

USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO À ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARACOIABA – CE: GEOPROCESSAMENTO A PARTIR DE SOFTWARES LIVRE BRASILEIRO

Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque¹

Daniel Dantas Moreira Gomes²

Maria Lúcia Brito da Cruz³

RESUMO

A presente pesquisa busca realizar a análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Aracoiaba – CE a partir do uso das tecnologias de informação geográfica livre, tendo em vista sua capacidade de criar, gerar e armazenar dados concretos, precisos e sem nenhum custo adicional, possibilitando a sistematização dos diversos processos de uso e ocupação no rio Aracoiaba, estudo de caso em questão. O rio Aracoiaba nasce no Maciço de Baturité e possui uma grande importância para a região, tendo em vista que abastece vários municípios circunvizinhos logo a jusante da vertente oriental, de onde se pode destacar Baturité e Aracoiaba. Objetivamos sistematizar a inter-relação que se dá entre Homem-Natureza a partir da perspectiva do uso racional das variáveis hídricas, refutadas principalmente pela dinâmica e organização espacial resultante do eixo de crescimento urbano e da má organização antropogênica relacionada ao processo de uso e ocupação. O método foi orientado pelo viés geossistêmico na perspectiva de Sothava (1976), que definiu os geossistemas como sistemas naturais, de nível local, regional ou global que são interconectadas pela troca de matéria e energia num só conjunto. Utilizou-se ainda de um vasto levantamento bibliográfico e trabalho em campo, buscando analisar as feições e características físico-naturais da seção estudada. As técnicas adotadas são resultantes do avanço das tecnologias de informações geográficas, corroborando o uso das técnicas de geoprocessamento a partir de *softwares* livre, buscando a inter-relação dos fatores físicos e sociais, proporcionando análise, comparação e cruzamento de informações obtidas por meio de imagens de satélites. As referidas imagens foram disponibilizadas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e modeladas em *softwares* livre brasileiro, com destaque para o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING), trabalho laboratorial desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) da Universidade Estadual do Ceará (UECE). As principais contribuições geográficas são resultantes da compreensão da realidade ambiental existente nas nascentes do rio Aracoiaba e no relevo de jusante da vertente Oriental do Maciço de Baturité, traduzida pela magnitude das áreas de instabilidades, vulnerabilidades e potencialidades ambientais que foram diagnosticadas, considerando que, mesmo estando sobre o domínio da morfogênese química (CEARÁ, 1998), resulta em diferentes processos intempéricos, podendo ser facilmente identificados nas áreas acima referidas. A bacia de drenagem fluvial do Aracoiaba – CE apresenta significativo processo de uso e ocupação em quase todo o seu percurso, mas com expressivas manchas ocupacionais principalmente a montante no Maciço de Baturité, onde significativas áreas foram devastadas em virtudes do intenso processo de crescimento urbano e para dá lugar as áreas agricultáveis. Os primeiros resquícios mais significativos do processo ocupacional nas áreas de nascentes do rio Aracoiaba foram resultantes da vinda de agricultores, principalmente do Sertão Central do Ceará, que

¹ Graduando do Curso de Geografia – Modalidade Bacharelado – pela Universidade Estadual do Ceará – UECE. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq e vinculado ao Laboratório de Geoprocessamento – LabGeo.

² Mestrando em Geologia pela Universidade Federal do Ceará – UFC e vinculado ao LabGeo.

³ Professora Mestre do Departamento de Geografia da UECE e coordenadora do LabGeo.

migravam devido aos intensos processos de estiagens, transformando-se, posteriormente, em produtores de café (GUARAMIRANGA, 2006). Torna-se pertinente a aplicação das leis ambientais que rezam para a preservação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP) referentes aos corpos hídricos, corroborando sua aplicabilidade deste as nascentes e permanecendo por todo o relevo de jusante, pois é patente a necessidade iminente do uso e gestão racional dos recursos hídricos. Concluí-se que o cumprimento da Legislação Ambiental possa ser utilizado para o desenvolvimento sustentável, salientando que esse desenvolvimento deve está ligado diretamente à valorização do potencial social local, a conservação dos recursos naturais e a qualidade sócio-ambiental. No intuito de solucionar esses problemas supracitados, torna-se fundamental a realização de estudos aprofundados, relacionados a uma melhor utilização dos recursos hídricos. Por isso, urge a adoção de medidas pertinentes que busquem assegurar de maneira racional a intervenção do Homem em toda a área da Bacia Hidrográfica do Aracoiaba.

Palavras-chave: Análise Ambiental. Bacia Hidrográfica. Geoprocessamento. *Softwares* Livre.

1. Introdução

A presente pesquisa busca realizar a análise ambiental da Bacia Hidrográfica do Aracoiaba – CE a partir do uso das tecnologias de informação geográfica livre, tendo em vista sua capacidade de criar, gerar e armazenar dados concretos, precisos e sem nenhum custo adicional, possibilitando a sistematização dos diversos processos de uso e ocupação no rio Aracoiaba, estudo de caso em questão.

A bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE circunscreve no todo ou em parte, o território de 7 (sete) municípios cearenses: Aratuba, Mulungu, Guaramiranga, Baturité, Capistrano, Redenção e Aracoiaba (CARVALHO et al, 1993). Suas principais nascentes localizam-se a montante em um ambiente de exceção, circunscrita como serra úmida do Maciço de Baturité, salientando que o Estado do Ceará possui aproximadamente 92% de seu território numa região semi-árida (SOUZA, 2005), que se caracteriza pela adversidade climática da semi-aridez, daí a necessidade do uso e gestão racional dos recursos hídricos.

Objetivamos sistematizar a inter-relação que se dá entre Homem-Natureza a partir da perspectiva do uso racional das variáveis hídricas, refutadas principalmente pela dinâmica e organização espacial resultante do eixo de crescimento urbano e da má organização antropogênica relacionada ao processo de uso e ocupação. Vale salientar a necessidade de trabalhar com a concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos.

Propusemos a sistematização conceitual, a fundamentação teórica e as operações técnicas orientadas a partir da análise geossistêmica, buscando trabalhar e compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a manutenção da qualidade ambiental através de ações de preservação e conservação dos recursos naturais, principalmente, as que correspondem às Áreas de Preservação Permanente (APP).

O estudo quer contribuir para a construção de uma base teórico, conceitual e prática, proporcionando o questionamento da atual situação ambiental da bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE, subsidiando como um arcabouço para as políticas públicas a serem tomadas, bem como, contribuir para a elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) dos municípios circunscrito na referida área em estudo, para que sejam tomadas medidas mais eficazes na gestão ambiental.

Como estamos inseridos num sistema cujo modo de produção é capitalista, o ser humano, muitas vezes, age de maneira individual seguindo os seus próprios interesses, não fortalecendo os laços coletivos, prejudicando consideradamente à preservação e/ou conservação dos recursos ambientais. As intensas agressões que são causadas principalmente aos corpos hídricos acabam resultando em prejuízo para a própria humanidade.

Diante dessa realidade, não se pode esquecer do desenvolvimento sustentável aplicado à qualidade sócio-ambiental da área, tendo em vista que esse desenvolvimento inclui a gestão racional e integrada dos recursos hídricos, trabalhando na perspectiva da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e de integração das políticas públicas que venha a ser implantada.

2. Metodologia de Trabalho

A proposta tem como base teórico-metodológica o levantamento de dados bibliográficos, cartográficos e empíricos (trabalho em campo), buscando analisar as feições e características físico-naturais da seção estudada, orientado pelo viés geossistêmico na perspectiva de Sothava (1976) e Souza (2005), além da utilização das técnicas de geoprocessamento livre, buscando a inter-relação dos fatores físicos e sociais, proporcionado pela análise, comparação e cruzamento de informações obtidas por meio de imagens de satélites.

Para Sothava (1976) o geossistema são sistemas naturais, de nível local, regional ou global, nos quais o substrato mineral, o solo, as comunidades de seres vivos, a água e as massas de ar, particulares às diversas subdivisões da superfície terrestre, são interconectadas pela troca de matéria e energia num só conjunto. Em suma, o geossistema não visa à paisagem propriamente dita, mas as inter-relações que existem no seu interior.

As técnicas adotadas no presente trabalho são resultantes do avanço das tecnologias de informações geográficas, corroborando o uso das técnicas de geoprocessamento a partir de *softwares* livre, buscando sistematizar os diversos processos de uso e ocupação em toda a área da bacia. Para isso, fez-se uso das imagens de satélite LANDSAT/TM-5 e CBERS, devido a

sua boa resolução espectral e espacial, que forneceram informações a um nível de detalhe suficiente para a realização do mapeamento.

Rodrigues (1990) definiu geoprocessamento como o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso de sistemas que as utilizam.

As vantagens de trabalhar com *softwares* livre é que eles podem ser distribuindo gratuitamente e ter suas funções aprimoradas pelo usuário, não demandando investimentos em aquisição e licença de uso.

Para melhor identificar as coberturas vegetais e do solo, usou-se dados obtidos a partir do satélite LANDSAT-5 com o sensor TM (*Thematic Mapper*), pois fornece melhores resoluções espectral, espacial, radiométrica e temporal. Essas imagens são referentes à órbita 217.63.B (WRS), da passagem de 21/08/2007, nas bandas 3, 4 e 5 as quais abrangem a radiação da porção do visível e infravermelho refletido do espectro eletromagnético.

Procedeu-se, inicialmente, ao levantamento e triagem dos documentos cartográficos, bibliográficos e das imagens de satélite disponíveis sobre a área de estudo. Após o georeferenciamento e realce da imagem com a base cartográfica, possibilitou a identificação dos processos de uso e ocupação em toda a bacia hidrográfica em questão.

As referidas imagens foram disponibilizadas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e modeladas em *softwares* livre brasileiro, com destaque para o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) e o gvSIG, salientando que esse último *software* mencionado é espanhol, mas que existe uma versão em Português. O trabalho laboratorial foi desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO) da Universidade Estadual do Ceará (UECE).

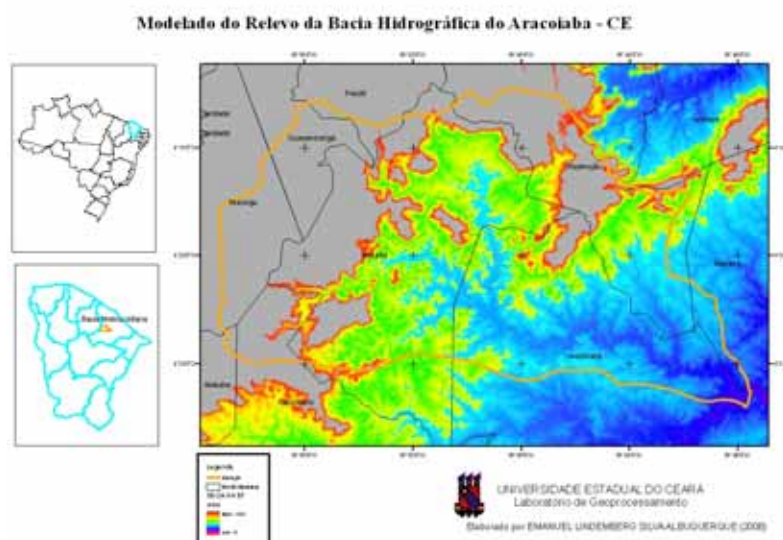
Diante das informações adquiridas, procuramos comparar a realidade existente na referida bacia hidrográfica e a Legislação Ambiental pertinente apoiado na Resolução nº. 303/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que corrobora as limitações nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) com base no Código Florestal brasileiro (BRASIL, 2000). Vale salientar que o alto curso da área em estudo encontra-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Maciço de Baturité.

3. Resultados e Discussão

A bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE situa-se entre os paralelos de 04° 14' a 04° 26' de Latitude Sul e os meridianos de 38° 40' a 39° 04' de Longitude Oeste. Dista cerca de 70 km a Sudoeste de Fortaleza e abrange uma área de 591 km² (CARVALHO et al, 1993).

Encontra-se quase em totalidade inserida no Complexo Cristalino, possuindo suas nascentes no Maciço Residual de Baturité, que constitui um dos mais expressivos compartimentos de relevo situados próximo ao litoral cearense.

O rio Aracoiaba tem suas principais nascentes em altitudes próximas a 1000 metros e possui drenagem com padrão dendríticos, além de revelar certa instabilidade nas encostas dotadas de declives mais acentuados, como pode ser diagnosticada de acordo com o modelado do relevo na Figura 1.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento - LabGeo

Figura 1. Modelado do relevo da bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE.

O rio Aracoiaba possui uma grande importância para a região, tendo em vista que abastece vários municípios circunvizinhos de onde se pode destacar Baturité e Aracoiaba. Com o intuito de otimizar a utilização dos recursos hídricos dessa bacia hidrográfica, foi construído no ano de 2001 o açude Aracoiaba, com uma capacidade de armazenar 170.700.000 m³ de água. Esse reservatório é gerenciado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) do Estado do Ceará.

O rio Aracoiaba nasce no Maciço de Baturité e possui uma grande importância para a região, tendo em vista que abastece vários municípios circunvizinhos logo a jusante da vertente oriental, de onde se pode destacar Baturité e Aracoiaba.

As mais expressivas nascentes da bacia de drenagem fluvial encontram-se no município de Guaramiranga, que vem se destacando nos últimos anos pelo aumento da especulação imobiliária em função das suas potencialidades turísticas, daí um dos objetivos

para que fosse desenvolvido o presente estudo. Vale destacar também outros processos de uso e ocupação que são perceptíveis, significativamente, a jusante.

A bacia hidrográfica do Aracoiaba juntamente com seus tributários forma o mais importante sub-sistema da margem esquerda da bacia hidrográfica do Choró. Vale salientar que essa bacia é importante pelo fato de drenarem em áreas de elevado contingente populacional, constituindo-se no principal manancial hídrico para a demanda à população residente e para o desenvolvimento das demais atividades econômicas. Na Figura 2 mostra o mapa limítrofe da referida bacia hidrográfica.

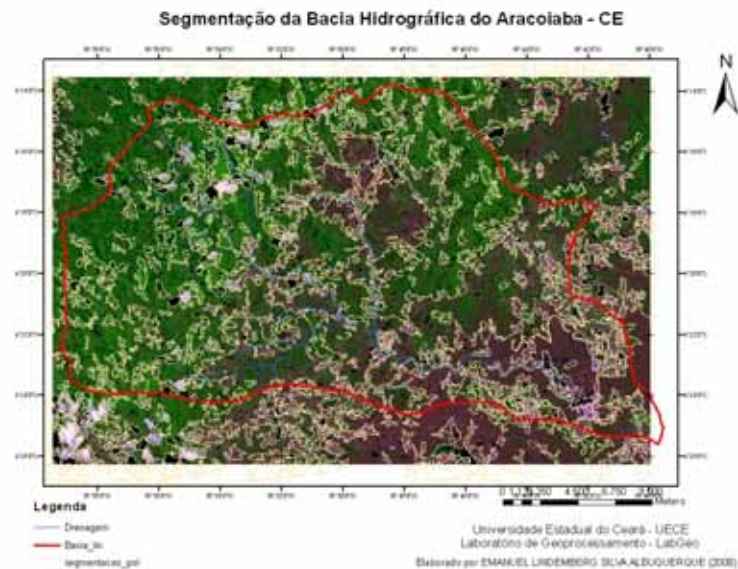


Fonte: Laboratório de Geoprocessamento - LabGeo

Figura 2. Mapa limítrofe da Bacia Hidrográfica do Aracoiaba – CE.

Os primeiros resquícios mais significativos do processo ocupacional nos municípios do Maciço de Baturité, com destaque para o município de Guaramiranga, foram resultantes da vinda de agricultores, principalmente do Sertão Central do Ceará, que migravam devido aos intensos processos de estiagens nessas áreas, transformando-se, posteriormente, em produtores de café no Maciço, favorecidas pelas condições propícias para o desenvolvimento dessa cultura.

Os dados analisados e interpretados possibilitaram a compreensão da realidade ambiental existente nas nascentes do rio Aracoiaba e no relevo de jusante da vertente Oriental do Maciço de Baturité, traduzida pela magnitude das áreas de instabilidades, vulnerabilidades e potencialidades ambientais que foram diagnosticadas após o processo de segmentação da área de acordo com a Figura 3.



Fonte: Laboratório de Geoprocessamento - LabGeo

Figura 3. Segmentação das áreas de maior vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE.

Segundo a Legislação Ambiental pertinente, na Resolução nº. 303/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) corrobora as limitações nas APPs com base no Código Florestal brasileiro, no uso de suas competências, instituem que a mata ciliar da nascente tem que possuir no mínimo um raio de 50 (cinquenta) metros e a largura do leito principal do rio de até 10 (dez) metros é necessário a manutenção da vegetação da mata ciliar de 30 (trinta) metros de ambas as margens (BRASIL, 2000), características essas verificadas no referido estudo mais que são desrespeitadas de acordo com a Figura 4.



Fonte: Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque

Figura 4. Processo ocupacional nas nascentes da bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE: município de Guaramiranga.

As marcas do antropismo são identificadas por manifestações variadas nas quais se incluem, dentre muitas outras: o desmatamento indiscriminado nas matas ciliares que revestem as planícies fluviais tanto a montante quanto a jusante; o manejo inadequado dos solos e dos recursos hídricos, resultando na aceleração dos processos erosivos com o conseqüente adelgaçamento dos solos e a intensificação do assoreamento dos rios e açudes; olarias sem nenhum licenciamento as margens do rio, além do desaparecimento de fontes perenes e sazonais principalmente em seu alto curso, localizado no município de Guaramiranga.

O uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, de maneira geral, são desenvolvidos por intermédio dos interesses individuais dos agentes privados e públicos, negligenciando-se, muitas vezes, as potencialidades e restrições que são impostas ao meio ambiente, sendo condicionantes importantes a serem consideradas no processo do planejamento urbano dos municípios que estão incluídos na área em estudo.

Torna-se pertinente a aplicação das leis ambientais que rezam para a preservação e manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP) referentes aos corpos hídricos, corroborando sua aplicabilidade deste as nascentes e permanecendo por todo o relevo de jusante, pois é patente a necessidade iminente do uso e gestão racional dos recursos hídricos.

Diante dos resultados alcançados, vale corroborar o cumprimento da Legislação Ambiental vigente acerca das gestões ambientais e que as áreas legais possam ser utilizadas para o desenvolvimento sustentável das comunidades que circundam a área da bacia hidrográfica, salientando que esse desenvolvimento sustentável deve está ligado diretamente à conservação dos recursos naturais e da qualidade ambiental.

4. Conclusões

Diante de toda a problemática a cerca das questões referentes à escassez dos recursos hídricos, outro fator de grande relevância é o manejo inadequado que é dado aos corpos hídricos, que vem passando, em muitos casos, por um descaso quantitativo e qualitativo.

O levantamento cartográfico e bibliográfico permitiu constatar-se a verdadeira realidade para o objeto de estudo, além da possibilidade de fazer uma comparação com os excelentes trabalhos que já tinham sido elaborados envolvendo em parte e/ou completa a bacia hidrográfica do Aracoiaba - CE.

A gestão e utilização dos recursos hídricos é a maneira mais racional de gerenciar o processo de uso e ocupação, por isso, torna-se pertinente à aplicação das leis ambientais que rezam para a preservação e manutenção das APPs nas áreas íngremes e nas margens dos corpos hídricos, corroborando sua aplicabilidade desde as nascentes e permanecendo por todo o relevo de jusante.

Concluí-se que o cumprimento da Legislação Ambiental possa ser utilizado para o desenvolvimento sustentável, salientando que esse desenvolvimento deve está ligado diretamente à valorização do potencial social local, a conservação dos recursos naturais e a qualidade sócio-ambiental. Por isso, urge a adoção de medidas pertinentes que busquem assegurar de maneira racional a intervenção do Homem em toda a área da bacia hidrográfica do Aracoiaba – CE.

Referências Bibliográficas

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. Nº. 13. São Paulo: IGEOG – USP, 1969.

BRASIL. **Lei nº. 9985, de 17 de julho de 2000**, que dispõe sobre a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Brasília: DOU, 2000.

CARVALHO, G. M. B. S.; VALÉRIO FILHO, M.; MEDEIROS, J. S. Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na identificação da erosão dos solos na bacia do Rio Aracoiaba – CE. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 7, 1993.

Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. Artigos, p. 188-198. On-line.

Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/banon/2003/12.10.19.30.54>>. Acesso em: 12 nov. 2008.

CEARÁ, Governo do Estado do. **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**: Diagnóstico Geoambiental. v.1. Fortaleza: Convênio FCPC/Semace, 1998.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1990, São Paulo. **Anais...** Universidade Federal Fluminense: UFF, 1990. Artigos, p. 1-26. On-line. Disponível em:
<http://www.professores.uff.br/cristiane/DisciplinaIG.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2008.

SANTOS, Milton. **Por Uma Geografia Nova:** da crítica da geografia a uma geografia crítica. 3ª ed. São Paulo: Hucitec, 1986.

SOTCHAVA. In VEADO, Ricardo Wagner ad-Víndula. **O Geossistema:** embasamento teórico e metodológico. Rio Claro: UNESP, 1995.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da; et al (Orgs). **Ceará:** um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. p. 127-140.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da; et al (Orgs). **Ceará:** um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. p. 169-188.