear do CEPROMAR a textura dominante é arenosa e na voçoroca São Benedito a predominância é a fração média, com exceções dos P2 (40cm), a textura identificada é argilosa, e nos pontos P5 (1m) e P7 (1,40 cm), as textura encontradas foram arenosas.

Na voçoroca Torres a forma é predominantemente subangulares ; no processo erosivo do CEPROMAR , a forma dominante são subangulares, com exceção do P2 (40 cm) que possui a forma laminar e tamanho com predominância média e pequena com exceção da profundidade P2 (40 cm), na qual o tamanho é grande ; a voçoroca de São Benedito a forma é subangular e tamanho

identificado variam entre pequeno e médio .

A consistência predominante na voçoroca Torres, a consistência predominante no solo seco é macia, com exceções das profundidades P4 (80 cm) que é extremamente dura, P8 (1,60 cm) muito dura e P14 (2,80 cm) P16 (3,20 cm) que é solta; no solo úmido a predominância é do muito friável, com exceções das profundidades P4 (80 cm) extremamente firme e P8 (1,60 cm) e P13 (2,60cm) que são firme; no solo molhado a predominância da ligeiramente plástica, com exceções das profundidades P8 (1,60 cm), P10(2m), P11(2,20cm), plástica,P21 (4,20cm),P22(4,40 cm) que foram todas classificadas como não plástica e quanto a pegajosidade são ligeiramente pegajosa .

A voçoroca do CEPROMAR possui consistência do solo seco com predominância macia, com exceção do P4 (80 cm) muito dura, no solo úmido a predominância é muito friável e extremamente firme, com exceções do P4 (80 cm) que é firme, no solo molhado a predominância é ligeiramente plástica e não plástica, com exceção do P5 (1 m) que é plástica e quanto a pegajosidade são ligeiramente pegajosas.

No processo erosivo São Benedito a sua consistência no solo seco é ligeiramente dura, com exceções do P1 (20 cm) e P10 (2 m) que são amostras classificadas como macia, no solo úmido a predominância é de muito friável e friável, já no solo molhado predominância é ligeiramente plástica, com exceções do P2 (40 cm) e P4 (80 cm), identificadas como plástica, P5 (1m) e P7 (1,40 cm) que são não plásticas e quanto a pegajosidade, as amostras são ligeiramente pegajosas.

3.2.2 Densidade do solo

A determinação da densidade do solo permitiu avaliar certas propriedades do solo, como a densidade de partículas e porosidade das amostras analisadas. Os valores encontrados para a densidade do solo representa o estado atual do solo, passível de variação para mais devido a compactação, ou menos, pela incorporação de matéria orgânica. Outro fator que influencia a densidade do solo é o manejo de solo, que dependendo do tipo, pode aumentar a compactação do solo, facilitando o encrostamento e a formação de processos erosivos acelerados.

Os resultados da densidade do solo (Ds) variaram entre 1,52 a 2,06 g/cm³ nos três processos erosivos analisados (Tabela 4). Os solos com Da 1,7 a 1,8 g/cm³ dificultam a penetração das raízes e dificultam a infiltração da água, como nas amostras 5, 7, 8 (CEPROMAR), e 11 e 12 (Torres). Em relação à presença de matéria orgânica, esta foi encontrada nas amostras 2 e 3 (voçoroca do São Benedito), 6 e 7 (CEPROMAR), 9, 10, 11 e 12 (Torres), sendo um bom indicador para a formação de agregados no solo, com conseqüentemente aumento da porosidade e infiltração.

Amostras	Voçorocas	Densidade Aparente (cm3)
1	São Benedito	1.52
2		2.06
3		1.49
4		2.02
5	CEPROMAR	1.71
6		1.69
7		1.86
8		1.76
9	Torres	1.65
10		1.65
11		1.76
12		1.82

Tabela 4- Densidade do solo das Voçorocas São Benedito, CEPROMAR e Torres. Autoria: Lisboa, 2016.

3.2.3 Densidade de partículas e porosidade total

A densidade de partículas refere-se ao volume de sólidos de uma amostra de terra, sem considerar a porosidade. Os resultados demonstram que a densidade de partículas das variaram entre os limites 2,43 g/cm³ na voçoroca São Benedito a 2,85 g/cm³ na mesma voçoroca (Tabela 5). O valor médio da densidade de partículas está em torno de 2,62 g/cm³, está em conformidade com os estudos de Kiehl (1979), indicando os constituintes minerais predominantes dos solos, como o quartzo, os feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de 2,65.

Em relação à porosidade, o menor e o maior valores foram encontrados na voçoroca do São Benedito. Quanto menor a porosidade, menor será a capacidade de a água infiltrar no solo, e consequentemente, maior será o escoamento superficial (Tabela 5).

Amostras	Voçorocas	Densidade de partículas (g/cm ³)	Porosidade Total (%)
1	São Benedito	2,43	37
2		2,77	25
3		2,46	39
4		2,85	29
5	CEPROMAR	2,56	33
6		2,66	36
7		2,5	26
8		2,66	33
9	Torres	2,70	38
10		2,70	38
11		2,66	33
12		2,5	27,2

Tabela 5- Densidade de partículas e porosidade total voçorocas São Benedito, CEPROMAR e Torres. Autoria: Lisboa, 2016.

4. Conclusões

A descrição das características morfológicas de solo no laboratório é imprescindível na estruturação de um sistema de classificação de solo, tanto pela necessidade de se conhecer o solo como também para se estabelecer atributos taxonômicos indispensáveis ao agrupamento das classes de solo. Os resultados sobre a densidade do solo, densidade de partículas e porosidade indicaram um solo compactado, com a presença de encrostamento, que alteram a estrutura superficial do solo, causando à diminuição da infiltração, e consequentemente, a aceleração dos processos erosivos.

Foram identificados cinco processos erosivos dentro da bacia do rio Bacanga, com as mais diferentes tipologias de solos, com características de baixa fertilidade natural e com presença de atributos físicos e morfológicos favoráveis à ampliação destas voçorocas.

Nas três últimas décadas, devido ao rápido e desordenado processo de ocupação espacial, que culminou numa série de problemas ambientais, tem-se observado a aceleração da atividade

dos agentes e processos geomorfológicos.

Espera-se contribuir para o aprofundamento dos conhecimentos geográficos da Ilha do Maranhão, através da produção de informações sobre as características físicas da região, que são fundamentais para subsidiar tomadas de decisão das autoridades públicas, nas três esferas do poder, e novos estudos com vistas ao planejamento e à conservação dos recursos naturais.

Referências

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA special publication, 49).

BERTONI, J. ; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 5ª Edição, 2005.

BEZERRA, J. F. R. **Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís – MA**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2011. p, 249

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Part 1. American Society of Agronomy, 1986. p. 363-375.

BOWES, J.A. **Engineering properties of soils and their measurements**. Third edition. McGraw-Hill Book Company, NY, 1986.

CERRI, L. E.; AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N.A. **Geologia da Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. p. 286

_____. **Manual de Métodos e Análises Solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS. 2011. p. 225

FEITOSA, A. C. **Dinâmica dos Processos geomorfológicos da área costeira a nordeste da ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado). Rio Claro: IGCE - Cp – UNESP, 1996. p. 249

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. D. C. O. **Geomorfologia do Cotidiano - A degradação dos solos**. **REVISTA GEONORTE**, v. 4, n.Especial, p. 116-135, Junho 2012. Edição Especial

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

LEMOS, R. C. e SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. SBCS e Embrapa CNPS, Viçosa. 2005. 83 p.

LESPCH; I. F. Morfologia: organização do solo como corpo natural. In: LESPCH; I F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MMT, Planejamento e Consultoria. Relatório de Consultoria Ambiental. **Programa de recuperação e melhoria da qualidade de vida do Bacanga**. São Luís, 2007. p. 83

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell Soil Color Charts**. M.D. USA, 2009

OLIVEIRA, D. Técnicas de Pedologia. *In*: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. Editora Sarandi, São Paulo, 2011

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçoroca. *In*: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. (Orgs). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2012.

RUELLAN, A.; DOSSO, M. SOLDIDAC **Educagri editions**-AUF 2003.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.191-199, 2000.

ERODIBILIDADE DOS SOLOS E DECLIVIDADE DA BACIA DO RIO ANIL, ILHA DO MARANHÃO

CRYSTIÁ ARAÚJO LEÃO
TAIZE CRISTINA RAMOS COSTA
JOSÉ FERNANDO RODRIGUES BEZERRA

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a erodibilidade dos solos degradados pelo processo de voçorocamento na bacia do rio Anil, na Ilha do Maranhão, assim como a declividade dos terrenos da referida bacia hidrográfica. A análise das propriedades físicas do solo foi feita a partir da coleta de amostras deformadas e inderformadas, e posterior análise no Laboratório de Geociências da Universidade Estadual do Maranhão. Já para a variável declividade produziu-se um mapa de declividade a partir das cartas topográficas da área no Software Arcgis, e também empregou-se o modelo de cartas de declive desenvolvido por Perreira (2012) no intento de definir as classes de declive ali existentes. Os procedimentos metodológicos consistiram em: Levantamento bibliográfico; Trabalho de campo; e Análise de laboratório. Para a realização deste trabalho analisou-se amostras de solo de duas voçorocas, a Castelão 2 e a do Bequimão.

Palavras-chave: Processos erosivos; Propriedades físicas do solo; Degradação.

Abstract

This study aims to analyze the erodibility of the soils degraded by the gully erosion process in the Anil stream basin in Maranhão Island, as well as the steepness of the referred stream basin land. Analysis of the physical properties of soil was made from the collection of deformed and underformed samples and subsequent analysis in the Geosciences Laboratory of the State University of Maranhão. As for the variable slope it was produced a slope map from topographic maps of the area with the Arcgis Software, and we also used the slope of cards model developed by Perreira (2012) in an attempt to define therein slope classes. The methodological procedures consisted of: Bibliographic Survey; Fieldwork; and laboratory analysis. For this work it was analyzed samples of soils from two gullies, the Castelao 2 and Bequimão.

Keywords: Erosion; Físical properties of the soil; Degradation.

1. Introdução

O solo é um dos recursos naturais mais disponíveis na superfície terrestre, sendo essencial para a grande parte das atividades humana [...] (GALLARDO, 1988 apud Dalcol, 2010, p.55), assim as questões relacionados à sua degradação como também as implicações advindas deste processo têm assumido papel de destaque nos debates referentes à questão ambiental no planeta, tendo a problemática do uso irracional dos solos como um dos principais pontos.

Nessa perspectiva o estudo da caracterização e a análise situacional dos solos se faz imprescindível no planejar e no gerenciar de quaisquer práticas de intervenção no ambiente. No tocante aos processos degradacionais dos solos tem-se a erosão como uma das principais causas desse fenômeno e está associada ao fator declividade que atua como elemento de significativa influência nos padrões de escoamento das vertentes durante eventos de águas pluviais, influência essa que está diretamente ligada com as propriedades físicas do solo, o que pode de maneira direta modificar a dinâmica dos processos erosivos.

Desta forma o conhecimento acerca da declividade se faz imprescindível para o planejamento de uso e manejo dos solos, tendo em vista o ganho informacional a respeito da questão, o qual norteará os planos de intervenção, tanto em ambientes urbanos, quanto em ambientes rurais, ou seja, auxílio no planejar de projetos de habitação, por exemplo, e na adequação de práticas mais eficientes na agricultura.

Ainda dentro dos processos erosivos há inúmeros fatores que influenciam de maneira significativa na dimensão e na dinâmica destes, dentre eles podemos destacar a erosividade que é a capacidade da chuva de erodir o solo, a erodibilidade que é o grau de suscetibilidade do solo em erodir, cobertura vegetal que atua como proteção para camada do solo, fatores estes que ditarão a dinâmica da transformação do relevo e dos solos (GUERRA, 1999).

Ao analisar-se os processos erosivos é imprescindível levar-se em conta fatores como, topografia, cobertura vegetal, propriedades físicas dos solos, clima, entre outros que atuam como elementos definidores da intensidade do citado processo. No que diz respeito à declividade, pode-se afirmar que esta atua de forma bastante influente nos processos de vertente, a saber, pela erosão, movimentos de massa, processos erosivos, além de interferirem no uso e ocupação do solo (PERREIRA e THOMAZ, 2013). Outro fator a ser destacado é que a declividade sofre influência da gravidade, o que modifica os padrões de escoamento, muitas vezes levando ao aumento da velocidade de transporte de material durante eventos de águas pluviais.

Outro fator de destaque é justamente o fator humano, o qual vem alterando significativamente a dinâmica e estrutura dos solos e do meio ambiente como um todo. Nessa perspectiva traz-se a realidade urbana da Ilha do Maranhão na qual em seu território existe um total de 12 bacias hidrográficas, estas espalhadas por toda a ilha, as quais influenciam tanto nas dinâmicas naturais quanto nas dinâmicas antrópicas do espaço da Ilha do Maranhão.

Entretanto, é sabido que tais ambientes sofrem as consequências de toda a pressão advinda do crescimento urbano desenfreado que a cidade de São Luís experienciou a partir de meados dos anos 60, com isso a ação antrópica passa a ser o principal agente causador de transformações, e principalmente de impactos ambientais os quais consequentemente causam o desequilíbrio da paisagem e também a perda da qualidade de vida da população, sendo tal fator intrínseco ao grau de suscetibilidade de cada área.

Nessa perspectiva trazemos os estudos relacionados à erodibilidade e a declividade dos solos na bacia hidrográfica do rio Anil como necessidade frente aos processos degradacionais que este ambiente vem sofrendo por conta da pressão advinda do crescimento populacional, e também pelo fato de a bacia do rio Anil atuar com importante área para a manutenção da dinâmica natural de toda a biota que a cerca.

2. Material e métodos

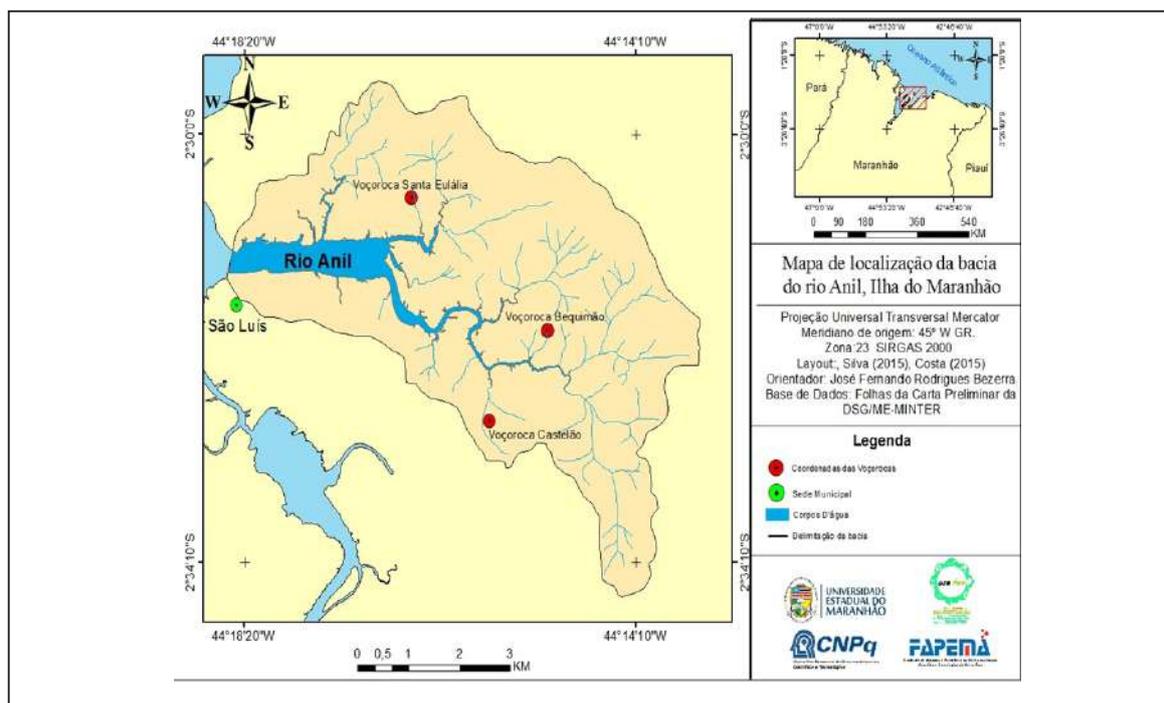
Para a produção deste artigo realizou-se consultas bibliográficas junto a Biblioteca Central da Universidade Estadual do Maranhão, assim como na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, além de consultas realizadas diretamente nos endereços eletrônicos das principais revistas nacionais e internacionais sobre a temática. Dentre os autores consultados destacam-se Guerra e Cunha (2001), Bertoni e Lombardi Neto (1985), Guerra (2012).

Já no que concerne às atividades empíricas realizou-se visita no campo nos bairros do Barreto, Bequimão, a fim de coletar amostras da Voçoroca Castelão 2 localizada nas imediações do Complexo Esportivo Governador João Castelo e Voçoroca Bequimão localizada no bairro Bequimão.

Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas no mês de janeiro, neste período os solos coletados estavam pouco encharcados tendo em vista que mesmo no período chuvoso para a Ilha do Maranhão os índices pluviométricos ainda estavam baixos, situação atípica para a região no referido mês, apesar de os maiores índices se concentrarem em março e abril. Foi coletado um total de 24 amostras, as quais foram analisadas no Laboratório de Geociências do Departamento de História e Geografia (DHG) da Universidade Estadual do Maranhão, no intento de analisar as seguintes propriedades físicas do solo: granulometria, densidade do solo, densidade de partículas e porosidade. Já para a análise da declividade dos terrenos da bacia do rio Anil aplicou-se o modelo de Perreira (2012) para classes de diferentes graus de declive sendo: 0-6° Plano; 6,01-12° Suave Ondulado; 12,01-20° Ondulado; 20,01-30° Forte Ondulado, além da confecção do mapa de declividade a partir das cartas topográficas da área em questão no Software Arcgis.

3. Resultados e discussões

Para o diagnóstico dos processos erosivos foram analisados alguns fatores como tipos de solo da área, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e granulometria, tendo em vista que as informações vindas a partir desta análise possibilitarão o conhecimento acerca das vulnerabilidades dos solos daquela região, facilitando assim melhores intervenções e planejamentos mais eficazes para a área da bacia hidrográfica do rio Anil (Mapa 01).



- Caracterização dos Solos da Região

Segundo Duarte (2012) os processos pedogenéticos responsáveis pelo desenvolvimento dos solos são resultantes de complexas e contínuas reações físicas, químicas e biológicas que associadas aos fatores de formação dos solos, geram diferentes tipos de solo. Nesse sentido traz-se uma sucinta caracterização dos solos presentes na bacia do rio Anil, na Ilha do Maranhão.

De acordo com os níveis hierárquicos de classificação de Solos da Embrapa (2006) são encontrados na área da bacia hidrográfica em questão as seguintes classes de solos: Argissolo e Solos Indiscriminados de Mangue. No tangente às subordens de Maranhão (1998) é encontrada na área a seguinte subordem: Argissolos Vermelho-Amarelo.

Segundo Duarte (2012) a textura é arenosa a média nos horizontes superiores (A e B), sendo um solo com exceção do horizonte Bt, com pouca plasticidade, com consistência ligeiramente dura, quando molhado, mas friável quando úmida. Ainda segundo Maranhão (1998) no período de estiagem, isto é, no segundo semestre de cada ano, este solo apresenta deficiência de água nos horizontes superiores (A e B) devido a elevada presença de fração areia, o que prejudica o desenvolvimento radicular das plantas de menor porte. Considerando o potencial e limitações agrícolas a Embrapa (2006) diz que:

Os Argissolos de maior fertilidade natural (eutróficos), com boas condições físicas e em relevos mais suaves apresentam maior potencial para uso agrícola. Suas limitações estão mais relacionadas a baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados. Os Argissolos tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural presente nestes solos, que implica em diferenças de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais. No entanto, os de texturas mais leves ou textura média e de menor relação textural são mais porosos, possuindo boa permeabilidade, sendo, portanto, menos suscetíveis à erosão.

- Análise de Densidade de Solo, Densidade de Partícula e Porosidade Total

A análise de densidade do solo se faz de suma importância nos estudos referentes aos processos erosivos por se convergir em importante ferramenta para a caracterização situacional do solo em estudo, pois através desta variante é possível mensurar o grau de compactação do solo, característica que está diretamente ligada à porosidade total, a infiltração e retenção de água e a maneira como o sistema radicular das plantas se configura, o que influencia diretamente no desenvolvimento do vegetal, assim como nas trocas gasosas que são de extrema importância para a oxigenação dos solos. No quadro abaixo (Quadro 1), observa-se os resultados de densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total para as duas voçorocas estudadas, Castelão 02 e Bequimão:

Amostras	Local de Coleta	Densidade do Solo (g/cm ³)	Densidade de Partículas (g/cm ³)	Porosidade (%)	Total
1 ^a	Castelão 2	1,42	2,59	45	
1B		1,81	2,56	29	
2 ^a	Bequimão	1,33	2,5	46	
2B		1,39	2,59	46	

Quadro 01: Relação entre Densidade do Solo, Densidade de Partícula e Porosidade Total nas Voçorocas Castelão 02 e Bequimão. Fonte: Própria Pesquisa, 2016.

Ao analisar-se o quadro de resultados é possível perceber variação nos índices de densidade do solo, densidade de partícula e conseqüentemente nos de porosidade total, já que tais fatores estão intrinsecamente ligados, tendo em vista que quando maior a compactação, maior será o número de partículas num determinado espaço e menor o percentual de espaços vazios.

No que tange aos padrões e médias encontrados nos diversos perfis de solo são raras às vezes em que se encontram solos de textura grosseira com porosidade total inferior a 30% ou solos de textura fina com volume total de porosidade superior a 60%. Somente solos ricos em matéria orgânica apresentam porosidade entre 60 e 80% (KIEHL, 1979).

A Voçoroca Castelão 02 apresenta resultados em vermelho, os quais indicam maiores índices de densidade do solo, e conseqüentemente menor índice de porosidade total, o que indica um solo com um grau significativo de compactação, apresentado uma taxa abaixo de 30%, indicando um solo de textura grosseira, por tanto solos arenosos.

O resultado indicado pelas análises atesta o cenário observado em campo, onde a área da Voçoroca Castelão 02 apresenta um inexpressivo desenvolvimento de plantas de grande estatura que demandam maior profundidade para o desenvolvimento de suas raízes, característica que o solo em questão não favorece devido seu alto grau de compactação e grande presença de pedregulho.

Diante disso observou-se a predominância de gramíneas que possuem raízes bem mais superficiais, e que se adaptam mais facilmente aquele ambiente. Já os índices referentes à Voçoroca Bequimão representados em verde indicam taxas menores de densidade de solo e conseqüentemente maiores porcentagens de porosidade total do solo, com densidade de solo na casa dos $1,33 \text{ g/m}^3$ e taxa de porosidade total de 46%, o que indica um solo mais interpolado, o que pode ser observado na visita a campo, já que a presença de vegetação de maior porte foi percebida indicando assim menor grau de compactação do solo.

A partir dos resultados obtidos nas análises é possível estabelecer um caráter mais suscetível a processos erosivos, ou seja, um maior grau de erodibilidade para solos da área da Voçoroca Castelão, já que através das taxas de densidade de solo e de porosidade total constatou-se que o índice de compactação se mostra mais expressivo naquela área, o que deixa os solos mais vulneráveis em um evento de precipitação, tendo em vista que a taxa de infiltração em solos compactados é bem menor, assim como a presença de raízes mais profundas e espaços vazios, o que poderia melhor auxiliar a passagem da água entre o solo, favorecendo o processo natural de infiltração.

A análise granulométrica constitui-se em das análises básicas para a caracterização de um solo, tanto para fins taxonômicos quanto para avaliação de sua capacidade de uso e manejo (KLU-TE, 1986 citado por VIANA et al., 2011). Nesse sentido, tendo por base as voçorocas estudadas (Castelão 02 e Bequimão) realizou-se as análises granulométricas das amostras recolhidas em visitas a campo.

Essa análise se faz imprescindível, pois os solos são corpos mutáveis, tendo sua composição inúmeras características que variam no tempo e no espaço. Considera-se tal assertiva diante da presença de inúmeros materiais como os granulares, areias e pedregulhos, materiais finos, siltes e argilas. Para a separação dos materiais acima citados, realizou-se o processo de peneiramento das amostras das Voçorocas Castelão 02 e Bequimão, onde as peneiras de diferentes diâmetros juntamente com o agitador de peneiras auxiliaram na execução do processo.

Abaixo temos o quadro 02 referente à análise da granulometria das amostras retiradas das duas voçorocas, o qual ilustra as taxas de cada material em um intervalo de 10 cm no perfil longitudinal de cada voçoroca. Em concordância com as classificações adotadas pela A.S.T.M (American Society for Testing Materials), as texturas dos sedimentos nas duas voçorocas estudadas no município de São Luís apresentam seixo muito fino, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila.

AMOSTRAS	SEIXO (%)	AREIA (%)					SILTE e ARGILA (%)	T O T A L (%)
	Muito fino	Muito grossa	Grossa	Média	Fina	Muito fina		
	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200		
	2,36 mm	1,18 mm	600 µm	300 µm	150 µm	0,074 mm		
Castelão 02 (10 cm)	16,834	12,431	7,075	22,9955	23,226	13,998	2,603	99,1625
Castelão 02 (20 cm)	8,777	9,6815	7,3235	41,681	25,9885	4,183	0,7645	98,399
Castelão 02 (30 cm)	1,473	9,422	6,6845	57,3245	12,4095	9,4755	1,3615	98,1505
Castelão 02 (40 cm)	1,473	6,8415	3,847	22,5295	41,4035	23,6695	0,1565	99,9205
Castelão 02 (50 cm)	0,528	6,481	0,2995	6,129	43,8845	39,8415	2,187	99,3505
Castelão 02 (60 cm)	0,261	2,0915	3,0745	8,629	19,748	56,4525	8,4585	98,715
Castelão 02 (70 cm)	1,4105	2,0055	1,562	6,025	23,2475	61,628	3,639	99,5175
Castelão 02 (80 cm)	0,915	2,495	2,4525	6,087	33,8915	51,5125	0,47	97,8235
Castelão 02 (90 cm)	0,912	2,794	2,97	8,4985	40,142	42,273	2,062	99,6515
Castelão 02 (100 cm)	0,951	2,095	0,9325	8,604	47,289	34,336	5,0395	99,247
Castelão 02 (110 cm)	0,6865	1,3345	1,471	11,476	65,3265	18,138	1,1185	99,551
Castelão 02 (120 cm)	0	1,6505	1,268	2,717	23,3645	55,4895	5,385	89,8745
Castelão 02 (130 cm)	0	0,544	1,8835	16,095	39,866	37,452	3,461	99,3015

Quadro 02: Análise Granulométrica da Voçoroca Castelão 02. Fonte: Própria Pesquisa, 2016.

Ao analisar-se o quadro pode-se perceber a tendência para o desenvolvimento de processos erosivos na área da Voçoroca Castelão 02, justamente pelo predomínio de sedimentos do tipo areia, ficando as maiores taxas entre areia média, fina e muito fina, enquanto que as frações de argila se apresentam em menor grau.

Na amostra de 10 cm a predominância é para sedimentos do tipo areia fina, apresentando uma percentual de 23,226%. Já na amostra de 30 cm, o destaque é para areia média a qual apresenta um total de 57,3245%, para a amostra de 1m observou-se a grande presença de areia do tipo fina, com um total de 47,289% e na amostra mais profunda, no caso a de 130 cm, também prevaleceu à presença da areia muito fina.

Tal diagnóstico aponta para um grau significativo de suscetibilidade a erosão na área da Voçoroca Castelão, tendo em vista a facilidade de desprendimento dos sedimentos ali presentes, os quais contam com ínfima presença de argila que atuaria como agente cimentante, ou seja, favoreceria a formação de aglomerados e agregados no solo. Já no quadro 03 traz-se as análises para a Voçoroca Bequimão, onde percebe-se uma maior presença de sedimentos do tipo silte e argila em relação a Voçoroca Castelão, ao mesmo tempo que a tendência para o predomínio das areias é constante, principalmente entre as taxas de areia média, fina e muito fina.

AMOSTRAS	SEIXO (%)	AREIA (%)					SILTE e ARGILA (%)	T O T A L (%)
	Muito fino	Muito grossa	Grossa	Média	Fina	Muito fina		
	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200		
	2,36 mm	1,18 mm	600 µm	300 µm	150 µm	0,074 mm		
Bequimão (10 cm)	0,858	0,7005	2,862	16,1245	49,464	23,588	4,7055	98,3025
Bequimão (20 cm)	1,762	3,1905	7,4275	22,6	34,7435	27,3025	2,1145	99,1405
Bequimão (30 cm)	8,815	4,019	5,845	17,931	26,239	30,531	5,279	98,659
Bequimão (40 cm)	11,2895	3,7475	5,001	17,865	23,273	26,2155	11,61	99,0015
Bequimão (50 cm)	2,6665	1,5625	5,2015	26,45	31,7745	27,253	4,8595	99,7675
Bequimão (60 cm)	1,387	1,6145	2,573	23,36	27,172	32,8595	9,8395	98,8055
Bequimão (70 cm)	4,1885	1,699	3,453	25,67	30,386	30,2155	4,023	99,635
Bequimão (80 cm)	1,4255	1,4375	3,826	28,898	25,487	6,261	31,5785	98,9135
Bequimão (90 cm)	2,8835	3,066	5,543	35,291	26,8695	23,377	2,188	99,218
Bequimão (100 cm)	5,858	4,339	5,176	29,646	38,842	13,842	1,736	99,439
Bequimão (110 cm)	3,209	4,846	8,6785	24,726	37,659	17,6055	2,3235	99,0475
Bequimão (120 cm)	3,281	0,645	3,084	22,124	32,2205	27,729	10,368	99,4515
Bequimão (130cm)	3,1515	0,436	2,255	19,338	25,1705	37,506	11,239	99,096
Bequimão (140cm)	18,7515	2,1585	3,9405	14,617	33,281	19,757	6,624	99,1295
Besquimão (150cm)	2,502	2,8785	7,086	19,813	51,979	13,278	1,2515	98,788
Bequimão (160cm)	4,9935	5,645	5,0875	19,14	26,1195	34,103	3,796	98,8845

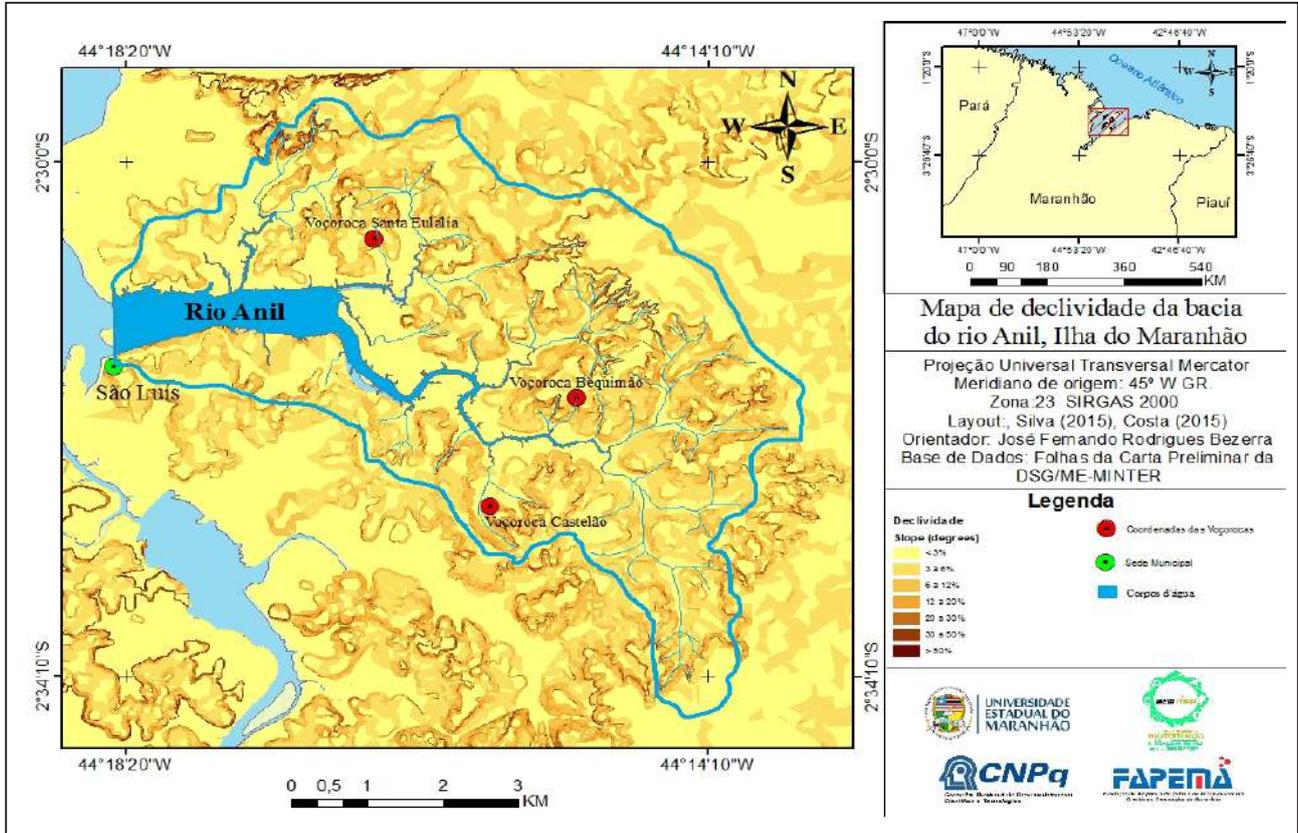
Quadro 03: Análise Granulométrica da Voçoroca Bequimão. Fonte: Própria Pesquisa, 2016.

Ainda considerando a predominância das areias, destaca-se no quadro a massiva predominância de material do tipo areia fina. Na amostra de profundidade 10 cm, por exemplo, a fração de areia fina apresenta uma taxa de 49,464%, já na amostra de 50 cm observa-se uma taxa de 31,7745%, já na amostra de profundidade de 1m a taxa de areia fina chega a 38,842%, ao mesmo tempo em que na penúltima amostra, que possui profundidade de 150 cm observou-se um de mais de 50% de areia fina, exatamente 51,979%, confirmando a relação de predominância de areias com maior suscetibilidade a erosão, característica ligada também aos solos arenosos.

• Análise da Declividade

No tangente ao fator declividade é possível inferir a partir do mapa produzido que os solos da bacia do rio Anil têm graus de declividade entre < 3% e > 50%, sendo que nos terrenos próximos as voçorocas estudadas é possível perceber que os graus de declive ficam na faixa dos 12-20% o que de acordo com o modelo de Perreira (2012) apresenta um declive do tipo suave

ondulado, apresentando moderada atuação no aceleração de processos erosivos daquela área, sendo estes mais intensificados no período chuvoso, justamente por conta da concentração de chuvas, o que leva o terreno a apresentar maior vulnerabilidade a erosão. No mapa abaixo (Mapa 2) pode-se conferir os graus de declividade ali observados.



Ainda levando em conta as características dos Argissolos Vermelho-Amarelos a Embrapa (2006) considera que este tipo de solo pode ser suscetível à erosão, sobretudo quando o gradiente textural é mais acentuado, à presença de cascalhos e sob relevo mais movimentado com fortes declives.

4. Considerações finais

Diante dos resultados alcançados e levando-se em conta a classe de solos presente na bacia hidrográfica do rio Anil, percebeu-se uma ampla variabilidade de classes texturais, mas que ao mesmo tempo apresentaram distribuição de padrões de materiais com certa predominância para as frações de areia, sendo que o material do tipo areia fina foi o mais observável nas duas voçorocas.

Já para os resultados referentes à declividade do terreno da bacia do rio Anil, pode-se perceber a partir de Pereira (2012) que a maior parte trata-se de terrenos suaves ondulados e ondulados, ficando a maior entre as classes 6,01-12° Suave Ondulado; 12,01-20° Ondulado. Outro fator importante é a deficiência da cobertura vegetal encontrada na bacia hidrográfica do rio Anil devido ao avanço do processo de urbanização ali ocorrente.

Segundo Araújo (2009) et al a ausência de cobertura vegetal associada a determinadas características de uma classe de solo, a intensidade das chuvas e a declividade, conduzirá à maior velo-

cidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo e resultará em enchentes expressivas, sujeitando a bacia à degradação

Assim constata-se que os solos da bacia do rio Anil nas áreas estudadas apresentam significativo grau de suscetibilidade a erosão do ponto de vista das propriedades físicas dos solos e do uso e ocupação irregulares, a partir das análises laboratoriais a composição destes solos apresentou grande quantidade de material arenoso, o que implica dizer material pouco agregado, menos poroso, e em alguns pontos bastante compactado.

No que tange a cada voçoroca, a Castelão 02, por exemplo, apresentou alto índice de compactação, tendo em vista que foi a área que demonstrou maior grau de densidade do solo, o que implica tratar-se de um solo com menor grau de porosidade total e conseqüentemente maior compactação.

Já para a Voçoroca Bequimão, o grau de densidade do solo foi bem menor, o que representa grau de porosidade total bem maior, isso se deve a grande quantidade de sedimentos orgânicos presentes na área o que promove maior quantidade de matéria orgânica, fator que influencia diretamente na formação de agregados e na porosidade. Com esse quadro fica clara a necessidade dos estudos acerca dessa problemática, a fim de resolver ou mitigar suas conseqüências, promovendo assim melhor planejamento e um manejo mais eficiente destas áreas.

Referências

ARAÚJO, E. P. de et al. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM**. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais... Natal: INPE, 2009.

DALCOL, M.P. da S. **Avaliação dos Impactos Produzidos pela Implantação do Sistema de Plantio Direto no Município de Itaara**, RS.2010.135 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Santa Cruz do Sul.

NETO, F. L.; BERTONI, J. **Erodibilidade dos Solos Paulistas**. Campinas: Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, nº 27, set. 1975.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372p.

GUERRA, A.J.T. O Início do Processo Erosivo. In: Guerra, SILVA & BOTELHO (Orgs). **Erosão e Conservação dos Solos-Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1999.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres LTDA, 1979.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

VIANA, J.H.M.; DONAGEMMA, K.C.; CEDDIA, M.B.; UNTERLINE, B.; ANDRADE, H.M. Granulometria dos Solos da IX RRC do Acre. In: XI REUNIÃO BRASILEIRA DE CLASSIFICAÇÃO E CORRELAÇÃO DE SOLOS: SISTEMAS AMAZÔNICOS – SOLOS SEDIMENTARES EM POTENCIALIDADE E DEMANDA DE PESQUISA, 9. **Anais**, Rio Branco: SBCS, 2010.

PERREIRA, A.A.; THOMAZ, E.L. Hipsometria e Declividade da Bacia Hidrográfica do Arroio Palmeirinha-Município de Reserva-PR, Utilizando o Software Spring. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR. **Anais** 2013, Foz do Iguaçu, 2013.

EXPANSÃO URBANA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS CORPOS HÍDRICOS NA CIDADE DE BOA VISTA, RORAIMA

CARMEM LÚCIA ROSA DA SILVA
JOSÉ FRUTUOSO VALE JÚNIOR
STÉLIO TAVARES SOARES JÚNIOR
ROZANE PEREIRA IGNÁCIO

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise da expansão urbana e dos impactos ambientais sobre os corpos hídricos na cidade de Boa Vista no período de 1985 a 2010, feito por meio de técnicas de sensoriamento remoto e SIG (Sistema de Informação Geográfica). Para realizar essa pesquisa foram adquiridas as imagens TM/LANDSAT-5 dos anos de, 1985, 1990, 1995, 2000, 2004, 2009 e 2010. A análise das imagens decorreu da interpretação visual dos recortes de cenas TM/LANDSAT-5, e do método de classificação de imagens. Os resultados estão apresentados em mapas temáticos na escala de 1:90.000. Estes que a intensidade no processo de expansão urbana de Boa Vista, foi além da capacidade dos planejadores e representantes locais em propiciar a infraestrutura básica de organização do espaço urbano e de proteção ambiental das bacias hidrográficas. As imagens possibilitaram a verificação do processo de expansão urbana na cidade de Boa Vista nos últimos 25 anos, que se deu de forma acelerada, causando sérios problemas ambientais, gerados por falta de planejamento urbano para o uso do solo e a desconsideração na preservação dos recursos naturais. Em campo percebe-se que as alterações foram atuantes principalmente sobre os corpos hídricos que culminou com alterações impactantes nas bacias hidrográficas urbanas.

Palavras-Chave: Alterações antrópicas; Problemas ambientais; Ocupação do solo.

Abstract

The aim of this paper is to present an analysis of urban sprawl and environmental impacts on water bodies in the city of Boa Vista in the 1985-2010 period, made through remote sensing and GIS (Geographic Information System). To accomplish this research were acquired the TM / Landsat-5 Year 1985, 1990, 1995, 2000, 2004, 2009 and 2010. Image analysis was due to the visual interpretation of scenes clippings TM / Landsat-5, and the image classification method. The results are presented in thematic maps on the scale of 1: 90,000. These the intensity in the urban sprawl of Boa Vista case was beyond the capacity of planners and local representatives to provide the basic infrastructure for organization of urban space and environmental protection of watersheds. The images made it possible to check the urban expansion process in the city of Boa Vista in the last 25 years, which occurred at an accelerated rate, causing serious environmental problems created by the lack of urban planning for land use and disregard to preserve resources natural. In the field it is clear that the changes were mainly active on water bodies that led to striking changes in urban watersheds.

Keywords: Anthropogenic changes; Environmental problems; Land cover.

1. Introdução

Estudos relacionados ao meio ambiente têm comprovado que a degradação dos recursos naturais intensificou-se a partir da metade do século XX, quando o processo de industrialização atraiu uma maior concentração populacional nas áreas urbanas. No entanto, o uso e a ocupação das áreas urbanas, de modo geral não se basearam em um processo de organização e planejamento favorável à sustentabilidade urbana. Desta forma, tornou-se um dos principais responsáveis pelos danos ao meio ambiente, alterando drasticamente o meio físico original (SANTOS e NUNES, 2008). Logo, os problemas ambientais nas zonas urbanas advêm do modo em que ocorre a acomodação da população no espaço e está relacionado às questões econômicas, sociais, política e institucionais.

A urbanização é a responsável pelas modificações nas bacias hidrográficas ocupadas por cidades, sendo visíveis as transformações antrópicas, que provocam alterações na hidrologia por meio de rios canalizados e retificados, os quais terão respostas geomorfológicas em forma dos movimentos de massa e enchentes frequentes. Certamente é previsível que a degradação ambiental cresce progressivamente à medida em que os espaços são ocupados. É notório, então, que a ação antrópica vem modificando os canais de drenagem urbano alterando a paisagem natural de forma agressiva e constante (FERNANDEZ et al., 1999; CUNHA, 2003; SANDER, 2003).

Conforme Coelho Netto (2007), em todo o mundo observa-se a complexidade desse processo e o impacto ambiental urbano derivado da ação antrópica. Esse problema tem representado um duplo desafio, pois é preciso problematizar a realidade e, ao mesmo tempo, buscar alternativas para as questões que envolvem os processos ecológicos (biofísico-químicos) e sociais, que contribuem para a deterioração do ambiente, principalmente o urbano.

A expansão urbana de Boa Vista ocorreu de forma similar às demais cidades brasileiras, ou seja, em um processo acelerado, apresentando muitos problemas que se iniciam pelas diferenciações na forma de uso do espaço urbano, onde o setor Leste foi definido como área nobre; e o setor Oeste, o periférico, onde estão as populações mais pobres (VERAS, 2009), e nem sempre legalizados pelo poder público (SILVA, 2007 e 2005).

Os problemas gerados nesse processo são enormes, dentre os quais destacam-se: deficiências de moradias, degradação ambiental e ausência de serviços básicos acentuado na zona Oeste, apontando a importância de um planejamento urbano para proporcionar qualidade de vida a toda a população por meio da sustentabilidade local. Nesta perspectiva, justifica-se a importância do presente estudo, que tem como objetivo avaliar a variação espaço-temporal da expansão urbana, na cidade de Boa Vista, Roraima, do período de 1985 a 2010.

Os elementos que sustentam cientificamente essa pesquisa têm por base Faria (1994, 1996), Fernandez et al. (1999), Sander (2003) e Cunha (2003) entre outros, que se dedicaram aos estudos das mudanças na drenagem fluvial em detrimento da ação antrópica nas cidades brasileiras, ressaltando a importância dos canais de drenagem.

1.1 Caracterização da Cidade de Boa Vista

A cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima, está no extremo norte do país, inserida dentro dos domínios da bacia do rio Branco, e se localiza entre as coordenadas UTM 20 N 317581, E 746563 e 20 N 303395, E 764299 (Figura 1).

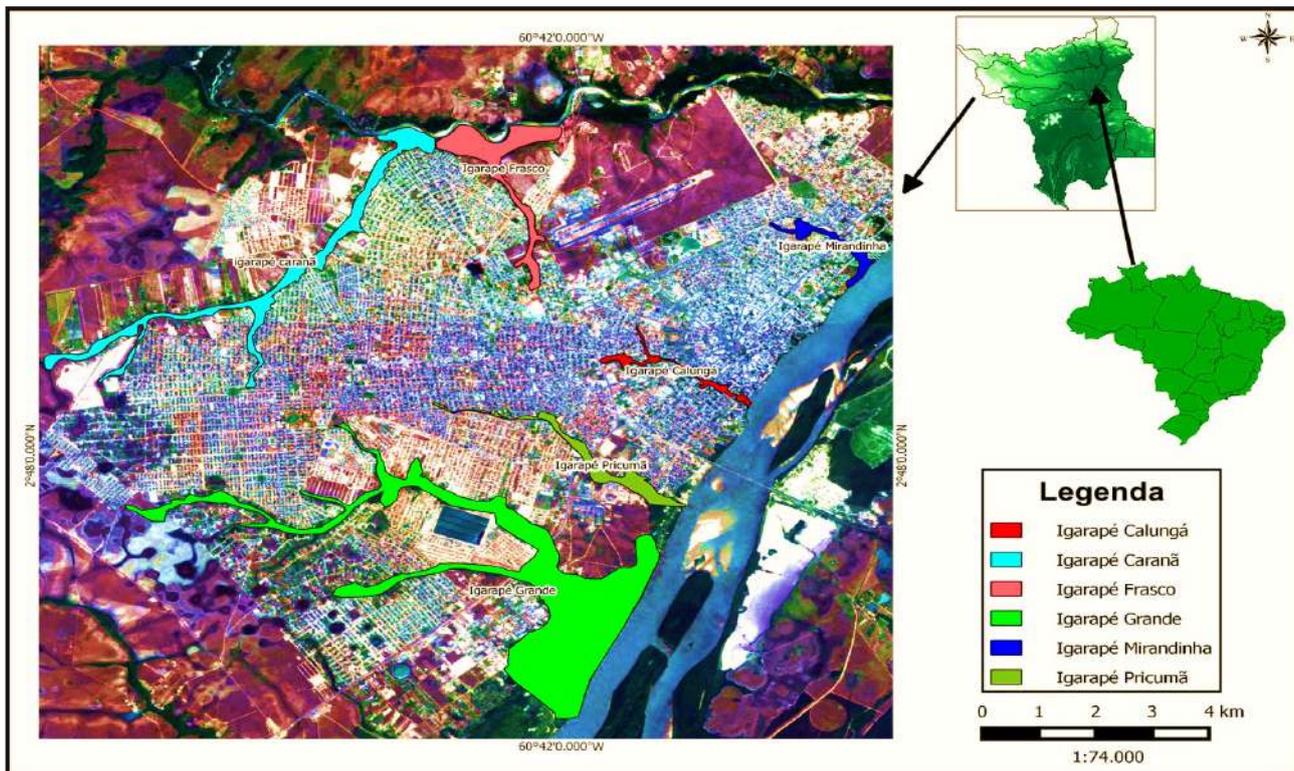


Figura 1 –Localização da cidade de Boa Vista.

Boa Vista insere-se em uma área com características bastante diversificadas. Segundo a classificação de Köppen, o clima da cidade de Boa Vista-RR, é do tipo AWi, isto é, tropical quente e úmido com uma estação chuvosa e outra seca bem acentuada, geralmente com 04 a 06 meses de estiagem, (BARBOSA; MIRANDA, 2005; EVANGELISTA et al., 2008). Geomorfologicamente, encontra-se assentada sobre a unidade morfoestrutural de relevo denominada Pediplano Rio Branco – Rio Negro, composta por sedimentos arenosos e areno-sílticos semi-inconsolidados de idade quaternária, associada a processos de erosão e deposições cíclicas, e alternâncias climáticas originárias do período Jurássico. Quanto aos solos, predominam o Latossolo Amarelo e Argissolo Amarelo (VALE JUNIOR; SOUSA, 2005; BESERRA et al., 2008). A vegetação representada na área de estudo está classificada como Savana Graminosa ou Gramínea Lenhosa (Sg) se estende pelos campos ondulados do Pediplano de Boa Vista (BARBOSA; MIRANDA, 2005).

2. Procedimentos Técnicos e Metodológicos

A pesquisa referente à variação espaço-temporal da evolução urbana e os impactos ambientais na bacia do igarapé Grande em Boa Vista, se deu de forma exploratória, visando, num primeiro momento, obter informações básicas sobre a cidade, além de informações específicas relacionadas às técnicas e conceitos aplicados ao trabalho. Após esse momento foram adquiridas no site do INPE (2009), imagens TM/LANDSAT-5 dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2004 e 2010, e iniciada uma rotina de tratamento e interpretação dos dados digitais visando à análise das mudanças da paisagem urbana durante os referidos períodos. Com um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação, foram identificadas as coordenadas dos pontos de controle necessários ao georreferenciamento das imagens. A classificação das unidades das paisagens urbanas imagens de TM/LANDSAT-5 e ALOS/Prisma contaram com procedimentos de análise visual e digital, e com visitas a campo para coleta de amostras de treinamento e validação (período de 2000 a 2010).

Para aumentar o contraste e melhorar o aspecto visual no intuito de facilitar a interpretação das imagens antes da aplicação das técnicas de processamento de dados, aplicou-se a técnica de realce visual e a técnica de aumento linear de contraste, conforme Mather (1999).

Durante a classificação supervisionada é importante a capacidade interpretativa do profissional que através do conhecimento das características da área de trabalho para auxiliar o resultado final do processo. Para uma melhor distinção dos elementos das imagens de satélite foi formada uma composição colorida RGB composta pelas bandas 1, 4 e 5, de acordo com Almeida (2008) que realizou o teste de OIF (Optimum Index Factor) e conseguiu os melhores resultados para essa composição.

Para a classificação das imagens, foi utilizado o algoritmo da Máxima Verossimilhança ou MAXVER que utiliza a média e a covariância dos pixels amostrados e calcula a probabilidade de que um pixel externo à amostra possa pertencer a elas. O processo de classificação foi realizado seguindo a função do programa do PCI Geomatics. O cálculo das matrizes de confusão foi realizado para cada recorte de imagem, sendo possível, assim, demonstrar o percentual de “pixels” que foram mapeados de forma correta. O desempenho da classificação gerada foi indicado pelo índice Kappa. A classificação seguiu o valor obtido pelo índice Kappa, Cohen (1960) representada na tabela 1.

Coefficiente Kappa	Desempenho da Classificação
< 0	Péssimo
$0 < K \leq 0,2$	Mau
$0,2 < K \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < K \leq 0,6$	Bom
$0,6 < K \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < K \leq 1,0$	Excelente

Tabela 1 – Coeficiente Kappa e conceitos de desempenho da classificação supervisionada segundo Cohen (1960).

Fonte: Elaborada pelo Pesquisador.

A aplicação da técnica de vetorização manual foi realizada diretamente na tela do computador. Após a adição da imagem raster, iniciou-se com o auxílio do mouse o desenho (em forma de pontos, linhas e polígonos) das drenagens, dos lagos, das rodovias principais etc. A vetorização gerou e armazenou seus arquivos em shapefile organizados em uma base hierárquica conforme a importância dos aspectos sobrepostos. Após a vetorização dos elementos (drenagem, lagos) de cada imagem foi realizada a análise booleana (intersecção, união) que consiste na sobreposição lógica dos arquivos (vetoriais ou matriciais), os quais são baseados no empilhamento de diferentes camadas de dados. A escolha dessa técnica se deu pela importância desta na análise ambiental apresentada por (FITZ, 2008; FLORENZANO, 2007).

3. Expansão Urbana de Boa Vista no Período de 1985 a 2010 e Os Impactos Ambientais sobre os Recursos Hídricos

Este estudo baseou-se em um processo de identificação visual das imagens resultante da classificação supervisionada (MAXVER), que permitiu analisar o processo de expansão do espaço urbano de Boa Vista entre 1985 e 2010 e os impactos ambientais da bacia do Igarapé Grande em decorrência da ação antrópica neste período. Para a classificação foram determinadas as seguin-

tes classes: Área Antropizada – representando o efeito da ação antrópica; Savana – representando a vegetação original de mesmo nome; Recursos Hídricos – constituindo as áreas de rios, lagos, igarapés e Mata Ciliar – destacando as formações vegetais das margens e algumas espécies arbóreas.

Observa-se na Figura 2, que o traçado urbano de Boa Vista teve um plano urbanístico elaborado e realizado por Darcy Aleixo Derenusson, na década de 1940, com avenidas largas que convergem para o centro em forma de leque (VERAS, 2009). No entanto, os resultados desse trabalho identificam que a cidade de Boa Vista não teve seu traçado inicial preservado, houve uma descontinuidade estética e estrutural, haja vista, que, o uso e ocupação do solo pelos migrantes não seguiu um planejamento urbano que considerasse essa premissa, fato “justificado” pelo crescimento acelerado e disperso que ocasionou o aumento de “conflitos” socioespaciais, degradação ambiental, falta de serviços urbanos, sobrecarga da infraestrutura existente e falta de acesso a terra, à renda, à moradia adequado.



Figura 2 - Plano de urbanização da cidade de Boa Vista projetado na década de 40. Fonte: Veras (2009).

A análise das imagens por meio da classificação supervisionada permitiu detectar que no ano de 1985, Boa Vista possuía uma área antropizada de aproximadamente 10,18% da área representada na Figura 3 (como demonstra também a Tabela 2) que passou para 13,26% em 1990 (Figura 4). Foi possível verificar também que a paisagem dominante naquela época era composta pela savana (lavrado) com aproximadamente 63% e por uma quantidade significativa de lagos espalhados por toda a paisagem.

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA km ²
15/09/1985	Savana	1	62.41	176,80
	Área Antropizada	2	10.18	28,83
	Mata Ciliar	3	18.94	53,66
	Corpos Hídricos	4	8.47	23,97
	Total		100,00	283.26

Tabela 2 - Percentagem de cobertura e área das classes estimadas pela classificação da imagem de 15/09/1985.

Constatou-se, ainda, que a ocupação do espaço urbano de Boa Vista começou a partir da margem direita do rio Branco a Leste e se estendeu para Oeste, como já indicava Agostinho (2005). No entanto, durante o processo de expansão não se considerou a preservação total dos lagos e as depressões (Áreas de Preservação Permanentes - APPs) das margens dos corpos hídricos, já que a margem do rio Branco se apresenta ocupado. Como impacto surge os alagamentos que afetam a população no período chuvoso.

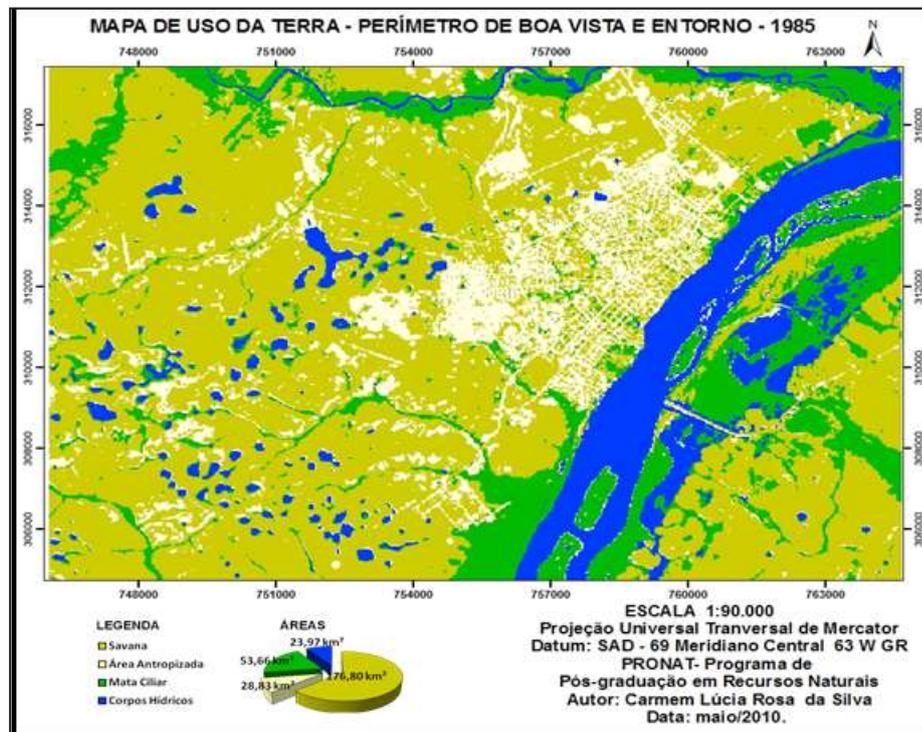


Figura 3 - Classificação gerada a partir das imagens TM/LANDSAT-5, recorte da cena 232/58, identificando a evolução urbana de Boa Vista -1985 à 2010.

O processo de expansão urbana de Boa Vista até o início da metade do século XX, foi lento, tendo em vista que, o Estado de Roraima até 1970 era dependente do rio Branco como meio de acesso ao restante do Brasil, fato que bloqueava a migração e o aumento da população na região, pois o rio não era navegável em toda sua extensão na estação da seca, devido à presença de corredeiras em parte do seu curso. Só a partir de 1976, com a conclusão da construção da BR174 ligando Boa Vista a Manaus, é que surge uma nova era de ocupação regional possibilitando a vinda de migrantes e o crescimento da população (DINIZ; SANTOS, 2005; VERAS, 2009).

Outro fator importante para o crescimento populacional no estado de Roraima, também nas últimas décadas do século XX, foi o período do auge aurífero da década de 1980, que atraiu pessoas de todas as regiões do Brasil, em direção à cidade de Boa Vista, intensificando a expansão urbana (VERAS, 2009). Tal fenômeno não foi acompanhado por um planejamento urbano eficaz, o que permitiu uma ocupação espontânea, desconsiderando a preservação ambiental e prejuízos ao meio ambiente, principalmente, aos rios, igarapés e lagos da cidade.

A matriz de confusão calculada para essa análise demonstrou que ocorreram poucas misturas entre as classes. O maior erro (confusão) foi na classe corpos hídricos, onde, 1,25% dos 300 pixels selecionados foram atribuídos a classe mata ciliar e savana. O conceito de desempenho da classificação segundo Cohen (1960) foi excelente, pois o cálculo de coeficiente Kappa ficou em 0.97167, como mostra a tabela 3.

NOME	CÓDIGO	1	2	3	4
Mata Ciliar	1	99.56	0.44	0.00	0.00
Savana	2	0.25	99.01	0.74	0.00
Área Antropizada	3	0.00	0.67	99.33	0.00
Corpos Hídricos	4	1.25	1.25	0.00	97.50
Total			100,00	283.26	

Tabela 3 - Matriz de confusão e coeficiente Kappa gerados pela classificação na imagem de 15/09/1985. Coeficiente Kappa = 0.97167

Observou-se, na Figura 4, que a maior parte das áreas correspondente à classe área antropizada, situa-se à frente do avanço da expansão anterior, provavelmente representando um indicativo de futuras ocupações. A expansão urbana indicada na década de 1990, se justifica pela transformação do Território Federal para Estado de Roraima, promulgada pela Constituição Federal de 5 de outubro de 1988, que impulsionou um aumento do contingente populacional nessa direção. Isso promoveu uma intensa migração para a cidade de Boa Vista e a persistência do uso e a ocupação irregular do solo nesse período, momento em que a população de Roraima atingiu cerca de 140.000 habitantes.

Nesse período, os projetos de colonização agrária de Roraima também contribuíram para o intenso fluxo migratório, tanto para a zona rural como urbana, como consta na pesquisa de Bonatto (2002). Segundo Vale (2007), houve também nesse tempo a chegada de migrantes que vieram para ocupar cargos públicos como: técnicos especializados, professores, médicos, dentre outros.

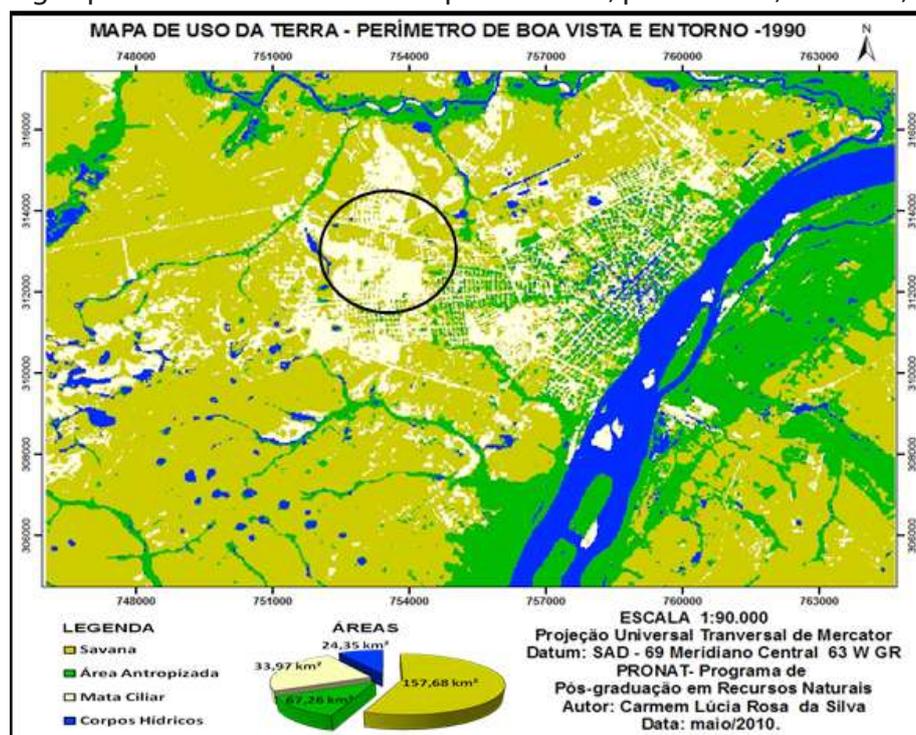


Figura 4 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT -5, de 17/05/1990.

Na Tabela 4, verifica-se que, em 1990, a presença da classe área antropizada continua seguindo a frente da expansão anterior, configurando uma ampliação na ocupação urbana dispersa. A área de 28,33 km² dessa classe expandiu para 33,97 Km², o que não significa uma moderação da expansão urbana, pois parte da área antropizada de 1985, foi representada na classe mata ciliar que ocupou essa área e se elevou de 53,66 para 67,26 km² devido ao aumento característico do

crescimento das espécies arbóreas plantadas nesse espaço. Portanto, observando a imagem em questão é possível detectar a expansão urbana, pela mancha urbana visível e inserida nas classes área antropizada e mata ciliar, pois parte dessa última é composta pela arborização dos lotes urbano, efetuada pelos moradores por meio do plantio de espécies arbóreas para sombrear suas moradias. Percebe-se ainda, que a classe corpos hídricos sofreram uma ampliação de 23,97 para 24,35 Km² de área e no entanto o que se detecta é a redução dos corpos hídricos como pode ser comprovado na área destacada na figura 4 onde pequenos lagos deixaram de existir.

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA (km ²)
17/05/1990	Savana	1	55.67	157,68
	Área Antropizada	2	11.99	33,97
	Mata Ciliar	3	23.74	67,26
	Corpos Hídricos	4	8.60	24,35
	Total		100,00	283,26

Tabela 4 - Percentagem de cobertura e área das classes estimadas pela classificação da imagem de 17/05/1990.

A matriz de confusão apresentada na tabela 5 e o índice de Kappa, demonstram que a classificação foi excelente. Ocorreram poucas misturas entre as classes. Os erros (confusão) em todas as classes se mostram entre 0,20 e 0,67%. O maior erro foi para a classe corpos hídricos.

NOME	CÓDIGO	1	2	3	4
Mata Ciliar	1	99.80	0.00	0.20	0.00
Savana	2	0.20	99.60	0.20	0.00
Área Antropizada	3	0.00	0.33	99.67	0.00
Corpos Hídricos	4	0.33	0.00	0.34	99.33
	Total		100,00	283.26	

Tabela 5 - Matriz de confusão e coeficiente Kappa gerados pela classificação no recorte de imagem de 17/05/1990. Coeficiente Kappa = 0.99489

A classificação feita para 1995 permitiu observar o descontínuo avanço da classe savana, que caracteriza a expansão urbana (tabela 6), e a expansão da área representada pela classe área antropizada, reforçando o já dito anteriormente sobre a ampliação da mancha urbana no ano de 1990. Observando a distribuição espacial dessas classes, foi detectado o espaço ocupado similar ao definido pela vetorização manual mostrada na Figura 8, localizada ao final desse artigo. Portanto pode-se afirmar que a área urbana identificada pela classe área antropizada caracteriza uma contínua ocupação recente (Figura 5).

O acréscimo para a classe recursos hídricos sugere um maior volume de água, em função do período chuvoso coincidente com a imagem analisada ser do mês de maio de 1995, que pode ter sido ampliada por um índice pluviométrico decorrente de um momento de precipitação na hora em que a imagem foi captada. A classe mata ciliar, continua marcando a presença dos rios e igarapés numa proporção igual à análise anterior, além de ir se apresentando em concomitância ao processo de urbanização. Quanto à área urbana nota-se o aumento significativo, em direção ao setor Oeste, áreas de povoamento mais recente, nesse aspecto, a área arborizada marca um ponto positivo no processo, pelo fato de contribuir para a infiltração do solo.

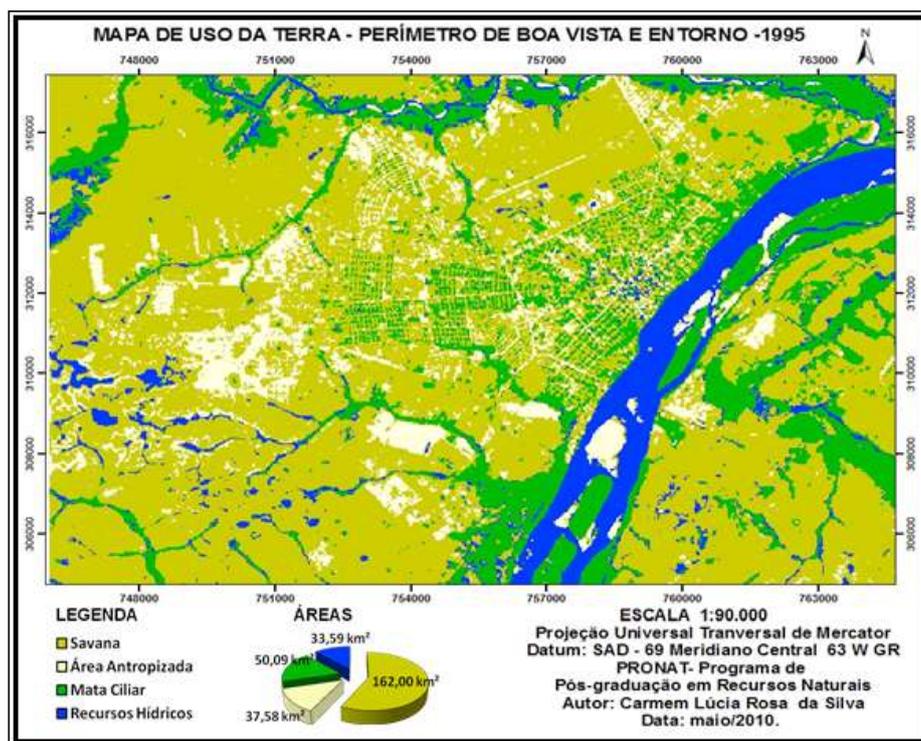


Figura 5 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5, de 06/05/1995.

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA (km ²)
06/05/1995	Savana	1	57.29	162,00
	Área Antropizada	2	13.26	37,58
	Mata Ciliar	3	17.60	50,09
	Corpos Hídricos	4	11.85	33,59
	Total		100,00	283.26

Tabela 6 - Percentagem de cobertura e área das classes estimadas pela classificação da imagem de 06/05/1995.

No ano 2000, verificou-se que houve uma maior intensidade da expansão urbana em relação aos anos anteriores, destaque evidenciado pelo aumento da classe área antropizada que passou de 37,58 para 65,50 Km² (tabela 7).

O acréscimo ressaltado pela classe mata ciliar demonstra a expansão da vegetação arbórea, característico de urbanização antiga. A classe corpos hídricos assinalou para essa época uma variação significativa, de 1995 para 2000, que passou de uma área de 24,35 para 37,01 km². Tal acontecimento não significou preservação ou aumento na porção hídrica, e sim, o efeito ocorrido durante o processo de classificação (Figura 6).

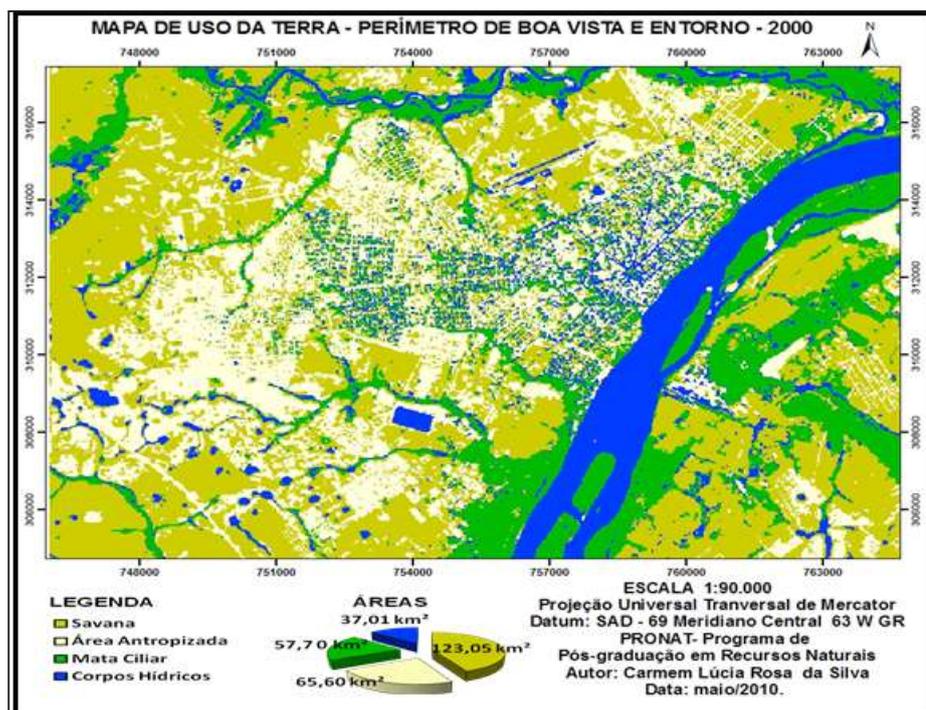


Figura 6 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5, de 01/04/2000.

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA (km ²)
01/04/2000	Mata Ciliar	1	20.37	57,70
	Savana	2	43.45	123,05
	Área Antropizada	3	23.12	65,50
	Corpos Hídricos	4	13.06	37,01
	Total		100,00	283.26

Tabela 7 - Número de “pixels”, porcentagem de cobertura e área das classes estimadas pela classificação da imagem de 01/04/2000.

A avaliação da classificação mostrada na matriz de confusão apresentada na tabela 8 destaca uma pequena margem de erro em todas as classes. Comprova que os erros mais significativos estão na classe corpos hídricos que identificou 2,81% dos 300 “pixels” selecionados como savana. O índice de Kappa apresentou um excelente resultado com o coeficiente 0,98366.

NOME	CÓDIGO	1	2	3	4
Mata Ciliar	1	99.80	0.00	0.20	0.00
Savana	2	0.20	99.60	0.20	0.00
Área Antropizada	3	0.00	0.33	99.67	0.00
Corpos Hídricos	4	0.33	0.00	0.34	99.33
	Total		100,00	283.26	

Tabela 8 - Matriz de confusão e coeficiente Kappa gerados pela classificação no recorte de imagem de 01/04/2000. Coeficiente Kappa = 0,98366

Vale salientar que a análise das classificações observadas ressalta que a expansão urbana até esse momento seguiu lentamente em direção à área que abrange a Zona Norte de Boa Vista, e de forma acelerada em direção à Zona Oeste. Padrão de direcionamento entendido quando se analisa a pesquisa de Vale (2007) e Veras (2009) ao destacarem que o Plano Diretor da Cidade de Boa Vista, no que se refere à divisão de zonas, setores e bairros, foi um direcionador da expansão

urbana para o setor Oeste, definido como zona de expansão para a classe de poder aquisitivo baixo. Quanto aos recursos hídricos, observa-se a expansão em detrimento dos igarapés existentes. Vale salientar que a mancha urbana desse período sofreu a influencia dos trabalhadores do setor extrativista, devido ao fechamento dos garimpos pela Polícia Federal na década de 1990.

No ano de 2004, a classificação apresentou-se bastante complexa, o espaço ocupado pouco variou em relação ao tempo antecedente. A classificação supervisionada não foi fidedigna com a realidade do processo de expansão urbana, pois a classe área antropizada de 65,50 km² em 2000 regrediu para 33,10 km² em 2004, o que não condiz com a realidade visualizada na imagem e que ocorreu no espaço urbano (tabela 9).

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA (km ²)
06/05/1995	Savana	1	57.29	162,00
	Área Antropizada	2	13.26	37,58
	Mata Ciliar	3	17.60	50,09
	Corpos Hídricos	4	11.85	33,59
	Total		100,00	283.26

Tabela 9 - Número de “pixels”, porcentagem de cobertura e área em km² das classes estimadas pela classificação da imagem de 11/03/2004.

Por meio da análise visual e vetorizada, foi possível verificar uma expansão praticamente estagnada entre 2000 e 2004, que podemos confirmar na Figura 8 ao final deste trabalho. O equívoco da classe área antropizada se repete na classe savana que se mostra ampliada de 123,05 para 140,85 km² (tabela 9) mas, que pode não estar associada a diminuição do espaço urbano ocupado, e sim a espaços de recomposição gramínea em área antes ocupada, quando esse é abandonado por algum tempo a espera da realização de obras de construção. No entanto, no que

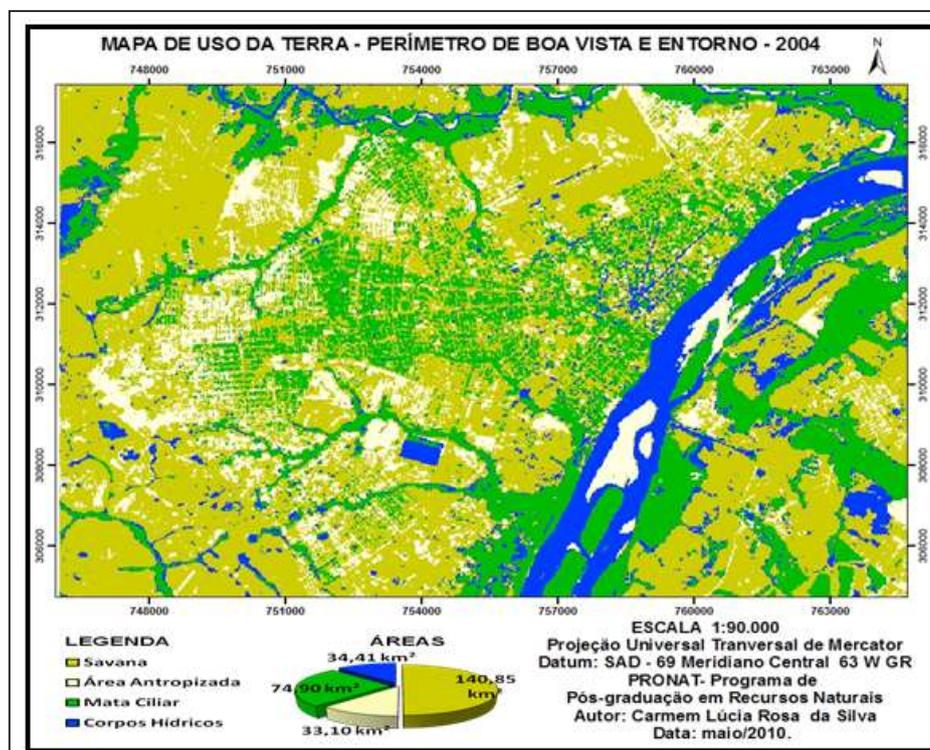


Figura 7 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5, de 11/03/2004.

V CBEAAGT

diz respeito aos igarapés urbanos, verifica-se que a degradação continua, pois a presença destes fica dada vez mais restrita. Seguindo ainda a classificatória apresentada na Figura 7, referente à mata ciliar, é possível detectar que a elevação no índice, se deu em detrimento do crescimento vegetal da composição arbórea, plantadas nos anos anteriores e a diminuição representada na classe corpos hídricos, caracteriza essa ocasião como o momento de maior intervenção antrópica sobre os lagos e igarapés desde 1985. Esse segmento está relacionado ao número de habitantes que, segundo dados do IBGE foram estimados em 236.319. O aumento dessa época em relação ao período anterior foi de mais ou menos 36.000 habitantes. Em termos relativos, o crescimento populacional foi de 2,9%.

NOME	CÓDIGO	PIXEL	1	2	3	4
Mata Ciliar	1	500	98.71	0.14	0.00	1.14
Savana	2	500	0.00	99.90	0.00	0.10
Área Antropizada	3	300	0.00	1.00	99.00	0.00
Corpos Hídricos	4	300	1.38	1.75	0.00	96.88

Tabela 10. Matriz de confusão e coeficiente Kappa gerados pela classificação no recorte de imagem de 11/03/2004. Coeficiente Kappa = 0.98047

As estimativas obtidas em 2010, quando analisada pela vetorização manual demonstrada na Figura 10, mostra uma paisagem que mantém a configuração da expansão urbana relatada na classificação Supervisionada no ano de 2009 da Figura 8, facilmente detectada pela classe, área antropizada juntamente com a classe mata ciliar que somada representam a área de expansão urbana (Tabela 11). Relembrando a classe mata ciliar se caracteriza em parte como expansão urbana pelo fato de ser contemplada também pela vegetação arbórea inserida no espaço urbano pelos moradores que a habitam.

DATA	CLASSE	CÓDIGO	IMAGEM (%)	ÁREA (km ²)
19/10/2009	Savana	1	22.18	91,17
	Área Antropizada	2	55.94	73,48
	Mata Ciliar	3	8.86	81,73
	Corpos Hídricos	4	13.02	36,88
	Total		100,00	283.26

Tabela 11 - Número de "pixels", porcentagem de cobertura e área das classes estimadas pela classificação da imagem de 19/10/2009.

estudou os movimentos migratórios para Roraima. Apresentada na tabela 10 e o índice de Kappa, afirma que a classificação foi excelente. Ocorreram poucos erros. Os erros (confusão) em todas as classes se mostram entre 0,20 e 0,67%. O maior erro estabelecido foi o de água para terra.

V CBEAAGT

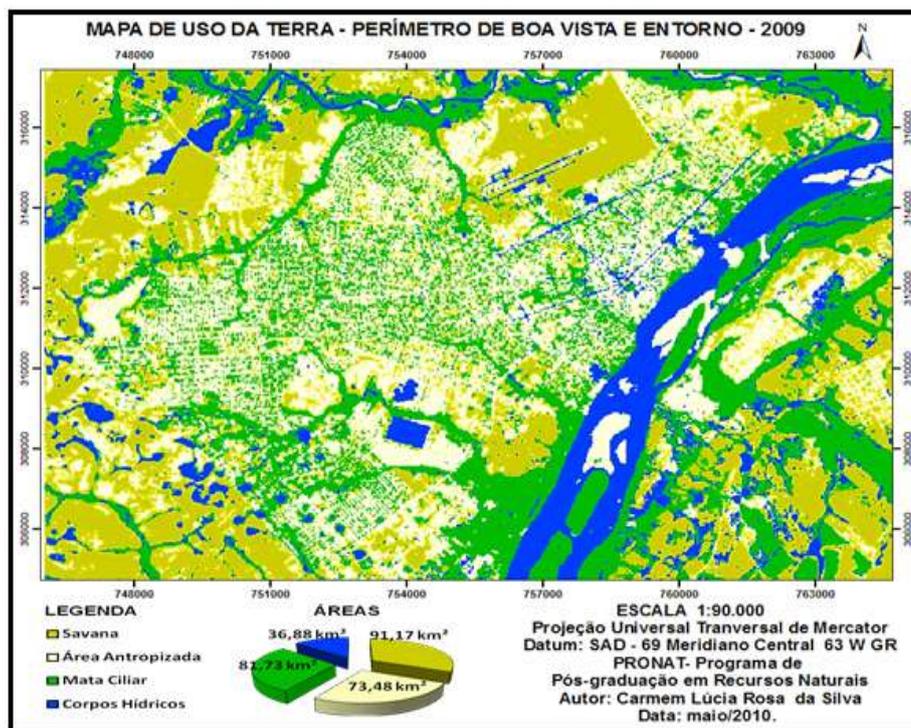


Figura 8 – Mapa de classificação gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5, de 19/10/2009.

A expansão urbana de Boa Vista está associada aos períodos de incentivo à colonização, à atividade garimpeira e à criação do Estado de Roraima. O intenso fluxo populacional diante da necessidade de moradia desconsiderou a vegetação típica do lavrado (Savana), em detrimento da ocupação urbana. Relacionando os pontos críticos de alteração ambiental visualizados na imagem de 2009, as visitas de campo, detectou-se as seguintes alterações: a ocupação do solo nas áreas de preservação permanentes dos igarapés, assoreamento no leito, aterramento das áreas de nascentes nas cabeceiras de drenagem, para a construção de moradias e acessos, edificação de casas no leito dos canais e construção de canais para escoamento pluvial, ocupação da planície de inundação, a retiradas pontuais da mata ciliar, a construção de açudes nas APPs, etc. (Figura 9).



Figura 9 - Moradia construída sobre o canal do igarapé Uai; Assoreando no canal do igarapé Grande; Rua ultrapassando o lago; Açude construído na margem do igarapé Paca. Todos localizados - Boa Vista. Fonte: Autor, 2010.

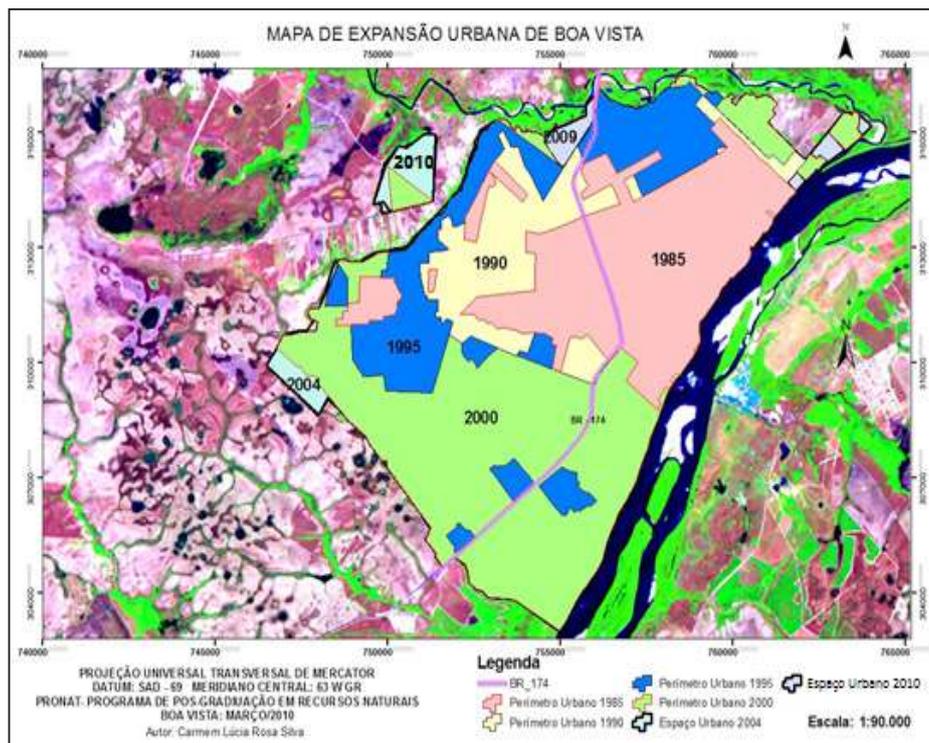


Figura 10 – Evolução urbana de Boa Vista e seu entorno no período de 1985 a 2010, gerado a partir de recorte da cena 232/58 da imagem TM/LANDSAT-5 em composição RGB 123 (de 09/10/2010) por meio da vetorização manual.

A velocidade em que se deu o processo de expansão urbana de Boa Vista, foi além da capacidade dos planejadores e representantes locais em propiciar a infraestrutura básica de organização do espaço urbano e de proteção ambiental durante o avanço na ocupação do solo. As formas de crescimento e expansão urbanas atuais, em especial de Boa Vista, precisam ser repensadas dentro de um planejamento e de uma gestão que garanta a sustentabilidade da cidade e a segurança dos cidadãos.

4. Conclusão

A classificação supervisionada MAXVER não foi fidedigna com a realidade do processo de expansão urbana durante o estudo, precisando da análise visual e vetorizada como suporte para demonstrar a expansão urbana em alguns momentos.

A expansão urbana de Boa Vista está associada, principalmente, aos períodos de incentivo à colonização agrícola, à atividade extrativa garimpeira e à criação do Estado de Roraima, que impulsionaram migrações de todas as regiões do Brasil.

A velocidade em que se deu o processo de expansão urbana de Boa Vista foi além da capacidade dos planejadores e representantes locais em propiciar a infraestrutura básica de organização do espaço urbano e de proteção ambiental das bacias hidrográficas, durante o avanço na ocupação do solo, gerando sérios problemas ambientais, exemplificados no texto.

As alterações ambientais, principalmente na bacia hidrográfica do igarapé Grande em Boa Vista, gerados em função de sua forma de crescimento e expansão urbana intensa e dispersa, aponta que o planejamento e a gestão precisam ser repensados dentro de uma visão que garanta a sustentabilidade da cidade e a segurança dos cidadãos.

Referências

- AGOSTINHO, J. A Questão ambiental em Roraima. **Revista Ação Ambiental: Roraima ambientes do extremo Norte do Brasil**, Viçosa, n.32, p.7-10, jul./ ago. 2005.
- ALMEIDA, D. A. **Utilização de Imagens LANDSAT – 5/TM e SRTM para reconhecimento e análise das mudanças na paisagem da Serra de Pacaraima**. Boa Vista, Universidade Federal de Roraima, 2008. 107 f. (Dissertação Mestrado).
- BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Diversidade de savanas de Roraima. **Revista Ação Ambiental: Roraima ambientes do extremo Norte do Brasil**, Viçosa, n.32, p.19-23, jul./ ago. 2005.
- BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S.S. Geomorfologia do Estado de Roraima por imagens de sensores remotos. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo estado**. Boa Vista: UFRR, 2008. p.168-192.
- BONATTO, F. **Transformações na paisagem natural de Boa Vista, Roraima: um diagnóstico ambiental por geoprocessamento**. 2002. 346f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- COHEN, J. A. Coefficient of agreement for nominal scales. **Educação and pshychological Measurement**, V,20, n.1, p.37-46, 1960.
- CUNHA, S. B. Canais fluviais e a Questão ambiental. In: GUERRA A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org). **A Questão Ambiental: Diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.219-239.
- DINIZ, A. M.; SANTOS, R. O. O Vertiginoso crescimento populacional de Roraima e seus impactos socioambientais. In: **Caderno de Geografia, Belo Horizonte**, v.15, n.25, p. 23-44, 2º Sem. 2005. Disponível em: <www.pucminas.br/documentos/geografia_25_art02.pdf>. Acesso em 15 nov. 2009.
- EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER. Estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do Rio Branco, Estado de Roraima. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: As geografias de um novo estado**. Boa Vista: UFRR, 2008. p.142-167.
- FARIA, A. P. **A Dinâmica e Fragilidade das Bacias Fluviais de Primeira Ordem**. Rio de Janeiro, 1996. 218f. Tese (Doutorado em Geomorfologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FARIA, A. P. As Conseqüências da Erosão em Microbacias Sobre os Canais Efêmeros, Intermitentes e Perenes. In: **Cadernos de Geociências**, 1994. n.11, p.67-83. Disponível em: <cac.php.unioeste.br/pos/media/File/geografia/.../Estrutura_e_Dinamica1.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2009.
- FERNANDEZ, O. V. Q.; SPONCHIADO, C.; GAUER, M.; SORATTO, A. A.; BECK, A. C.; SANDER, C.; REBELATTO, G. E. Estrutura da Rede de Drenagem Numa Bacia de Primeira Ordem na Região Oeste do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA APLICADA, n.8, 1999, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: U FMG, 1999. 250p. p. 165 - 167.

- FITZ, P. F. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- INPE. **Divisão de geração de imagens: Os satélites Landsat 5 e 7**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2009. Disponível em: <(http://www.dgi.inpe.br/CDSR/)>. Acesso em: 03 nov. 2009.
- MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: introduction**. 2. ed. Nova York: John Wiley and Sons, 1999.
- SANDER, C. **Variação Espaço-Temporal da Densidade de Drenagem e Mudanças Antrópicas na Cabeceira do Córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon (PR)**. Maringá, 2003. 162f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais na Área de Análise Ambiental). Universidade Estadual de Maringá.
- SANTOS, C. A. M.; NUNES, J. O. R. A Relação espaço-tempo pra formação do relevo da cidade de Marília e seu sistema de afastamento e tratamento de esgoto. **1º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008, Rio Claro**. VIII Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Rio Claro, 17-19 abr., p.499-513.
- SILVA, P. R. F. **Dinâmica territorial urbana do estado de Roraima – Brasil**. São Paulo: USP, FFLCH, PPGGH, 2007.
- _____, Dinâmica territorial e impactos ambientais nas cidades Amazônicas – uma análise a partir de Boa Vista – Roraima. **Anais do IX SIMPURB** – Simpósio Nacional de Geografia Urbana. Manaus: EDUA, 2005.
- VALE JUNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L. Solos da Amazônia: caracterização e distribuição dos solos das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005, p.79-91.
- VALE, A. L. F. **Migração e territorialização: as dimensões territoriais dos nordestinos em Boa Vista / RR**. São Paulo, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, 2007. 293 f. (Tese Doutorado).
- VERAS, A. T. R. **A Produção do espaço urbano de Boa Vista – Roraima**. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2009. 235 f. (Tese Doutorado).

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL POTENCIAL NA MICROBACIA DO RIO SALAMANCA/CE

*FRANCISCO MARCIANO DE ALENCAR SILVA
SIMONE CARDOSO RIBEIRO
ANA PATRÍCIA NUNES BANDEIRA*

Resumo

Este trabalho tem como intuito a identificação e caracterização das áreas que apresentam fragilidade ambiental potencial com a finalidade de oferecer subsídios de planejamento ambiental, colocando o fator antrópico como potente intensificador dos processos morfogenéticos. A pesquisa iniciou-se pela elaboração da fundamentação teórica, no intuito de adquirir embasamento sobre o assunto, com a leitura de diversos trabalhos sobre fragilidade ambiental e risco geomorfológico a fim de entender como esses processos ocorrem em nosso meio. O mapeamento das áreas de fragilidade ambiental potencial encontrada ao longo da microbacia do rio Salamanca, tiveram como parâmetros de análise as cartas de declividades, compartimentação da vertente (curvatura) e classes de solos, relacionadas através de geoprocessamento no software Arcgis 9.3. A microbacia do rio Salamanca apresenta uma heterogeneidade na classificação no grau de fragilidade, mas as classes mais representativas na área são as classes 1 e 2 com respectivamente 102,3 km² e 97,55 km². Essa fragilidade pode ser aumentada consideravelmente pelas atividades antrópicas.

Palavras-chave: Fragilidade ambiental, risco geomorfológico, microbacia.

Abstract

This work has as objective the identification and characterization of areas with potential fragility in order to provide environmental planning subsidies, putting the anthropic factor as a potent enhancer of morphogenetic processes. The search began for drafting the theoretical foundation in order to acquire grounding on the subject, with the reading of several works on environmental fragility and geomorphological risk in order to understand how these processes occur in our midst. The mapping of the areas of environmental fragility potential found along the watershed of the river Salamanca had as analysis parameters letters of steepness, compartmentalization shed (curvature) and soil class related through geoprocessing in ArcGIS 9.3 software. The watershed of the river Salamanca has a heterogeneity in the classification in the degree of fragility, but the most representative classes in the area are the classes 1 and 2 respectively with 102,3km² and 97,55km². This weakness can be increased considerably by anthropogenic activities.

Keywords: Environmental Fragility, geomorphological risk, watershed.

1. Introdução

Na metade do século XX, houve no Brasil uma grande expansão dos centros urbanos brasileiros, e o rápido crescimento das cidades interioranas. É neste período que os aglomerados urbanos surgem aceleradamente.

Segundo Guerra e Cunha (2009), as áreas urbanas onde as ocupações humanas são intensas e muitas vezes desordenadas, torna esses locais sensíveis as diversas transformações antrópicas a medida que se intensificam em frequência e intensidade o desmatamento, a ocupação irregular, a erosão e o assoreamento dos canais fluviais.

Com o crescimento urbano desordenado surgem riscos para a sociedade e o meio natural. Onde se observa que um dos problemas associado a instalação precária de algumas cidades e vilas, pode aumentar o risco de acidentes que podem ser provocados por processos geomorfológicos. Guerra e Marçal (2006) confirmam que a urbanização tem um papel fundamental nos danos ambientais ocorridos nas cidades: o crescimento populacional causa pressão sobre o meio físico urbano e produz a poluição do ar, do solo, e das águas, deslizamentos, enchentes e outros problemas. Desta forma, o crescimento urbano acelerado tem produzido grandes aglomerados populacionais desordenados com impactos negativos ao ambiente e conseqüentemente na qualidade de vida.

No Brasil a ocorrência de risco geomorfológico, como deslizamentos de terra e enchentes/inundações acontecem em escalas consideráveis, porém, os efeitos mais lesivos se restringem as inundações de áreas urbanas, dada não apenas a maior concentração populacional, mas, principalmente a ocupação imprópria da planície de inundação de canais fluviais e áreas com potencial de fragilidade elevada. Segundo Cerri (1999), as áreas de risco, tais como: encostas de morros inclinados ou à beira de rios, são regiões onde não é recomendada a construção de casas ou instalações, pois são muito expostas a desastres naturais, como desabamentos e inundações.

O estudo das áreas de fragilidade ambiental é importante para os estudos geográficos, especialmente para o planejamento do uso e ocupação do solo. É necessária também a preocupação do estado, na qual envolva planejamento a fim de minimizar os danos ocasionados pela ocorrência de movimentos de massa, como deslizamento, desabamento entre outros.

Neste trabalho o estudo da fragilidade potencial tem um caráter importante, pois tem como recorte espacial a microbacia do rio Salamanca, localizada no município de Barbalha - CE, e apresenta características geoambientais diferenciadas do contexto semiárido, pois encontra-se inserida em uma área de exceção, denominada segundo Ab' Saber (2003), de "brejos" e por Souza e Oliveira (2006), de "enclaves úmidos".

Em uma visão sistêmica, levando em consideração a inter-relação dos fatores ambientais permanentes, foi possível realizar um diagnóstico ambiental na microbacia. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar as áreas de fragilidade ambiental potencial com a finalidade de oferecer subsídios de planejamento ambiental, colocando o fator antrópico como potente intensificador dos processos morfogenéticos.

1.1 Caracterização geral da área de estudo

A microbacia hidrográfica do rio Salamanca, situada no município de Barbalha - Ceará, como pode ser observada na figura 1, é delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas: 7° 18' 40" Latitude sul e 39° 18' 15" longitude oeste e possui uma extensão territorial de 372,4km² (IPECE, 2014).

A geologia da microbacia do rio Salamanca é constituída por rochas do tipo arenitos, siltos, margas, folhelhos, gipsita, depósito de talus e sedimentos argilosos. A região de estudo é escavada nas camadas superiores dos sedimentos mesozoicos que ocupam a parte oriental da

Bacia do Araripe.

De acordo com a coluna estratigráfica da bacia sedimentar do Araripe apresentada por Assine (1992) e DNPM (1996), os arenitos apresentam uma granulometria variável, contendo leitos intercalados de arenitos grosseiros a conglomeráticos, estas rochas são encontradas no grupo da formação Exú. Os Siltitos são rochas sedimentares clástica formada pela deposição e litificação de sedimentos com grãos de tamanho silte, intermediário entre os tamanhos areia e argila e também composta principalmente por quartzo, feldspato, mica e argila. Os folhelhos e Margas apresentam cinza-esverdeados com intercalações de um horizonte rico em concreções carbonáticas de dimensões variadas, contendo, na sua grande maioria, peixes e fósseis. Ainda intercalados nos folhelhos nota-se a presença de calcários argilosos fossilíferos e lentes de arenitos friáveis que Está inserida na formação Santana. A gipsita é o sulfato mais comum, ocorrendo em evaporitos ou como camadas interestratificada com folhelhos, calcário e argila que são encontrados na formação Santana.

Os solos reconhecidos na área de pesquisa são representados pelas seguintes classes: Latossolo Amarelo distrófico, Latossolo Amarelo álico, Neossolos Flúvicos eutróficos, Neossolos Litólicos eutróficos e distróficos e Neossolos Quartzarênicos. Essas classes de solos podem ser encontradas no Levantamento Exploratório feito Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1973.

Como principal relevo da microbacia, destaca-se a chapada do Araripe que é uma forma recente pertencente a era Cenozoica de origem sedimentar e de forma tabular. Esculpido em rochas mesozoicas, possui cotas altimétricas em torno de 900 metros (IPECE, 2007).

Pode-se também reconhecer três zonas geomorfologicamente distintas, a 1ª zona da chapada: é constituída pelos arenitos da formação Exu. Apresenta um relevo tabular quase plano limitado em quase toda extensão por escarpas abruptas. 2ª zona talude: bordejando o sopé da chapada, incluindo, geologicamente, as formações Exu, Arajara e Santana. 3ª zona é formada por pediplano: constituída por depressão topográfica que circunda a chapada do Araripe, esta zona é bem representada na porção cearense da bacia sedimentar do Araripe. O Vale do Cariri, emoldurada ao sul pelas falésias escarpadas da chapada e ao norte e nordeste pela formação Mauriti. A litologia do Vale do Cariri se relaciona com as formações Rio da Batateira, Abaiara, Missão Velha e Brejo Santo, estando este conjunto balizado ora pelos arenitos da formação Mauriti, ora pelas rochas do embasamento cristalino (DNPM, 1996).

O clima predominante caracteriza-se como Tropical Quente Semiárido Brando, com uma precipitação pluviométrica de 1.153mm anuais. Um estudo feito a partir de dados de precipitação das séries históricas contidos no site da FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, do período de 1979 a 2008, mostrou que as chuvas na região concentram-se entre os meses de janeiro a março, e tendo como trimestre mais seco os meses de julho, agosto e setembro (SILVA et al, 2010).

Os tipos de vegetação predominante na microbacia são: Floresta Caducifólia Espinhosa, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial e Floresta Subcaducifólia Xeromorfa, (IPECE, 2007). Sendo que na maior parte desta área predomina a floresta úmida semi-perenifólia numa faixa margeando a encosta da chapada (Mendonça, 2001).

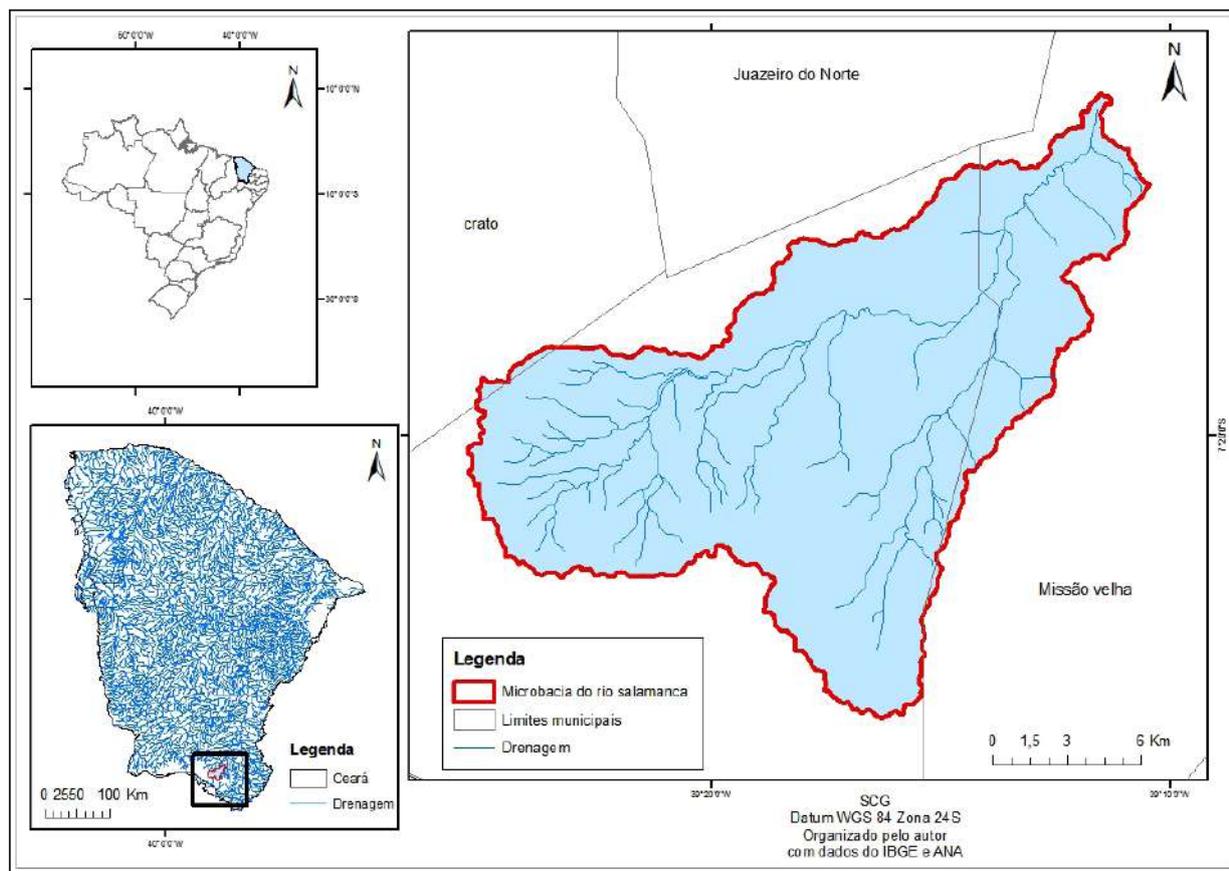


Figura 1: localização da área de pesquisa. Fonte: Delimitação da bacia do rio Salamaça foi processada pelos autores a partir de imagem SRTM/TOPODATA (resolução de 30 m). As informações da rede de drenagem do estado do Ceará foram obtidas na Agência Nacional de Águas (ANA) 2013 e a delimitação do país, estado e município, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010.

1.2 Fragilidade ambiental

Os grandes problemas existentes principalmente nos centros urbanos, como a questão de eventos naturais provocados pela ação antrópica, como os desabamentos, deslizamentos entre outros, são fatos que poderiam ser minimizados com o planejamento ambiental. A falta do mapeamento de fragilidade ambiental em áreas ocupada ou que serão ocupadas pelo o homem, pode levar sérios problemas em relação à fragilidade do solo. Para Rangel e Ross (2009), a fragilidade ambiental entende-se como o grau de suscetibilidade do meio ao dano, diante a incidência de determinadas ações ocorrida por eventos naturais.

A fragilidade está relacionada com a instabilidade do relevo, na qual se classifica em fragilidade potencial, onde está relacionada as características naturais combinadas do solo e a fragilidade emergente considera o grau de fragilidade natural potencial, avaliando o uso da ação antrópica ocorrente (Rangel e Ross, 2009).

1.3. Riscos geomorfológicos

De acordo com conceitos utilizados na *Internacional Union of Geological Sciences – IUGS*, Risco (risk) pode ser classificado como uma medida da probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente. Risco é geralmente estimado pelo produto entre a

probabilidade e as consequências. Perigo (hazard) é uma condição com potencial de causar uma consequência desagradável. Alternativamente, o perigo é a probabilidade de um fenômeno particular ocorrer num dado período.

Segundo Reckiegel, *et al* (2005, *apud* FILHO, 2011), riscos geomorfológicos se incluem em uma concepção de risco natural, pois os processos naturais fazem parte da dinâmica natural da terra e ocorrem independentes da presença do homem.

Ainda Cerri (1999), as ações do homem podem acelerar, intensificar e induzir a ocorrência de muitos deles (enchentes, escorregamentos, erosão etc.), especialmente devido as alterações ambientais provocadas pela ocupação, a expressão processos naturais, inclui, também, os processos induzidos pelas atividades do homem.

Siqueira (2011) define risco como uma consequência da decisão livre e consciente de se expor a uma situação na qual se luta pela realização do bem havendo a possibilidade de ferimento.

Sendo assim, caracteriza-se como risco a possibilidade da ocorrência de um evento perigoso, sobre uma determinada área, sendo que esse evento perigoso é resultante das diversas formas de uso e ocupação do solo, e o mesmo acarretará algum tipo de perda aos componentes do meio ambiente e ao sistema produtivo. Assim a declividade natural do terreno, poderá indicar um fator de risco natural, sendo que o fator ameaçador passa a ser a lixiviação do solo, assoreamento e contaminação das águas superficiais. Sendo que estas características podem ser intensificadas quando ocorre a retirada da vegetação e, em seguida a prática de atividades de exploração do solo praticada pelo o homem.

2. Material e método

A identificação das áreas de fragilidade ambiental potencial ao longo da micro bacia do rio Salamanca, tiveram como parâmetros de análise as cartas de declividades, compartimentação da vertente (curvatura) e classes de solos.

A carta de declividades foi obtida através de geoprocessamento no ARCGIS 9.3 a partir de curvas de nível com equidistância de 10 m, geradas a partir do SRTM da EMBRAPA. Foi gerada assim, uma carta, segundo a Embrapa, com 6 classes de declividades: < 3, 3-8, 8-20, 20-45, 45-75 >75. A cada classe foi atribuído um peso, indo de 1 a 6 de acordo com o aumento da declividade, uma vez que, quanto maior o parâmetro maior será a fragilidade potencial do ambiente.

A carta de compartimentação da vertente (curvatura) foi também produzida pelo geoprocessamento no ARCGIS 9.3, utilizando-se a ferramenta *curvature* do *3d analyst* a partir do modelo digital de terreno anteriormente gerado. Foi produzida uma carta com 5 classes de curvaturas, duas relacionadas a encostas côncavas (maior e menor concavidade), uma a encostas retilíneas e duas das encostas convexas (maior e menor convexidade). Foram atribuídos pesos a cada classe, indo de 1 a 5, elevando-se este de acordo com o aumento da concavidade, uma vez que encostas côncavas são coletoras de fluxos e, assim, potencialmente mais frágeis, enquanto que encostas convexas são dispersoras de fluxos, diminuindo assim, a fragilidade potencial.

A carta de classe de solos foi elaborada a partir do mapa de solos da EMBRAPA (JACOMINE, 1973). Atribuiu-se peso diferente de acordo com a suscetibilidade do solo predominante aos processos erosivos e afins, sendo identificadas conforme o quadro abaixo.

CLASSES DE SOLOS	PESOS
Latossolos Amarelos distrófico Latossolos Amarelos álicos	2
Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófico Vertissolo	4
Neossolos Flúvicos eutrófico Neossolos Litólicos eutrófico Neossolos Litólicoseutrófico e distrófico Neossolos Quartzarênicos distrófico	5

Classe 1	Fragilidade potencial muito baixa	1103,03 km ²
Classe 2	Fragilidade potencial baixa	97,55 km ²
Classe 3	Fragilidade potencial média	77,94 km ²
Classe 4	Fragilidade potencial alta	50,24 km ²
Classe 5	Fragilidade potencial muito alta	42,03 km ²

Sub-bacia: 370,06 km²

Todas as cartas foram convertidas para o modelo *raster*, a fim de poder ser calculada a fragilidade, uma vez que neste tipo de arquivo é possível ser feita a álgebra de mapas pixel a pixel. Assim, utilizando-se a ferramenta *RasterCalculator* do software ArcGis 9.3, foi feito o cálculo da fragilidade ambiental potencial da seguinte forma:

$$FP = [\text{decliv.} \times 0,35] + [\text{comp.vert.} \times 0,45] + [\text{solos} \times 0,20]$$

Onde:

FP= Fragilidade Ambiental Potencial

Decliv= declividade

Comp. Vert. = compartimentação da vertente (curvatura)

Solos = classes de solos

3. Resultados e discussão

As classes de fragilidade potencial encontradas na microbacia do rio Salamanca variam entre, muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, como podem ser observadas no mapa de fragilidade ambiental potencial conforme mostra a figura 2.

As áreas de fragilidade muito baixa e baixa são encontradas solos do tipo, Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófico, Neossolos Flúvicos eutrófico, Neossolos Litólicos eutróficos e distróficos e Neossolos Quartzarênicos, Latossolos amarelos álicos e Latossolos Amarelos distróficos. Estes solos estão presentes no topo da chapada e na parte mais rebaixada e menos declivosa e conseqüentemente mais explorado pela atividade de agricultura e pecuária. A grande maioria está presente em formas de encostas do tipo côncava e retilínea e declividade em torno de 3 a 3-8 graus.

A classe de fragilidade média e alta são as menos abrangentes na área de pesquisa. São encontrada apenas nas vertentes e em pequenos pontos onde estão presentes os Neossolos Quartzrenosos e possivelmente uma atividade antrópica. Onde a fragilidade alta é encontrada predominam solos do tipo Neossolos Litólicos eutróficos e distróficos e Neossolos Quartzarênico

distrófico no leito dos rios, e uma declividade que varia de 45-75 a <75 graus, e curvaturas côncavas e convexas, este fator pode ser, no entanto determinante no grau de fragilidade da área.

A fragilidade muito alta está bem distribuída em partes da microbacia, é mais efetiva nas áreas onde predominam solos do tipo neossolos Litólicos eutróficos e distróficos e argissolos Vermelho-amarelo eutrófico. Essa área apresenta uma variação de declividade de 20-45 graus até < 75 graus, ou seja, no grau de declividade mais forte da microbacia. As principais formas de vertente encontrada são côncavas e convexas, apresentando então uma fragilidade mais peculiar que as outras áreas da microbacia, pois além de apresentar uma altitude elevada, possui também formas de vertentes bastante vulneráveis a processos erosivos, sendo assim, esse fator pode ser atribuído a exposição da susceptibilidade natural da área.

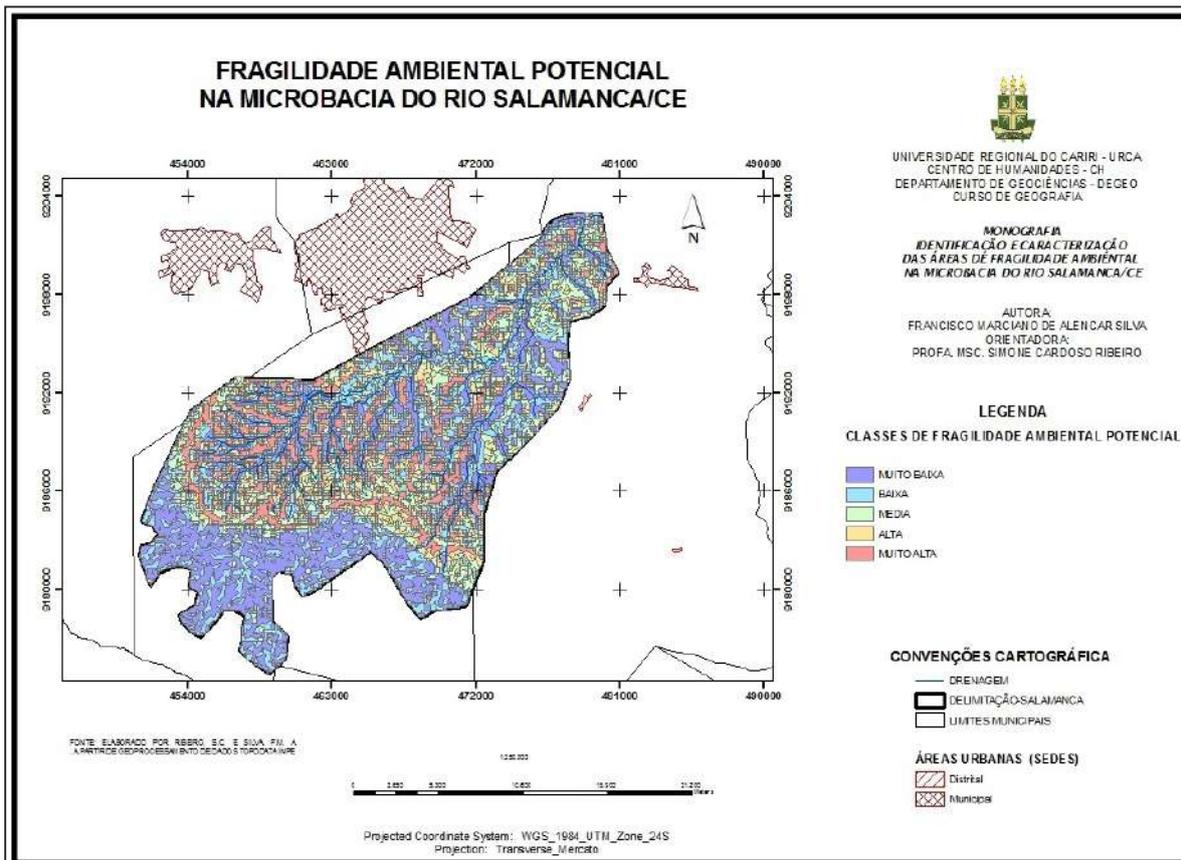


Figura 2: mapa de fragilidade ambiental potencial da microbacia do rio Salamanca.

4. Conclusões

A microbacia do rio Salamanca apresenta uma heterogeneidade, mas as classes mais representativas na área são as de fragilidades muito baixa e muito alta. A fragilidade muito baixa está mais presentes no leito do rio e no topo da chapada do Araripe, isso pode ser atribuído ao fato da área na ter uma declividade muito acentuada e uma forma de vertente na sua maioria retilínea.

Nas áreas onde a fragilidade é muito alta, as formas de encostas e o grau elevado da declividade contribuem para a sua intensa fragilidade, pois quanto maior declive tiver a área, mais suscetível a algum risco a mesma será condicionada.

As atividades antrópicas como a pecuária, agropecuária e etc., também são fatores consideráveis para a degradação do solo. Essa degradação por sua vez pode comprometer os elementos que estabilizam o solo.

Assim, o uso e ocupação do solo, a declividade, e a forma de encosta da microbacia do rio Salamanca, são fatores determinantes no grau de fragilidade. Há também a fragilidade natural da área, que se intensificada pela ação humana pode vir a se transformar em áreas de risco geomorfológico, como erosão e movimento gravitacional de massa que é bastante acentuada na área de pesquisa.

Referências

- AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ASSINE, M. Análise estratigráfica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista brasileira de geociência**, Curitiba, v.22, p.289-300, Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/pub_sbgr-bgvol22_down22032203289.pdf> Acesso em junho de 2012.
- CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos urbanos**. In: CHASSOT, Attico e CAMPOS, Haroldo (orgs). *Ciência da Terra e meio Ambiente: Diálogo para (inter)ações no planeta*. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1999, p. 49-73.
- DNPM. **Projeto avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe**. Recife: DNPM, 1996. 103p.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.
- FILHO, R, D, S. *in*: **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011.
- FUNCEME. **Zoneamento geoambiental do Estado do Ceará**. Parte II–mesorregião do sul cearense. Fortaleza, 2006. 132p.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- IPECE. **Perfil básico municipal - Barbalha**. Fortaleza: IPECE, 2014.
- JACOMINE, P. K. T., ALMEIDA, J.C. e MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: SUDENE, 1973. v.1, 301p.
- MENDONÇA, L. A. R. **Recursos Hídricos da Chapada do Araripe**. Tese (doutorado)- curso de doutorado em engenharia civil, Universidade Federal do Ceará, fortaleza. 2001
- RANGEL, J. R. ROSS, J. L. S. A fragilidade ambiental da bacia do córrego do Cabuçu – Mairiporã/ Sp. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA – XIISBGFA– Viçosa-MG. 2009. Disponível em: <www.geo.ufv.br. > Acesso em: Dezembro de 2011.
- SIQUEIRA, J. O. **Risco: Da Filosofia a Administração**. Departamento de administração da FEA-USP. Publicado em Março de 2011. Disponível em: <www.scribd.com/doc/50397264/Risco-da-Filosofia-a-Administração> Acesso em 08 de Nov. de 2011.
- SILVA, F. M. A. *et al*. **Análise das precipitações pluviométricas na sub-bacia do rio salgado,**

sul cearense (1979 - 2008). In Simpósio Nacional de Climatologia Geográfica, 9, 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2010.

SOUZA, J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Enclaves Úmidos e Sub-úmidos do semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Revista de Geografia da UFC**, Mercator - ano 05, número 09, 2006.

IMPACTOS AMBIENTAIS DA URBANIZAÇÃO NA LAGOA DE PARNAGUÁ E SEU ENTORNO – PI, BRASIL

**RAIMUNDO MAINAR DE MEDEIROS
MARIA DO ROSÁRIO ALVES PATRIOTA
MANOEL FRANCISCO GOMES FILHO**

Resumo

As inundações e as secas em áreas urbanas ocorrem desde os primórdios da civilização, seja pela geografia natural dos rios ou provocada pelos sistemas climáticos atuante no globo e/ou região ou até mesmo pela ação antrópica como no caso da Lagoa do Parnaguá e seu entorno que se encontra alocada dentro do município de referido nome. A partir da ocupação desordenada e o processo de expansão e estruturação urbana da área da Lagoa de Parnaguá é contínuo, crescente e desordenado, influenciando de certa forma sobre o meio ambiente, onde é notória a falta de uma política e gerenciamento urbanos “embora esta exista” voltada no sentido de minimizar os impactos resultantes. Desta forma tem-se como objetivo elencar os impactos ambientais decorrentes da urbanização e do crescimento agrícola no entorno da Lagoa de Parnaguá. Esta pesquisa é do tipo descritivo-explicativa, realizada a partir de levantamentos bibliográficos, empregados os métodos dedutivos, de análise, de síntese e o dialético. Observa-se ausência de políticas efetivas, ocasionado aumento crescente das doenças de veiculação hídrica, causando o sofrimento das populações carentes que convivem com essa falta de infraestrutura básica. Conclui-se que, a Lagoa de Parnaguá encontra-se degradada e tem-se como alternativa para reverter esse quadro é incorporar metodologias de caráter participativo, que envolvem a comunidade, ONGs e as autoridades governamentais municipal, estadual e federal.

Palavras-Chave: Ação antrópica, Expansão e estruturação urbana e agrícola, Degradação ambiental.

Abstract

Floods and droughts in urban areas occur since the dawn of civilization, is the natural geography of rivers or caused by weather systems active in the globe and / or region or even by human action as in the case of Parnaguá Pond and its surroundings that It is allocated within the municipality of that name. From the disorderly occupation and the process of expansion and urban structure of Parnaguá Lagoon area is continuous, growing and disorderly, influencing in some way on the environment, which is notorious for lack of a policy and urban management, “although it exists” geared to minimize the impacts. Thus it has aimed to list the environmental impacts of urbanization and agricultural growth surrounding the Parnaguá Lagoon. This research is descriptive explanatory type, made from literature surveys, employees deductive methods, analysis, synthesis and dialectic. It is observed absence of effective policies, caused increasing of waterborne diseases, causing the suffering of the poor who live with this lack of basic infrastructure. In conclusion, the Parnaguá lagoon is degraded and has as an alternative to revert this situation is to incorporate participatory approach methodologies, involving the community, NGOs and government municipal, state and federal authorities.

Keywords: Human action, and agricultural expansion and urban structuring, Environmental degradation.

1. Introdução

Nos últimos anos, a modernização levou a um crescimento das cidades e com o aumento da urbanização que vem provocando uma intensa alteração no clima local, devido, principalmente, a construção de obras, como edificações, impermeabilização dos solos, desmatamento e concentração de máquinas e pessoas, além de plantações em monocultura. A ausência de um planejamento urbano para uma melhoria no convívio entre ser humano e o meio ambiente vem excluindo os elementos naturais, e induzindo com isso eventos extremos que tem como as consequências nas grandes cidades: inundações, alagamentos, enchentes, o aumento de pragas e insetos, a impermeabilização excessiva da superfície vêm causando armazenamento de água parada e sem utilização e a instabilidade de vertentes em conformidade com Santos (2007).

Os seres vivos que povoam o planeta vivem adaptados à energia do ambiente. Além da variação diária, a temperatura do ar varia também ao longo do ano, conforme a disposição do relevo e da latitude, que influencia na distribuição da radiação solar. A temperatura do ar tem um efeito claro no desenvolvimento dos seres vivos, uma vez que a temperatura é um dos mais importantes elementos meteorológicos, pois traduz os estados energéticos e dinâmicos da atmosfera e consequentemente revela a circulação atmosférica, sendo capaz de facilitar e/ou bloquear os fenômenos atmosféricos de acordo com Dantas et al. (2000).

As cidades constituem o centro das transformações advindas da conflituosa relação entre sociedade e natureza, por agregarem num só espaço componente complexo. Na atualidade os problemas urbanitários são perceptíveis na totalidade dos centros urbanos, independente das dimensões territoriais e do número de habitantes. O conceito de cidade está intimamente ligado à ideia de concentração de muitas pessoas em um espaço relativamente restrito. No momento em que o homem deixa de ser peregrino e fixa no solo como agricultor é o primeiro passo para a formação das cidades. Quando o homem começa a dominar um elenco de técnicas menos rudimentares que lhe permitem extrair algum excedente agrícola, é um segundo impulso para o surgimento das cidades, visto que ele pode agora dedicar-se a outra função que não a de plantar conforme Carlos (2005).

O conhecimento do comportamento das variáveis climáticas é de suma importância para o planejamento das atividades agrícolas, a temperatura do ar destaca-se na condução de estudos concernentes à ordenação agrícola, uso do solo, zoneamento ecológico e aptidão climática, época de semeadura, estimativa do ciclo das culturas, dentre outras segundo Oliveira Neto et al. (2002).

O processo de urbanização iniciou-se com o surgimento das cidades. Este consiste num processo pela qual a população urbana cresce em proporção superior a população rural. Sendo um fenômeno de concentração urbana e consequentemente é responsável pelo crescimento populacional e pela expansão territorial das cidades. É na cidade que comumente se concentram ações antrópicas de acordo com Carlos (2005).

Nasce um ambiente desordenado e inabitável, resultantes de políticas públicas e particulares, não reguladas e não coordenadas que gera inúmeros e graves problemas, econômicos, sociais e de saúde, para a população e para o meio ambiente. Tais atividades que envolvem as questões ambientais promovem o processo de degradação do ambiente que, geralmente, é consequência do processo de urbanização que ocorre de maneira aleatória ou inadequada, provocando impactos ambientais (COMDEPI 2002). Segundo Abreu (2010), as cidades crescem de forma desordenada, o que é perceptível na paisagem e na malha urbana, e não há um controle público sobre o espaço construído.

É notório que o ato de ocupar uma parcela do espaço envolve o ato de produzir o lugar, este por sua vez está diretamente relacionado com o processo denominado urbanização. Para Oliva (1995) a urbanização não é apenas um fenômeno de crescimentos de cidades, significa uma nova

forma de vida para a humanidade, são novas relações sociais, novos comportamentos e o afastamento definitivo de uma existência ligada à natureza, trata-se de um espaço artificial, histórico, um espaço humano por excelência, construído totalmente pelas mãos dos homens.

O consumo da água tem excedido a renovação da mesma e o que, atualmente, verifica-se é a falta de água doce, principalmente, junto aos grandes centros urbanos e também a diminuição da qualidade da água, sobretudo devido à poluição hídrica por esgotos domésticos e industriais de acordo com Abreu (2010).

O processo de crescimento urbano acelerado é alvo de estudos para fins de avaliação da dinâmica da paisagem, pelas transformações ocorridas nas últimas décadas no Brasil desde o processo de integração das regiões interioranas do país ao espraiamento da indústria em direção as cidades médias segundo Stamm et al. (2010). O aquecimento urbano pode receber influência dos ventos, da variabilidade da umidade e também do aumento do nível do mar. A vegetação urbana ameniza a temperatura e proporciona à população um melhor conforto ambiental, pois os centros urbanos produzem maiores alterações no clima local e regional, enquanto que áreas arborizadas apresentam clima diferenciado e, por decorrência, mais ameno.

A Lagoa de Parnaguá é de fundamental importância para manter o ecossistema da cidade e das terras ribeirinhas, e para o abastecimento de água a sua população; A ocupação das margens da lagoa com grandes projetos agrícolas, o desmatamento desproporcional e a invasão das terras e das matas ciliares além dos esgotos e agrotóxicos que vem sendo despejado diretamente na lagoa e seus afluentes sem nenhum tipo de tratamento vem degradando os seus leitos e deixando-os mais rasos. A diversificação dos usos múltiplos dos recursos hídricos no Brasil depende de vários fatores, entre eles estão o grau de concentração da população humana, do estágio de desenvolvimento econômico regional e da intensidade das atividades nas suas bacias. O crescimento da população urbana no Brasil promoveu um aumento considerável nas demandas hídricas, associado à expansão urbana, à degradação dos mananciais e a contaminação e poluição.

Segundo Botelho (2007), o homem começa a entender a impossibilidade de transformar as regras da natureza e a importância da reformulação de suas práticas ambientais, ou seja, ele está ciente da perda da qualidade ambiental. A falta de saneamento nas cidades e estrutura, em níveis mínimos que assegurem o bem-estar dos habitantes, gera um quadro de degradação do meio ambiente urbano sem precedentes, sendo os recursos hídricos um dos primeiros elementos integrantes da base de recursos naturais a sofrer tais efeitos. Por esta razão, os espelhos d'água como lago, lagoa, córregos, rios, riachos, cacimbas, poços etc., que estejam próximos ou inseridos em alguma cidade apresentam sempre algum tipo de contaminação, sendo o grau de poluição diretamente proporcional à população e ao nível de atividade produtiva da cidade.

Medeiros et al. (2014) a degradação ambiental que ocorre em regiões de bacias hidrográficas, relacionando alguns impactos ambientais e suas características, abordando como equacionar de forma positiva esses impactos, ou seja, como revitalizar as áreas degrada. Evidencia-se como exemplo a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto (BHRUP) no sudoeste do Estado do Piauí, com toda sua peculiaridade climática no tempo e no espaço. Concluindo-se que com medidas de manejo adequadas e ações mitigadoras, a recuperação das áreas impacta das bacias hidrográficas ocasionará a melhoria da qualidade da água, no combate e controle da poluição difusa, no melhoramento da flora e conseqüentemente da fauna, ou seja, uma reabilitação ambiental quase completa, favorecendo o meio ambiente e conseqüentemente o homem.

Medeiros at. al., (2013) analisaram a variabilidade climática da umidade relativa do ar, da temperatura máxima do ar e da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Uruçuí Preto – PI, enfocando tais variações como um meio para compreender futuras mudanças. Utilizaram dados de temperatura máxima do ar e umidade relativa do ar e totais pluviométricos mensais e anuais no período de 1960 a 1990. Afirmam que as temperaturas máximas anuais aumentaram durante o período anali-

sado, podendo acarretar vários problemas socioeconômicos, bem como, para a saúde humana. A partir dos dados, verifica-se, também, que a umidade relativa do ar está diminuindo ao longo da série estudada, fato que pode estar relacionado com o aumento da temperatura e consequentemente com uma maior evaporação das águas. Sobre os totais pluviométricos anuais, nota-se que os valores estão aumentando gradativamente, sendo que esse aumento pode estar relacionado com o aumento da temperatura, que faz com que se tenha uma maior evaporação e consequentemente uma maior precipitação.

Segundo Silva et al (2013) o estado do Piauí tem condições climáticas diferenciadas, com oscilação nos índices pluviométricos cuja origem é bastante individualizada, apresentando também temperaturas médias anuais relativamente variáveis. As precipitações pluviométricas apresentam grande variabilidade espacial e temporal, mostrando dois regimes chuvosos: no sul do Estado chove de novembro a março; no centro e norte, a estação chuvosa tem início em dezembro, prolongando-se até maio. Os índices pluviométricos variam entre 700 mm e 1.300 mm na região sul, entre 500 mm e 1.450 mm na região central e entre 800 mm e 1.680 mm no norte do Estado. Analisaram as variabilidades pluviométricas municipais entre os diferentes regimes pluviométricos para o estado do Piauí (regiões Norte; Central e Sul), e comprovaram que se têm áreas comuns de ocorrências de chuvas com os seus respectivos sistemas provocadores e inibidores.

Na região Norte os índices pluviométricos têm uma distribuição mais regular que nas áreas Central e Sul, evidenciando os aspectos fisiográficos, relevo, fauna, flora e distância do mar. Devido à grande variação na pluviometria ao longo dos anos, observaram que os fenômenos de macro, meso e microescalas são de grande importância para os regimes de chuvas do estado do Piauí, os quais seguem tempo cronológico de suas atividades e duração.

O processo de substituição das atividades primárias por atividades secundárias e terciárias transformaram a cidade em uma área urbana para qual convergem pessoas, mercadorias, capitais, tecnologias, etc. Diante deste cenário tem-se como objetivo identificar os impactos ambientais da Lagoa do Parnaguá, mediante os processos ocorrentes de urbanização e da expansão agrícola.

2. Materiais e métodos

A área em estudo compreende o município de Parnaguá onde esta inserida a referida lagoa, está localizado na microrregião da Chapada Extremo Sul Piauiense com suas respectivas coordenadas geográficas na latitude de 10°13' sul e na longitude de 44°38' Oeste e 316 metros de altitude (Figura 1), sua área territorial é de 3.429,3 Km², com uma população de 10.273 habitantes (IBGE, 2010).

A agricultura praticada no município é baseada na produção sazonal de arroz, feijão, milho, mandioca e cana-de-açúcar.

Os solos da região, provenientes da alteração de arenito, siltito, folhelho, calcário, quartzito, gnaiss, conglomerado, sedimentos lateríticos, xisto e metaconglomerado, são espessos, jovens, com influência do material subjacente, compreendendo latossolos amarelos, álicos ou distróficos, textura média, associados com areias quartzosas e/ou podzólico vermelho-amarelo concrecionário, plíntico ou não plíntico, fase cerrado tropical subcaducifólio, localmente mata de cocais (Jacomine et al., 1986). O acidente morfológico predominante na região em apreço é a ampla superfície tabular reelaborada, plana ou levemente ondulada, limitada por escarpas abruptas que podem atingir 600 metros, exibindo relevo com zonas rebaixadas e dissecadas (Jacomine et al., 1986).

Os tipos climáticos predominantes no estudo são: para o cenário Seco predomina o clima árido; no cenário regular a predominância do clima é do tipo semiárido, e no cenário chuvoso e médio predomina o clima Subúmido seco. De acordo com a classificação de Köppen o clima da área é do tipo Aw', tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno. Dadas às

informações climatológicas e dinâmicas do nordeste do Brasil, o município de Parnaguá tem seu clima controlado pela variabilidade espacial e temporal da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e pelos vestígios das frentes frias (VFF), contribuição dos vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN), deste que seu centro esteja no oceano, às formações e intensificações das linhas de instabilidade (FILI) e dos aglomerados convectivos (AC), auxiliado pelos ventos alísios de sudeste (ASE), a convergência de umidade (CU) e a troca de calor sensível por latente e vice-versa.



Figura 1. Localização do município dentro do Estado e de sua lagoa

Nos últimos anos a cidade de Parnaguá tem sofrido mudanças em seu clima. Em anos em que ocorre o fenômeno El Niño a temperatura do ar aumenta, bem como a sensação térmica, sempre superior aos 36°C. Além disso, concentra os dias com chuvas extremas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Já o fenômeno La Niña provoca efeito contrário, traz alívio para a cidade, haja vista que há aumento dos índices de precipitação pluvial e redução da temperatura do ar. Em anos de La Niña o período chuvoso é mais intenso e suas chuvas ultrapassam às 7 horas diárias.

As chuvas na área da Lagoa de Parnaguá ocorrem entre os meses de outubro a março, com o trimestre mais chuvoso os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, representando em torno de 65% dos índices anual das chuvas (quando em épocas de período entre a normalidade), o período chuvoso coincide com a época das penetrações ou das atividades das frentes frias mais intensas que atinge a área estudada,

2.1 Metodologia

As informações bibliográficas foram levantadas em instituições públicas e órgãos governamentais, ONGs, IBGE, Associação dos Prefeitos Piauiense e sitio na rede da internet e no próprio município de Parnaguá. Foram obtidas informações a respeito da localização geográfica do município, dos aspectos históricos, socioeconômicos e ambientais da área de estudo.

Para a análise dos fatores potenciais de degradação dos recursos hídricos, foram estabelecidas relações entre os aspectos naturais do ambiente físico e as condições de uso e ocupação do solo. Ainda no presente estudo analisaram-se os impactos diretos e indiretos, de origem antrópica, sobre o recurso hídrico superficial municipal.

2.2 Recuperação de áreas impactadas

Desde o início dos tempos, o homem se fixou junto às margens dos cursos d'água devido às riquezas ali encontradas, que lhe proporcionavam alimento (água, caça, pesca e lazer) e matéria-prima (lenha, madeira, carvão entre outros), suprimindo 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 início às antropogênias nesses ecossistemas, perdurando até hoje.

Mesmo com a ocupação intensa desses novos ambientes, que ofertam extensas áreas para o cultivo, a pressão sobre essas 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 continuam sob pressão do mesmo. As políticas de incentivo agrícola, pecuário, piscicultura e florestal implantadas, aliadas à falta de tradição florestal e ao desrespeito à legislação, fizeram com que extensas regiões como o Triângulo Mineiro apresentassem aproximadamente 8% de cobertura vegetal nativa (IEF-MG, 1995).

Na atualidade, os conhecimentos sobre a fauna e flora nativa são pouco concisos para sustentar alterações na legislação devido à descontinuidade e pequeno volume de estudos do tipo: quando florescem e frutificam, como se propagam e cresce, qual é seu habitat preferencial, qual o mínimo necessário para favorecer a proteção do solo e manter a dinâmica sustentada e como manejar economicamente a floresta e mata (OLIVEIRA-FILHO, 1994).

Do ponto de vista dos recursos abióticos, as florestas e matas localizadas junto aos corpos da água desempenham importantes funções hidrológicas (LIMA, 1989), compreendendo: proteção da zona ripária, filtragem de sedimentos e nutrientes, controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos aos cursos da água, controle da erosão das ribanceiras dos canais e controle da alteração da temperatura do ecossistema aquático.

Desta forma, a importância de manter ou recuperar a cobertura florestal junto aos corpos d'água. O desafio está, no entanto, em encontrar técnicas adequadas de reflorestamento e superar as barreiras culturais e socioeconômicas que impedem que se promova a recuperação do meio ambiente em grande escala. Cientificamente, grandes avanços foram alcançados nos últimos anos, com o aprimoramento das pesquisas em recuperação ambiental.

De um reflorestamento totalmente aleatório adotado inicialmente, efetuado sem modelo estrutural definido e sem preocupação com as espécies e proporção de acordo com (NOGUEIRA, 1977; DURIGAN et al., 1990), evoluiu-se para modelos mais elaborados, baseados nos processos de sucessão secundária e na composição e estrutura das florestas naturais. Projetos mais recentes, implantados a partir do final da década de 80, como os da própria CESP, (KAGEYANA, 1992; KAGEYANA et al., 1992) e várias outras iniciativas (BAHIA, 1992; NOGUEIRA, 1977; SALVADOR 1987; JOLY, 1990), têm considerado a estrutura e a composição das matas ciliares naturais e das florestas e/ou os processos naturais de sucessão na elaboração de modelos de revegetação e recuperação ambiental.

3. Resultados e discussão

A realidade da paisagem urbana deu-se a um ordenamento confuso do solo urbano, como coloca Silva (1993), embora o Estado passe a investir em infraestruturas, o fez para atender aos interesses do capital nacional e estrangeiro, colocando à margem o principal problema, que é o da adequação da paisagem urbana para satisfazer às necessidades do contingente populacional e do seu aumento em conformidade com Silva (1993). A construção e implantação de bairros re-

sidenciais, os chamados conjuntos habitacionais, na busca de tentar transpor essa problemática, não conseguiu atingir todo o contingente, grande parte ainda se encontra excluído do mercado de trabalho formal, até mesmo a ponto de ser excluído da sua referência de cidadania.

O fenômeno da urbanização gerou importantes transformações no cenário urbano e nas estruturas de consumo, renda e cultura da população (CEPRO, 2003). É acompanhado de crescimento populacional, pois muitas pessoas passam a buscar a infraestrutura da cidade. Mas a urbanização é, conseqüentemente, o crescimento populacional sem um planejamento urbano é responsável pelo surgimento de múltiplos problemas sociais como, por exemplo, criminalidade, desemprego, poluição, destruição do meio ambiente e surgimento de sub-habitações. (CEPRO, 2003). O rápido crescimento das populações urbanas, também submete graves pressões aos recursos naturais, em especial aos recursos hídricos e a vegetação pela sua susceptibilidade na lagoa e seu entorno.

Apesar das leis ambientais de controle da poluição das águas ter evoluído ao longo dos tempos, isso não impediu o lançamento constante, muitas vezes in natura, de enormes volumes de rejeitos industriais, hospitalares, agrícolas e domiciliares no meio ambiente; e, conseqüentemente, nos cursos hídricos, que tiveram sua qualidade de água comprometida e seus usos limitados para a área de estudo.

A problemática das enchentes, alagamento, desmoronamento e falta de água que acontecem sazonalmente propicia a situação de calamidade pública recorrente, pois as residências e moradias não obedecem a um padrão de habitabilidade, sendo construídas com materiais impróprios e, de maneira emergencial, para dar abrigo precário a quem não tem condição de pagar um aluguel ou construir moradia digna. O rio não possui qualquer obra de contenção ou controle de cheias, apesar de ter a bacia hidrográfica extensa passando por terras. Para tanto o volume da água da Lagoa não esta sendo necessário para o abastecimento humano e a utilização da água para irrigação.

Os principais impactos ambientais presentes são o desmatamento das matas ciliares e de várzeas, queimadas, deposição de esgotos domésticos, hospitalares e industriais, poluição, utilização de agrotóxicos em áreas próximas as suas margens e entorno municipal, assoreamento e soterramento, principalmente das nascentes. O desmatamento das matas ciliares resulta no assoreamento do rio, pois, a mata ciliar tem por principal função proteger o solo contra erosões, a ausência desta deixa o solo desprotegido, ficando sujeito a erosões. Com a chuva, a terra é desgastada, indo para a lagoa, o qual fica assoreado, tendendo a ficar cada vez mais rasa.

As queimadas são uma antiga prática agropastoril ou florestal que utiliza o fogo de forma controlada ou descontrolada para viabilizar a agricultura ou renovar as pastagens. E a área de estudo vem sofrendo com intensas queimadas causadas pela pecuária e o agronegócio desordenado da soja entre outras monoculturas, que também se utiliza de agrotóxicos, que estimulam a cada dia o seu desaparecimento. O uso de agrotóxicos ou pesticidas não se restringe apenas as nascentes e afluentes dos rios; mas ao longo de todo seu percurso.

A deposição de esgotos domésticos, hospitalares e industriais quando não são coletados em redes ou adequadamente tratados nas estações de tratamento, ficando expostos ou lançados em estado bruto nos cursos da água, podem gerar uma série de problemas. Ao ser lançados sem tratamento nos cursos da água, uma característica marcante dos esgotos, sejam domésticos ou de outro tipo, é o consumo de oxigênio da água desses mananciais, causando prejuízos aos peixes e elevando o custo do tratamento da água para consumo.

A área da Lagoa estudada apresenta um índice de poluição elevado quando se comparado ao seu parque natural, pois este é pequeno. Sua situação é preocupante diante da deterioração do mesmo ao longo dos anos. Já se encontra locais com pontos críticos onde existem vários lançamentos de galerias fluviais, pelas quais diversos dejetos são lançados na lagoa sem nenhum tipo de tratamento.

A ocorrência do fenômeno El Niño nos últimos anos com maiores intensidades reduzindo os índices pluviométricos e atingindo os lençóis freáticos e os espelhos d'água.

4. Conclusões

Uma das soluções do problema recorrente que assola as populações ribeirinhas localizadas próximo aos recursos hídricos da Lagoa e seus afluentes são por meio da gestão habitacional, através de um programa de saneamento básico e a realocação da população para áreas de melhores infraestruturas, melhorias estas que devem ser realizadas para garantir melhor qualidade dos recursos hídricos e da preservação das áreas ribeirinhas, gerando melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente; para tanto se deve realizar planejamento adequado da lamina d'água armazenado da lagoa para o consumo humano e irrigação e de agrotóxico em seu entorno e de área de lazer inadequada; Manter a área com vegetação nativa e evitar o pastoril evitando seu assoreamento.

O meio ambiente está sobrecarregado pelas atividades antrópicas e não consegue mais desempenhar sua função depuradora. Ao se fazer uma análise da degradação dos recursos naturais diante do processo de urbanização, conclui-se que a falta de saneamento na cidade tem gerado um quadro de degradação do meio ambiente urbano sem precedentes, sendo os recursos hídricos um dos elementos da natureza mais atingidos.

O crescimento populacional desordenado, especialmente próximo aos recursos hídricos da área em estudo, tem graves consequências, com grandes prejuízos sociais e ambientais, o que suscita a necessidade de um gerenciamento dessas áreas.

4.1 Sugestões para a revitalização da lagoa e seu entorno municipal

A revitalização da Lagoa de Parnaguá deverá ser feita nas seguintes etapas:

- Como a referida Lagoa encontra totalmente seca, deve-se realizar uma limpeza em toda a sua extensão incluindo a área de entorno retirando lixo, plástico entre outros encontrados;
- Realizar um serviço de aprofundamento da sua área retirando os assoreamentos e sedimentos de terras trazidos pela correnteza das águas;
- Fazer uma varredura visual e por foto de satélite com alta resolução em toda a área da lagoa com a finalidade de encontrar fissuras, rachaduras, entradas de esgotos que possam não contribuir para o armazenamento e represamento de água de qualidade a sobrevivência humana;
- Realização de reflorestamento com plantas nativas e regionais nas margens da lagoa, dos córregos, riachos e rios e estendendo-se por 300 metros de entorno;
- Proibir o uso da pesca industrial por 3 anos consecutivos;
- Proibir o uso da irrigação dentro da faixa dos 300 metros de entorno;
- Proibir o uso de lixões dentro da faixa dos 300 metros de entorno;
- Uso de agrotóxicos não será permitido na faixa dos 300 metros de entorno;
- Proibir o uso de foco de incêndio mesmo controlado dentro da faixa dos 300 metros de entorno;
- Reativar todas as fontes de águas naturais por meio de reflorestamento nativos;
- Impedir à criação de pastoril e reduzir o mínimo as áreas de pastagem;
- Área de diversão e lazer comunitária deverá ser proibida pelos menos nos próximos 5 anos;
- Revitalização da flora e fauna local e suas proibições à caça;
- Realizar barreira de vento na sua direção predominante visando minimizar o poder evaporativo da região;

5. Agradecimentos

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado e a realização da pesquisa. Bem como ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de mestrado.

Referências

- ABREU, J. L. N.; ESPINDOLO, H. S. **Território, sociedade e modernização. Abordagens interdisciplinares**. Editora Univale. P.396. 2010.
- BAHÍA, V. G. Fundamentos da erosão acelerada do solo **Informativo Agropecuário**: Belo Horizonte, v.16, n.176, p.25-31, 1992.
- BOTELHO, Rosângela Garrido Machado. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2ed. p. 153-192. 2007.
- CARLOS, ANA FANI. **A cidade**. 2. ed. Cidade: editora, 2005.
- CARTA CEPRO. **Teresina**. Fundação CEPRO. – V.1, nov. 1974.
- CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ. Piauí: **visão global**. 2. Ed. rev. Teresina: CEPRO, 2003.
- COMDEPI. Companhia de desenvolvimento do Piauí. **Estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto**. Teresina, 2002.
- DANTAS, R. T.; NÓBREGA, R. S.; CORREIA, A. M; RAO, T. V. R. Estimativas das temperaturas máximas e mínimas do ar em Campina Grande - PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA; Rio de Janeiro, 11. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. SBMET, p.534-537. 2000.
- DURIGAN, G. e DIAS, H.C.S. Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em março de 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em novembro de 2015.
- JOLY, C.A. Biodiversity of the gallery forests and its role in soil stability in the Jacaré-Pepira water, State of São Paulo, Brazil. In: JENSEN, A., **ed. Ecotones**. Barmeria: MAB/UNESCO. p.40-66. 1990.
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSOA, S.C.P; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F.R.; LOPES, O.F. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro, **Embrapa - SNLCS/ Sudene - DRN**, 1986. 782p.
- KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. W.; GERES, W. L. A.; DIAS, J. H. P.; BORGES, A. S. **Revista do Instituto Florestal**, v.4. p.527-533, 1992.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. "**Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes**". Wall-map 150cmx-200cm. 1928.

- NOGUEIRA, J. C. B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. **Boletim técnico IF**, n.24, p.1-77, 1977.
- MEDEIROS R. M. (2014). **Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí**. P.128. 2014. Divulgação Avulsa.
- MEDEIROS, R. M.; SOUSA, F. A. S.; GOMES FILHO, M. F. Variabilidade da umidade relativa do ar e da temperatura máxima na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto. **Revista Educação Agrícola Superior. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS** - v.28, n.1, p.44-50, ISSN - 0101-756X - DOI: <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v28n01axx>. 2013.
- MEDEIROS, R. M.; GOMES FILHO, M. F. **Impactos ambientais em bacias hidrográficas – caso da bacia do rio Uruçuí Preto – PI**. Terra – Saúde Ambiental e Soberania Alimentar. V. II. P.1098-1110. Ed. Barlavento – Ituitaba – MG. Março, 2015.
- OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; COSTA, J. M. N. Estimativa de temperaturas mínima, média e máxima do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 60° longitude oeste. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.10. n.1-4. p 57-61. 2002.
- OLIVA, J. **Espaço e modernidade: temas da geografia mundial/ Jaime Oliva, Roberto Gian-santi**. São Paulo: Atual, 1995.
- PELIZZOLI, M. L. **A emergência do paradigma ecológico: Reflexões éticofilosóficas para o séc. XXI**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes. 160 p. 1999.
- SALVADOR, J. G. L. Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios. São Paulo: **CESP, Série Divulgação e Informação, SBS/SBEF**, v.3, p.308-312, 1990.
- SILVA, M. Encarnação Beltrão: **Capitalismo e urbanização**. 14. ed. São Paulo: Contexto, 1993.
- SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; GOMES FILHO, M. F. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife - PE, p.1463-1475, 2013.
- SANTOS, J. A. (2007). **Análise dos riscos ambientais relacionados às enchentes e deslizamentos na favela São José, João Pessoa – PB**. 122p. Dissertação (Mestrado em Geografia). PPGG, Universidade Federal da Paraíba.
- STAMM et al. (2010). São as cidades médias responsáveis pelo espraiamento espacial da riqueza nacional? **Rede Brasileira de Estudos sobre Cidades Médias – REDBCM REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 66-91, maio-ago. 2010.

O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DO CÓRREGO CAMPO ALEGRE, UBERLÂNDIA – MG

*FERNANDA OLIVEIRA BORGES
ANTONIO MARCOS MACHADO DE OLIVEIRA*

Resumo

A cidade de Uberlândia, MG, situada na região sudeste do Brasil, à aproximadamente 420 Km de Brasília, tem apresentado um acelerado processo de crescimento urbano, principalmente, nas últimas décadas. Essa crescente urbanização, sem um planejamento adequado, resulta em sérios impactos socioambientais, como a degradação dos córregos que permeiam a cidade. Nesse sentido, o objetivo do trabalho é identificar a relação entre o crescimento urbano e os problemas socioambientais presentes na bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre, afluente do Rio Uberabinha, principal fonte de abastecimento de água da cidade. Para isso, utilizou-se de fotografias aéreas do aerolevanteamento de 1997, imagens recentes do Google Earth e trabalho de campo. Os resultados indicaram que a expansão urbana é um forte componente para aumentar a instabilidade da área, sobretudo, no que se refere aos acentuados processos erosivos nas margens do córrego, resultando em voçorocas, assoreamento pelo arraste de sedimentos do solo, perda de cobertura vegetal, além da poluição e perda da qualidade de vida, do ambiente e da água.

Palavras-Chaves: Urbanização; Impactos Socioambientais; Planejamento; Córregos urbanos.

Abstract

The city of Uberlândia, MG, is located in Brazil's southeast region, is approximately 420 km from Brasília, presents an accelerated process of urban growth, mainly in the last decades. This growing urbanization, without a suitable planning, results in serious social and environmental impacts, like the degradation of the streams that pervade the city. In this sense, the objective of the present work is identify the relationship between the urban growing and the social and environmental problems present in the hydrographic basin of the Campo Alegre's stream, tributary of the Uberabinha river, main source of water that supply of the city. For this was used aerial photographs of the year 1997, recent images of the google earth and fieldwork. The results indicated that the urban expansion is a strong component for increase the area's instability, especially, regarding the sharp erosion at the stream banks, resulting in gullies, silting by drag sediment of the soil, lost of the cover vegetation, moreover pollution and lost of quality's life, of environment and water.

Keywords: Urbanization; Social and Environmental impacts; Planning; Urban streams.

1. Introdução

O espaço urbano denomina-se por aquele produzido por agentes e relações sociais que contribuem para a criação e materialização dos diversos usos da terra. No Brasil, o processo de urbanização tem acontecido de forma desenfreada em muitas das grandes cidades. Como já se sabe, a ocupação brasileira se deu pelo litoral e, com a saturação de áreas, a interiorização do território foi necessária, fortalecendo e generalizando a urbanização. O adensamento desse processo provoca abertura de áreas, prejudicando os biomas naturais e obrigando a população agrícola a se tornar cada vez mais urbana.

Essa dinâmica acarreta em problemas socioambientais preocupantes, como segregação social, expulsão da população de áreas de pertencimento pessoal, infraestrutura urbana precária e desencadeamento de processos erosivos em áreas ambientais e, principalmente em bacias hidrográficas, devido à falta de planejamento urbano e ambiental, contradizendo o princípio da urbanização.

Um exemplo disso acontece em Uberlândia, cujo crescimento acelerado e exacerbado da malha urbana, iniciado por volta da década de 1950, vem se intensificando nas últimas décadas. Muitos dos seus córregos urbanos têm sofrido com problemas ambientais, tais como, poluição, erosão, perdas de solo e de vegetação nativa, assoreamento e, sociais, como a ocupação, por muitas vezes de caráter ilegal, de áreas frágeis, devido à falta de moradias dignas para a população mais carente.

A bacia do córrego Campo Alegre, área de estudo, está localizada na porção da cidade de Uberlândia em que a especulação imobiliária e renda da terra têm ocorrido de forma intensa e, essa concentração urbana, sem planejamento, trouxe graves consequências. Dentre elas, estão o aceleração de processos erosivos e conseqüentemente perdas de solo, alargamento do canal fluvial, perdas de Áreas de Preservação Permanente – APPs, e transtornos à população, como enchentes e exposição a esgoto em períodos chuvosos.

Diante disso, o objetivo do trabalho é entender a relação entre o crescimento urbano da cidade de Uberlândia e os problemas socioambientais presentes na bacia do córrego Campo Alegre, utilizando fotografias aéreas, de banda pancromática, levantadas em 1997 pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, disponibilizadas pelo Laboratório de Cartografia da Universidade Federal de Uberlândia; imagens orbitais do ano de 2015, satélite Landsat 8, disponíveis no Google Earth Pro, e trabalhos de campo.

2. O processo de urbanização na cidade de Uberlândia-MG

A produção do espaço urbano, segundo Corrêa (1995), possui alguns agentes condicionantes para tal, estando esses ligados ao processo de urbanização. Como exemplo, tem-se os proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o próprio Estado e grupos sociais excluídos. Trazendo a realidade para Uberlândia, pode-se afirmar que os agentes fomentadores da sua produção urbana são os proprietários fundiários, imobiliários e os grupos sociais excluídos.

No histórico da expansão da cidade de Uberlândia, a partir do momento em que houve saturação da área central, a população de alta renda, que a ocupava, começou a procurar lugares mais afastados, buscando uma melhor qualidade de vida, principalmente longe de barulhos (SILVA e FILHO, 2012), onde estas localidades já eram habitadas pela população de baixa renda. O setor sul de Uberlândia foi um desses lugares procurados, sendo o mais “vazio” da época (1980), visto que já eram áreas ocupadas por agentes sociais excluídos, confirmando assim a atuação dos mesmos na produção do espaço urbano, e o mais propício para expansão da malha urbana, devido à sua

localização e presença de grandes áreas para a construção de “condomínios fechados”, verticalizados e infraestrutura que os atendessem.

O processo de urbanização da cidade teve forte impulso entre as décadas de 1950 e 1960, influenciada pela interiorização do país, através da construção da Capital Federal. Tal influência está ligada à posição geográfica de Uberlândia e à presença de eixos rodoferroviários, a saber: BR-050, BR-153, BR-452 e BR-365, e as ferrovias: Ferronorte e Centro-Atlântica, que conecta a cidade aos grandes centros administrativos e econômicos do país, como São Paulo, Goiânia e Brasília.

Conforme Guimarães (2010, p. 70), a colocação de Uberlândia no cenário comercial nacional só se deu a partir da construção da ferrovia Mogiana, a qual ligava São Paulo ao Centro-Oeste, onde o traçado da mesma beneficiou Uberlândia, na época intitulada de São Pedro de Uberabinha. Além disso, vale lembrar que as redes rodoferroviárias que incluem Uberlândia não foram construídas a partir da mesma, mas que sua localidade, entre o Centro-Oeste e São Paulo, favoreceu a nova dinâmica.

Toda essa estruturação foi então responsável pelo rápido crescimento da cidade que, conforme Mota (2003, p. 1-2), a partir da dinamização do comércio uberlandense interligado com o país, fez com que a reprodução do capital continuasse acontecendo em escala local.

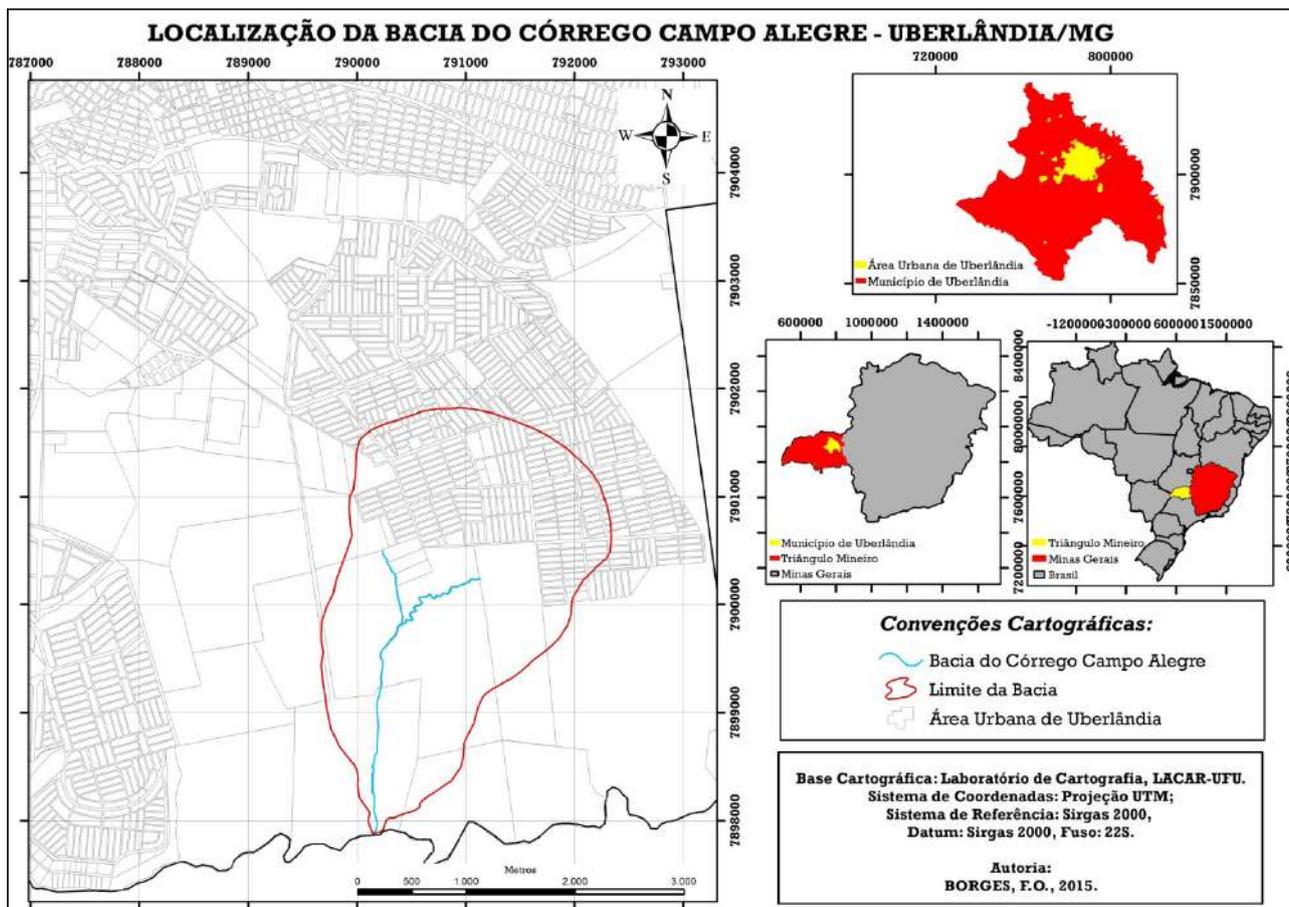
E uma vez caracterizada pela estratégica posição geográfica entre vários mercados e com a entrada de novos capitais, Uberlândia se tornou palco de uma especulação imobiliária muito interessante para o poder político local e classe dominante, por reconhecerem que, através da propriedade fundiária, poderiam coordenar ainda mais o processo de expansão econômico, social e espacial do município (MOTA, 2003, p. 2).

Não só espacialmente, mas demograficamente o crescimento de Uberlândia também apresentou grandes alterações. Dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no período de 1950 a 2000, mostram que a população urbana aumentou de 35.799 habitantes em 1950 para 487.887 habitantes em 2000.

A expansão urbana movida também pelo crescimento populacional requer cada vez mais a abertura de espaços e, inevitavelmente, passa a ocupar áreas com tendência rural, promovendo a retirada da vegetação nativa e inclusive de áreas ribeirinhas, causando sérios impactos socioambientais, como assoreamento, erosão e contaminação dos cursos d'água, problemas com inundação, entre outros; “ela geralmente resulta em alterações nas características físicas químicas e biológicas da bacia hidrográfica” (USEPA, 1977 apud ARAUJO et al., 2014b, p. 64). Esses fatores mencionados estão diretamente ligados a impactos e implicações que resultam em catástrofes tanto ambientais como urbanas (FERNANDES, 2004, p. 99).

2.1. A bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre: fatores antrópicos e impactos socioambientais

A bacia hidrográfica do córrego Campo Alegre localiza-se no setor sul da cidade de Uberlândia, compreendendo as coordenadas geográficas 18° 57' 13" e 18° 59' 27" latitude sul e, 48° 13' 24" e 48° 15' 6" de longitude oeste, desaguando no Rio Uberabinha, sendo, este último, o principal curso de abastecimento de água da cidade (Mapa 1). A bacia possui uma área de drenagem de 6,79 km² e o comprimento de seu curso principal é de 7.757,70 m; é cortada pelo anel viário de sentido SO-NE, que liga o setor sul à BR-050, e ocupada por quatro bairros residenciais: Laranjeiras, Aurora, São Jorge e Residencial Campo Alegre e, mais atualmente por um condomínio de alto padrão, o Jardim Inconfidência e por novos loteamentos.



Mapa 1 - Localização da bacia do córrego Campo Alegre.

O setor sul, é aquele que mais passou por transformações urbanas, iniciadas por volta dos anos de 1980, quando a saturação da área central provocou um movimento de procura por áreas mais “vazias”, longe dessa, além de que, está também diretamente relacionado com a expansão urbana da própria cidade de Uberlândia, a partir dos eixos rodoferroviários, conforme já relatado anteriormente. Este processo de urbanização cada vez mais intenso, tem sido o principal responsável pela intensificação de problemas socioambientais, já desencadeamentos em cenários anteriores por outras atividades antrópicas, visíveis com bastante clareza na bacia como um todo.

No ano de 1988, a malha urbana da cidade começou a se expandir na área de estudo, através da construção de casas para população de baixa renda, financiadas pela Caixa Econômica Federal e por meio do Fundo Municipal de Habitação; com asfaltamento das vias principais, implantação de pequenos comércios e equipamentos do Estado, como creches, escolas e postos de saúde (SILVA, 2007, p. 74). Em 1995 essa população aproximava dos 30.000 habitantes. Segundo Silva e Nishiyama (2005, p. 14148), nessa data surgia os bairros Laranjeiras, Aurora e São Jorge.

Já entre os anos de 2004-2005 surgiu o bairro denominado Residencial Campo Alegre (Figura 1) – recebendo o nome do córrego – com casas medindo cerca de 44 m² e terrenos de 250 m², sem a menor infraestrutura urbana, com falta de pavimentação asfáltica, escoamento da água pluvial e instalações da rede elétrica e de água encanada. Tudo isso foi implantado oito anos após sua criação, segundo relato de moradores. Nessas condições, a população residente sofria com outros dois principais problemas: no período de seca, a grande massa de poeira movimentada pelo vento e, no período chuvoso, o excessivo volume de água advindo dos bairros localizados mais acima e a lama provocada pela chuva.



Figura 1 - Bairro Residencial Campo Alegre. Fonte: Google Earth Pro, 2007. ORG.: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

Mais recentemente, essa realidade muda ao destacar-se não mais apenas a construção de casas populares para a população de baixa renda, como também a implantação de estruturas para aqueles de alta e média renda (Figura 2). Essa tendência está mudando devido à popularização do setor sul de Uberlândia (onde a área de estudo está inserida), visando transformá-lo e garantir-lhe certas especificidades, como aquele dos condomínios de luxo, das universidades, da “cidade verde”.



Figura 2 - Condomínio de luxo (Jardim Inconfidência) voltado para a população de alta renda. Fonte: Google Earth Pro, 2015. ORG.: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

Assim, esse movimento aplica heterogeneidades na área, ou seja, aquela que antes era ocupada por população mais carentes, com infraestrutura reduzida, de repente se torna o setor mais “desenvolvido” da cidade, com universidades, hospitais e grandes centros comerciais, principalmente de alto padrão, muitos deles inacessíveis à população de baixa renda.

Esta padronização da alta renda provoca um conflito social de segregação e exclusão da população mais carente, levando à obtenção de posses de terras de caráter ilegal em áreas inabitáveis devido às fragilidades naturais e por falta de aparatos urbanos, produzindo novamente a ocorrência de impactos como falta de infraestrutura, pela precariedade e isenção de serviços a serem oferecidos pelo poder público municipal e a não aplicação de ações preventivas e corretivas como, por exemplo, a construção de moradias dignas para a população, estando sob um planejamento adequado, aplicação da infraestrutura urbana necessária à população e projetos e planos de intervenção socioambiental, de proteção e conservação.

De acordo com Fernandes (2004, p. 115) “A urbanização crescente deverá ser acompanhada do aumento da pobreza e, como já sabe, os impactos da combinação de tais processos serão de toda ordem, sobretudo ambiental e social”. A construção de moradias, com falta de estrutura urbana adequada, de equipamentos e serviços públicos como coleta de lixo e saneamento, implicará aos impactos afetando a cidade ambientalmente e socialmente.

O mosaico representado pela Figura 3 demonstra, claramente, essa expansão urbana acelerada na área da bacia hidrográfica, mais especificamente na porção norte da mesma. A forte pressão urbana dentro desta promoveu sérios impactos sociais, como apresentados, e ambientais, dentre os quais, destacam-se a incapacidade de recarga d’água na bacia, aumento do processo erosivo e alargamento do canal fluvial – influenciado pela velocidade da água pluvial –, assoreamento do curso d’água.

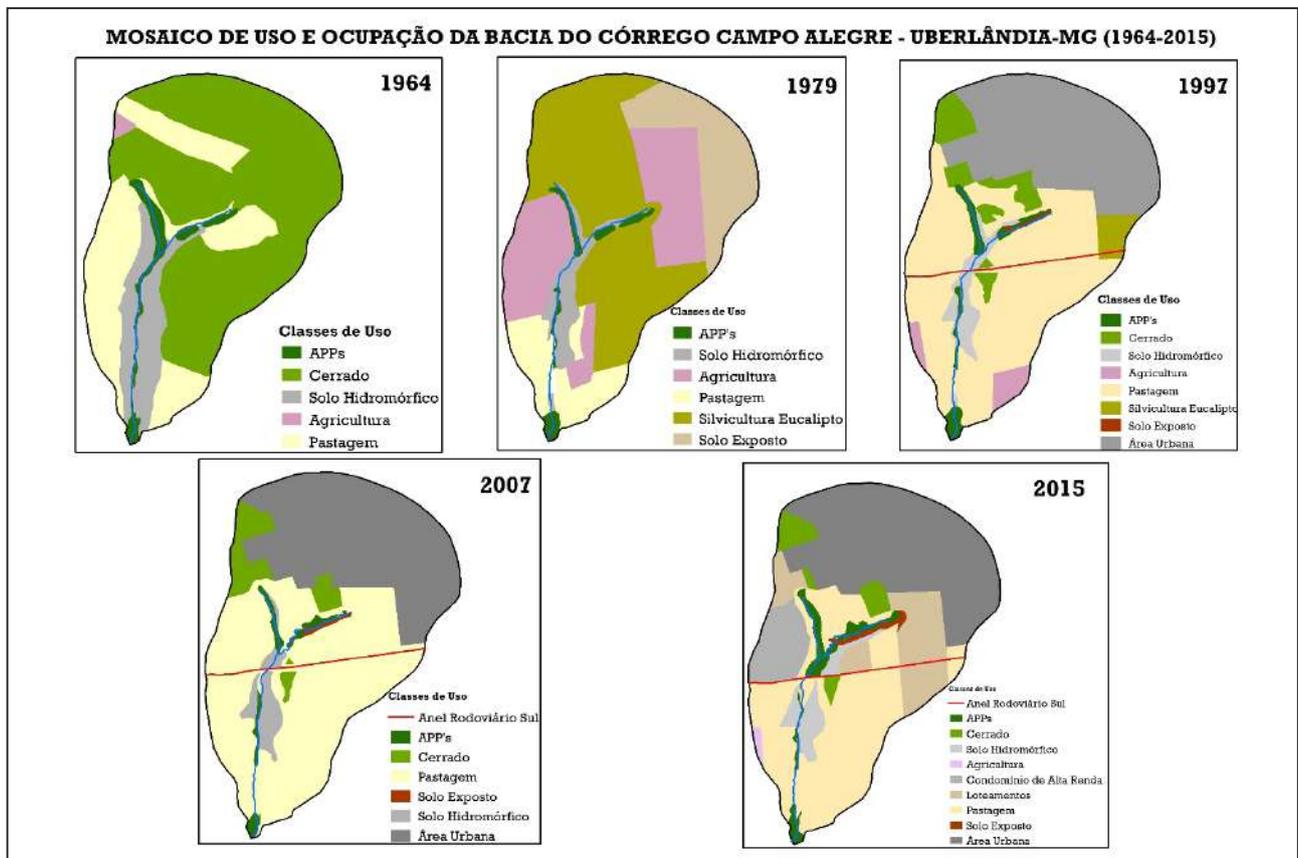
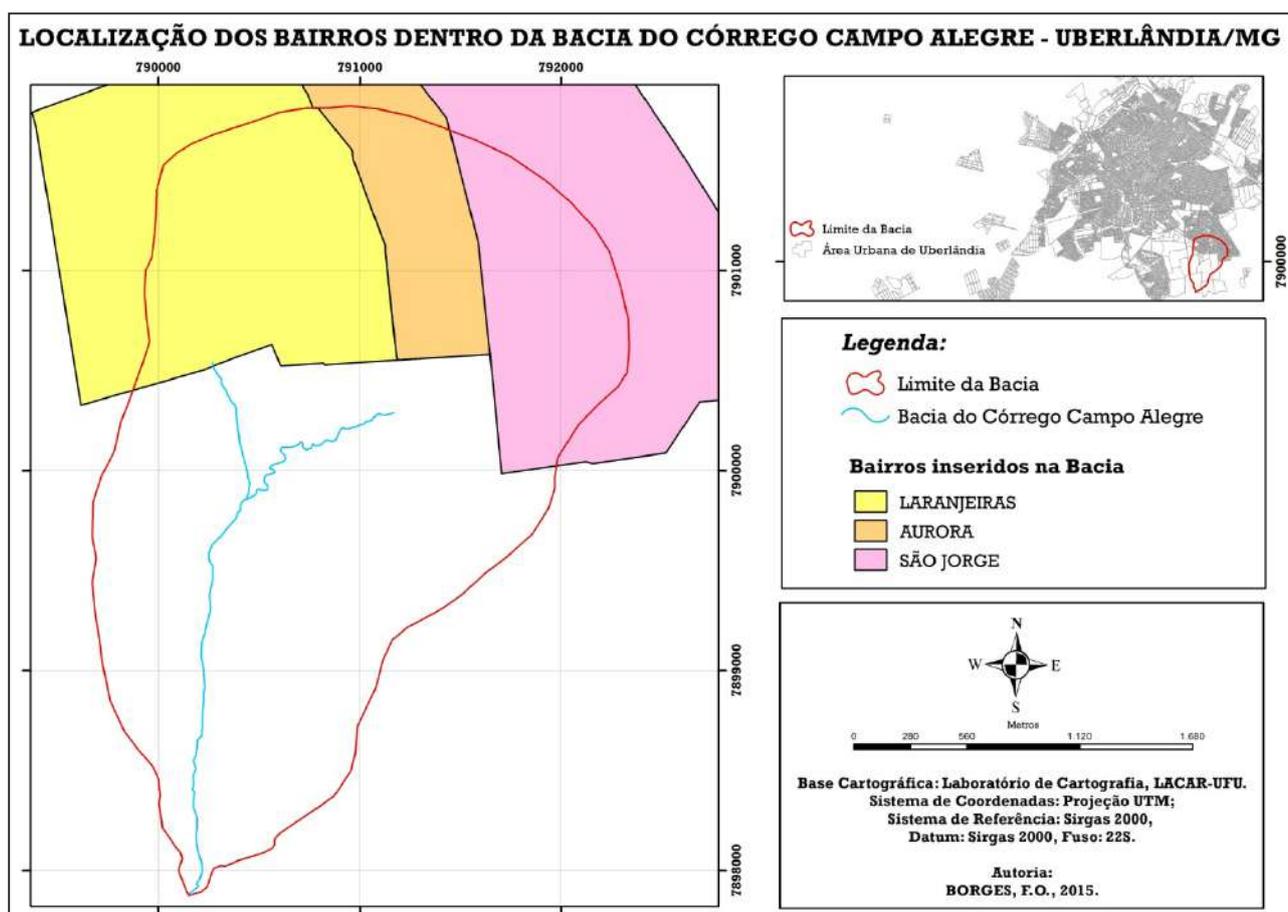


Figura 3: Mosaico de evolução do uso e ocupação do solo dentro da bacia. Organizado por: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

A construção dos bairros foi realizada sobre a área de recarga d'água da bacia (Mapa 2), a qual fica prejudicada devido à pavimentação de vias e de quintais das casas, interferindo na capacidade de infiltração do solo. Além disso, essa é a área mais alta da bacia, de cotas altimétricas entre 890 a 920 m que, com a implantação de utilitários urbanos da própria pavimentação, e a não infiltração da água, provoca um denso e rápido escoamento superficial em períodos chuvosos, impactando fortemente no córrego, que recebe toda essa água proveniente dos bairros. "A impermeabilização influencia diretamente os cursos d'água urbanos através do aumento dramático no escoamento superficial (runoff) durante eventos de tempestade." (ARAUJO et al., 2014b, p. 62).

Durante a urbanização, os espaços permeáveis, inclusive áreas vegetadas e bosques, são convertidos para usos que, geralmente, provocam o aumento de áreas com a superfície impermeável, resultando no aumento de volume de escoamento superficial e da carga de poluentes (ARAUJO et al., 2014b, p. 64).



Mapa 2 - Delimitação dos bairros Laranjeiras, Aurora e São Jorge, dentro da área da bacia.

Na Figura 4, verifica-se a ocorrência de voçoroca – considerando-a como “um canal inciso, relativamente profundo, de paredes verticais, recém-formado em uma vertente, onde nenhum canal bem definido anteriormente existia” (RODRIGUES, 2014, p.16) – nas margens da cabeceira do córrego, intensificada essencialmente pela pavimentação nas áreas mais altas da bacia, a qual acentua o escoamento superficial. Esse fluxo d'água altera a configuração do curso do córrego, alargando seu leito e provocando desgaste no sopé das encostas, devido à sua força, fazendo com que o solo se desprenda, deslocando uma grande carga de sedimentos, causando outro processo erosivo, denominado assoreamento (SILVA e NISHIYAMA, 2005, p. 14152).

A ocupação desordenada por aglomerações urbanas promove a impermeabilização do solo na área de uma bacia hidrográfica. Em decorrência disto, durante as chuvas, aumenta o escoamento da água pela superfície do terreno e eleva as vazões dos cursos d'água acima da sua capacidade de drenagem, provocando inundações e erosões do leito das margens fluviais (SILVA; NISHIYAMA, 2005, p. 14148).



Figura 4 - Voçoroca na cabeceira do córrego Campo Alegre. Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia, ENGEFOTO, 1997. ORG.: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

Em relação ao alargamento do canal fluvial, vale ressaltar que anterior à forte interferência humana, o mesmo era de caráter retilíneo, e, a partir do momento em que a pavimentação da área mais alta da bacia é colocada e há a construção de duas galerias pluviais por volta dos anos de 2006 e 2007, destinando a água pluvial e o esgoto doméstico para o córrego, o fluxo d'água, veloz e degradativo, provoca a alteração do canal, deixando-o aprofundado e de caráter meandrante. Em estudos de campo realizados por Silva (2007, p. 112), "percebeu-se o alargamento do canal em toda sua extensão e escavação em determinados pontos, chegando os taludes a medirem aproximadamente seis metros de altura." (Figura 5).

Somado à pavimentação da área mais alta da bacia, tem-se a redução das áreas de APPs (Figura 6), influenciadas pelo alargamento do processo erosivo devido às ações discorridas e pela vulnerabilidade dos solos e taludes. Essa perda de vegetação faz com que o solo fique desprotegido, podendo ser mais facilmente lixiviado pelas ações da chuva.

a redução de áreas verdes, (...) implica na excessiva impermeabilização do solo e na multiplicação de áreas críticas de ocorrência de enchentes, com impactos ambientais, sociais, e econômicos, sobre toda a estrutura da cidade, perdurando praticamente por todo o ano (JACOBI, 2004, p. 173).



Figura 5: Altura do talude provocada pelo escoamento de água pluvial. Autor: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.



Figura 6: Perda de vegetação na margem esquerda do córrego e processos erosivos. Fonte: Google Earth Pro, 2015.

O volume de água pluvial é também o principal responsável por problemas urbanos em que a população do entorno fica submetida. Dentre eles, tem-se o entupimento de bueiros e redes de esgoto (Figura 7), enchentes, contaminação da água fluvial com os efluentes liberados, trincamento de calçadas e muros causado pela força da água. Tudo isso devido à falta de planejamento do órgão público municipal.



Figura 7: Entupimento de bueiro após um evento de chuva. Bairro São Jorge. Autor: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

Embora haja visto que o processo de urbanização tem forte participação nos diversos problemas socioambientais ocorridos na área da bacia do córrego Campo Alegre, é importante lembrar que o mesmo não é o responsável por desencadear tais impactos e sim, por acelerá-los e intensificá-los. Em uma comparação entre cenários passados (1964 e 1979), através da observação de fotografias aéreas, é possível identificar focos de erosão nas margens do córrego (Figura 9), provocados pelo denso manuseio do solo e uso da terra. Uma área em que a predominância era de Cerrado, em 1964 (Figura 8), cede lugar para silvicultura de eucalipto em 1979.



Figura 8: Presença de Cerrado no cenário de 1964. Fonte: UNITED STATES AIR FORCE - USAF ,1964. ORG.: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.



Figura 9 - Pontos indicativos de início de um processo erosivo. Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1979.ORG.: BORGES, Fernanda Oliveira, 2015.

A área da bacia, por si só, possui, naturalmente, uma fragilidade ambiental, condicionada principalmente pelos tipos de solo presentes, que são mais susceptíveis à erosão. Conforme apontado por Giffoni (2010) e Silva (2007), na área ocorrem basicamente três tipos de solo: o neossolo e organossolo, presentes nas áreas marginais ao curso d'água, e o latossolo vermelho amarelo ácrico no restante da bacia. É importante destacar que há também a presença de finas camadas turfeiras (paleoturfas), entre as camadas dos solos, depositadas em períodos geológicos antigos. A turfa é um material de origem vegetal que foi decomposto e depositado em camadas. Na área de estudo, a paleoturfa aparece quase próximo ao curso d'água e posteriormente próximo ao organossolo.

Assim, a retirada quase total da vegetação natural, caracterizada por uma grande quantidade de veredas, sendo uma fitofisionomia ilustrada pelas palmeiras arbóreas, ou Buritis e florestas de galeria presentes nas nascentes e na foz, e em regiões mais espaçadas ao longo do curso, para inserção da silvicultura de eucalipto, fez com que o solo passasse por um grande estresse, deixando-o desagregado e exposto às ações exógenas do meio, particularmente pelo impacto das gotas de chuva. A partir disso, com a fixação urbana na área, como aqui apresentada, os focos de erosão deixaram de ser focos, propriamente ditos, e passaram a ser um problema ambiental mais sério, impactando igualmente a população que pertence à área.

De forma a tentar reverter e, até mesmo, prevenir esses tipos de incômodos que prejudicam tanto o ambiente como a população, deve haver um planejamento socioambiental adequado. Tal planejamento pode ser aplicado utilizando como recorte espacial, uma bacia hidrográfica, visto que a mesma funciona como uma

unidade de planejamento (...) porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações (...) são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas (SANTOS, 2004, p. 40).

Bigarella e Mazuchowski (1985, p.15) ainda afirmam que

é imprescindível que cada núcleo urbano ou cidade, disponha de um estudo criterioso

e detalhado das condições naturais e, não meros relatórios de gabinete, divorciados da realidade regional. Somente dessa forma, será possível estabelecer um programa de prevenção ou de eventual controle da erosão, embasado em plano rigoroso de uso e restrições do solo.

Com base nisto, deve-se levar em consideração todos os fatores envolventes, da mesma forma como uma análise sistêmica a partir de modelos, como arcabouço geológico, vegetação, tipo de solo, características do curso d'água, da população residente, dentre outros. Ross (2009, p.53) comenta que é indispensável realizar uma pesquisa sobre as fragilidades e potencialidades ambientais em conjunto com as relações da sociedade com a natureza, pois isto acrescenta no entendimento acerca da dinâmica natural com as antrópicas.

Nesse sentido, vale ressaltar a importância das interpretações cartográficas para o planejamento socioambiental, pois contribuem para a elaboração de cartas que representam as características da área, no que tange à organização da cidade e da população residente, dos elementos físicos, como solos, vegetação, delimitação da área de estudo e do curso hídrico, além daquelas de recomendação para o uso, de forma a prevenir eventuais impactos (BIGARELLA E MAZUCHOWSKI, 1985, p.196).

Não só o córrego, mas também a população do entorno sofre com a degradação ambiental, passando por perturbações que são respostas às ações antrópicas aplicadas de forma inadequada. Assim, compreende-se como uma ação e reação, onde a área da bacia do córrego Campo Alegre, geneticamente possui características físicas frágeis e que, com as correntes intervenções humanas esta fragilidade se compromete ainda mais, causando maiores impactos ambientais tanto como sociais.

Mas, deve-se lembrar que tudo isso vem, primordialmente, da falta de planejamento do poder público municipal, onde sua preocupação perpassa somente pela especulação imobiliária e renda da terra, como herança de todo o desenvolvimento do processo histórico de urbanização da cidade de Uberlândia, visto que a empresa imobiliária é a personagem principal para a geração de áreas com características de degradação e perturbação popular (MOTA, 2003, p. 2).

Conforme explica Jacobi (2004, p.170), frequentemente a população sofre com os impactos provocados pela urbanização, mas principalmente a população de baixa renda, por estar alocada em áreas mais propícias à ocorrência da degradação, como riscos de enchentes, escorregamentos de encostas, contaminação do solo e da água. E esses impactos socioambientais urbanos são, primeiramente, de responsabilidade político-econômico-institucional e só perduram devido à lenta resolução e aplicação do planejamento correto por parte dos devidos responsáveis.

4. Considerações Finais

A análise conjunta dos fatores físicos e antrópicos, visualizando as inter-relações existentes e suas influências nos processos atuantes, é importante para a compreensão da paisagem geográfica de uma determinada área. A partir desse entendimento, percebe-se que a paisagem, por si só, possui uma vulnerabilidade natural, ou seja, algumas de suas características físicas apresentam fragilidades perante às dinâmicas do meio, mas que são frequentemente aceleradas devido à interferência antrópica.

A área possui solos instáveis, e vertentes longas e convexas, as quais propiciam à ocorrência de processos erosivos, mas que, por meio das intervenções humanas, fortalecidas pela crescente urbanização, a princípio de caráter periférico e, posteriormente tornando-se potencialmente alvo de interesse político, econômico, comercial e residencial de alta renda, esse fenômeno foi intensificado ao longo do tempo, perdurando até os dias atuais. Dessa forma, afirma-se que a área

sempre esteve submetida a conflitos, de caráter ambiental, com erosão, redução da vegetação e poluição, e, de caráter social, com a falta de infraestrutura urbana, inundações e entupimento de redes de esgoto.

Assim, os resultados do mapeamento temporal de uso e ocupação do solo na área da bacia firmaram os questionamentos apurados anteriormente, de que, a presença antrópica em uma área natural é prejudicial tanto à própria área quanto à população do entorno, provocando transtornos que, sem um planejamento adequado, vão se protelando, englobando outros problemas mais sérios.

Em suma, o objetivo geral traçado para a elaboração dessa pesquisa foi alcançado, uma vez que houve um entendimento das relações sociedade-natureza e suas consequências, constatando que não só a paisagem natural sofre com a degradação causada pela ação antrópica, mas, inclusive, a própria população também está sujeita a esses impactos, prejudicando sua qualidade de vida, por meio de suas atitudes pessoais, ou quando é submetida a determinadas ações externas, como aquelas de ordem política e econômica.

Referências

ARAUJO, G. H. de S. et al. Ambiente Urbano e Industrial. In: _____. ARAUJO, G. H. de S. et al. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. 11ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2014b, p. 62-74.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z.. Visão integrada da problemática da erosão. **3º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Maringá, PR. 29 de set. a 4 de out. 1985.

CORRÊA, R.L. **O espaço urbano**. São Paulo: Editora Ática S.A, 1995, 94 p.

FERNANDES, E. Impacto socioambiental em áreas urbanas sob a perspectiva jurídica. In: _____. MENDONÇA, F. (org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004, p. 99-128.

GIFFONI, S. N. **Caracterização comportamental das Feições Erosivas na Bacia do Córrego Campo Alegre com base nos estudos Geológico-geotécnicos - Perímetro Urbano de Uberlândia – MG**. 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

GOOGLE EARTH PRO. IMAGE LANDSAT. IMAGE DIGITAL GLOBE. **Imagens orbitais do Córrego Campo Alegre**. Escala 1:70.000, 2007.

_____. IMAGE LANDSAT. IMAGE DIGITAL GLOBE. **Imagens orbitais do Córrego Campo Alegre**. Escala 1:70.000, 2015.

GUIMARÃES, E. N. **Formação e desenvolvimento econômico do Triângulo Mineiro: integração nacional e consolidação regional**. Uberlândia: EDUFU, 2010, 254 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/censo/>. Acesso em: Outubro de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Fotografias aéreas pancromáticas do município de Uberlândia**. Escala 1:25000, 1979.

JACOBI, P. Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade. In: _____. MENDONÇA, F. (org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004, p. 169-184.

MOTA, H. M. Evolução urbana de Uberlândia: uma cidade do Triângulo Mineiro de Porte Médio e

em contínuo crescimento. Campinas: X Encontro Nacional da Anpur. Anais... 2003, 16 p.

RODRIGUES, S. C. Degradação dos solos no cerrado. In: _____. GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. (orgs.). **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1ª ed, 2014, p. 51-86.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 208 p.

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

SILVA, A. M. da., NISHIYAMA, L. Urbanização da cabeceira do córrego Campo Alegre e suas consequências. São Paulo: X Encontro de Geógrafos da América Latina. **Anais...** mar. 2005, p. 14.144-14.156.

SILVA, A. M. da.; **Caracterização dos fatores naturais e antrópicos responsáveis pelo desencadeamento das feições erosivas na cabeceira do Córrego Campo Alegre**. 2007. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

SILVA, K. N. da; FILHO, Vitor Ribeiro. Desenvolvimento sócio-espacial e dinâmica urbana na zona sul da cidade de Uberlândia. São Paulo: **Revista GEOUSP – Espaço e Tempo**, nº 31, pp. 69-78, 2012.

UNITED STATES AIR FORCE - USAF. **Fotografias aéreas pancromáticas do município de Uberlândia**. Escala 1:60000, 1964/1965.

O PLANEJAMENTO NA CURVA DO PAJEÚ: EXPANSÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NOS RECURSOS HÍDRICOS NO CENTRO DE FORTALEZA – CE

ANA BEATRIZ DA SILVA BARBOSA
DANIEL GUIMARÃES CORDEIRO
REGINA BALBINO DA SILVA
FRANCISCO ALEXANDRE COELHO

Resumo

As cidades sempre foram espaços que presenciaram as mais fortes transformações decorridas da ação humana, que seguiram as tendências que se encontravam vigentes. Tais intervenções foram produtos de inúmeros discursos, que propunham teorias como as de ordenamento e limpeza urbana, objetivando a salubridade do espaço citadino e a medicalização do meio, por encontrar nele a doença. Esta metamorfose se materializou em maior escala nos centros históricos das cidades, cuja importância não se permeia apenas ao campo ambiental, mas entra no simbólico, por contar a história da Cidade. Assim, Fortaleza se insere como uma cidade que se expandiu sem levar em conta os possíveis impactos que traria ao meio ambiente, mais especificamente seus recursos hídricos e o seu Centro possui diversos problemas decorridos da má gestão. O presente trabalho se propõe a ressaltar como a ausência de um planejamento adequado do meio ambiente pode trazer sérios problemas, especialmente, por se tratar de uma metrópole brasileira cujos municípios que estão ao seu redor podem possuir as mesmas problemáticas. Com isso, a ação de políticas públicas eficazes pode ser um elemento a se considerar para uma boa gestão da cidade e de seus recursos naturais. Como resultado, o Centro possui problemas diversos voltados à drenagem decorrida do aterramento de lagoas e da canalização do riacho Pajeú, que é de grande relevância histórica à capital alencarina. Sua perda de identidade se materializa na ausência de políticas efetivas que visem à preservação e conscientização de sua importância ambiental e histórica, onde se apresenta como um canal escondido do campo visível, e em péssima qualidade de água.

Palavras-Chave: Rio urbano; Riacho Pajeú; Planejamento Ambiental; Memória.

Abstract

Cities have always been places that have experienced the strongest transformations caused by human action, which followed the trends that were prevailing. Those interventions were products of numerous speeches, proposing theories such as urban planning and cleaning, which aimed the healthiness of urban space and the “medicalization” of the surroundings, to find in it the disease. These transformations materialize on a larger scale in the historic centers of cities whose importance permeates not only the environmental field, but enter the symbolic meaning, by telling the story of the city. Fortaleza is a city that has expanded without thinking about the possible impacts it would bring to the environment, more specifically its water resources and its center has a number of problems caused by mismanagement. In short, the role of this work is to highlight how the lack of a proper planning of the environment can cause serious problems, especially because it is a Brazilian metropolis and the municipalities that are around can have the same problem. So, the action of effective public policies may be an element to consider for the successful management of the city and its natural resources. As a result the center has several problems facing the poor drainage, ponds ground product and Pajeú stream channeling, which is a stream of great historical significance to the alencarina capital. In addition, the loss of identity materializes in the absence of effective policies aiming at the preservation and awareness of its environmental importance and historical, in which presents itself as a hidden channel of the visible field, and poor water quality.

Keywords: Urban River; Pajeú stream; Environmental Planning; Memory.

1. Para começar...

As cidades sempre tiveram ligações fortes com a natureza desde o início da história humana. As necessidades básicas associam-se à presença das bases naturais e só eram supridas através desta. Entretanto, nos últimos séculos, as ações antrópicas no ambiente se tornaram mais intensas – ao mesmo tempo em que dependia desses, o ser humano os degradou, através do desmatamento, das queimadas e das canalizações de rios, trazendo impactos negativos ao ambiente.

No processo de compreensão desses processos, a ciência geográfica tem executado relevante papel, sendo considerada uma ciência de síntese ao possibilitar a relação entre os mais variados campos do conhecimento. Ela deve ter como norte o contexto em que o espaço se encontra, na qualidade das relações entre natureza e sociedade, tendo também a vida que os dá dinâmica e que o mesmo se redefine de acordo com as mudanças desses elementos. Esta noção de interação e de síntese faz da Geografia a mais capaz de interpretar os fenômenos à luz global e isto se atenua quando percebemos que vivemos numa sociedade homogênea, e ao mesmo tempo, heterogênea, pois cada lugar assume sua particularidade em meio a tudo isso.

O espaço geográfico, ambiente de morada e de convivência humana, é produto de transformações quantitativas e qualitativas ao decorrer de sua história, de forma sempre dinâmica (SANTOS, 1988). O entendimento preciso da paisagem, tendo como fim o planejamento do meio ambiente, é uma proposta levantada e que se faz necessária, haja vista a presença de uma tendência, no âmbito mundial, da discussão das questões ambientais em decorrência da urbanização acelerada e descontrolada pela qual o mundo passa. As principais cidades brasileiras, localizadas em regiões litorâneas, foram foco das intervenções humanas e tornaram-nas responsáveis por gerar uma série de problemas em virtude da instabilidade do meio (TRICART, 1977), já presente, mas que passou a se acentuar ainda mais.

Em cima disso, se manifesta na história da sociedade como uma mudança de mentalidade nas relações entre o homem e os recursos naturais, num primeiro momento, ligada diretamente à existência duma noção de temor e cultuação e, depois, duma convivência e adaptação que se transforma no controle. Esse controle excessivo trouxe a exploração e degradação e leva as pessoas a pensarem em modos de conservarem e preservarem a natureza (SARAIVA 1987 apud ALMEIDA, 2010).

Todavia, ainda no presente contexto a negação, a desvalorização e a degradação dos recursos naturais se faz presente no tocante aos rios urbanos, o foco do presente trabalho. Definidos por Almeida (2010, p.31) como o “alvo de mudanças significativas em sua forma, em sua dinâmica e em seus componentes geoambientais ao longo do processo de urbanização”, se caracterizando pela poluição e inundações durante as chuvas.

Nas terras brasileiras, as primeiras intervenções datam do século XVII no Rio de Janeiro, sendo a primeira delas o alargamento da vala de sangramento de uma lagoa. Em dois séculos depois, São Paulo retifica o curso de um de seus rios como uma tentativa de solucionar o problema das enchentes. Mas foi na capital carioca com os Planos de Melhoramento que as mudanças tomam corpo, no período da Belle Époque. As obras envolviam a remodelação urbana visando à saúde do meio, ajustando a drenagem urbana, alargando ruas e embelezando a cidade (BOTELHO, 2011; ACCIOLY, 2008).

A capital alencarina não se encontra alheia ao contexto apresentado anteriormente: a mudança de mentalidade sobre o rio antes visto como fonte de vida era bastante presente, de certa forma até mais forte do que nas outras regiões do Brasil. O nordeste vivencia períodos de seca e, quando nos remetemos ao desenvolvimento urbano, suas principais cidades nasceram próximas a rios importantes, sendo, no caso do Ceará, os Rios Jaguaribe, Salgado, Coreaú, Acaraú e Pajeú, este último dotado de relevância não apenas no aspecto natural, mas também histórico, pois é

por meio dele que Fortaleza se desenvolve, é colonizada e urbanizada. Esses aspectos recaem sobre o centro histórico, a célula máter da cidade, visualizado como uma urbanização bastante intensificada, repercutindo no trato dos recursos hídricos, degradados e comprometidos. Assim, a partir da ótica dos planos urbanísticos pretende-se discutir a relação existente entre a expansão urbana e os recursos hídricos, com maior enfoque no riacho Pajeú.

2. O Centro e o Riacho

2.1. Caracterização Geoambiental do Centro de Fortaleza

O Centro tem sua grande importância na origem de Fortaleza e na constituição atual da cidade. Localizado no coração da cidade de Fortaleza, o Centro, enquanto capital do Ceará, nasceu às margens do riacho Pajeú, no século XVII. A escolha do local para ser capital não se deu de maneira aleatória. A capital alencarina para Girão (1997, p.73) é uma cidade de crescimento espontâneo, que nasce ligada mais aos fatores naturais do que os sociais, graças ao “ribeiro Pajeú, com a sua ‘água doce’, o seu pequeno vale fresco, as suas barrancas e as suas sinuosidades”.

Em linhas gerais, a configuração natural da cidade foi o principal elemento a favorecer a ocupação. Tendo como embasamento a Formação Barreiras, o centro da capital faz parte dos terrenos planos e baixos e assume a forma de planície litorânea. Possui uma temperatura agradável, na casa dos 27°C, com destaque a forte presença de ventos, que confere ao ambiente um caráter ameno. A pluviosidade é de aproximadamente 1400 mm, relativamente alta quando comparada com as outras regiões do estado, distribuindo-se em maior intensidade entre os meses de janeiro e maio, que é o período chuvoso. (IPECE, 2014).

Sua vegetação característica pertence ao Complexo Vegetacional da Zona Litorânea e Floresta Perenifolia Paludosa Marítima. Esta é fruto da influência marinha, como também do regime de chuvas e da umidade do ar, que a torna permanente, mudando de aspecto de acordo com o tipo de solo. (GIRÃO, 1997) Nesta região, os tipos de solos predominantes são os Neossolos Quartzarênicos, característicos das zonas de paleodunas.

Com relação à hidrografia, o Centro encontra-se inserido na Bacia da Vertente Marítima, juntamente com os bairros Aldeota, Meireles, Jacarecanga, Mucuripe, Moura Brasil, Pirambu, Cocó, Iracema, Farias Brito, além de parte do Benfica. É constituída de drenagens exorreicas e de sete microbacias, cujos principais mananciais são os riachos Jacarecanga, Maceió, Papicu e o riacho Pajeú. Além disso, não se pode deixar de lado a existência de algumas lagoas que integram a paisagem da região, como a Lagoa do Papicu, Lagoa do Mel e a Lagoa do Garrote, esta última localizada no Parque das Crianças (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2013b).

Quanto à delimitação, existem duas que são bastante conhecidas, onde a primeira delas corresponde ao mesmo território administrado pela Secretaria Regional do Centro, conhecido como Centro Expandido. A segunda delas segue a delimitação proposta pelo arquiteto Adolfo Herbster em 1875, por três bulevares, que são atualmente as avenidas Imperador (a oeste), Duque de Caxias (ao sul) e Dom Manuel (a leste).

2.2. O Percorso Histórico do Pajeú

Historicamente, a Fortaleza, que nasce às margens do riacho Pajeú, representou um elemento de disputa colonialista. A capital cearense deve seu nome à fortificação que foi inicialmente construída pelos holandeses no século XVII, sob o comando de Matias Beck, recebendo o nome do monumento de Schoonenborch, em homenagem ao governador de Pernambuco. O objetivo primário era a exploração das terras, através da produção de açúcar e da busca por minas de pra-

ta. Anos depois, os holandeses são expulsos e os portugueses concluem a construção e dão-na o nome de Fortaleza de Nossa Senhora de Assunção (SILVA FILHO, 2001).

O Pajeú foi escolhido para desenvolver a cidade de Fortaleza em virtude da sua localização se dar entre dois grandes rios – Ceará e Pacoti – e por ser um riacho doce, diferente dos primeiros, que possuem influência marinha. Outro fator que se soma é a presença de dunas fixas na região, possibilitando a sua ocupação.

A nascente do riacho se dá nas imediações da Aldeota, próxima da Avenida Barão de Studart e prossegue na direção paralela à Avenida Heráclito Graça, em seguida, caminha no sentido norte e noroeste, respectivamente, até desaguar no Oceano Atlântico.

Percorrendo a extensão aproximada de 5 km, o Pajeú possuía tributários, no total de dois, onde o primeiro deles tinha início nas imediações da Praça da Lagoinha e Castro Carreira, cortava a Rua Senador Pompeu obliquamente em direção à Rua Crato, para desaguar no riacho. O segundo tributário começava na Praça Clóvis Beviláqua, atravessando também a Rua Senador Pompeu e a Avenida Duque de Caxias e caindo na Lagoa do Garrote, lançando-se no percurso do Pajeú (GIRÃO, 1997). A localização do riacho juntamente com os seus antigos tributários encontra-se na Figura 1.



Figura 1: Localização do Riacho Pajeú em suas duas delimitações, juntamente com seus antigos tributários.

Elaboração: Silva, 2016.

Entretanto, esses tributários desapareceram em virtude dos aterramentos para amenizar os desníveis topográficos, fruto das políticas de embelezamento da cidade. Esses projetos que levam

como base os Planos de Melhoramento, implementados na Europa na primeira metade do século XIX, propunham um ordenamento urbano que tivesse como foco a circulação de elementos patógenos – a água e o ar -, a fim de proporcionar à cidade um local mais saudável e limpo.

Sobre esse raciocínio, Costa (2014) afirma tais noções remontarem ao discurso médico que, em busca da obtenção de salubridade, no espaço urbano se materializou em obras que ficaram bastante conhecidas na França, sobretudo na Reforma Urbana de Paris, empreendida pelo Barão de Haussmann nos anos de 1853 a 1869.

Em Fortaleza, essas teorias chegam após os anos 1860, no auge da *Belle Époque*, momento em que a Cidade prosperava pela economia cujo produto principal era o algodão. Nesse contexto, a capital alencarina, centro político e econômico, passa a se remodelar para atender a elite em ascensão, seguindo os padrões urbanísticos vigentes até então (PONTE, 1993). Como resposta, a Planta de 1875 feita por Adolfo Herbster dispõe da abertura de três bulevares – que demarcam o Centro Antigo -, planificação topográfica, responsável por amenizar os desníveis, aterrando não somente algumas lagoas, como também os tributários do Riacho Pajeú.

O Centro em sua extensão possui um desnível topográfico acentuado e de alinhamento somente na região contemplada pela influência do Pajeú, juntamente com os prédios mais antigos de Fortaleza, que são o Palácio da Luz, a antiga Assembleia Legislativa e a Fortaleza de Nossa Senhora de Assunção.

Além de narrador da história cidadina, o Pajeú foi por muitos anos fator limitante da expansão urbana – Fortaleza crescia no sentido oeste do riacho. Foi na segunda metade do século XIX que as plantas propostas pelos arruadores surgiram com a sugestão de se mudar a direção da cidade, para o sentido leste. Essa nova orientação se realça na primeira metade do século XX, quando é feita a canalização do riacho. A Cidade se expandiu com mais “facilidade” após ter vencido a “barreira natural”.

Depois dos afluentes, o Riacho seria alvo das intervenções urbanas que priorizariam a construção de edifícios e que pretendiam “escondê-lo”. Existem registros de que o alto crescimento demográfico experimentado pela Cidade, sobretudo a partir de 1940, refletiria no trato do recurso hídrico. A urbanização e a construção desenfreada de edifícios alcançaram Fortaleza e também as imediações do canal de tal forma que uma parte do seu curso encontra-se escondida pelos prédios.

Nesse momento histórico, surge o primeiro plano urbanístico voltado à preservação do recurso hídrico, elaborado em 1947, pelo engenheiro e urbanista Sabóia Ribeiro. Este plano propunha-se a preservar as margens do Pajeú em sua totalidade – da nascente até à foz – porém, ele não vingou devido às construções que já se situavam e as quais ainda iriam se situar às margens do riacho.

Após quinze anos de vigência do primeiro plano, em 1962, Hélio Modesto sugeria a preservação apenas de alguns pequenos trechos do Pajeú, em conformidade com a realidade já existente da época, levando em conta a forte presença da ocupação irregular das margens do riacho por prédios. Foi durante a administração do então prefeito de Fortaleza Vicente Fialho (1971 - 1975) que houve a desobstrução, remoção de construções, do trajeto final do riacho, desde a Avenida Nepomuceno até a foz.

A década de 1970 foi marcada na história de Fortaleza pelo processo de descentralização, fenômeno vivenciado pelos principais centros urbanos. A fuga das classes dominantes do Centro trouxe uma situação de abandono ao local e induz a suposição de que, se no passado quando o Centro era a cidade, já se presenciava a ausência de planos para a manutenção do Pajeú, não seria com o abandono que ele entraria em discussões. Durante o governo do prefeito de Fortaleza Lúcio Alcântara (1979 - 1982), aparece uma proposta cujo fim seria o melhoramento da relação Cidade-Pajeú. Segundo dados da Prefeitura de Fortaleza o plano previa a criação do Parque Pa-

jeú com aproximadamente 1,5 hectares. Para a efetivação do projeto, foi necessária a realização de diversas obras de drenagem do riacho que custaram Cr\$ 150.130.000 (aproximadamente R\$ 545.000) e o parque em si mais Cr\$ 60.000.000 (aproximadamente R\$ 218.000).

Liberal de Castro (1981) apud Prefeitura de Fortaleza (1982, p. 14) declarou sobre a iniciativa dessa gestão:

A administração Lúcio Alcântara tenta agora, com êxito, recuperar longo trecho do rio, exatamente aquele que mais problemas trazia à cidade por ocasião das chuvas. Decidiu enfrentar o problema de forma ampla, não se limitando apenas a obras hidráulicas. Procurou realizar a integração do rio com a paisagem, envolvendo-o com um parque que lhe ressalta o traçado e a beleza.

Porém este projeto urbanístico não se mostra eficiente, no que diz respeito tanto aos problemas na cidade gerados por uma ausência histórica de planejamentos eficazes, quanto à própria preservação do Pajeú e sua relação com Fortaleza. Na realidade, este projeto apenas alterou ainda mais o curso original do riacho, realizando não só a completa canalização do seu curso, como também escondendo trechos dele através de canais fechados, totalizando 2.285,5 metros percorridos por galerias subterrâneas. A construção efetivada da política dessa gestão encontra-se na Figura 2.



Figura 2 – Parque Pajeú. Fonte: Cordeiro, 2016.

O próximo fator a ser levantado é a construção do Mercado Central, que se realizou na década-

da de 1990, atendendo às demandas do turismo que se encontrava em processo de ascensão. Todavia, um item merece destaque – a obra estava sendo construída num setor bastante próximo do riacho, em suas margens já modificadas (O POVO, 2013). Para recompensar os transtornos, a prefeitura havia prometido a criação de um parque ecológico, entretanto não houve concretização das promessas até então feitas. A tentativa de esconder o riacho foi realizada com sucesso. Nesse contexto, não se torna difícil perceber a falta de memória coletiva que se reflete na ausência de planejamento que tenha como meta a preservação e conservação dos lugares de memória.

2.3. O Riacho e os Atuais Projetos

Durante a gestão do Prefeito Roberto Cláudio foi criado o programa DRENURB – FORTALEZA que tem por objetivo a realização de ações para o controle de enchentes, a recuperação e a preservação do meio ambiente natural e o saneamento de bacias hidrográficas. O projeto teve custo estimado em cerca de R\$ 200.000.000 para a realização de diversas obras por todo o território Fortalezaense, porém nenhuma destas obras se refere à preservação ou um melhor manejo do Riacho Pajeú. Há apenas duas obras previstas para o Centro (uma já concluída e outra em andamento) que tem por objetivo facilitar o escoamento das águas pluviais até o Pajeú (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2013a). A Figura 3 apresenta parte da segunda intervenção, ainda não concluída.



Figura 3 – Obra do DRENURB próximo ao Riacho Pajeú. Fonte: Cordeiro, 2016.

Outra ação governamental (ainda em atividade) que visa à preservação dos recursos hídricos municipais é o Programa Águas da Cidade, que busca o monitoramento e recuperação da qualidade ambiental de rios, riachos, lagoas, lagos e açudes da cidade de Fortaleza. Este programa

abrange: 67 lagoas e açudes; e 25 rios e riachos, sendo o Pajeú um deles.

A própria Prefeitura de Fortaleza admite em seu Plano Municipal de Saneamento Público de 2013, (PREFEITURA DE FORTALEZA, 2013b, p.15) como uma das principais causas dos alagamentos nos períodos chuvosos “a modificação pela ação antrópica associada ao processo de urbanização do curso natural do caminho das águas drenadas pela hidrografia local”. Estas modificações durante a história fizeram com que os principais pontos de alagamento no Centro fossem justamente em locais por onde corria o fluxo original do Pajeú. São estes pontos os cruzamentos: Av. Heráclito Graça com Rua Sólon Pinheiro; Av. Heráclito Graça com Barão de Aracati; e Av. Alberto Nepomuceno com Av. Pessoa Anta. Assim se tornam evidentes as consequências das alterações no Pajeú.

A histórica ocupação indiscriminada ao longo do curso do Riacho Pajeú causou sérios impactos ambientais a este corpo d’água, devido a uma poluição que dentre outros fatores, decorre do lançamento de esgotos na rede de drenagem de águas pluviais as quais tem como corpo receptor os recursos hídricos.

3. Considerações e Reflexões

Além do esquecimento da história da Cidade, não se pode deixar de lado que a urbanização dos recursos naturais carrega consigo uma série de transtornos à dinâmica natural, descaracterizando a fauna, a flora e os processos geomorfológicos básicos. Quanto à morfologia, Botelho (2011) afirma que a diminuição do tempo de concentração e aumento das cheias são marcas registradas das regiões canalizadas, que não permitem a infiltração da água e aumenta a sua capacidade de escoamento. Portanto, os problemas de drenagens e enchentes que já eram comuns a esses locais, acentuam-se com a impermeabilização por canalização dos recursos hídricos, além da supressão de vegetação, o que descaracteriza o curso de água.

Além de canalizado, a próxima questão a se levantar é a poluição. Além da presença de lixo, esgotos clandestinos são jogados, causando o mau cheiro e esse elemento pode ser mais um retrato da prática do esquecimento, haja vista que a identidade com o lugar gera a noção de preservação e se não há a preservação, não existe o pertencimento. “Não se pode proteger o desconhecido.” (BOTELHO, 2011, p.80).

Hoje, o Riacho Pajeú se tornou invisível na Cidade em que foi elemento condicionante do seu desenvolvimento há 290 anos, quando Fortaleza foi elevada a vila. Muitos percebem o Pajeú como receptor de esgoto, outros sequer nem sabem da sua existência. É diante desse contexto que se torna necessário enfatizar que ele deve ter o seu lugar onde as pessoas possam vê-lo. Os cidadãos precisam conhecer a história de sua cidade e se sentir parte dela, ter ciência da importância da preservação ambiental na manutenção do ciclo natural e de que modificações impostas ao meio ambiente podem trazer sérias consequências ao invés de benefícios à população.

O descaso do poder público com o patrimônio natural é visível, verificado na consolidação do plano de ação ambiental em que transforma um rio histórico em canal para drenagem. O rio tem sua importância para explicação da história da cidade, não só de Fortaleza, mas nas grandes cidades. A ação do Estado como produtor do espaço urbano é mais destacado por uma política de compensação ambiental do que uma política efetiva para meio ambiente baseado em estudos acadêmicos.

Referências

ACCIOLY, Vera Mamede. **Planejamento, Planos Diretores e Expansão Urbana: Fortaleza 1960-1982**. 2008, 294f. Tese (Doutorado) Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da

Bahia, Salvador, 2008.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** 2010, 278f. Tese (Doutorado) Curso de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

BOTELHO, Rosângela G.M. **Bacias Hidrográficas Urbanas.** In: GUERRA, Antonio J. T. Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, 280 p.

BEZERRA DE MENEZES, Antonio. **Descrição da cidade de Fortaleza.** Fortaleza: Edições UFC, Casa de José de Alencar, 1992.

COSTA, Maria Clélia Lustosa. **O discurso higienista e a ordem urbana.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. **Diagnóstico das Atuais Condições de Drenagem do Município de Fortaleza.** Fortaleza: SEUMA, 2013a.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Política Ambiental de Fortaleza.** Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. Fortaleza: SEUMA, 2013b.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Parque Pajeú.** Fortaleza, 1982.

FORTALEZA EM FOTOS. **O Riacho Pajeú.** Disponível em: <<http://www.fortalezaemfotos.com.br/2013/06/o-riacho-pajeu.html>>. Acesso em 05 de jan. 2015.

GIRÃO, Raimundo. **Geografia estética de Fortaleza.** Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 1959.

INVENTÁRIO AMBIENTAL DE FORTALEZA. **O Riacho Pajeú.** Disponível em: <<http://inventarioambientalfortaleza.blogspot.com.br/2007/09/o-riacho-paje.html>>. Acesso em 05 de jan. 2016.

IPECE. **Perfil Básico Municipal 2014 Fortaleza.** Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2014/Fortaleza.pdf> Acesso em 13 de abr. 2016.

JORNAL OPOVO. **No princípio eram as águas.** Disponível em: <<http://www.opovo.com.br/app/opovo/vidaearte/2013/03/02/noticiasjornalvidaearte,3014548/no-principio-eram-as-aguas.shtml>>. Acesso em 05 de jan. 2016.

JORNAL OPOVO. **Riacho Pajeú: De Rio das Palmeiras a esgoto a céu aberto.** Disponível em: <<http://www.opovo.com.br/app/opovo/opiniao/2013/03/05/noticiasjornalopiniao,3016671/riacho-pajeu-de-rio-das-palmeiras-a-esgoto-a-ceu-aberto.shtml>>. Acesso em 05 de jan. 2016.

PONTE, Sebastião Rogério. **Fortaleza belle époque: reformas urbanas e controle social (1860-1930).** Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1993. 208p.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia.** 1º ed. São Paulo: Hucitec, 1988.

SILVA Filho, Antonio Luiz Macêdo e. **Fortaleza: imagens da cidade.** Fortaleza: Museu do Ceará, 2001.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>>. Acesso em 14 de abr. 2016.

O RIO SUBAÉ NO CONTEXTO URBANO DE FEIRA DE SANTANA – BA

*MICHELLE PEREIRA DA COSTA DA SILVA
EDILSA OLIVEIRA DOS SANTOS
SHEYLLA PATRÍCIA GOMES DO NASCIMENTO
JOSEFA ELIANE SANTANA DE SIQUEIRA PINTO*

Resumo

A degradação dos recursos hídricos e de outros sistemas ambientais refletem o modo insustentável como a sociedade se apropria da natureza. Nos espaços urbanos esta realidade fica evidente com o avanço acelerado da urbanização, sem planejamento nem ordenamento ambiental para orientar as possibilidades de uso e ocupação do solo. O estado do corpo d'água reflete as características da sua bacia hidrográfica e representa uma complexa rede de interações entre seus componentes. Neste contexto, o debate do trabalho contempla a discussão sobre degradação hídrica decorrente das pressões antrópicas, e para tanto objetiva-se discutir as influências da dinâmica urbana do município de Feira de Santana - BA sobre o Rio Subaé-Ba e os critérios legais normativos de competência municipal que regem os recursos hídricos. O esboço metodológico foi estruturado em etapas de levantamento de referências bibliográficas, coleta de dados, análise e discussão dos resultados. Os instrumentos utilizados para o desenvolvimento do texto consistem nos documentos das leis e planos, como o Código de Meio Ambiente, Lei nº 1.612/92, Plano Municipal de Meio Ambiente de Feira de Santana e o Decreto Nº 8.144, de 16 de dezembro de 2010; registro fotográfico dos impactos identificados em campo. Os recursos hídricos foram importantes condicionantes ambientais para a formação histórica do município e estão diretamente relacionados com a ocupação urbana sobre o Tabuleiro. O Rio Subaé está inserido nas duas determinações normativas enquanto recurso que precisa de proteção e controle ambiental; faz parte das Áreas Sujeitas a Regime Específico (ASRE) e Área de Proteção Ambiental (APA).

Palavras-Chave: recursos hídricos; impactos ambientais; gestão ambiental.

Abstract

The degradation of water resources and other environmental systems reflect the unsustainable way society appropriates nature. In urban areas this reality is evident from the rapid advance of urbanization without planning or environmental planning to guide the possibilities for use and occupation. The state of the water body reflects the characteristics of its watershed and represents a complex network of interactions between its components. In this context, the work of the debate includes a discussion on water degradation resulting from human pressures, and so the objective is to discuss the influences of urban dynamics in the city of Feira de Santana - BA on Subaé -Ba River and the normative legal criteria municipal jurisdiction governing water resources. The methodological design was structured in lifting steps of references, data collection, analysis and discussion of results. The instruments used for the development of the text consists of the documents of laws and plans, such as the Environment Code, Law No. 1,612 / 92, Municipal Plan Half Feira de Santana Environment and Decree No. 8,144 of December 16, 2010; photographic record of the impacts identified in the field. Water resources were important environmental conditions for the historical formation of the municipality and are directly related to urban settlement on the Board. Rio Subaé is inserted in both regulatory mandates as a resource that needs protection and environmental control; part of the Specific Subject Areas Scheme (ASRE) and the Environmental Protection Area (APA).

Keywords: Water resources; Environmental impacts; Environmental management.

1. Introdução

O planejamento ambiental bem como o ordenamento do uso e ocupação do solo são importantes condicionantes para o desenvolvimento sustentável das cidades, todavia esses fatores são negligenciados na maioria dos espaços urbanos brasileiros. A dinâmica da urbanização influencia nos processos ambientais, por meio das ações antrópicas sobre as condições físicas e bióticas dos sistemas naturais. O planejamento setorial que predomina nas cidades faz com que diminua a eficiência das ações mitigadoras, uma vez que não há a articulação entre os fenômenos sociais e ambientais existentes. Diante disto, a degradação dos recursos hídricos tem se concretizado na realidade dos espaços urbanos, sendo este um desafio para a gestão das bacias hidrográficas.

É notória a importância dos recursos hídricos, tanto pela questão ambiental quanto pelo valor social e econômico. Entretanto, a realidade contemporânea é marcada pela deterioração dos mananciais hídricos, resultante da falta de planejamento bem como o ineficaz gerenciamento. A realização de estudos ambientais denota um peça-chave para os planejamentos nas decisões da sociedade com a finalidade de direcionar medidas mitigadoras. Portanto, se faz necessário uma abordagem sistêmica nos estudos da natureza, compreendendo o espaço com um sistema ambiental, físico e socioeconômico que possui uma estruturação, um funcionamento e uma dinâmica dos elementos físicos e sociais (CHRISTOFOLETTI, 1996).

De acordo com Tucci (2008, p.97) “o desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural”. A carência de planejamento e gestão para os espaços urbanos tem contribuído para a degradação dos sistemas ambientais, sobretudo para os mananciais hídricos que apresentam grande demanda nas cidades em face à sua expansão urbana desordenada.

Diante do quadro desordenado das ações antrópicas, a urbanização se constitui numa problemática socioambiental, pressionando entre alguns condicionantes ambientais, os recursos hídricos. Tal realidade se faz presente no alto curso da bacia do rio Subaé –Ba, onde a expansão urbana da cidade de Feira de Santana tem colocado a vitalidade deste rio em risco. A rede de drenagem do Subaé possui suas cabeceiras em Feira de Santana e a foz na Baía de Todos os Santos no município de São Francisco do Conde.

A área de estudo situa-se dentro do limite político-administrativo de Feira de Santana – Ba e a aproximadamente a 107 km da capital baiana, Salvador (Figura 1). Compreende uma estreita faixa na porção leste do município; limita-se ao norte com a Bacia do Rio Pojuca e ao leste com a Bacia do Rio Jacuípe. Encontra-se em uma faixa de transição, denominada de agreste, entre o sertão e o clima úmido do litoral, inserida na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) do Recôncavo Norte.

Feira de Santana é a segunda maior cidade do estado da Bahia, possui 555.642 habitantes, população urbana de 510.637 e a rural 46.007 com taxa de urbanização correspondente a 91,74%, constitui-se um dos mais importantes centros urbanos do estado baiano. O município tem apresentado nas últimas décadas uma rápida expansão urbana, cuja dinâmica tem influenciado no estado ambiental das cabeceiras do rio Subaé. A instalação do Centro Industrial do Subaé (CIS) e as residências irregulares apresentam-se como uma das pressões que interferem na qualidade e quantidade do sistema hídrico do referido rio.

Os recursos hídricos em Feira de Santana ficam à mercê da falta de planejamento urbano e da ocupação irregular em áreas de proteção ambiental. As ações antropogênicas no rio Subaé têm interferido no equilíbrio e na sua dinâmica hídrica, uma vez que o rio sofre impactos ambientais negativos da nascente até a sua foz. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é discutir as influências da dinâmica urbana do município de Feira de Santana no Rio Subaé - Ba, assim como, analisar

os critérios legais normativos de competência municipal que regem os recursos hídricos. A temática sobre os recursos hídricos para o município de Feira de Santana se constitui como importante contribuição para os estudos geográficos, principalmente mediante as necessárias observações críticas acerca do estado ambiental dos corpos d'água no limite político-administrativo municipal.

As bacias hidrográficas enquanto células de análise se apresentam como importante unidade físico-territorial que integram os aspectos físicos, bióticos e antrópicos. O estado ambiental dos recursos hídricos corresponde ao uso sob a bacia hidrográfica, portanto as dinâmicas das atividades humanas repercutem diretamente no sistema hídrico, como afirma Mendonça e Santos (2006) o que ocorre na bacia hidrográfica repercute direta ou indiretamente nos rios.

Desse modo, para propor medidas mitigadoras é necessário, primeiramente, conhecer e identificar os fenômenos que fazem parte do cenário analisado. Portanto, é fundamental o levantamento de informações que contribuam para o diagnóstico ambiental do Rio Subaé em Feira de Santana.

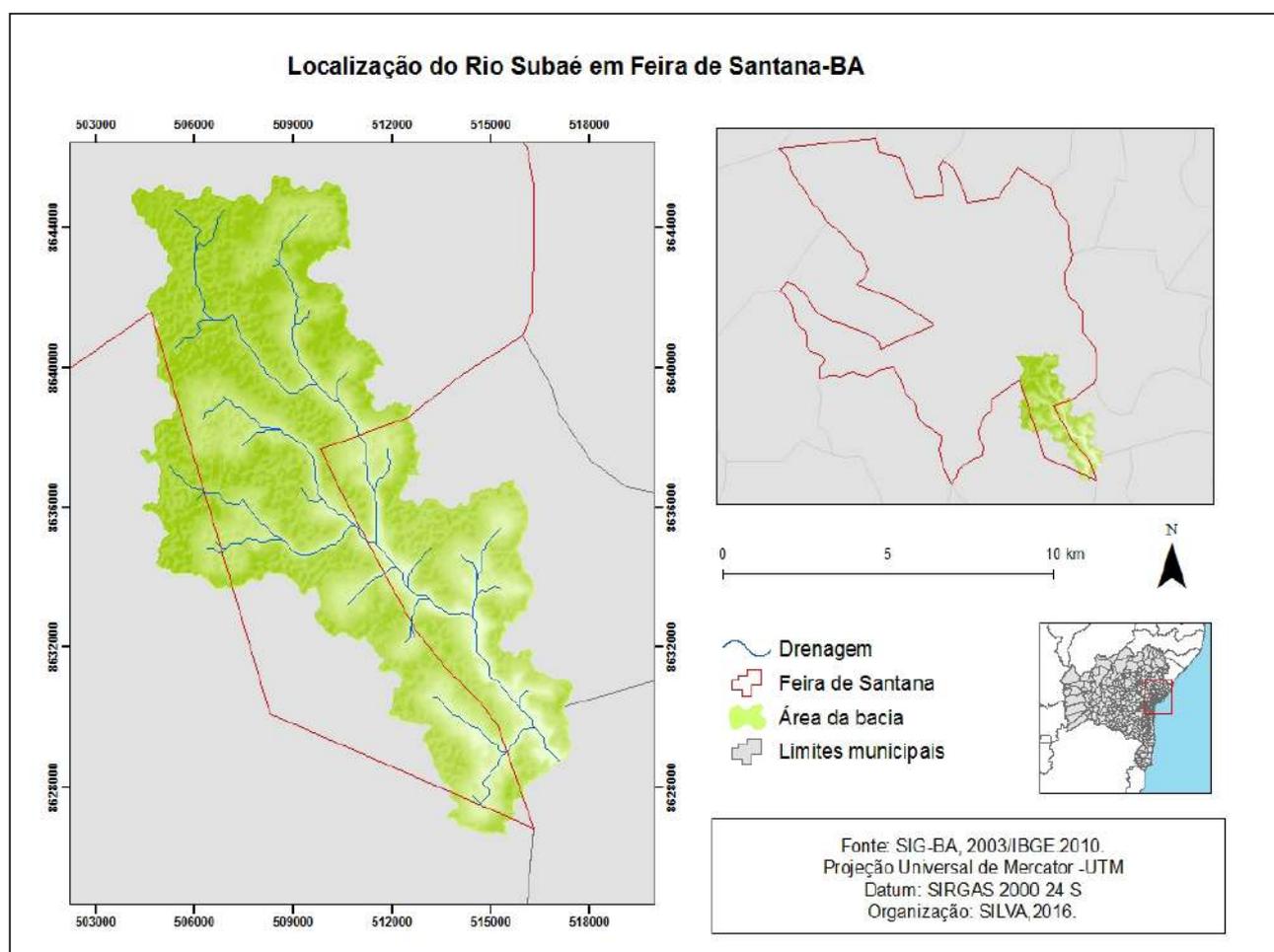


Figura 1- Localização da área de estudo

2. Metodologia

O primeiro procedimento metodológico para o desenvolvimento do trabalho consistiu no levantamento bibliográfico que compreendeu abordagens teóricas sobre a temática de recursos hídricos, planejamento ambiental, impactos ambientais, urbanização e formação histórica de Feira de Santana. Essa busca se deu através de livros, teses, artigos e revistas científicas. Após a

compilação das referências teóricas foi selecionado e realizado as leituras para fundamentar as discussões dos resultados da área de estudo.

Para atingir o objetivo proposto de compreender a dinâmica urbana do município e as influências nas condições ambientais nos recursos hídrico do Subaé, realizou-se a contextualização da sua formação histórica com finalidade de identificar os vetores para a expansão do sítio urbano. Para tanto recorreu-se aos autores Freitas (2010); Araújo (2014); Barreto (2002) e Santo (2003;2012) que possuem estudos sobre Feira de Santana.

O banco de dados consistiu no levantamento de informações sobre a taxa de urbanização referente ao ano de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Estes foram obtidos a partir do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Anuário Estatístico de Feira de Santana (2012). Além disso, os registros fotográficos compõem um dos instrumentos para discussão dos resultados, os quais representam registros dos impactos ambientais identificados no trabalho de campo.

A avaliação das leis no âmbito municipal para identificar as regulamentações dos recursos hídricos ocorreu a partir da leitura e análise dos pontos que descreviam e/ou citavam sobre os corpos d'água existentes no município. Para tanto, selecionou-se o Código de Meio Ambiente, Lei nº 1.612/92, Plano Municipal de Meio Ambiente de Feira de Santana e o Decreto Nº 8.144, de 16 de dezembro de 2010 (quadro 1). Os documentos analisados foram obtidos através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Feira de Santana.

Após a sistematização dos resultados realizou-se as análises dos dados, estes foram discutidos à luz das bases teóricas adotadas para a construção do trabalho. Neste sentido, para o alcance dos resultados procurou-se correlacionar os fatores sociais, históricos, econômicos, políticos e ambientais com a finalidade de compreender o quadro urbano ambiental que o rio Subaé está inserido no limite político administrativo de Feira de Santana- BA.

Documentos Analisados	Descrição
Código de Meio Ambiente, Lei nº 1.612/92	Código que regulamenta as questões ambientais.
Plano Municipal de Meio Ambiente de Feira de Santana	Plano desenvolvido para a capacitação da equipe da secretária municipal do meio ambiente.
Decreto Nº 8.144, de 16 de dezembro de 2010	Regulamenta a Lei Complementar nº41, de 03 de setembro de 2009, com as alterações, modificações e ampliação e dá nova redação à Lei nº 1.612/92.

Fonte: SECRETÁRIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE FEIRA DE SANTANA.

3. Resultados e Discussão

No final do século XVII, inicia-se a expansão para o interior do território baiano, tendo por base a pecuária; são abertas as primeiras vias de acesso para a comunicação com o norte e o nordeste da Bahia (FREITAS,2010). A formação histórica do município de Feira de Santana está associada à passagem de boiadeiros e tropeiros vindos do sertão para a região feirense, ponto que servia para descanso e venda de gado em decorrência à boa localização geográfica. Segundo Araújo (2014, p.40)

áreas próximas ao litoral e ao Recôncavo foram utilizadas durante longo período para o estabelecimento e a revigoração de gado bovino, proveniente de locais distantes, como o leste e o sul do Piauí, nordeste de Góias e norte de Minas Gerais. Esses longos percursos

dos gado e o maior distanciamento do pouso em relação a Salvador contribuíram para a abertura de pastagens para esta finalidade.

A Fazenda Santana dos Olhos D'Água, localizada na estrada do gado, foi um dos importantes pontos de parada dos boaideros e contribuiu para os primeiros passos do povoamento. A partir dela as aglomerações humanas foram se tornando fixas, formando paulatinamente um arraial, denominado como Sant' Ana dos Olhos D'Água, o qual constava a presença de uma capela, feira livre e o comércio de gado. Assim, tanto a venda de produtos agrícolas quanto a negociação pecuarista foram caracterizando e potencializando o comércio da região. A vila começou a ampliar-se durante o século XIX e segundo Poppino (1968) apud Santo (2012) possuía as seguintes características:

poucas ruas, tortas e sem pavimentação e algumas praças estendiam-se entre os edifícios. A rua principal não passa de um trecho da estrada mestra que unia Juazeiro à Cidade do Salvador. Viam-se aqui a e ali sobrados de dois andares e outras estruturas mais progressistas no distrito comercial, ao Norte da Matriz; duas das artérias principais haviam sido parcialmente pavimentadas e os responsáveis pelo progresso do lugar começam a dirigir sua atenção para as necessidades mais prementes da vida. Muitos anos se passariam ainda antes que a vila se tomasse conhecida pelas ruas largas e retas, pelas casas bem pintadas e pelas altas árvores, que dão sombra.

De acordo Barreto (2002) o arraial foi elevado à categoria de Villa em 1832 e posteriormente a Cidade Comercial de Feira de Santana em 1873. A feira livre agropecuária tornou-se uma das mais importantes do nordeste, tendo em vista a variedade de produtos comercializados.

A abertura e ampliação das estradas em Feira de Santana a partir de 1950 foram importantes vetores para viabilizar o comércio, pois a rede de transporte permitia a articulação com as demais cidades. De acordo com Santo (2012, p.140) “na década de 1950, o Estado, através do governo federal implanta a BR-324 e a BR-116, o que vai afetar claramente o seu eixo de expansão”. Segundo Araújo (2014) a consolidação da posição de Feira de Santana como centro regional está relacionada com o estabelecimento do sistema rodoviário.

As construções das rodovias BR 324, BR 101, BR 116, BA 052, BA 084 e a BA 502 estruturam o maior entroncamento rodoviário do norte e nordeste brasileiro, fazendo do município um ponto obrigatório de passagem para várias regiões do país. As rodovias foram interligadas pela Avenida Eduardo Fróes da Mota que contorna a área urbana central, cuja finalidade foi estabelecer ligações com as rodovias, delimitar o espaço urbano e evitar que transportes pesados passassem pelo centro da cidade. Segundo Falcão e Alecrim (2012, p.21) “tanto o caráter comercial e financeiro quanto o fato de estar localizada em um entroncamento rodoviário, estimularam intensivamente o adensamento populacional da cidade ao longo do tempo”.

A instalação do Centro Industria do Subaé (CIS), em 1970, no município de Feira de Santana foi resultante da política de industrialização no Brasil com objetivo de diminuir as desigualdades econômicas no país e, portanto, implantou-se centros industriais em várias regiões. Dada a nova perspectiva industrial, o município ganhou forças para dinamizar a economia e tornar-se um importante centro regional. Segundo Freitas (2010) o processo de modernização é importante para a compreensão da organização espacial urbana de Feira de Santana quando se analisam as estratégias de desenvolvimento regional implantadas em nível local/regional. Tal contexto significou mudanças estruturais no município não só econômicas mais uma transição para os processos de urbanização.

Após a instalação do CIS o processo de urbanização aumentou progressivamente nos anos

posteriores (Figura 2). A taxa de urbanização representa a porcentagem da população que reside nas cidades em relação à população total do território. Em 1970 a urbanização em Feira de Santana correspondia 70,31% com 131.720 na zona urbana e 55.570 no rural. Em 2010 a população urbana é de 510.637 e a rural 46.007 com taxa de urbanização correspondente a 91,74%. De acordo com Santo (2003) com o aumento populacional após a década de 70 e com o ineficaz acompanhamento da infraestrutura urbana os problemas ambientais vêm se agravando a cada dia.

Almeida (2000) em um estudo do sítio urbano de Feira de Santana aponta que o conseqüente crescimento populacional, os setores que até então, continuavam preservados da ocupação urbana, começam a ser urbanizados, aumentando, de forma significativa a área impermeável, diminuindo a área de recarga do lençol freático com aumento do escoamento superficial.

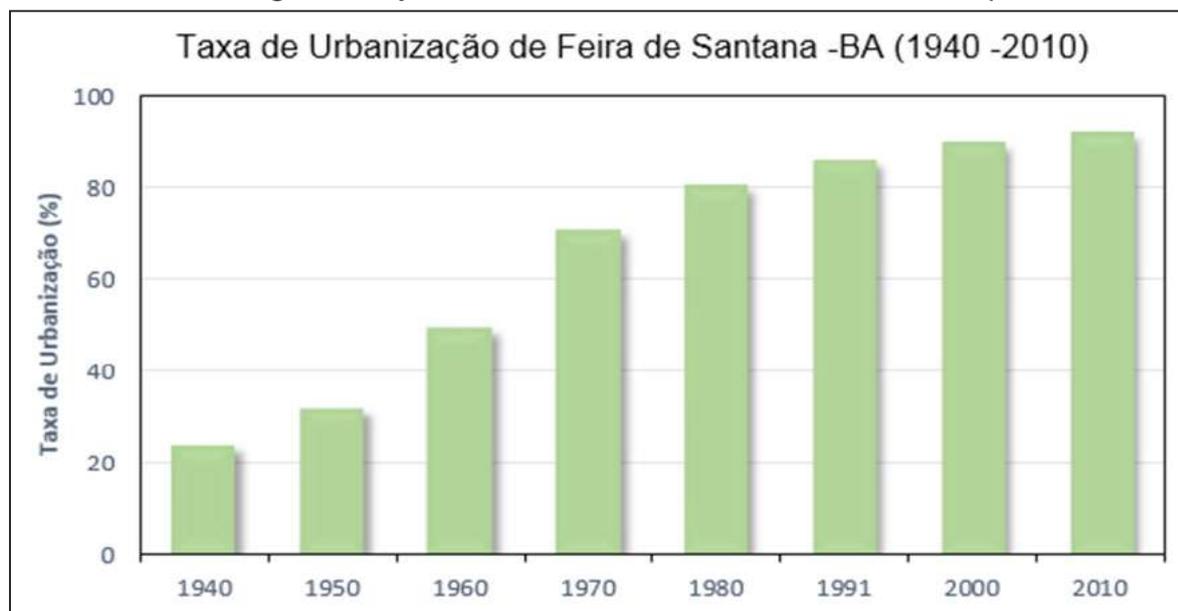


Figura 2: Taxa de Urbanização de Feira de Santana – Ba do período de 1940 -2010. Elaboração: SILVA, 2016. Fonte: Anuário Estatístico de Feira de Santana,2012.

Feira de Santana situa-se sob o contato de duas estruturas geomorfológicas, a saber: embasamento cristalino Pré-Cambriano e o Tabuleiro Costeiro. O sítio urbano organiza-se em grande extensão sobre o Tabuleiro Costeiro Interiorano, este faz parte do Grupo de Formação Barreiras que devido às suas características físicas favorecem à acumulação de água. Barreto (2002) explica que a formação do núcleo urbano sobre o tabuleiro é dado pela existência e afloramento da água nesta unidade, sendo este recurso um dos condicionantes para formação e expansão do sítio.

O crescimento urbano de Feira de Santana se deu de forma desordenada o que ocasionou vários rebatimentos na dinâmica ambiental da cidade, sobretudo, nos mananciais hídricos que passam por constantes pressões face às ações antropogênicas. Os sistemas fluviais no território político administrativo do município que serviram como suporte para o desenvolvimento histórico encontram-se à mercê das modificações urbanísticas, as quais interferem no funcionamento da dinâmica do canal.

O Subaé é um dos rios que compõe a rede hidrográfica de Feira de Santana, algumas das suas nascentes situam-se na zona urbana do município. As principais fontes da poluição são: esgoto residencial e industrial; os córregos recebem os despejos dos efluentes in natura. Tal situação é resultado da carência do saneamento básico nos bairros das cabeceiras do Subaé. Diante destes aspectos, destaca-se que as águas residuárias possuem grande quantidade de matéria orgânica

rica em fosfatos e nitratos, o que pode acelerar o fenômeno da eutrofização. Ou seja, o aumento de nutrientes pela ação antrópica na água favorece a proliferação de algas, bactérias e plânctons, originando o processo de biodegradação. Machado e Torres (2012) aponta que quando a carga de esgotos lançada excede à capacidade de depuração do corpo d'água receptor, interfere na quantidade de oxigênio, elemento em baixas proporções na água.

O planejamento da drenagem urbana é de suma importância para a prevenção da contaminação dos recursos hídricos, este sistema consiste na coleta de água pluvial e o tratamento da mesma para retornar ao rio. Botelho e Silva (2007, p. 176) consideram que:

os próprios sistemas de drenagem urbana, criados para conduzir as águas pluviais, de modo a evitar danos ao ambiente e à sociedade, na forma de erosão, assoreamento e enchentes, muitas vezes, mostram-se ineficientes às necessidades atuais, ou por terem sido subdimensionados ou mais comumente, por falta de investimentos em serviços de melhoria e ampliação da rede, ou ainda por direcionamento inadequado das águas, agravando ainda mais seus efeitos.

Observa-se nos bairros Irmã Dulce e no Jomafa, áreas que abrangem um trecho urbanizado do rio Subaé, indícios de contaminação dos corpos hídricos com a disposição inadequada de resíduos sólidos e ligações de esgoto domésticos no canal do rio (Figura 3). Além disso, o córrego tem aspecto escuro e exala um forte odor, causando desconforto ambiental para a população que reside no entorno do curso d'água. O aumento significativo da população urbana de Feira de Santana nas últimas décadas representou a ocupação de áreas sem infraestrutura, o que vem contribuindo para a degradação da qualidade dos recursos hídricos.

A prefeitura iniciou no de 2015 o projeto urbanístico denominado como Parque Linear Lopes Rodrigues, implementado em um afluente do rio Subaé, localizado nas imediações do conjunto Jomafa e Irmã Dulce. Esta obra que se encontra em andamento e consiste na canalização do rio, modificando-o com a proposta de revitalização e a instalação de uma área de lazer com ciclovia (Figura 3).

Segundo Cunha (2012, p.172), "os processos de canalização consistem no alargamento e aprofundamento da calha fluvial, na retificação do canal, na construção de canais artificiais e de diques, na proteção das margens e na remoção de obstruções no canal". A autora afirma que tais modificações provocam mudanças hidrológicas, geomorfológicas e bióticas analisadas no trecho canalizado, a jusante da canalização e na planície de inundação.

É pertinente destacar que o projeto do Parque Linear Lopes Rodrigues que tem como um dos objetivos melhorar as condições ambientais do afluente do Rio Subaé, não consta nenhuma intervenção de recuperação na sua nascente que se localiza próximo ao local das obras. Nota-se que as ações de gestão ambiental direcionada para este rio não contemplará o ambiente que inicia o curso d'água, sendo que este encontra-se comprometido pela expansão urbana.

Diante dos impactos que tem causado a degradação dos sistemas hídricos do Rio Subaé faz-se necessário a realização de estudos sistêmicos que contextualizem a realidade que o mesmo está inserido. Sob este aspecto, o gerenciamento da bacia hidrográfica ocorre quando a gestão passa a utilizá-la como unidade de planejamento e de intervenção. Portanto, os instrumentos necessitam avaliar as condições ambientais a partir de diagnósticos e propor ordenamento territorial compatível com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos.



Figura 3- Registro fotográfico de resíduos sólidos e a construção do parque linear no canal do Rio Subaé. Elaboração: Silva, 2016.

3.1 Aspectos normativos de proteção ambiental dos recursos hídricos em Feira de Santana- BA

Para mitigar os conflitos decorrentes dos múltiplos usos dos recursos hídricos é importante uma eficiente gestão, associado com desempenho dos critérios legais com a participação do poder público e sociedade civil. Para Mota (1995) as faixas de proteção de recursos hídricos são áreas marginais a cursos d'água, lagoas e outros reservatórios superficiais, as quais têm uso do solo controlado pela desapropriação total ou através do disciplinamento das atividades nas mesmas.

O gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos são instrumentos-chave para preservá-los. De acordo com Tundisi e Matsumura –Tundisi (2011, p.1987)

o gerenciamento de recursos hídricos efetua-se a partir da bacia hidrográfica, sendo mais efetivo à medida que a organização institucional incorpora a participação de usuários, com a promoção de políticas públicas e treinamento de gerentes com visão sistêmica tecnológica de problemas sociais e econômicos.

A gestão consiste na regulamentação do uso do recurso a partir dos critérios normativos, a política nacional brasileira possui duas legislações importantes no direito ambiental para normatizar os recursos hídricos, a saber: o Código das Águas e a Política Nacional de Recursos Hídricos.

De acordo com Magalhães Júnior (2011) o Brasil vem passando, desde a década de 1980, por um processo de amadurecimento no que se refere às discussões e reformas no campo da água.

De acordo com Santos (2004) o planejamento ambiental é visto como o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, além do atendimento das aspirações sociais e governamentais expressas ou não em uma política ambiental. Na competência municipal de Feira de Santana os recursos hídricos são abordados indiretamente no Código do Meio Ambiente, regulamentando critérios e parâmetros para as áreas de proteção ambiental para fins de fiscalização e monitoramento. A Lei 1.612/92 instituiu o Código do Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Municipal do Meio Ambiente para a administração da qualidade ambiental, proteção, controle desenvolvimento do meio ambiente e uso, adequado dos recursos naturais no município.

O código estabelece as Áreas Sujeitas a Regime Específico (ASRE), as quais compreendem áreas no entorno da Lagoa Grande, Lagoa Salgada, Lagoa da Pindoba, Lagoa da Tábua, Lagoa do Mundéu, Lagoa do Pirixi, Lagoa Seca, Lagoa Doce e Lagoa do Prato Raso. Por sua vez, a Área de Proteção Ambiental (APA) é também instituída e regulamentada pelo código e abrange Rio Jacuípe, Rio Subaé e o Rio Pojuca.

O Decreto nº 8. 144, de 16 de dezembro de 2010 refere-se à regulamentação da Lei complementar nº 041, de 03 de setembro de 2009 e a de 051/2010, que dispõe das alterações e ampliações realizadas no Código do Meio Ambiente (Lei nº 1.612/92). Nesta regulamentação consta o capítulo II sobre o zoneamento ambiental, o qual é visto como um instrumento de gestão com a finalidade de servir de base para o licenciamento ambiental, para tanto o mesmo seguirá as determinações do plano diretor municipal.

Por sua vez, o Plano Municipal do Meio Ambiente (PMMA) é citado no Decreto nº 8. 144/2010 como elemento que compõe os planos, programas e projetos para o controle, preservação, conservação e a recuperação ambiental no Município de Feira de Santana O plano especifica a nível político administrativo municipal as demandas socioambientais existentes e a partir desse diagnóstico apresenta as possíveis medidas mitigadoras sustentáveis.

O Fundo Municipal de Defesa do Meio Ambiente (FUNDEMA) exposto no Decreto é um dos instrumentos legais que compõe as normas ambientais na esfera municipal, este tem por objetivo custear as ações desenvolvidas nos programas e projetos realizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA)

Verifica-se na estrutura do Plano Municipal do Meio Ambiente o perfil do município, destacando os aspectos biofísicos, sociais e econômicas, este material foi elaborado pela equipe técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Feira de Santana no ano de 2009. Segundo as informações disponíveis no material a finalidade do PMM é a de capacitação de gestores e o diagnóstico ambiental do município. No tema relativo aos recursos hídricos descreve que o plano de ação para as lagoas de Feira de Santana catalogou 24 lagoas de acordo com o seu estado de degradação, portanto constatou-se 9 na zona urbana e 15 nos distritos.

O PMMA reitera o contexto de degradação que os recursos hídricos na esfera municipal de Feira de Santana se encontram, uma vez que o uso e ocupação do solo representam padrões insustentáveis. As lagoas situadas no perímetro urbano passam pela pressão antrópica decorrente do processo da urbanização, sem o devido ordenamento ambiental, que seja favorável a proteção da qualidade dos corpos hídricos. Desse modo, o crescimento da expansão urbana a partir da dinâmica da especulação imobiliária tem avançado sobre as áreas de proteção ambiental, além disso, a implantação do núcleo industrial oferece danos as lagoas, a exemplo da Lagoa Subaé e Marafona conforme especificado no PMMM (Quadro 2).

Lagoas localizadas na zona urbana	Pressões
Lagoa Juca Campelo	expansão imobiliária
Lagoa do Geladinho	expansão imobiliária/ realizado projeto de revitalização
Lagoa Salgada	expansão imobiliária
Lagoa Subaé	expansão industrial
Lagoa Marafona	expansão industrial
Lagoa da Tabua	expansão imobiliária
Lagoa Santa Cruz	expansão imobiliária
Lagoa do Parque da Cidade	realizado a construção do Parque da Cidade
Lagoa da Pindoba	expansão imobiliária

Quadro 2 – Lagoas Catalogadas na zona urbana e as pressões antrópicas impactantes. Fonte: Plano Municipal de Meio Ambiente, 2009. Adaptado: Silva, 2016

O PMMA dispõe das informações gerais do município, nota-se a preocupação de articular os condicionantes ambientais com as pressões antrópicas que influenciam no equilíbrio dos sistemas ambientais. Tal contexto é verificado ao abordarem sobre o potencial hidrogeológico do embasamento cristalino do Pediplano Sertanejo, cuja característica favorece o acúmulo de água superficial, e apontando que nestas áreas estão localizados o aterro sanitário e esgotos lançados a céu aberto na bacia hidrográfica do rio Jacuípe.

No item sobre diagnóstico ambiental os impactos ressaltados são divididos conforme a localização, a saber: o Centro Industrial do Subaé – CIS, a área urbana e a área rural. Na zona urbana destaca-se o Centro Industrial do Subaé (CIS), o qual consiste no principal núcleo industrial da região metropolitana de Feira de Santana. De acordo com o PMMA os impactos negativos aos recursos hídricos advindos do CIS é a poluição que atinge os córregos e o Rio Jacuípe da área CIS/TOMBA, córregos e o Rio Subaé da área CIS/BR 324.

A política pública apontada pelo plano como medida mitigadora para reverter a situação do lançamento de esgoto nos mananciais hídricos é a de contribuir com a empresa responsável pelo abastecimento de água e saneamento ambiental do estado (Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA) para implantar o sistema de esgoto sanitário no município. Entretanto, este ainda é um dos fatores que mais interferem na qualidade dos recursos hídricos, os quais recebem carga de efluentes domésticos sem nenhum tipo de tratamento na rede de drenagem dos rios.

4. Considerações finais

A água exerceu um importante papel nos primeiros passos do desenvolvimento do município de Feira de Santana, o recurso foi atrativo e condicionante ambiental para a estruturação da cidade. Contudo, nas últimas décadas os mananciais hídricos têm caracterizado um quadro de degradação face às ações antrópicas decorrentes do rápido processo de urbanização. O Rio Subaé é um dos rios que compõe a rede hidrográfica do município e suas condições ambientais reflete o crescimento desordenado da malha urbana.

O processo de urbanização a partir da década de 70 dinamizou a estrutura socioeconômica e ambiental do município, proporcionando uma organização espacial que pressiona a vitalidade dos sistemas hídricos. Esse contexto está associado a falta de planejamento e gerenciamento ambiental que não foi desempenhado no ordenamento territorial para acompanhar as mudanças advindas da urbanização.

Após a análise desenvolvida sobre os instrumentos legais de proteção ambiental, na competência municipal, foi possível identificar pontos que regulamentam a necessidade de gerenciar

os recursos hídricos presentes no território político e administrativo. As Áreas Sujeitas a Regime Específico (ASRE) e Área de Proteção Ambiental (APA) representam fatores importantes para a preservação e/ou conservação dos corpos d'água, entretanto o mau gerenciamento ambiental não permite avanços para sustentabilidade. O Rio Subaé está inserido nas duas determinações normativas enquanto recurso que precisa de proteção e controle ambiental. A operacionalização de um sistema municipal de regulamentos sobre meio ambiente, potencializa a gestão ambiental local desde que as ações estejam articuladas nos vários setores correspondentes ao ordenamento do uso e ocupação do solo urbano.

A premissa sobre o Projeto Linear Lopes Rodrigues consiste em destacar a relevância de estudos integrados para a execução de planejamento ambiental estratégico, que sejam capazes de compatibilizar tanto as funções sociais quanto os naturais. Assim, espera-se que as medidas de revitalização ocorram também nas nascentes do Rio Subaé, dada a importante função que as cabeceiras possuem na rede hidrográfica.

Em que se pese a responsabilidade municipal restritiva sobre os recursos hídricos, sua função e autonomia permitem intervir nas propostas de fiscalização sobre os recursos hídricos. Portanto, faz-se necessário maior articulação e desempenho da Secretária do Meio Ambiente em proporcionar ações, tanto de monitoramento quanto de intervenções mitigadoras.

Destaca-se que a educação ambiental é um dos instrumentos importantes para orientar os cidadãos a compreenderem os efeitos que a disposição inadequada de resíduos sólidos pode causar aos recursos hídricos. Além disso, o processo educacional contribui para uma análise crítica da realidade do contexto de Feira de Santana, logo colabora para que a população reivindique melhorias e intervenções ambientais por parte do poder público local.

Referências

ALMEIDA, José Pacheco de. Aplicação da Metodologia Sistêmica ao Estudo do Sítio Urbano de Feira de Santana- BA. **Sitientibus**, Feira de Santana, 2000. Disponível em: <http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/22/aplicacao_da_metodologia_sistemica.pdf>. Acesso em 27 de Abril de 2016.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE FEIRA DE SANTANA. V.3 Feira de Santana: CDL, 2012.

ARAÚJO, Alessandra Oliveira. **Redes e centralidades em Feira de Santana (BA):** o Centro de Abastecimento e o comércio do feijão. Feira de Santana: UEFS Editora, 2014

BARRETO, Marialvo. Princesa do sertão : a excentricidade da expansão do sítio urbano de Feira de Santana e seus condicionantes. Feira de Santana, BA, 2002. 43f. Monografia (Progressão de Carreira) - Universidade Estadual de Feira de Santana

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antonio Soares. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio Teixeira (orgs). 2ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

CUNHA, Sandra Baptista. Rios desnaturalizados. In: **Ordenamento territorial e ambiental**. Org BARBOSA, Jorge Luiz; LIMONAND, Ester. Niterói: Editora da UFE, 2012.

FALCÃO, Plínio Martins, ALECRIM, Geandro Machado. Os Recursos Hídricos na Evolução da Habitabilidade do Conjunto Feira I (Cidade Nova), Feira de Santana, Bahia. In: **Habitação e Meio Ambiente**. Salvador: EDUNEB, 2012.

FEIRA DE SANTANA. Lei Complementar nº. 41 de 03 de setembro de 2009 (2009a). Código do

Meio Ambiente. Dispõe sobre o sobre o Sistema Municipal do Meio Ambiente para a administração da qualidade, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais no município de Feira de Santana. Feira de Santana: PMFS, 2009a. Disponível em <<http://www.feiradesantana.ba.gov.br/leis.asp?acao=baixa&arquivo=leicomp041altleicomp042.pdf>>. Acesso em: 17 abril de 2016

_____. Lei Complementar nº. 1.612 de 11 de novembro de 1992. Código do Meio Ambiente. Dispõe sobre o Código do Meio Ambiente de Feira de Santana e dá outras providências. Feira de Santana: PMFS, 1992.

FREITAS, Nacelice B. Urbanização e modernização industrial das cidades médias da Bahia: um olhar sobre Feira de Santana. In: **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. LOPES, Diva Maria Ferlin; HENRIQUE, Wendel (orgs) Salvador: Sei, 2010.

MENDONÇA, Francisco. SANTOS, Leonardo Jose Cordeiro. Gestão da Água e dos Recursos Hídricos no Brasil: Avanços e Desafios a partir das Bacias Hidrográficas – Uma Abordagem Geográfica. **Revista Geografia**. Rio Claro- SP: v.31, p.103-117, 2006.

MACHADO, P. J. de; TORRES, F. T. P., O. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

SANTO, Sandra Medeiros. **Expansão Urbana, o Estado e as Águas em Feira de Santana – Bahia (1940 – 2010)**. Doutorado (Arquitetura e Urbanismo)- Universidade Federal da Bahia, 2012.

_____. **O Desenvolvimento urbano em Feira de Santana (BA)**. Disponível em <http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/28/o_desenvolvimento_urbano.pdf> Acesso em 20 de junho de 2015.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental**: . São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

PLANEJAMENTO URBANO E SUA INADEQUAÇÃO EM CONTER OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ORLA DE SÃO CAETANO DE ODIVELAS – PA

LETÍCIA SOARES DA COSTA

LOSLENE NEVES COSTA

VIVIANE CORRÊA SANTOS

MÁRCIA APARECIDA DA SILVA PIMENTEL

Resumo

Os Recursos Hídricos encontram-se cada vez mais afetados negativamente devido às pressões exercidas pelas atividades antrópicas, entre os motivos está o exotismo das atividades turísticas que detém grande importância no contexto econômico das cidades que possuem características ambientais cênicas. Isso é constatado na crescente procura de atividades com diferenciação espacial, principalmente por um público que se encontra diariamente na agitação dos centros urbanos. Essa valorização pode ser comumente percebida nas cidades amazônicas, especialmente em espaços que estão situadas no litoral, cidades ribeirinhas, áreas à beira-rio, locais que se destacam por seus recursos naturais e paisagísticos. Por consequência, são alvo de investimentos públicos que objetivam aumentar a demanda turística. Esta pesquisa visa compreender as implicações no uso e ocupação dos espaços turísticos, a partir da análise das Políticas Públicas e projetos que dão sustentação e implementação para valorizar a orla da cidade. O município estudado é São Caetano de Odívelas - PA, localizado na microrregião do Salgado, Nordeste paraense. Como metodologia foram analisadas referências bibliográficas sobre o tema da pesquisa, bem como histórico geográfico do município. Foram realizadas, entrevistas abertas e individual com representantes do poder público, soma-se nesse contexto metodológico, as observações sistemáticas de campo. Ressalta-se que a fragilidade da relação que envolve o turismo com o ambiente, surge quando o ativo econômico, não é dirigido por um posicionamento "sustentável", sendo necessário um planejamento público ambiental que, no caso do referido município, ainda está em formação, principalmente pela pluralidade de interesses econômicos e políticos.

Palavras-Chave: Gestão Hídrica; Intervenção Antrópica; Paisagem.

Resumén

Los Recursos Hídricos se encuentran cada vez mas afectados negativamente debido a las presiones ejercidas por las actividades antrópicas, entre los motivos, se encuentra el exotismo de las actividades turísticas, que sostiene en gran medida el ámbito económico de las ciudades que poseen escenarios con características ambientales. Esto es constatado en la creciente búsqueda de actividades con diferenciación espacial, principalmente por un público que se encuentra diariamente en el ajetreo de los centros urbanos. Esa valoración puede ser comúnmente percibida en las ciudades amazónicas, especialmente en espacios que están situados en el litoral, ciudades ribereñas, áreas a las orillas del río, locales que se destacan por sus recursos naturales y paisajísticos. En consecuencia, son objeto de inversión pública que se propone aumentar la demanda turística. Esta investigación tiene como finalidad, comprender las implicaciones en el uso y ocupación de los espacios turísticos, a partir del análisis de las Políticas Públicas y proyectos que dan sustentación e implementación, a fin de valorizar la costera de la ciudad. El municipio estudiado es San Caetano de Odívilas en Pará, localizado en la micro-región de Salgado, Noreste paraense. Como metodología, fueron analizadas referencias bibliográficas sobre el tema de la investigación, así como, el histórico geográfico del municipio. Fueron realizadas entrevistas abiertas e individuales con representantes del sector público, sumándose a este contexto metodológico las observaciones sistemáticas de campo. Cabe resaltar, que la fragilidad de la relación que envuelve el turismo con el ambiente, surge cuando el potencial económico no es dirigido para un posicionamiento "sustentable", siendo necesario una planificación pública ambiental, que en el caso del referido municipio, aún se encuentra en formación, principalmente por la multiplicidad de intereses económicos y políticos.

Palabras-Clave: Gestión Hídrica; Intervención Antrópica; Paisaje.

1. Introdução

A questão com a disponibilidade e qualidade da água no planeta é motivo de grandes debates em diferentes fóruns globais. De acordo com a literatura, o consumo mundial de água tem sido crescente nas últimas décadas. Mais de seis vezes em menos de um século, sendo mais que o dobro das taxas de crescimento da população. Em um nível global, os recursos hídricos tendem a se tornar cada vez mais escassos, conseqüente aos processos de uso e de poluição crescentes, caso não haja ações enérgicas visando a melhoramento da gestão da oferta e da demanda da água (FREITAS e SANTOS, 1999).

Um dos objetivos da gestão dos recursos hídricos é melhorar a qualidade da água, para suprir as necessidades essenciais e diminuir a quantidade do uso não essencial. Nesse trabalho considerou-se uma dimensão muito importante que é a política. Nela percebe-se a importância do envolvimento e da participação da população nos planos de gerenciamento, fiscalizando e manifestando-se para com a organização político institucional que manipula um bem comum.

O presente trabalho objetiva estudar a atividade turística como atividade econômica que tem agravado os impactos na Orla do município de São Caetano de Odivelas - PA. As intervenções antrópicas tornam-se cada vez mais perceptíveis, uma vez que a natureza está mais vulnerável, tendo em vista que os impactos ambientais ganham grande força diante dessas intervenções. A questão se agrava quando se observa a ineficiência do Estado na gestão dos recursos hídricos.

A atividade turística é incontestavelmente utilizada como meio para a aprovação de determinados recursos, uma vez que o fluxo de pessoas é visto como possibilidade positiva, pois atrai demandas de capital para o município. Nesse contexto, os impactos negativos são estrategicamente escondidos, principalmente pelos representantes públicos. Entretanto nesse ensaio, serão analisados os impactos negativos que estão presentes na orla como uma das formas de mostrar uma parte pouco ilustrada.

Segundo Cruz (2002) os principais impactos socioambientais gerados pelo turismo em São Caetano de Odivelas dizem respeito aos empreendimentos, que estão sendo implantados, em áreas estratégicas e de proteção ambiental, com a concordância do poder público local.

Lefebvre (2001) aborda a discussão onde a natureza é transformada em mercadoria na medida em que o capitalismo se expande, nesse sentido, como possibilidade para ser comprada e vendida. O consumo das áreas ambientais passa, gradativamente, a responder por uma lógica subordinada a outros interesses, não necessariamente ligada às preocupações preservacionistas ou sustentáveis.

Tratando-se da proteção do meio ambiente, os recursos hídricos tendem a se tornar mais escassos, devido aos processos de uso e de poluição crescentes caso não haja ações ativas visando à melhoria na gestão da oferta e na demanda da água (FREITAS e SANTOS, 1999).

A água é considerada por muitos autores como um recurso natural (JORDÃO & MORAES, 2002; MACHADO, 2003). Todavia, ao invés da água ser simplesmente reconhecida como um recurso disponível na natureza, a palavra recurso talvez não seja a mais apropriada para definir essa substância. (MENIGHINI, 2001). Haja vista que seu valor ultrapassa o limite econômico alcançando âmbitos que vão para além de aspectos sociais, ambientais, culturais, dentre inúmeros outras representações.

Durante muitos anos esse patrimônio disponibilizado pela natureza foi considerado bem infinito, todavia, houve uma diminuição na disponibilidade de água com boa qualidade devido à sua utilização inadequada e a falta de consciência ambiental da grande maioria da população do planeta. Os impactos significativos sobre o meio ambiente e a água estão intrinsecamente ligados ao crescimento das áreas urbanas e o processo da indus-

trialização, e que gera grande preocupação para os representantes do governo em nível mundial. (MENIGHINI, 2001 p, 19).

Nesse sentido, a educação ambiental surge de uma necessidade de conscientizar os indivíduos quanto à importância de preservar o meio, também, acosta-se de uma forma abrangente de educação cuja finalidade é atingir boa parte da população, utilizando-se para isso um processo pedagógico permanentemente participativo, que tem como objetivo vincular no educando uma conscientização mais crítica sobre a problemática ambiental que o cerca.

2. Organização metodológica da pesquisa

Metodologicamente esta pesquisa foi realizada em dois momentos, a saber: o primeiro momento que ocorreu a partir do levantamento bibliográficos, de teóricos que discutem a temática em questão, além de autores mais regionalistas, que apontam a análise de tal temática em nível local. Dentre eles destacando o aspecto histórico de uso e ocupação no município de São Caetano de Odivelas. Como essa pesquisa não se restringiu a uma análise teórica, o segundo momento se deu a partir de visitas *in locus*, efetuadas no período do dia 15 de julho de 2015 à 08 de agosto do ano corrente, na Orla do município de São Caetano de Odivelas, no estado do Pará.

No decorrer da pesquisa em campo, foram realizados registros fotográficos que confirmem a veracidade das discussões, bem como, produção cartográfica da área de estudo, material esse, necessário a elucidação da análise a que este material se propôs a fazer.

3. Breve histórico da Gestão dos Recursos Hídricos brasileiros

Os recursos hídricos brasileiros têm sofrido grandes impactos ao decorrer dos anos devido o mau uso desse bem natural, desencadeando dessa forma, uma série de problemas que devem ser amenizados por meio da gestão dos recursos hídricos. Segundo Borsoi e Torres (1997),

A primeira experiência brasileira na gestão de recursos hídricos teve início na década de 30 e estava vinculada à questão agrícola: em 1933, foi criada a Diretoria de Águas, depois Serviço de Águas, no Ministério da Agricultura. Logo em seguida, em 1934, esse serviço foi transferido para a estrutura do Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), quando é editado o Código de Águas, até hoje em vigor. (BORSOI & TORRES, 1997, p. 9).

Após a primeira experiência brasileira com a gestão dos recursos hídricos houve uma segunda etapa que foi desencadeada por meio de ferramentas de cunho econômico com apoio do poder público, fortalecendo o cumprimento das leis que viriam a ser criadas, como explicam os autores:

A segunda etapa da gestão dos recursos hídricos brasileiros, chamada modelo econômico-financeiro caracterizou-se pelo uso de instrumentos econômicos e financeiros, por parte do poder público, para a promoção do desenvolvimento nacional ou regional, além de induzir à obediência das normas legais vigentes. Essa etapa começou em 1948, com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (BORSOI e TORRES, 1997, p. 9).

Segundo Yassuda (1993), a base política, tem se revelado necessária ao longo dos anos para a modernização administrativa e a efetiva implantação da gestão integrada dos recursos hídricos. Esta depende de determinação esclarecida e vontade executiva, torando-se indispensável para

dar coerência ao comportamento do poder público.

3.1 O que cabe à Gestão de Recursos Hídricos?

A Política Nacional de Recursos Hídricos proporciona inúmeras e nítidas interfaces. Nos seus fundamentos, objetivos e diretrizes, a Política institui a bacia hidrográfica como unidade territorial de sua implementação e de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; a utilização racional e integrada da água, que cause a sustentabilidade do desenvolvimento e o compromisso com a atual e as futuras gerações. (BRASIL, 1997)

Estabelece ainda, a gestão sistemática dos recursos hídricos, não dissociando os aspectos de quantidade e qualidade; a adequação da gestão às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das regiões do País; a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; a articulação da gestão da água com a do uso do solo; e, finalmente, a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos estuários e sistemas costeiros. (BRASIL, 1997).

Segundo Gomes e Cavalcante (2009), "A gestão dos recursos hídricos é a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões de escassez relativa aos corpos hídricos e realiza-se através da integração de procedimentos de planejamento e de administração". Nesse sentido, percebemos a importância da utilização dessa ferramenta para sustentação de diretrizes que balizam o planejamento.

Já a gestão da bacia hidrográfica refere-se à adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e intervenção sistêmica da gestão ambiental. De acordo com o Art. 37 da referida lei, "a bacia hidrográfica abrange cursos de água, que são definidos como principal e tributário". No entanto, a Lei de Recursos Hídricos não define o conceito de bacia hidrográfica, permitindo, dessa forma, realizar a gestão dos recursos hídricos em unidades menores.

Os recursos hídricos, assim como o meio ambiente, não devem ser considerados "setores" da administração pública, em posição antagônica aos setores que os utilizam, como a agricultura, a indústria, os transportes, o saneamento básico e a geração de energia elétrica. De fato, em função de suas finalidades múltiplas, eles permeiam todos esses setores especializados, além de interessarem profundamente à população da região onde se encontram. Portanto, a gestão integrada dos recursos hídricos tem por objetivo assegurar sua preservação, uso, recuperação e conservação em condições satisfatórias para os seus múltiplos usuários e de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região. (YASSUDA, 1993, p. 7).

Constatadas as principais intervenções antrópicas identificadas, foram sugeridas medidas mitigadoras com base em referências bibliográficas que subsidiaram as sugestões propostas. Uma forma de minimizar o impacto ambiental de maneira preventiva é submeter à implantação de programas de educação ambiental para que seja incorporada tal uma prática inovadora em diferentes âmbitos.

3.2 Propostas de Medidas Mitigadoras

As medidas mitigadoras ou minimizadoras consistem naquelas capazes de diminuir o impacto negativo, dessa forma, não compensando danos. Conforme a Resolução CONAMA nº 001 de 1986 artigo 6º, o estudo de impacto ambiental desenvolverá a "definição das medidas mitigadoras

dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas”.

O CONAMA, no exercício de sua competência, editou em 18 de junho de 1986, a Resolução 20, que lançou, em nível nacional, a gestão da qualidade das águas e que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como formam as condições e os padrões de lançamento de efluentes. Esta Resolução foi atualizada e trocada pela Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.

De modo geral tais medidas podem ser identificadas de acordo com a fase de implantação do empreendimento (fase de planejamento, de construção ou operação). No entanto, é possível, observar que aquelas de caráter preventivo são as mais eficientes; lembrando que há necessidade de que sejam praticadas e adaptadas à realidade do local, ou seja, deve ser levado em consideração a singularidade e particularidades do mesmo onde será implementada.

De acordo com Surehma (1999) as medidas mitigadoras são ações e atividades que precisam ser tomadas pelo empreendedor, como por exemplo: o reassentamento de uma comunidade diretamente comprometida por um empreendimento. No Brasil tem-se deliberado medidas mitigadoras ou minimizadoras, tais se apresentando como aquelas capazes de suprimir ou diminuir o impacto negativo e na impossibilidade técnica, econômica ou política de segui-las, qualquer outra medida é apenas compensatória, assim sendo, não conserva as riquezas ecológicas, estéticas e éticas da área afetada, somente as substitui.

É importante advertir que dificilmente há ações possíveis de suavizar impactos negativos sobre o meio biológico, a não ser que sejam acatadas determinadas exigências ainda na fase de planejamento. Caso ao contrário, não seja possível atender a este aspecto, dar-se a determinar medidas de compensação. (SUREHMA, 1999).

4. Breve histórico da formação do município de São Caetano de Odivelas/Pa

A cidade de São Caetano de Odivelas – PA está localizada, conforme figura 1, na microrregião do salgado, nordeste paraense, percorrida de Norte a Sul pelo rio Mojuim, situada a 11 km de sua foz. Possui distância de 110 km em linha reta da capital do Estado, numa área de 464 km².

A vila de São Caetano de Odivelas foi fundada no dia 07 de Agosto de 1735 e no ano de 1833 se consolidou como parte integrante do município de Vigia de Nazaré, até 1872 quando pela lei provincial 707 de 05 de Novembro tornou-lhe emancipada.

De 1933 à 1935 o município sofreu profundas transformações em sua vida administrativa funcionando pelas seguintes categorias: coletoria municipal, como titular Sr. Caetano Ferreira Sarmiento, como subprefeito Sr. Artur de Souza Leal, titular do posto fiscal Sr. João Rodrigues das Chagas. Segundo os quadros de divisão territorial datados de 31 de dezembro de 1936 e 31 de dezembro de 1937 divide o território em três distritos São Caetano de Odivelas, Perseverança e São João da Ponta. (RODRIGUES, 2002)

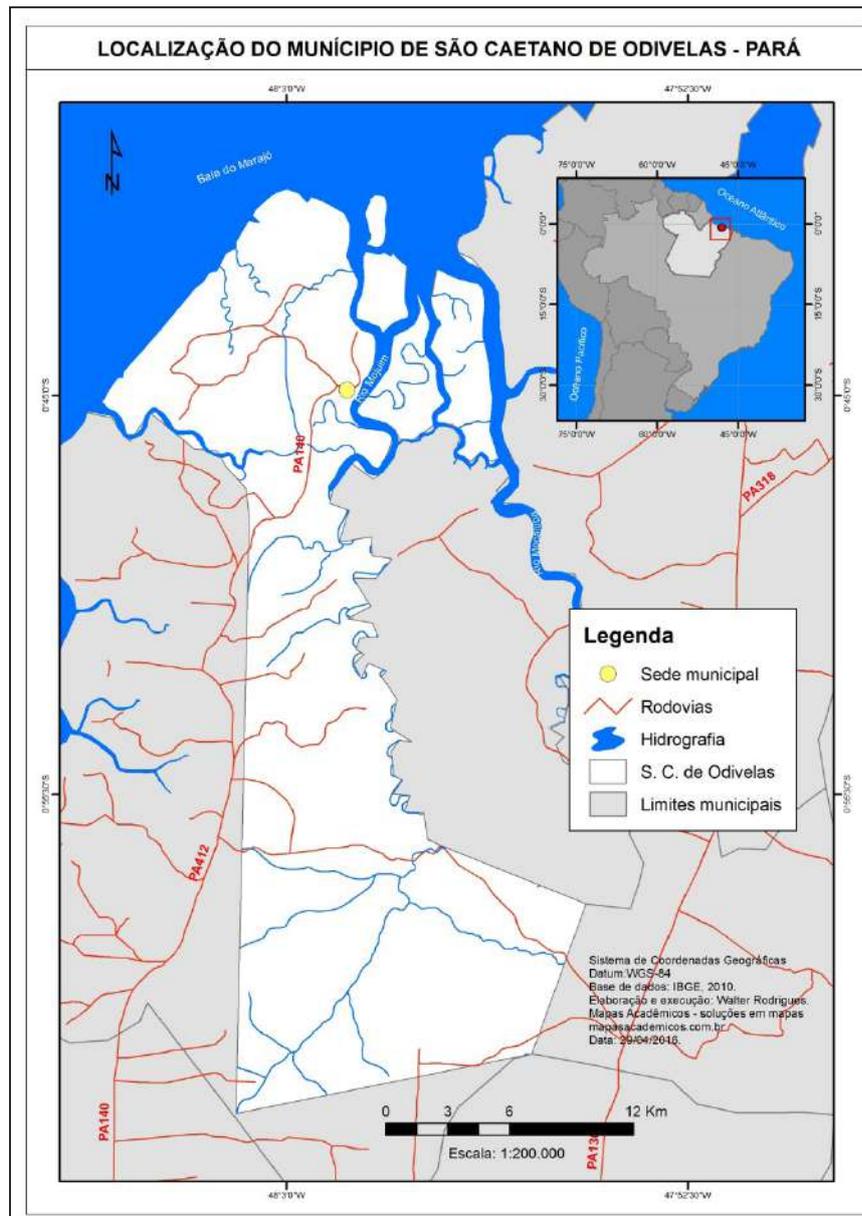


Figura – 1 Mapa de localização do município de São Caetano de Odivelas/PA.

O município de São Caetano de Odivelas passou por vários acontecimentos históricos até sua consolidação, pois assim como outras cidades da Amazônia foi colonizada pelos portugueses por meio das missões jesuítas, posteriormente se integrando como parte do município de Vigia de Nazaré por decreto do governo do Estado do Grão Pará, e finalmente conseguindo sua independência política em 1933. Atualmente o município possui cerca de 17.420 habitantes segundo o último senso demográfico, IBGE 2015, com área da unidade territorial 743.466 km².

4.1 Problemática da atividade turística na orla de São Caetano de Odivelas- PA

Os problemas relacionados com a água, um dos mais importantes recursos ambientais, não estão dissociados das relações históricas entre o homem e o meio ambiente e suas atividades produtivas, as quais tem resultado numa grave crise ambiental no nosso planeta. (PEIXINHO, 2010).

No ano de 2011 foi sancionado o projeto de construção da orla que se localizaria na margem

direta do Rio Mojuim. No entanto, o projeto atual da orla, conforme a figura 2, não seguiu a ideia original. Essa confirmação foi feita em entrevista a um dos atuais engenheiros do município, funcionário da Secretaria Municipal de Obras e também com, o Secretário Municipal de Meio Ambiente do município.



Figura – 2 Obra da Orla de São Caetano de Odiveias não concluída.

Segundo o Art. 2º do Código Florestal

(...) a vegetação natural é considerada de preservação permanente, situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: de 30 m para os cursos d'água de menos de 10 m de largura; de 50m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura; de 100m para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura; de 500m para os cursos d'água que tenham largura superior a 600m.

Nesse âmbito, a lei é clara quando estabelece que não haja nenhuma forma de construção na margem de um rio. No entanto, no município, vários estabelecimentos são encontrados nessa área, demonstrado na figura 3, contrariando a legislação e causando danos ao leito e desequilíbrio no ecossistema. Há constantemente a retirada da mata ciliar, imprescindível para a proliferação dos peixes dessa região, visto que, a vegetação de mangue, é característica desse município e tem

a função de “berçário” para a reprodução das variadas espécies presentes.



Figura - 3 Mosaico de estabelecimentos na Margem direita do Rio Mojuim.

No período que estivemos percebemos a ocorrência de intervenções municipais na orla, onde nas laterais da Rua Boulevard Abel Chaves foram depositadas material arenoso para compor a paisagem do “Festival Verão Odivelas 2015”, sem nenhum estudo de impacto ambiental que ocasionaria ao rio e a vegetação cobre as margens do rio, conforme figuras 4 e 5.



Figura – 4 Aterro da orla com uso de material arenoso. Figura – 5 Processo erosivo ocasionado no material arenoso utilizado para aterro da orla.

Cabe ressaltar que esse material arenoso depositado é muito propício à processos de erosão, lixiviação e conseqüente sedimentação em áreas de planície de inundação, especialmente na região amazônica. Devido, ao expressivo índice pluviométrico anual, há grande possibilidade de transporte desse material e sua sedimentação nos leitos fluviais. Ao longo de um período e com a repetição, dessa prática, isso vai contribuir para o processo de assoreamento dos corpos hídricos.

Esse processo vem sendo demonstrado na figura 6, onde durante a estação do verão houve, deslocamento do material arenoso, em grande parte para o rio e também para a vegetação lateral. Destaca-se que, os danos ambientais estão visivelmente expostos. Acrescenta-se também o aterramento explícito do mangue, o que vai causar o desaparecimento de inúmeras espécies, como é o caso do *Uca cumuanta* popularmente conhecido como “Saráá”.



Figura – 6 Aterramento da vegetação de mangue pelo avanço de material arenoso depositado antropicamente.

Além dos problemas socioambientais citados acima, outros problemas podem ser encontrados, somando-se aos anteriores destaca-se a falta de tratamento do esgoto do município que é despejado diretamente no rio.

4.2 Intensificação do fluxo turístico no período de veraneio

As cidades situadas às margens dos rios atraem um número elevado de turistas, estes são motivados pela existência dos recursos naturais e paisagísticos, do clima agradável e das atividades livres. A área turística que constitui parte do presente estudo tem como enfoque a atração

turística pela beleza paisagística e a qualidade ambiental, bem como, seu processo de valorização, e também os impactos que o período de veraneio ocasiona.

Em relação aos tipos de turismos tradicionais, podemos destacar o chamado “turismo residencial” ou “turismo familiar”¹, que se dá com a construção de casas para suas famílias, ou simplesmente pela temporada em casas de familiares que vivem nesses ambientes, como constamos nesse ensaio. Esta forma de turismo traz intrinsecamente uma série de questões e serviços voltados não apenas para a satisfação dos visitantes, mas principalmente como a rede pública oferece o suporte para todos nesse período de veraneio.

O turismo passou a ser visto como um meio de permitir as cidades menos influentes uma integração na economia mundial. Ao perceber as perspectivas apresentadas pelo turismo na atualidade, observamos que uma das principais atrações das viagens é o reencontro com a natureza, o que se entende, nos diversos ramos oferecidos no mercado, como: turismo verde, turismo de aventura, ecoturismo, dentre outros. (MATOS e CRUBER, 2009).

Contemporaneamente, o turismo é uma das principais atividades utilizadas no período de veraneio, estando, muitas vezes, associado à problemas de ocupação da orla. Segundo o Projeto Orla (2002), a compreensão naturalista concebe este espaço como uma unidade natural, passível de ser delimitada no terreno por aspectos físicos ou biológicos. O impacto do turismo nos meses de verão é visivelmente percebido com o aumento da população dos municípios que é superior à população fixa. Nesses meses a densidade populacional cresce significativamente. (MATOS e CRUBER, 2009, p. 5).

O fenômeno do veraneio é uma forma de produção do espaço urbano, que ocasiona um reduzido número de visitantes em grande parte do ano no município de São Caetano de Odivelas e, em contrapartida, um curto período, densamente ocupado. Esta forma de produção do espaço no veraneio parece instigar as autoridades municipais que se mostram pouco interessados nos impactos do “efeito veraneio”, pois as infraestruturas existentes não são suficientes para responder a grande demanda que cresce a ritmos significativos.

O turismo de massa, principalmente o de veraneio, vem tornando mais vulnerável as áreas hidrográficas acelerando o processo de destruição do ambiente presente no município. Isto, de certa forma, se manifesta na destruição do mangue, da mata ciliar, tanto pelo seu uso como na retirada de matéria-prima, além de sua destruição para a construção voltada à atender as atividades de lazer e turismo.

O aumento demográfico nesse período implica um maior consumo de água, de energia e de produção de dejetos de lixo de diversos tipos. Boa parte dos municípios que possuem rios não apresenta ou têm poucas infraestruturas para atender esta enorme demanda turística, nesse âmbito há impactos negativos na saúde pública, e na poluição das águas. Isto é confirmado pelo estudo realizado por Fujimoto et al (2006) que evidencia a necessidade de se efetuar grandes investimentos na área de saneamento (abastecimento de água e esgoto), porque podem comprometer a qualidade ambiental.

O turismo de massa foi impulsionado pelo crescimento econômico e pelo progresso dos meios de transporte. A intensa atividade turística provoca a transformação das sociedades locais, modifica o uso do espaço expõem os ecossistemas naturais á perigos como a vegetação nativa, e agrava os conflitos entre os grupos sociais (MATOS E GRUBER, 1999 apud CASTRO e MORALES, 2006).

¹ Turismo de residência é identificado também como turismo de segunda residência, onde os moradores que residem em outra cidade se deslocam com suas famílias com o intuito de lazer. (FONSECA et al, 2007)

A modificação comportamental antrópica com relação à natureza é necessária para a ascensão de um modelo de desenvolvimento sustentável que garanta a responsabilidade na gestão dos recursos naturais disponíveis no planeta, remetendo poupar os interesses das futuras gerações e ao mesmo tempo das atuais. Ações que favoreçam a população em geral, assim como ao meio ambiente precisariam seguir uma ordem hierárquica, ou seja, o empreendimento para a implantação de projetos tornados à educação ambiental, numa iniciativa do poder público em parceria com as instituições de ensino.

4.3 Análises dos impactos socioambientais na margem direita do Rio Mojuim

Neste item pretende-se destacar os impactos ambientais na margem direita do rio Mojuim decorrentes das intervenções antrópicas evidenciadas durante o trabalho. De acordo com Cruz (2002) O interesse econômico constitui a principal motivação do poder público em relação ao turismo, em função da ausência de infraestrutura, planejamento e organização da atividade por parte do mesmo.

O equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação da natureza vem se transformando, ao longo dos anos, como um dos mais sérios desafios da humanidade (CRUZ, 2001). Nesse contexto, pode-se afirmar que proteger o meio ambiente como um todo é a única forma de garantir a proteção dos recursos hídricos.

De acordo com Menighini (2001) a desaparecimento da mata ciliar é um dos exemplos de impacto ambiental negativo e intenso, apesar de ser reversível, pois existe ações de recuperação de matas ciliares, este por sua vez, ocasiona impactos ambientais secundários expressivos, como por exemplo: escorregamentos das encostas do rio, que são irreversíveis e danificam sobremaneira a propriedade da água acrescentando a carga de particulados, nutrientes e poluentes, diminuindo a recarga dos aquíferos e com conseqüente alteração do ciclo hidrológico.

O assoreamento provoca intervenções que geram impactos intensos, além de que são irreversíveis e alteram definitivamente a paisagem a partir da ação da erosão nas margens. Vale ressaltar ainda, o crescimento urbano e o rápido desenvolvimento econômico e tecnológico que determinaram uma contínua degradação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

A construção da Orla na cidade de São Caetano de Odivelas reflete tais intervenções, que se baseia na construção de um espaço público em área de convivência às margens do rio. Com o propósito de promover o turismo dando ao habitante a capacidade de ver o rio, tratado como patrimônio natural, mas visto, principalmente, como dado da paisagem, onde o caráter da sociabilidade muda. Agregado a esta intervenção o objetivo seria o da construção deste lugar público, como possível espaço de trocas na cidade, utilizando a possibilidade de contemplação da orla.

Como lugar público a Orla causava e continua causando impactos, pois muitos destes estão ligados a construção de obras de infraestrutura, hotéis, restaurantes, pontos comerciais, áreas de lazer, etc., apesar das intervenções esse espaço continua público por ser um espaço de convivência.

Ocorre que os impactos negativos desse desenvolvimento podem gradualmente destruir os recursos ambientais dos quais depende o turismo. Por outro lado, o turismo tem um potencial de criar efeitos benéficos no meio ambiente, contribuindo para a proteção ambiental e a conservação. É um caminho para o crescimento da consciência dos valores ambientais e pode servir como ferramenta para financiar a proteção das áreas naturais e aumentar sua importância econômica. (RUSCHMANN, 2001)

A relação entre a atividade turística e os impactos no ambiente é irrefutável, visto que, no momento em que as ações do turismo acontecem, o determinado ambiente já sofre alterações instantaneamente. Mas, vale ressaltar, a existência da relação intrínseca e dialética entre os impac-

tos negativos e positivos. Nesse contexto, Oliveira (2008) afirma que:

A qualidade do meio ambiente, tanto natural quanto o construído pelo homem, é essencial para o turismo. Entretanto, é necessário reforçar que o relacionamento do turismo com o meio ambiente é bastante complexo. Envolve muitas atividades que podem ter efeitos ambientais adversos. E muito desses impactos estão ligados a construção de obras de infraestrutura, como as rodovias e os aeroportos, e às instalações turísticas, incluindo resorts, hotéis, restaurantes, pontos comerciais, áreas de lazer, marinas etc., que são fundamentais para o desenvolvimento turístico. Ocorre que os impactos negativos desse desenvolvimento podem gradualmente destruir os recursos ambientais dos quais depende o turismo (OLIVEIRA, 2008, p.34).

O turismo necessita minimamente de uma infraestrutura básica para hospedagens, alimentação, tráfego de pessoas e práticas de lazer. Contudo, a infraestrutura ou a ausência dela, vem ser a principal ocasionadora da desestabilização do ambiente, pois além da construção de uma orla que não foi planejada ambientalmente e que causou uma série de impactos na margem direita do rio Mojuim, o turismo também contribuiu para o aumento de resíduos sólidos.

O município onde está o lócus da pesquisa não possui uma cooperativa ou instituição responsável para direcionar corretamente os resíduos sólidos para reciclagem, logo, esse material acaba se destinando em boa parte para rio Mojuim que banha o município. Outro problema de infraestrutura é a ausência de um tratamento de esgoto adequado que conseqüentemente acarreta na contaminação hídrica e a falta de água potável quando a demanda é aumentada pelos turistas.

Os pontos positivos relacionados ao turismo no município em questão condizem ao desenvolvimento socioeconômico dos médios empreendedores e dos moradores locais, pois com as construções de infraestrutura para as atividades turísticas são ofertados empregos formais e não formais para a população. Corroborando, Oliveira (2008) explica que:

No Brasil o turismo também é um dos mais relevantes setores da atividade econômica. Vem sendo tomado como uma alternativa na geração de renda e emprego, e também na vertente distributiva e auxiliar no combate à pobreza, em termos de comparação com as outras atividades dinâmicas da economia. A contribuição do turismo para a geração de riquezas e melhoria do bem-estar dos povos pode ser sentida de múltiplas maneiras, a saber, na geração de emprego; distribuição e circulação de renda; transferência de recursos de regiões mais ricas para regiões menos favorecidas, naquilo que designa na economia, como efeito convergência; nos investimentos e inovações tecnológicas; no desenvolvimento de infraestruturas coletivas; na preservação do ambiente e recuperação do patrimônio histórico e cultural; nas oportunidades de desenvolvimento; e nas necessidades dos viajantes. Esses efeitos interagem em diversos domínios da sociedade e, de maneira geral, envolvem de forma sinérgica os ambientes: cultural, ecológico, econômico, político e social (OLIVEIRA, 2008, p.15 e 16).

Nesse sentido, é de grande valia as discussões sobre os impactos provenientes das atividades turísticas sobre o ambiente, apontando propostas mitigadoras para os impactos negativos e desenvolvendo alternativas para a população do município, visto que, existem benefícios nas atividades turísticas. Pensando nessa perspectiva, o turismo precisa ser melhor planejado e gerido no município, evitando ou minimizando ao máximo a deterioração ambiental das áreas receptoras.

A urbanização altera não só as paisagens, mas também os ecossistemas, pois transforma todos os elementos da paisagem: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e,

até mesmo, o clima. (BRAGA & CARVALHO 2000). Para os autores as características da urbanização brasileira se dão para além de um fator causador de problemas ambientais, mas em um problema ambiental em si.

De acordo com Tucci (2004) a urbanização não apreende os processos naturais, contudo, interfere na combinação futura resultante. Tucci e Cordeiro (2004) consideram como os fundamentais impactos sobre os recursos hídricos das cidades brasileiras: (i) contaminação dos mananciais urbanos, consequente da poluição dos sistemas hídricos e da ocupação desordenada das áreas de proteção de mananciais; (ii) ausência de tratamento ou de disposição apropriada de esgoto sanitário, industrial e de resíduos sólidos; (iii) aumento das inundações e da poluição devido à drenagem urbana deficiente; (iv) ocupação das áreas de risco de inundação; e (v) redução da disponibilidade hídrica.

Nesse contexto, Pessoa e Façanha (2015) afirmam que esses impactos têm produzido um ambiente degradado que nas condições atuais da realidade brasileira somente tende a piorar. Este processo infelizmente não está sendo contido, mas, ao contrário, vem se ampliando à medida que os limites urbanos aumentam. A gravidade desse processo ocorre principalmente nas médias e grandes cidades brasileiras.

5. Considerações Finais

A água é um recurso essencial para a vida e a sociedade humana, isto significa dizer que a gestão dos recursos hídricos, com vistas a garantir o suprimento de água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades da sociedade, deve ser conduzida de forma sistêmica, levando em consideração as interações entre as intervenções humanas e o meio natural.

A Gestão dos recursos hídricos, sob o ponto de vista da melhoria da qualidade de vida, tem por objetivo aumentar a disponibilidade e a qualidade da água para atender os papéis essenciais e reduzir a demanda no uso não essencial através da otimização dos processos de utilização.

Quando se admite o turismo como meio de desenvolvimento para uma localidade é necessário que esteja com um posicionamento sustentável, mitigando os impactos negativos e acrescentando os positivos. É também importante ressaltar, que não haja a exclusão das comunidades locais dos benefícios conseguidos, pois, na maioria dos casos apenas os prejuízos são socializados.

O que se observou foi que, o planejamento da atividade turística no município está voltado para atender ao mercado, enquanto que as questões referentes à conservação do ambiente são negligenciadas.

O presente estudo indicou que os principais impactos socioambientais oriundos de ações antrópicas que contribuem para deterioração da qualidade hídrica do rio Mojuim e seu entorno são: assoreamento das margens do rio, ocupação irregular humana, despejo de efluentes nos rios e destruição da mata ciliar, em especial a vegetação de mangue.

Desse modo, as sugestões das medidas mitigadoras das ações antrópicas causadoras de efeitos ambientais negativos foram propostas visando à melhoria da qualidade hídrica do Rio e sua utilização. Para cada intervenção antrópica existem medidas mitigáveis possíveis de serem executadas, no entanto, devido à inobservância das legislações pertinentes, bem como, a falta de infraestrutura do poder público e fiscalização eficiente, o presente estudo constatou uma realidade local comprometedoras no que se refere à degradação ambiental e a qualidade hídrica do Rio Mojuim e seu entorno.

Referências

BORSOI, Z. M. F; TORRES, S. D. A. A Política de Recursos Hídricos no Brasil. **BNDES**, 1997. Disponível em: <<http://www.bnds.gov.br/revista/rev806>>. Acesso em Abril de 2015.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (Orgs.). **Estatuto da cidade: política urbana e cidadania**. Rio Claro: LPM, 2000.

BRASIL. Decreto-lei nº 9.433, de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. **República Federativa do Brasil**, Brasília, D.F., 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em Abril de 2015.

BRASIL. Decreto-lei nº 2423, de 7 de abril de 1998. Estabelecem critérios para pagamento de gratificações e vantagens pecuniárias as titulares de cargos e empregos da Administração Federal direta e autárquica e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, D.F., 8 abr. 1998. Seção 1, pt. 1, p. 6009.

BRASIL. **Código Florestal**: Áreas de Preservação Permanente - APP. Lei nº 4.771, de Setembro de 1965. Disponível em: <<http://www.solies.com.br>> Acesso em Abril de 2015.

CASTRO, A. C.; MORALES, C. E. **La Zona Costera**: medio natural y ordenación integrada. Santiago de Chile: GEOlibros, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resoluções CONAMA, 1986 a 1991. Brasília: IBAMA, 1992.

_____. Resolução nº. 274, de 29 de novembro de 2000.

_____. Resolução nº. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 17 mar. 2005.

CRUZ, R. C. A. da. **Introdução à geografia do turismo**. São Paulo: Roca, 2000.

CRUZ, R. de C. **Política de turismo e território**. 3. ed. – São Paulo: Contexto, 2002. 167 p.

FONSECA, Maria Aparecida Pontes; FERREIRA, Angela Lúcia; SILVA, Alexsandro Ferreira Cardoso da. Investimentos turísticos internacionais no litoral do nordeste brasileiro: novos desafios para a gestão ambiental. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 11, 2007, Bogotá. **Anais eletrônicos**... Bogotá: EGAL, 2007. p. 1-16.

FREITAS, M. A. V. de; SANTOS, A. H. M. Importância da água e da informação hidrológica. In: FREITAS, M. A. V. de (Ed.). **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME/a-SRH/OMM, 1999. p. 13-16.

FUJIMOTO, Nina S. V. M. Et al. "Litoral norte do estado do Rio Grande do Sul: indicadores socioeconômicos e principais problemas ambientais". In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. n. 13. Editora UFPR, 2006.

GOMES, M. C. R.; CAVALCANTE, I. N. A gestão dos recursos hídricos subterrâneos - estudo de caso. I CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, Setembro, 2009. SP - São Paulo. **Anais**.... p.2. Disponível em: <<http://www.aguassuterraneas.abas.org>>viewfile> Acesso em Abril de 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016.

- JORDÃO, B. Q; MORAES, D. S. de L. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.36, nº.3, p.370-374, 2002.
- LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. São Paulo: Editora Moraes, 2001.
- MACHADO, C.J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 6, nº.2, jul/dez 2003.
- MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In GUERRA, A, J, T; CUNHA, S, B da. (Org) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 7º edição, São Paulo, Editora Bertrand Brasil, 23 – 45 1995.
- MATOS, Elmer de; GRUBER, Nelson Sambaqui. Os efeitos da atividade turística no litoral norte do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica: Para onde!?**, v.3, nº 2. 2009.
- MENIGHINI, Andréa C. **Levantamento das Intervenções Antrópicas no Rio Iguaçu e seu entorno entre os Municípios de Porto Amazonas e São Mateus do Sul, Paraná e propostas para mitigação de seus efeitos**. 2011. 114 p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal Do Paraná em parceria com o SENAI-PR e a Universität Stuttgart - Alemanha, Curitiba, 2011.
- OLIVEIRA, Elton Silva. **Impactos socioambientais e econômicos do turismo e suas repercussões no desenvolvimento local: o caso de Itacaré - Bahia**. 2008. Dissertação (para obtenção do título de Mestre em Cultura e Turismo, à Universidade Federal da Bahia). Ilhéus, BA: UESC, 2008.
- PARANÁ. SUPERINTENDÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE (SUREHMA). Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA). 3ª. Ed. Curitiba: SUREHMA, 1999.
- PEIXINHO, Frederico Cláudio. Gestão Sustentável Dos Recursos Hídricos. XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS. São Luís, 2010.
- PESSOA, F. da S; FAÇANHA, A. C. Impressões sobre Bacia Hidrográfica Urbana e Gestão Compartilhada. **InterEspaço** - Grajaú/MA, v. 1, n. 2, p. 256-269 - jul./dez. 2015.
- PROJETO ORLA: Fundamentos para Gestão Integrada. MMA/SQA. Brasília: MP/SPU, 2002.
- RODRIGUES, S. R. (Cartilho). **Resenha histórica** – São Caetano de Odivelas – Pará, Rocha Gráfica e Editora LTDA, Abril/2002.
- RUSCHMANN, Dóris Van de Meene. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2001.
- TUCCI, C. E. M (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.
- TUCCI, C. E. M.; CORDEIRO, O. M. Diretrizes estratégicas para ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil. **REGA** - Global Water Partnership South America, Santiago, v. 1, n. 1, p. 21-35, jan./jun. 2004.
- YASSUDA, E. R. Gestão de Recursos Hídricos: Fundamentos e Aspectos Institucionais. Rev. **Adm. Pública**. Rio de Janeiro, 27 (2): 5-18, abr-jun.1993. Disponível em: <[http://www.biliotecadigital.fgv.br](http://www.biliotecadigital.fgv.br/article/viewfile)>article>viewfile> Acesso em Abril de 2015.

VULNERABILIDADE EM ÁREAS RIBEIRINHAS NA CIDADE DE SANTA RITA – PB

BIANCA OLÍMPIO FRAZÃO
NÁDJA MELO SANTANA DE OLIVEIRA

Resumo

Este presente trabalho estuda em escala regional o Município de Santa Rita no Estado da Paraíba e os problemas relacionados às enchentes, na área urbana, que datam desde os anos de 1641, ocasionadas pelas cheias do Rio Paraíba do Norte e seus afluentes. Através do estudo bibliográfico percebemos como áreas de risco se tornam vulneráveis através da ação antrópica, consequência de manejos incorretos dos recursos naturais transformando os espaços para a ocorrência de ameaças naturais. Como metodologia, a pesquisa baseia-se num levantamento bibliográfico para um maior aprofundamento da temática, em seguida foi realizada uma coleta de informações através de visitas in loco, conversa informal com moradores, registro visual de fatores que afetam o meio e análise de mapas topográficos. Iremos analisar fatores que sejam os possíveis causadores da vulnerabilidade na região.

Palavras-Chaves: Bacias Hidrográficas. Riscos Ambientais. Inundações.

Abstract

The present work aims to analyze the elements Este trabajo se estudia a escala regional del municipio de Santa Rita en el estado de Paraíba y los problemas relacionados con las inundaciones en el área urbana, que data de los años 1641, causados por las inundaciones del río Paraíba del Norte y sus afluentes. A través del estudio bibliográfico que percibimos como zonas de riesgo se vuelven vulnerables por la acción humana como consecuencia de gestiones incorrectas de los recursos naturales transformando los espacios para la ocurrencia de peligros naturales. Como metodología, la investigación se basa en una literatura para un mayor desarrollo del tema y luego se hizo una recopilación de información a través de las visitas al sitio, conversación informal con los residentes, registro visual de los factores que afectan el medio ambiente y análisis de mapas topográficos. Vamos a examinar los factores que son las posibles causas de la vulnerabilidad en la región.

Keywords: Cuencas; Los riesgos ambientales; Inundaciones.

1. Introdução

No Nordeste brasileiro os desastres naturais não se classificam apenas pelas secas, mas também por outros fenômenos, a exemplo das inundações bruscas e graduais, vendavais e/ou ciclone e erosão marinha, algumas são recorrentes também no sertão, onde os solos apresentam grande dificuldade de infiltração, já nas áreas litorâneas temos um maior índice pluviométrico, com chuvas intensas, tendo a sua estação chuvosa compreendida nos meses de maio, junho, julho e agosto. Tais fenômenos potencializam o quadro de vulnerabilidade a que grande parte da população está exposta principalmente por problemas de uso e ocupação do solo, devido a ausência de planejamento urbano nas pequenas e grandes cidades.

Enchente é um fenômeno natural que ocorre nos cursos de água em regiões urbanas e rurais. Ela consiste na elevação dos níveis de um curso de água, seja este de pequena (corrego, riacho, arroio, ribeirão) ou de grande (rio) dimensão, podendo causar inundações, ou seja, transbordamento de água do canal principal. Não existe rio sem ocorrência de enchente. Todos têm sua área natural de inundação e esse fenômeno não é, necessariamente, sinônimo de catástrofe. Quando o homem ultrapassa os limites das condições naturais do meio em que vive então as inundações passam a ser um problema social, econômico e/ou ambiental. Assim, a inundação torna-se um evento catastrófico quando a área inundável não apresenta uma ocupação adequada como construção de residências nas áreas ribeirinhas. (PINHEIRO, 2007)

A seca prolongada no nordeste obriga aos governantes a tomarem medidas para solucionar o problema da falta de água, e uma delas é a construção de barragens para manter a população abastecida por um certo tempo.

A construção de centenas de barragens e represas para resolver o problema da escassez de água tem o efeito colateral nos momentos de chuva torrenciais, pois o risco de rompimento é real, consequência da precariedade de algumas construções e a falta de manutenção, gerando os desastres (Cordeiro; Garcia, 2013).

A cidade de Santa Rita pertence à Zona Úmida Litorânea, que segundo os moradores mais antigos, já sofreu com uma grande enchente causada pelo rompimento de uma das barragens próximas, resultando em grandes desastres.

A temática abordada nesta pesquisa analisa os riscos que se constroem socialmente para o surgimento de vulnerabilidades que potencializam os impactos de eventos físicos determinados e de que forma surgem novos eventos.

2. Caracterização da área de estudo

A cidade de Santa Rita pertence à região metropolitana de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba. Situada na Mesorregião da Mata paraibana, sua extensão territorial é de 730.205 Km², com uma população de 120.310 habitantes (IBGE, 2010).

A sede do município tem uma altitude aproximada de 16 metros distando 12,7Km da capital e está inserido na unidade Geoambiental dos Tabuleiros Costeiros. Esta unidade acompanha o litoral de todo o nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas. De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural.

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm. A vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia e Cerrado/ Floresta. Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos e Podzólicos nos topos de chapadas e topos residuais; pelos Podzólicos com Fregipan, Podzólicos Plínticos e Podzóis nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos Podzólicos Concrecionários em áreas dissecadas e encostas e Gleissolos e Solos Aluviais nas áreas de várzeas. (CPRM, 2005).

Caracterizada pelo bioma de Mata Atlântica, a cidade desenvolveu-se em torno da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba e seus afluentes, sendo ocupada ainda no século XVI, com a instalação de engenhos de cana-de-açúcar em suas várzeas o que acarretou durante os anos grandes desastres, pois o Rio Paraíba sempre apresentou enchentes violentas ocasionadas por chuvas irregulares.

A figura 1, mostra o centro da cidade destacando a área em que ocorre o maior índice de urbanização, visto que a mesma faz parte da rede de drenagem do Rio Paraíba do Norte e que devido a variação de precipitações e infraestrutura precária ocorrem inundações de maneira repentina.

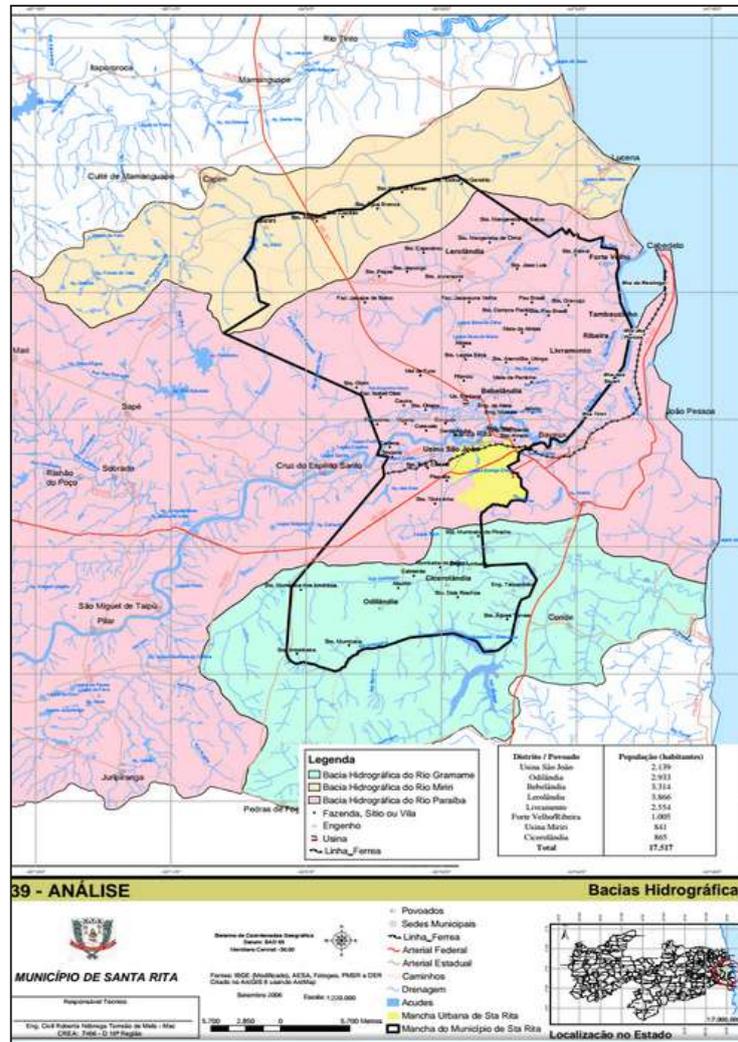


Figura 4: Mapa Bacias Hidrográficas no Município de Santa Rita – PB. Fonte: Plano Diretor do Município de Santa Rita. Disponível em: https://docs.google.com/folderview?id=0B8izvdCH8YN6NXRRVktBb0pBVnc&usp=drive_web. Acesso em: 29.02.2016.

3 . Vulnerabilidade de áreas hídricas no centro da cidade

A ideia da construção social do risco remete em sua essência às formas em que a sociedade constrói contextos de vulnerabilidade, que se define socialmente e, por conseguinte é uma categoria sujeita a mudanças (FILGUEIRA; BARBOSA, 2013). A ação antrópica através do manejo incorreto dos recursos naturais, os transformam em ameaças naturais.

As condições de vulnerabilidade estão representadas pela pobreza, a desorganização social, as ideologias fatalistas, a ausência de sistemas institucionalizados de segurança do cidadão, a falta de controle e de normativas sobre o uso do solo urbano e rural (FILGUEIRA; BARBOSA, 2013).

O crescimento de forma ampla no centro da cidade de Santa Rita tem acarretado em algumas alterações ambientais, onde a presença de lixo, entulho e escoamento de esgotos residuais, causam enchentes nas áreas de maior fluxo na cidade. A interação do ser humano com o ambiente irá se constituir em aspectos de vulnerabilidade, pois as populações menos desfavorecidas se alojam em locais de altos riscos tendo em vista a desvalorização imobiliária, onde não há rentabilidade para os construtores. Por consequência dos danos causados pelos moradores temos desmatamentos, uso inadequado do solo, e ausência de Áreas de Preservação Permanentes (APPs).

A figura 2, mostra a ausência de APPs nas margens do Rio Preto, no centro da cidade de Santa Rita que fica próximo a escolas, lojas, hospitais, residências, feira, etc, este local sempre é afetado pelas cheias. Podemos observar que a presença das residências afetam a preservação da margem ribeirinha, um pouco diferente da figura 3, onde é facilmente percebido a presença de APPs, embora não respeitem os limites estabelecidos pelo código florestal.



Figura 2 - Rio Preto
Fonte: Bianca Frazão (11.03.2016)



Figura 3 - Rio Paraíba

Os problemas de enchentes envolvendo a Bacia do Rio Paraíba do Norte não estão ligadas só a urbanização, mas de acordo com Silva (2002), citado por Costa (2014, p.33) as primeiras enchentes datam desde 1641, estragando as culturas de várzea

Outras foram as de 1698 e a de 1731. A de 1780 trouxe uma Cruz ao Engenho Espírito Santo, gerando o nome da vila ali existente. A de 1924, arrasou as cidades do Agreste, a exemplo de Itabaiana e Pilar. A construção do açude Boqueirão, no médio curso do rio, espaçou mais as enchentes que ainda hoje ocorrem apenas no baixo curso, alimentado pelos afluentes, a exemplo da cheia de 1985, que arrasou a cidade de Cruz do Espírito Santo e deixou Santa Rita, mas precisamente o centro devastado.

Atualmente vários estudos estão sendo realizados no local, segundo a Defesa Civil do Muni-

cípio, para prevenir eventuais cheias e seus estragos, pois sabe-se que o Rio Paraíba desde muito tempo antes das urbanizações do local, assolava populações ribeirinha por apresentar episódios de cheias violentas.

A magnitude dos desastres associados a estes riscos depende das interações do ser humano com o meio ambiente, e o modo da produção dos espaços, ou seja, das vulnerabilidades construídas, como a ocupação de encostas e de zonas de inundação, os desmatamentos, o uso inadequado dos solos, as infraestruturas humanas precárias, como pontes, açudes, represas, moradias, entre outros. (FILGUEIRA; BARBOSA, 2013).

4. Materiais e métodos

A análise para a percepção da vulnerabilidade e áreas de risco, aconteceu através de levantamentos de documentação fotográfica com georreferenciamento, extraídas do site da Prefeitura Municipal de Santa Rita com a investigação direcionada para o Plano Diretor de 2006. Também foram feitas consultas e entrevistas a agentes do poder público como: Defesa Civil Municipal, Desenvolvimento social e Secretaria de Infraestrutura.

Foi realizado um levantamento bibliográfico recorrendo-se a bibliotecas públicas, bem como a Biblioteca Setorial da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Campus I, Órgãos Municipais, Estaduais e Federais, compilação de dados bibliográficos, levantamento de material topográfico como os mapas antigos, para identificar as áreas de risco do centro da cidade, cartas analógica e digital que serviram para direcionamentos de possíveis áreas de vulnerabilidade.

Realizamos também, um trabalho de campo no dia 11 de março de 2016, com o objetivo de observar, localizar e descrever as áreas que apresentam maiores riscos para o desenvolvimento da cidade, assim como também várias visitas à Prefeitura Municipal de Santa Rita para esclarecimento de questões de contenção de desastres.

Como metodologia, a pesquisa baseia-se num levantamento bibliográfico para um maior aprofundamento da temática, em seguida foram realizadas coleta de informações através de visitas in loco, informação verbal com os moradores e registro visual de fatores que afetam o meio e consequentemente modificam a paisagem.

Iniciamos o estudo a partir da investigação da necessidade de redução dos desastres naturais e os danos causados à humanidade, para tanto foram consultados autores como Garcia (2013), Cordeiro (2013), Filgueira (2013), que nos direcionaram para a compreensão da existência do risco. Já no que se refere à análise do local, buscou-se abordagens relacionadas a elementos cartográficos (analógico e digitais), fotografias (terrestres e aéreas).

5. Resultado e discussões

Como resultado final deste estudo prévio, procurou-se enfatizar os problemas encontrados mais significativos nas áreas de inundação do Município de Santa Rita no Estado da Paraíba, que é umas das cidades que mais sofrem com enchentes repentinas.

Este trabalho é tido como um ensaio para a construção de um trabalho de conclusão de curso visando procurar de início os problemas aparentes que assolam a cidade, visto que a relação do meio físico com o social depende da harmonia entre ambos, pois o homem pode tentar gerir situações do cotidiano para amenizar os desastres ambientais.

Através de observação em aula de campo detectamos alguns fatores que potencializam a devastação das áreas de risco, como o lixo jogado dentro dos rios, pudemos identificar pontos do Rio Preto assoreado e com pequenos bancos de areia.



Figura 4 – Rua Amaro Coutinho. Fonte: Bianca Frazão, 11.03.2016.

A Rua Amaro Coutinho e Avenida Anísio Pereira Borges que passam sobre o Rio Preto, passaram por uma grande reforma já que o fluxo de veículos na cidade aumentou significativamente no decorrer destes anos, os locais citados são os que mais sofrem com as enchentes. Como se pode observar na figura 4 é uma área arborizada, porém tem uma quantidade significativa de lixo despejado.

Segundo a Defesa Civil a cidade é considerada com alto risco de inundações. constatamos também, através do trabalho de campo as construções irregulares de casas, criadouros e lixões, que comprometem a qualidade ambiental da área aumentando os riscos de inundações. A figura 5 mostra a falta de consciência ambiental da população ao despejar lixo em uma pequena ravina, acidente geográfico produto de erosão pela ação de córregos e enxurradas, a localidade fica bem próxima ao Rio Paraíba do Norte.

Segundo o coordenador da Defesa Civil de Santa Rita João Batista Nunes, a população já foi deslocada para outras localidades que não sofrem com os desastres de inundação, mas logo voltam para suas antigas residências, o que nos leva a entender que apesar da área de risco o local

lhes oferecem certa facilidade, pois fica próximo a escolas, comércio, bancos, etc.



Figura 5 – Proximidades do Rio Paraíba. Fonte: Bianca Frazão, 11.03.2016.

Referências

Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer... [et al.]. – Brasília: MMA, 2011.96 p. : il. color. ; 29 cm. + mapas. (Série Biodiversidade, 41) <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/livro_apps_e_ucs_x_areas_de_risco_202.pdf> Acessado em: 21 mar 2016

BARBOSA, M. P.; FILGUEIRA, H. J. A. O Nordeste Brasileiro: uma região de desastres socialmente construídos. In: GARCIA, J.P.M. (Org.). **Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência**. Editora Universitária da UFPB, 2013.p. 9 – 23.

CORDEIRO, T.; GARCIA, J.P.M. Geografia dos desastres no Estado da Paraíba. In: GARCIA, J.P.M. (Org.). **Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência**. Editora Universitária da UFPB, 2013.p.25 – 52.

COSTA, Luciana da Cruz Meireles. **Inundação na margem direita do Rio Paraíba do Norte no centro da cidade de Santa Rita PB** / Luciana da Cruz Meireles Costa.- João Pessoa, 2014.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água**

subterrânea. Diagnóstico do município de Santa Rita, estado da Paraíba/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

DA SILVA, Lígia Maria Tavares. **NAS MARGENS DO RIO PARAÍBA DO NORTE.** Cadernos do Loge-pa: João Pessoa Vol. 2, n. Jul-Dez-2003 p. 74-80.

Disponível em: <http://rpscom1.blogspot.com.br/2011_05_01_archive.html> Acesso em: 03 Mar.2016.

Decifrando a Terra / organizadores Wilson Teixeira...[et. al] . – 2. Ed. São Paulo: companhia Editora Nacional, 2009.

Desastres na Paraíba: riscos, vulnerabilidade e resiliência/ José Paulo Marsola Garcia (organizador). – João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2013.

IBGE. **Paraíba »Santa Rita » síntese das informações.** 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas>>. Acesso em 02 fev. 2016.

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos/** Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. – 7. Ed. – 9. Reimpr. – São Paulo: Atlas, 2014.

SANTA RITA (2006). **Plano Diretor Participativo. Paraíba:** COPLAD/ Prefeitura do Município de Santa Rita, Paraíba.

Vulnerabilidade Ambiental / Rozely Ferreira dos Santos, organizadora. – Brasília: MMA, 2007. 192 p. : il. color. ; 29 cm.