



REVISTA
Casa da

ISSN 1516-7712

GEOGRAFIA
de Sobral

ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOM JESUS – TAPERUABA-CE

*Analysis of the environmental systems of sub-basin of Bom Jesus River - Taparuaba
- CE*

*Análisis de los sistemas ambientales de la subcuenca del río Bom Jesús –
Taparuaba-CE*

José Marcos Duarte Rodrigues *
Ernane Cortez Lima **

RESUMO

O trabalho em questão constitui-se da análise dos sistemas ambientais que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, localizada no distrito de Taparuaba- Sobral (CE), estando situada no extremo Sul da bacia hidrográfica do Litoral, no alto curso da bacia do rio Aracatiáçu. A mesma corresponde a uma área de 262,985 km², apresentando uma extensa área de aplainamento com uma maior concentração de inselbergues em seu alto e médio curso, com altitudes variando de 90m a 810m. Para tal análise, tem-se como base teórico-metodológica a abordagem sistêmica aplicada aos estudos geográficos, principalmente em estudos que têm a bacia hidrográfica como unidade espacial de análise. Na busca de uma melhor compreensão dos elementos que correspondem à sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, realiza-se uma caracterização dos elementos geoambientais e dos aspectos socioeconômicos. Os sistemas ambientais estão sistematizados, principalmente, por critérios geomorfológicos. No entanto, os demais elementos físicos naturais e os socioeconômicos serão basilares na consolidação da presente pesquisa.

Palavras-Chaves: Abordagem Sistêmica. Bacia Hidrográfica. Sistemas Ambientais.

ABSTRACT

The work in question is made up of environmental systems analysis that make up the sub-basin of the Bom Jesus river, located in the district Taparuaba- Sobral (CE), situated at the southern end of the river basin of the Coast, in the upper reaches of basin Aracatiáçu River. The same is an area of 262,985 square kilometers, with an extensive area of planing with a higher concentration of inselbergs in its high and high course, with altitudes ranging from 810m 90m. For this analysis has as theoretical methodological basis a systemic approach applied to geographic studies, especially in studies which have the watershed as the spatial unit of analysis. In search of a better understanding of the elements which correspond to sub-basin of the Bom Jesus river performs a characterization of geo-environmental factors and socioeconomic aspects. Environmental systems are systematized mainly geomorphological criteria, however, other natural physical elements and socioeconomic will be fundamental in the consolidation of this research.

Key-words: Systemic approach. Watershed. Environmental Systems.

RESUMÉ

La obra en cuestión se compone de análisis de los sistemas ambientales que componen la sub cuenca del río Bon Jesús, ubicada en el distrito Taparuaba- Sobral (CE), situado en el extremo sur de la cuenca del río de la costa, en el curso superior de la cuenca del río Aracatiáçu. El mismo es un área de 262.985 kilómetros cuadrados, con una extensa zona de aplanamiento con una mayor concentración de inselbergs en su curso superior e inferior, con altitudes que van desde 810m a 90m. Para este análisis tiene como base teórica y metodológica un abordaje sistémico aplicado a los estudios geográficos, sobre todo en los estudios que tienen

(*) Mestrando pelo Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG) da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: jmduarterodrigues@hotmail.com

(**) Professor do curso de Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: ernanecortez@hotmail.com

la cuenca hidrográfica como unidad espacial de análisis. En busca de una mejor comprensión de los elementos que corresponden a la sub cuenca del río Bon Jesús realizamos una caracterización de los factores geoambientales y aspectos socioeconómicos. Los sistemas ambientales se sistematizan criterios geomorfológicos principalmente, sin embargo, otros elementos físicos naturales y socioeconómicos ser fundamental en la consolidación de esta investigación.

Palabras-clave: Abordaje sistémico. Cuenca. Sistemas Ambientales.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação da teoria dos sistemas nos estudos geográficos melhor focalizou suas pesquisas e deu maior exatidão sobre seu setor de estudo, propiciando oportunidades para ponderações críticas sobre seus conceitos. Devido à inserção da Teoria dos Sistemas, a geografia, em especial a geografia física, procurou não mais estudar fatos isolados, mas analisar interconexões entre o meio físico e o homem.

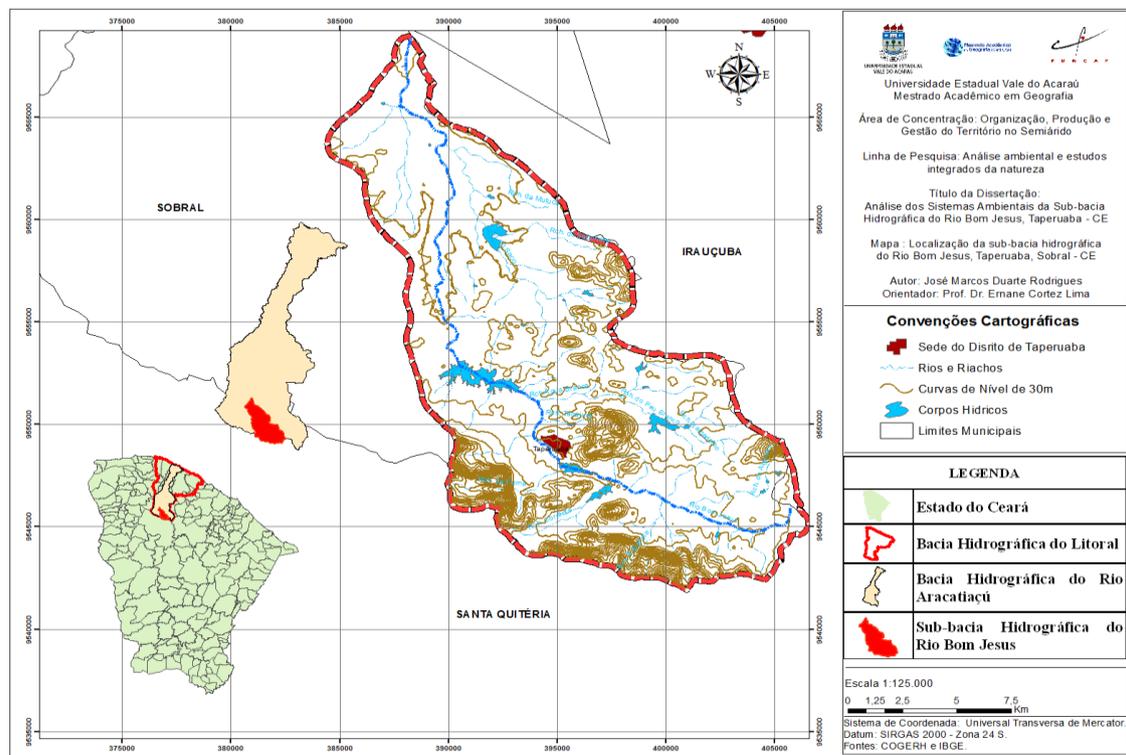
Com isso, a bacia hidrográfica vista como sistema “[...] evidencia as relações de seus elementos físicos e biogeográficos no contexto espacial, como também das variáveis socioeconômicas” (LOURENÇO, 2013, p. 29). Para tanto, a bacia hidrográfica torna-se uma unidade de análise espacial essencial. Para Nascimento e Villaça (2008), as bacias hidrográficas são unidades espaciais de fácil reconhecimento, assim como de fácil caracterização, considerando que não há nenhuma área da superfície terrestre que não esteja inserida em uma bacia hidrográfica; sendo possível avaliar as ações humanas que atuam modificando o equilíbrio existente. Tonello (2005) afirma que a bacia hidrográfica deve ser considerada como unidade de planejamento, buscando a preservação dos recursos hídricos.

Entendendo a relevância dos estudos sistêmicos e da importância em se ter a bacia hidrográfica como unidade de análise, o presente trabalho busca verificar os sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, compreendendo que os sistemas ambientais analisados integralmente retratam as mútuas relações entre os elementos que o compõem, representando, desta forma, uma unidade, sendo que os mesmos possuem suas potencialidades e limitações (FUNCEME, 2009, p. 13). Portanto, de início, realiza-se uma caracterização dos componentes geoambientais que integram a área: geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação, aspectos socioeconômicos e o uso e ocupação. Sequencialmente, distinguem-se os sistemas ambientais que compõem a sub-bacia em análise baseando-se nos trabalhos de Souza (2000) e nos trabalhos da FUNCEME (2009), além dos trabalhos de campo, que se tornam indispensáveis para a sistematização; o que torna possível a aplicação dos meios ecodinâmicos de Tricart (1977) para os sistemas ambientais que compõem a área analisada.

2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo localiza-se a noroeste do estado do Ceará, entre as coordenadas Lat. 3°53'30" e 4°8'30" (S), Long. 40°3'0" e 39°50'0" (W). Trata-se de uma área com 262,98 km², situada totalmente dentro dos limites municipais de Sobral – de forma mais exata, nos limites do distrito de Taparuaba. Limita-se ao Sul e Sudoeste com o município de Santa Quitéria (Distrito de Logradouro) e, ao Norte, Nordeste e Sudeste, com o município de Irauçuba (Distritos de Juá e Boa Vista do Caxitoré). Tem como rio principal o Bom Jesus, sendo uma sub-bacia do rio Aracatiaçu, este último pertencente à bacia hidrográfica do Litoral. Tendo o distrito de Taparuaba como sede administrativa dentro de seu território (v. mapa 1).

Mapa 1: Localização da área de estudos.



Fonte: Organizado pelo autor.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa fundamenta-se na teoria dos sistemas aplicada aos estudos espaciais de caráter geográfico, estudos em que se busca analisar de maneira holística e integrada as variáveis ou elementos que compõem um sistema e suas interconexões, suas perdas e ganhos de energia e matéria.

Objetivando um embasamento teórico-metodológico, busca-se, através da literatura, metodologias ancoradas nos princípios da teoria sistêmica voltada para estudos de cunho geográfico. Nessa perspectiva,

foram selecionados diversos autores como: Christofolletti (1979, 1999), Tricart (1977), Souza (2000), Fernandes (1990), FUNCEME (2009), Lima (2004, 2012), Lourenço (2013), dentre outros. Ambos os autores têm, na concepção sistêmica, suas bases teórico-metodológicas, o que possibilita tê-las como referências para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Para a caracterização dos componentes geoambientais, foi necessária a utilização de técnicas de geoprocessamento, como destaca Câmara e Davis (2001, p. 1): o geoprocessamento constitui-se de técnicas matemáticas e computacionais voltadas para o tratamento de informações geográficas que, no presente trabalho, deu-se através do Sistema de Informação Geográfica (SIG), Quantum-Gis (software livre), na versão 2.4.0. A elaboração dos mapas temáticos na escala de 1:100.000 melhor possibilitou a representação espacial dos componentes geoambientais.

Para a elaboração do mapa temático de Geologia, utilizou-se como referência o mapa geológico do estado do Ceará na escala de 1: 500.000 (2003). Para a confecção, tiveram-se como base cartográfica os arquivos vetoriais da Estrutura Geológica e as Unidades litoestratigráficas da área, disponibilizado pela Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 2003). Para o mapa geomorfológico, utilizou-se a metodologia de Souza (2003) reafirmada por Meireles (2007), o que possibilitou propor três compartimentações geomorfológicas para a área, a depressão sertaneja, os *inselbergues* e a planície fluvial. Os dados pluviométricos foram organizados através da série histórica disponibilizada pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) do ano de 1998 a 2014. Os dados utilizados totalizam 17 anos, e, para analisá-los, foram organizados gráficos representando a distribuição temporal das médias pluviométricas mensais e anuais para os cinco distritos que se limitam com a área de estudo ou que estejam inseridos dentro de seus limites.

Para a identificação dos tipos de solos predominantes na área, teve-se como base a segunda edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) elaborado pela EMBRAPA (2006). A distribuição fitogeográfica foi baseada na proposta de Fernandes (1990). A escolha por essa metodologia foi por entender que a mesma possibilita melhor adequação à escala de trabalho proposta inicialmente. Os aspectos socioeconômicos e o uso e ocupação foram empiricamente compreendidos através dos trabalhos de campo e através de conversas informais com moradores das comunidades, que convivem e mantêm estreita relação com os recursos naturais da área da sub-bacia e também por meio de fontes como IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

Os sistemas ambientais propostos foram baseados tanto nos trabalhos de campo como nos componentes geoambientais descritos para a área, principalmente em critérios geomorfológicos. Teve-se em Souza (2000) e nos trabalhos da FUNCEME (2009) as bases para tal sistematização. Souza (2000) buscou em

Tricart (1977) as bases teórico-metodológicas para caracterizar qualitativamente os sistemas geoambientais do estado do Ceará, possibilitando com devidas adequações a aplicação da ecodinâmica para a área da sub-bacia em análise.

Para a geração dos produtos cartográficos, os trabalhos de campo foram essenciais, o que acarretou em coletas de dados de extrema importância para a pesquisa, pois o mesmo fornece dados *in locu* concernentes à base cartográfica; assim como novas variáveis a serem acrescentadas na pesquisa. Através dos trabalhos de campo obtêm-se, de forma empírica, os fatos espaciais dos elementos geoambientais e da dinâmica estabelecida entre esses elementos, caracterizando a fisionomia da paisagem, assim como também em coleta de dados referentes aos aspectos socioambientais e do uso e ocupação, fornecendo informações básicas sobre o grau de degradação nos diferentes setores da área. Os trabalhos de campo ocorreram nos meses de Setembro e Outubro de 2014, abrangendo toda a área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, o que permitiu a delimitação do polígono da área, marcação dos pontos de controle com o auxílio do GPS e das cartas topográficas, e registros fotográficos.

4. CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES GEOAMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOM JESUS

A caracterização dos componentes geoambientais torna-se de fundamental importância quando se tem a análise ambiental como diretriz para o seu desenvolvimento, pois a análise interdependente de tais elementos possibilita uma compreensão mais complexa e vindoura para o planejamento ambiental.

Unidades Geológicas

Os aspectos geológicos refletem sobre os tipos de solos, e também sobre a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e sub-superficiais, influenciando também o quadro fito-ecológico local, assim como também as potencialidades dos recursos naturais disponíveis.

Constatou-se que a área da sub-bacia hidrográfica é formada por grande variedade de formações litológicas. Em maior detalhas identificou-se as seguintes unidades geológicas: i) Depósitos Aluviais; ii) Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria; iii) Suíte Intrusiva Sub-alcalina a Alcalina Meruoca.

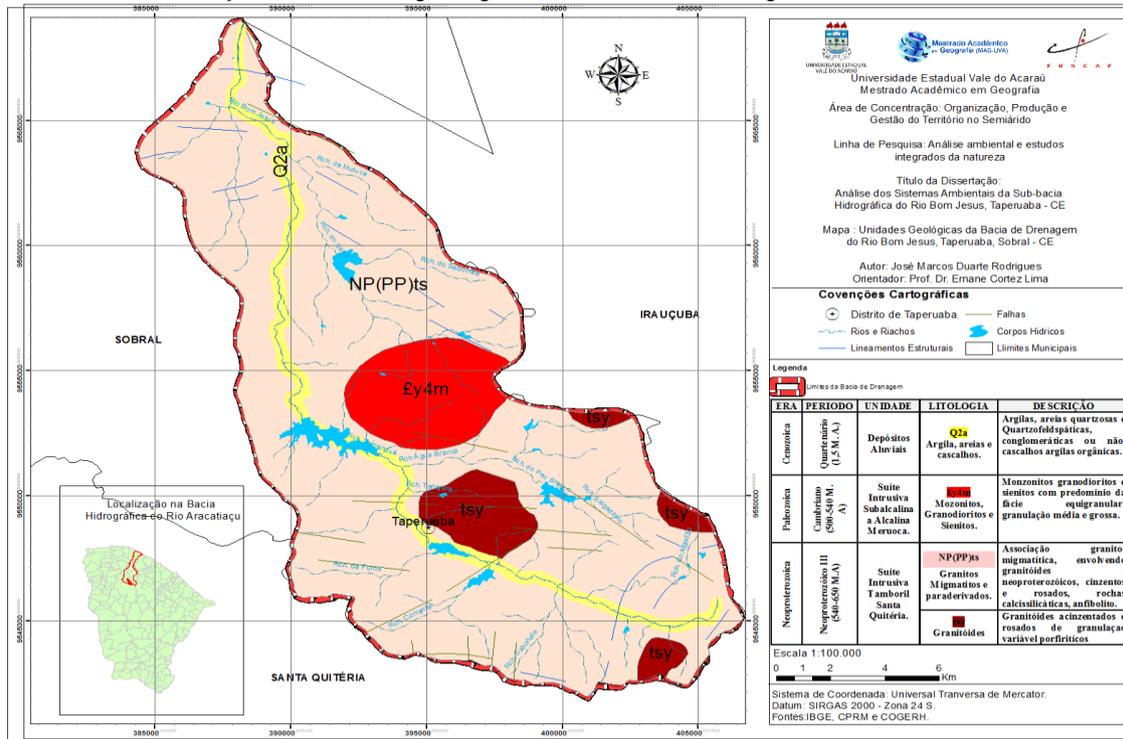
Os depósitos aluviais constituem-se de argilas, areias quartzosas e quartzofeldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas, com nomenclatura Q2a. Correspondendo a era Cenozóica e ao período Quaternário, localizando-se nas áreas subjacentes ao rio Bom Jesus.

A Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria predominante em quase toda a área da pesquisa é representada por dois tipos de litologias: os granitos migmatitos e paraderivados e os granitóides. O primeiro tem como nomenclatura NP(PP)ts, datando da era Neoproterozóica e do período Neoproterozóico III. São resultantes da associação granito-migmatítica, envolvendo granitóides neoproterozóicos cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfíricos, gnaissificados ou não, e ortognaisses migmatíticos, além de rochas calssilicáticas.

Os granitoides datam da era Neoproterozóica e do período Neoproterozóico III, com nomenclatura tsy. Dispõe de granitóides cinzentos e rosados, de granulação variável até termos porfíricos. Distribuem-se a Sul-Sudeste na área em estudo.

A suíte Intrusiva Subalcalina a Alcalina Meruoca, composta pelos mozonitos, granodioritos e sienitos (rara fase diorítica) com predomínio da fácies equigranular, com granulação de média a grossa, incluindo fácies porfíricas; tons avermelhados a cinzentos ou esbranquiçados, de nomeclatura $\xi y4m$, datando da era Paleozóica do período Cambriano (v. mapa 2).

Mapa 2: Unidades geológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.



Fonte: Organizado pelo autor.

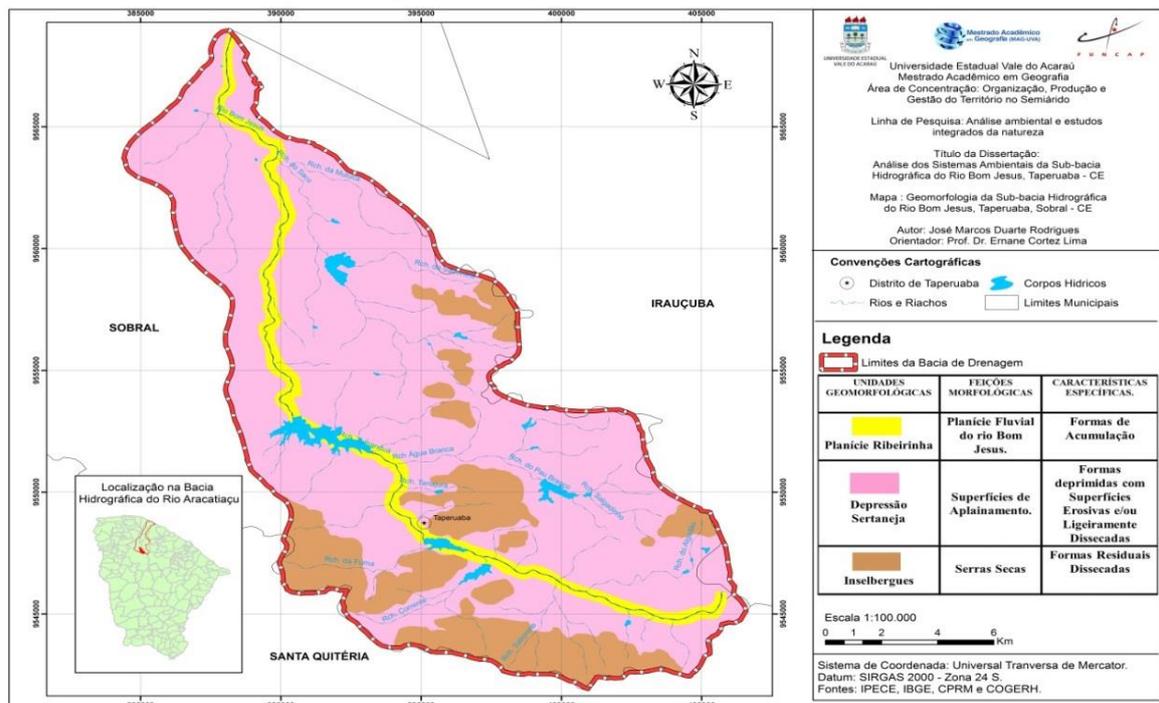
Unidades geomorfológicas

Os aspectos geomorfológicos estão ligados aos “indicadores morfoestruturais, litológicos e climáticos, controlados por fatores dinâmicos como o clima, a tectônica e pedogênese, associados aos fatores estáticos [...]” (LOURENÇO, 2013, p. 93). Devido a essa complexa relação, resulta as várias sequências morfológicas, vislumbrando as diversas formas de relevo.

Para o estado do Ceará, Souza (2003), conforme afirma Meireles (2007), realizou a mais completa classificação morfoestrutural do relevo, compartimentando-o nas seguintes Unidades Morfoestruturais: domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos (planície fluviais, formas litorâneas e tabuleiros), domínios das bacias paleomesozóicas (Chapada do Araripe, Chapada do Apodi e Planalto da Ibiapaba), domínios dos escudos e maciços antigos (Planaltos residuais e depressão sertaneja).

Com base no acima citado, tem-se para a área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus o domínio dos escudos antigos (depressão sertaneja e os inselbergues) e o domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos (planície fluviais) (v. mapa 3).

Mapa 3: Unidades geomorfológicas da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.



Fonte: Organizado pelo autor.

As planícies ribeirinhas (planície fluvial) situam-se ao longo do rio Bom Jesus. Ressalta-se que estas áreas são planas, resultantes da acumulação fluvial, bordejando as calhas dos rios. A depressão sertaneja destaca-se em toda a área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, esta que é marcada por topografias planas e suavemente onduladas, com variação de 90m a 180m de altitude. Os inselbergues distribuem-se na

direção S-SW, S-E da sub - bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, representando as maiores cotas altimétricas da área, variando de 270m a 810m de altitude.

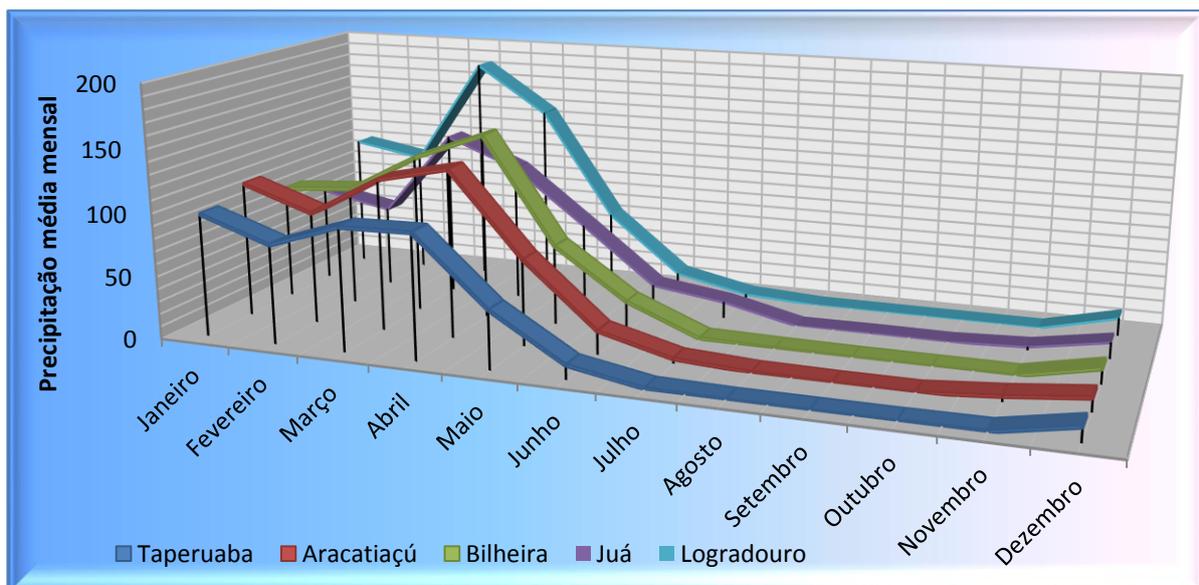
Análise das médias pluviométricas da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus

Para qualificar e analisar os dados pluviométricos correspondentes à área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, inicialmente se fez a tabulação dos dados mensais obtidos através das séries históricas da FUNCEME (1998-2014), obtendo-se o total pluviométrico anual, assim como as médias mensais e anuais para o período de 1998 a 2014, totalizando 17 anos.

A opção em se trabalhar com os dados distritais foi na tentativa de buscar informações mais locais que representassem o volume médio mensal e anual de entrada de água por precipitação na sub-bacia. Portanto, escolheram-se os distritos que fazem limites ou que estão inseridos dentro da área: Taparuaba (Sobral), Bilheira (Sobral), Aracatiáçu (Sobral), Juá (Irauçuba), Logradouro (Santa Quitéria).

Partindo da análise da distribuição mensal dos últimos 17 anos (1998-2014), pode-se dizer que o distrito de Taparuaba apresentou os maiores volumes, concentrados nos meses de Janeiro, Março e Abril; o distrito de Aracatiáçu obteve os maiores volumes nos meses de Março e Abril, assim como o distrito de Juá, Bilheira e Logradouro. Nos meses de Julho a Novembro praticamente não houve chuvas em todos os distritos analisados, voltando a apresentar pequena ocorrência de precipitação no mês Dezembro (v. gráfico 1).

Gráfico 1: Distribuição mensal das médias pluviométricas da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.

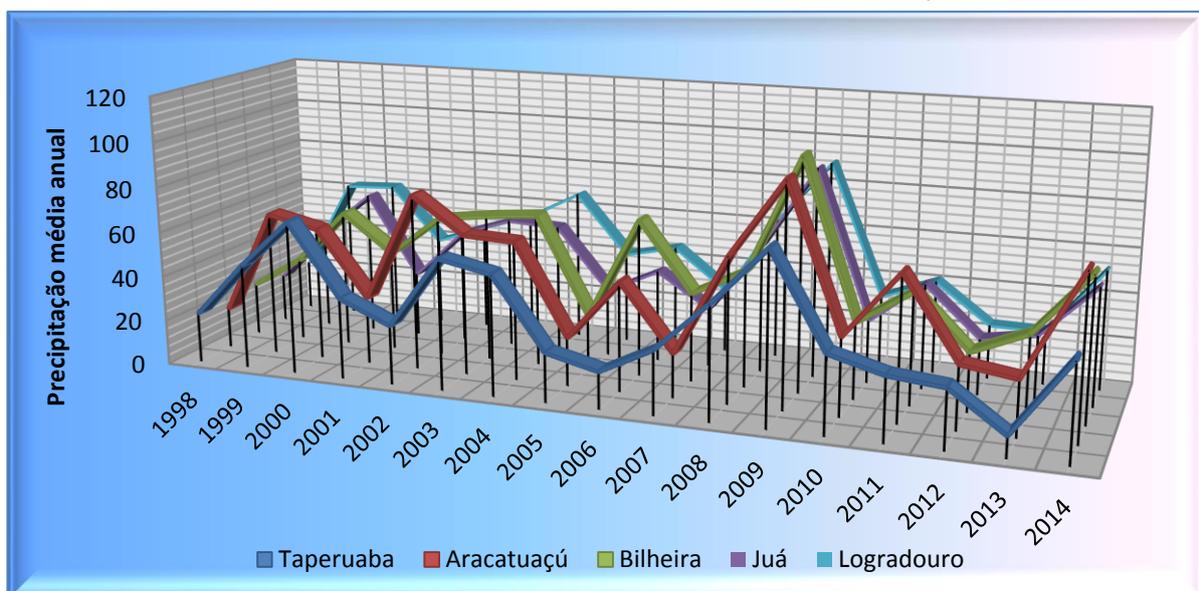


Fonte: Organizado pelo autor a partir dos dados da FUNCEME (2014).

Já quanto à distribuição das médias anuais (v. gráfico 2), percebe-se, em todos os distritos, a concentração dos maiores volumes de chuvas nos anos de 2000 e 2009, com períodos razoavelmente chuvosos nos anos de 1999, 2003, 2004 e 2008, sendo os anos menos chuvosos 2005, 2006, 2007, 2011 e 2013. O distrito de Taparuaba apresentou no ano 2000 a média de 67,8mm. Em 2009, a média foi de 75,08mm, sendo esses os anos com as maiores médias pluviométricas. Os anos menos chuvosos foram 2006, com 16,5mm, e 2013, com 9,6mm, apresentando uma média anual de 37,5mm nos últimos 17 anos. Para o distrito de Juá, o ano menos chuvoso foi 2005, com apenas 29,9mm, e 2009, o ano com a maior média pluviométrica, com 92,5mm; uma média anual total de 42,9mm nos últimos 17 anos.

O distrito de Bilheira apresentou, em 2000, a média anual de 61,2mm, e, em 2009, foi de 107,6mm, sendo estes os anos mais chuvosos. Os anos com as menores médias pluviométricas foram o ano de 2005, com 24,8mm, e 2007, com 39,4mm, apresentando uma média anual total de 50,3mm para os 17 anos analisados. O distrito de Aracatiaçu apresentou a maior média pluviométrica em 2002, com uma média anual de 78,3mm, e em 2009, com a média de 97,7mm. Os anos menos chuvosos foram 2005, com 21,7mm, e 2007, com 19,7mm; uma média anual total de 47,9mm para os últimos 17 anos. Para o distrito de Logradouro, identificou-se, no ano de 2000, a média anual de 63,5mm, e 2009, a média de 90,1mm; os anos menos chuvosos foram 1998, com 22, 19 mm, 2005, com 39,1mm, e 2013, com 23,5; uma média anual total de 49,5 nos últimos 17 anos.

Gráfico 2: Distribuição anual das médias pluviométricas da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.



Fonte: Organizado pelo autor a partir dos dados da FUNCEME (2014)

O que pode ser verificado com base nos dados pluviométricos apresentados é que os distritos escolhidos como amostragem apresentam semelhança quanto à distribuição temporal das chuvas, de acordo com as médias mensais. Assim, como é característico da semiaridez, os maiores volumes de chuvas estão concentrados nos cinco primeiros meses, não havendo precipitações nos demais. A distribuição das médias anuais mostram longos períodos de escassez, característico também do regime semiárido.

Classificação dos solos

Os solos que correspondem à área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus foram identificados por trabalhos de gabinete, através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) elaborado pela EMBRAPA (2006), como através do exame morfológico do perfil de solos realizados em trabalhos de campo, assim como por meio do tipo de vegetação, tipo de relevo e potencialidade da terra.

Conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2006), foram identificadas na área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus duas classes de solos do 1º nível (ordem): os Luvisolos e o Neossolos. Os Neossolos agrupam duas classes de 2º nível (subordem), os Litólicos e os Flúvicos. Os Litólicos abrangem os Neossolos Litólicos e os solos Flúvicos abrangem os Solos Aluviais. Os Luvisolos apresentam apenas uma classe de 2º nível, os Crômicos, que abrangem os Brunos Não Cálculos, e os Podzólicos Vermelho – Amarelo Eutrófico.

Os Neossolos Flúvicos originam-se de sedimentação fluvial do holoceno; são solos pouco desenvolvidos, apresentando, sequencialmente, os horizontes A e C. São de médio a muito profundos, com textura variando de arenosa para argilosa, com drenagem moderada a imperfeita, apresentam cores brunadas, são ricos em constituintes primários com fácil decomposição, essencial à vida das plantas. Nas áreas em estudo, são identificados adjacentes aos rios e riachos da sub-bacia (v. figura 1.A).

Os Neossolos Litólicos são solos pouco evoluídos, sem o horizonte B, apresentando o horizonte A seguindo pelo C ou R. Para Lourenço (2013, p. 109), este tipo de solo apresenta o horizonte A diretamente sobre a rocha – horizonte R, sendo comum encontrar superficialmente pedregosidade e/ou rochiosidade, podendo ser vinculados aos afloramentos rochosos. São identificados em quase toda as áreas em estudo (ver figura 1.B).

Os Luvisolos apresentam o horizonte B textural seguido pelo horizonte A ou E, com argila de alta atividade da parte mais superficial com acumulação nos horizontes sub-superficiais. São solos bem ou imperfeitamente drenados, com pouca profundidade, podendo apresentar pedregosidade superficial. “Ocorrem em relevo plano a suavemente ondulado na superfície sertaneja” (LIMA, 2012, p. 111). Na área da sub-bacia

hidrográfica do rio Bom Jesus, esse tipo de solo encontra-se a N-NW, e, pontualmente, a S-SE (v. figura 1.C e 1.D)

Figura 1.A - Perfil de um Neossolo flúvico; **1.B** -Perfil de um Neossolo Litólico; **1.C** Perfil de um Luvissole. **1.D** Podzólico Vermelho – Amarelo.



Fonte: RODRIGUES, J. M. D. (2014)

Classificação da vegetação

Para a classificação da vegetação da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, optou-se pelo sistema de classificação de Fernandes (1990). Este classifica o conjunto vegetacional do Ceará sob dois aspectos: o fisiográfico e o fitogeográfico. Com relação à classificação sob o aspecto fitogeográfico, Fernandes (1990), baseado principalmente em Rizzing (1963), classifica a flora brasileira em Províncias, Sub-províncias, Setores e Sub-Setores, estando a região semiárida do nordeste incluída na Província Nordestina ou das caatingas, no setor dos sertões. O aspecto fisiográfico tem como fundamentais elementos o relevo, o clima, geologia e solos, ambos influenciados e condicionando os diferentes tipos de vegetação e flora, o que, de acordo com o autor, tais interações resultam nas seguintes feições fisiográficas para o estado do Ceará: Litoral, Sertões e Serras.

A área em estudo está sob o domínio dos sertões e das serranias. Para a feição dos sertões, tem-se a seguinte distribuição da vegetação na área da pesquisa.

A **Caatinga alta** com estrato arbóreo, arbustivo/subarbustivo e estrato herbáceo, identificadas nas maiores elevações (inselbergues) da área, destacando-se o Pau-branco (*Auxemma onocalyx*), Jucazeiro (*Caesalpinia ferrea*), Aroeira (*Astronium fraxinifolium*). A **caatinga baixa** se constitui em dois padrões, um mais denso e outro mais aberto, com afloramentos rochosos, apresentando apenas dois estratos: arbustivo/subarbustivo e herbáceo, com espécies como o Xique-Xique (*Ploceurus gounelli*), Pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), Mofumbo (*Cobretum leprosum*), Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*), recobrando quase que totalmente a área da pesquisa.

O **carneubal (mata de várzea)**, localizado nos vales do rio Bom Jesus e seus tributários, exercendo um importante papel econômico devido à extração da cera-de-carnaúba, assim como a produção de artesanato, com as palhas da mesma, destacando-se a Carnaubeira (*Copernicia prunifera*) e o Jucazeiro (*Caesalpinia ferrea*).

Vegetação ribeirinha identificada às margens do rio Bom Jesus e seus tributários. Esse tipo de vegetação encontra-se em solos de aluvião, com maior teor hídrico. As espécies identificadas foram: Oiticica (*Licania rígida*) e a Ingazeira (*Lonchocarpus sericeus*). No entanto, devido ao desmatamento, estas espécies sedem lugar a outras espécies características da caatinga baixa, como o mofumbo (*Cobretum leprosum*).

Na feição das serranias, tem-se para as serras cristalinas a **vegetação mesófila** (mata seca), com caráter subcaducifólio ou caducifólio, com exemplares identificados de forma pontual em setores mais preservados, destacando-se o Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), e a **vegetação caducifólia xerófila** ocorre em área íngreme, com pouca superfície de cimeira, sendo que nas áreas mais elevadas ocorre a caatinga alta, e nas áreas mais baixas uma caatinga baixa dando sequência a vegetação característica da depressão sertaneja.

Caracterização socioambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus

A sub-bacia tem seus aspectos sociais e econômicos intimamente ligados ao físico-natural, principalmente em relação a seu uso e ocupação, apresentando práticas que são comuns em todo o semiárido cearense; como a prática da agricultura de subsistência e a criação extensiva de bovinos, caprinos e ovinos.

Em alguns setores da sub-bacia, a lavoura de subsistência está situada às margens do rio, onde o leito encontra-se altamente assoreado, com mata ciliar praticamente inexistente. Já em outros setores, identifica-se a mata ciliar, de um modo geral, parcialmente preservada, sem a presença intensa da agricultura de subsistência, apenas com a presença da pecuária extensiva, que é característica em toda a sub-bacia. O dique

marginal do rio Bom Jesus, partindo do nível de base local tanto em relação à margem direita como esquerda, varia de 3 m de altura a 10m, em relação ao nível de superfície.

Os reservatórios que compõem a sub-bacia são, na sua maioria, de pequeno porte, servindo apenas para o abastecimento das localidades próximas a eles. No entanto, levando-se em consideração que grande parte deles seca durante o período de escassez de chuvas, e que esses pequenos reservatórios localizam-se próximos aos casarões das fazendas, pode-se afirmar que sua principal função é alimentar os rebanhos de animais e não para o consumo das famílias que ali residem.

Alguns reservatórios resistem com água durante um ou dois anos sem chuvas, como o açude do Valentim, localizado no alto curso da sub-bacia, barrando o riacho do Pau-Branco, que está localizado na micro-bacia do riacho Água Branca, o açude Bom Jesus que barra o riacho do Corrente, o também açude Bom Jesus, conhecido popularmente como “Sonrisal” barra o próprio rio Bom Jesus, mas recebe água do riacho da Furna, do riacho do Corrente, riacho do Sabonete, riacho do Algodão e alguns tributários de apenas um único canal, o açude do Saco Grande que barra a micro – bacia do riacho do Saco, e o Açude Santa Maria que barra o rio Bom Jesus e recebe água de quase todas as nascentes e o Açude do Aracatiaçú, que recebe águas de toda a sub-bacia.

Segundo Costa e Rocha (2008, p.70), o açude Aracatiaçú foi construído pelo DNOCS no ano de 1954, tendo o início das construções em 1920. A construção do Santa Maria teve início também em 1920, mas, em 1924, devido a fortes chuvas, arrombou e foi reconstruído em 1955. Os dados da capacidade e do volume dos dois açudes monitorados serão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Volume de armazenamento dos reservatórios Santa Maria e Aracatiaçú.

Reservatório.	Capacidade Total (1.000 m3)	Vol. Atual (%)	Data.
Açude Santa Maria	8.200	0.76%	27/01/2015
Açude Aracatiaçú	24.338	10.89%	27/01/2015

Fonte: Portal hidrológico do Ceará (2014).

Percebe-se, de acordo com os dados acima, que, com sua capacidade de acumulação, os reservatórios têm suas águas subutilizadas, não existindo em nenhum dos dois açudes a utilização para o abastecimento das populações ribeirinhas através das estações de tratamento e distribuição de água, sendo utilizados apenas para o cultivo nas vazantes. Tendo na pesca, sua principal função econômica, no entanto, com sua capacidade atual a pesca torna-se impossível, fazendo com que a população busque outras fontes de sobrevivência.

Uso e ocupação

O uso e ocupação estão ligados com o surgimento das comunidades identificadas na área, estas que surgem em volta de casarões das fazendas, que, aos poucos, foram povoadas, devido ao aumento dos familiares, que construíram suas residências próximas umas às outras, ou mesmo por outros moradores que acabam por residir naquela localidade, como descrito por Silva (2008), referindo-se ao semiárido, ressaltando o papel das grandes fazendas no processo de colonização do sertão nordestino, “[...] resultando em adensamento populacional e maior exploração da terra.” (SILVA, 2008, p. 35), as fazendas apresentam como principal atividade a pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

A agropecuária extensiva exerce influência significativa frente ao uso e ocupação, tornando-se um fator fundamental no povoamento da área, como é característico de todo o território semiárido, esta que na área se dá através da criação de rebanhos de gado, ovelhas e, em menor quantidade, na criação de rebanhos de cabras.

A prática da agricultura de subsistência sempre exerceu seu papel no uso dos recursos naturais, tal prática, até os dias atuais, ocorre através da derrubada e da queima da vegetação e do uso da capina para o cultivo do milho, feijão e do algodão, que, muitas vezes, ocorre nas nascentes que abastecem a sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus (v. figura 2.A). Assim como em todo o semiárido nordestino, a agricultura de subsistência teve no algodão uma das principais atividades econômicas, envolvendo tanto os grandes proprietários como os pequenos produtores. Esta atividade deu suporte para o surgimento das vilas, cidades e povoações (SILVA, 2008). Na área analisada, nota-se apenas resquícios desse cultivo.

A consequência dessas práticas torna-se visível na paisagem, e se torna preocupante, principalmente quando a agricultura de subsistência ocorre às margens do rio Bom Jesus e seus tributários, provocando ravinamentos e voçorocas (v. figura 2.B), ocasionando o assoreamento do leito dos rios e dos reservatórios.

Já o desmatamento da vegetação ocorre principalmente através dos pequenos plantios em pequena extensão de terra, que, muitas vezes, foi arrendada pelo dono, que, em troca, recebe uma pequena quantia da colheita, ou, como pagamento, usa a matéria vegetal utilizada para alimentar o rebanho de gado e/ou ovelhas. Não deixando de ressaltar o uso do potencial madeireiro para fabricação, em pequena quantidade, de carvão, este realizado ainda de forma rústica, se utilizando, principalmente, da Jurema Preta (*Mimosa tenuifolia*) e, em alguns casos, do Pau-branco (*Auxemma onocalyx*), ou uso do Sabiá (*Mimus saturninus*) para a construção de cercados ou currais nas fazendas, ou uso de outrora da Aroeira (*Astroniu murundeuva*) e do Angico (*Anadenanthera macrocarpa*) para a fabricação de móveis e materiais de construção para residências como ripas e caibros manufaturados nas serrarias.

Com relação à mata ciliar, esta se encontra em alguns trechos ainda preservada com exemplares da caatinga arbórea (v. figura 2.C). Já em outros trechos, onde houve o processo de urbanização mais intenso,

encontra-se desmatada, para se construir residências, como no distrito de Taperuaba, no bairro da Vila Romana e no bairro de Vassouras. Este último tem suas construções sobre o riacho do Viana, um dos afluentes do rio Bom Jesus (v. figura 2.D)

Figura 2.A - Cultivo do milho às margens da nascente do riacho Água Boa; **2.B** Voçoroca de aproximadamente 47m de extensão e 1,0m de profundidade na margem do rio Bom Jesus; **2.C** - Mata ciliar parcialmente preservada; **2.D** - Construções sobre as margens do riacho do Viana em Vassouras – Taperuaba.



Fonte: RODRIGUES, J. M. D. (2014)

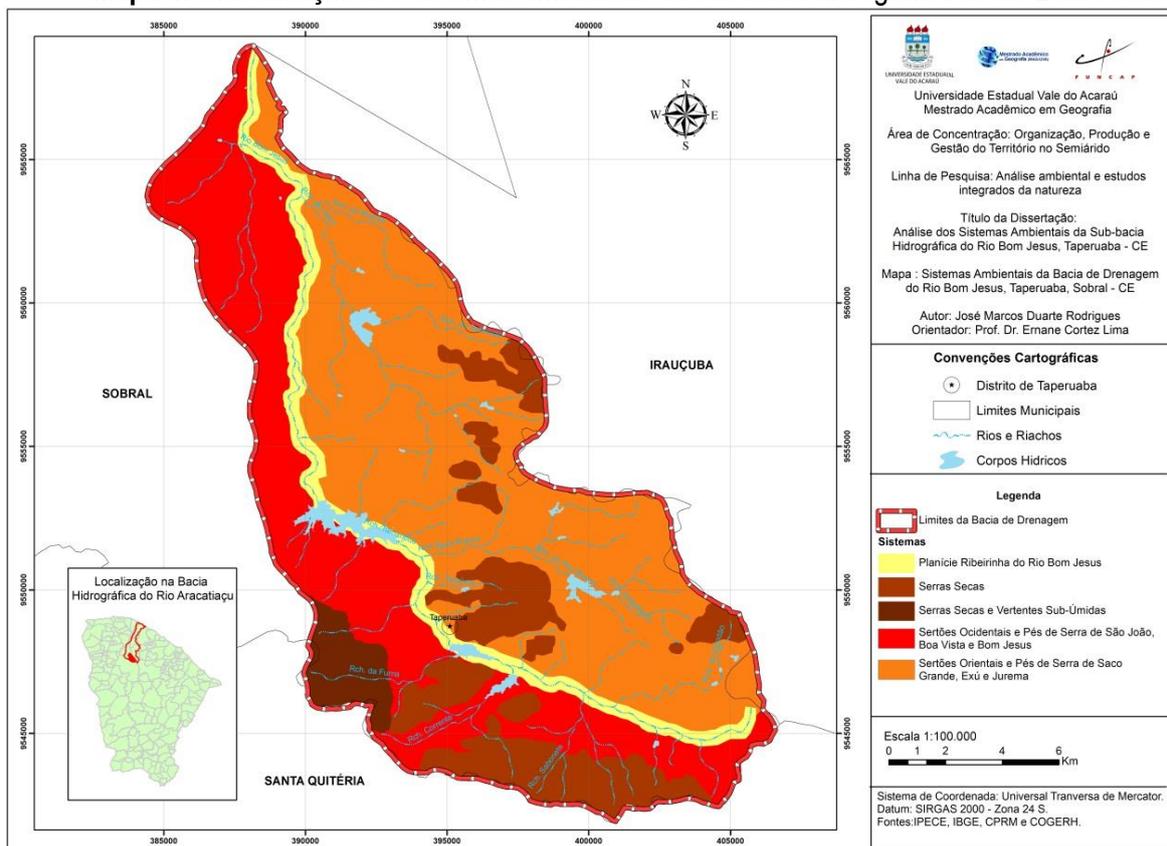
5. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BOM JESUS

Para distinção dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, adotaram-se as concepções de Souza (2000), o qual teve como base os aspectos estruturais e esculturais para organizar os sistemas geoambientais do estado do Ceará, assim como na ecodinâmica de Tricart (1977), para classificar os sistemas como estáveis, de transição e/ou fortemente instáveis. Portanto, fez-se necessária a utilização dos mapas temáticos, com maior ênfase no mapa geomorfológico da área na escala de 1:100.000, o que proporcionou maiores detalhes dos compartimentos topográficos. A vulnerabilidade ambiental foi baseada em

Souza (2000), este que a classifica como alta, moderada e/ou baixa. Também foram realizados trabalhos de campo na área, com intuito de averiguação das informações obtidas e para melhor direcionamento das metodologias adotadas.

Partindo da análise dos mapas temáticos, com maior foco no mapa geomorfológico, assim como também nos trabalhos de campo, foi possível propor cinco (5) sistemas ambientais para a sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, os quais possuem três domínios geomorfológicos como base para a delimitação dos mesmos dentro da sub-bacia; são eles: Planície Quaternária (Planície ribeirinha do rio Bom Jesus), Depressão Sertaneja Pré-Cambriana (Sertões Orientais e pés de serra de Saco Grande, Exú e Jurema e o Sertões Ocidentais e pés de serra de São João, Boa Vista e Bom Jesus), Morros Residuais (Serras Secas e Serras Secas com Vertentes Sub úmidas) (v. mapa 4).

Mapa 4: Classificação dos sistemas ambientais da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.



Fonte: Organizado pelo autor.

Nas concepções a seguir, aplica-se a ecodinâmica de Tricart (1977), que classifica os ambientes em estáveis (quando há o predomínio da pedogênese), de transição (predomínio tanto da pedogênese como da morfogênese) e fortemente instáveis (predomínio da morfogênese).

Quanto ao grau de vulnerabilidade, pode ser baixa, moderada e/ou alta, estando baseada no potencial atual dos recursos naturais, nas principais limitações, assim como em seu estado de conservação, sendo o grau de vulnerabilidade inverso às categorias de sustentabilidade. Conforme Souza (2000), tem-se as seguintes colocações.

Vulnerabilidade Baixa: Área com boa capacidade produtiva de seus recursos naturais, onde suas limitações podem ser mitigadas através de técnicas simples. Área com pouca susceptibilidade a erosão devido ao bom estado de conservação da vegetação, portanto a sustentabilidade será alta.

Vulnerabilidade Moderada: Área com capacidade produtiva razoável, com boa acumulação de água, solos moderadamente profundos, boa conservação da cobertura vegetal, portanto a sustentabilidade será moderada.

Vulnerabilidade Alta: Área com capacidade produtiva mínima, com a degradação ambiental praticamente irreversível devido ao desmatamento, ou com sérios problemas de produtividade de seus recursos naturais, com irregularidades climáticas, déficit hídrico, solos rasos e altamente erodidos, com a presença constante de afloramentos rochosos. Portanto a sustentabilidade será baixa e/ou muito baixa.

Seguindo as premissas acima mencionadas tem-se a seguinte caracterização para os sistemas ambientais que compõem a sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus.

Planície ribeirinha do rio Bom Jesus: Área plana de depósitos aluviais, recoberta com a mata galeria parcialmente preservada, com uso moderado a intenso devido à agricultura de subsistência e agropecuária extensiva. Apresenta um maior potencial para agricultura de subsistência por possuir solos férteis e maior disponibilidade hídrica. Área com restrições legais devido à mata ciliar, em alguns trechos há o processo de urbanização. De acordo com as concepções de Souza (2000), esse sistema ambiental pode ser classificado como ambiente de transição tendendo para a instabilidade, com vulnerabilidade baixa e/ou moderada.

Sertões Orientais e pés de serra de Saco Grande, Exú e Jurema: Apresenta terrenos planos e/ou ondulados com solos rasos a moderadamente profundos. Sistema ambiental favorável à agropecuária com potenciais para o extrativismo vegetal. Ambiente com deficiência hídrica e com a presença de queimadas e desmatamento. Desta forma classifica-se como ambiente de transição com tendência a estabilidade, apresentando vulnerabilidade moderada a baixa.

Sertões Ocidentais e pés de serra de São João, Boa Vista, e Bom Jesus: Caracteriza-se por superfícies planas com solos rasos a moderadamente profundos, com a presença da agropecuária extensiva, encontra-se bastante desmatado, desta forma pode-se classificá-lo como ambiente de transição com tendência a instabilidade com vulnerabilidade moderada a alta.

Serras Secas: Áreas com relevo aguçado, solos rasos com a presença da caatinga arbustiva com potencial para silvicultura, apresentando deficiência hídrica. Área com moderado grau de declividade, portanto susceptível a erosão. Assim pode-se considerá-lo como ambiente de transição com tendência a instabilidade, apresentando vulnerabilidade baixa a moderada.

Serras Secas e vertentes sub-úmidas: Possui relevo fortemente dissecado com vertentes rochosas e favoráveis condições edafoclimáticas, tornando-se uma área favorável ao ecoturismo. Apresenta alto grau de declividade com tendência à erosão, encontra-se bastante desmatado para agricultura de subsistência. De acordo com a classificação de Souza (2000), este pode ser classificado como ambiente instável com vulnerabilidade moderada com tendência à alta.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados apresentados, constatou-se que a área da sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus compreende uma rica diversidade em seu meio físico-natural e apresenta diferenciações em seus aspectos sociais e econômicos, não divergindo com as características ressaltadas por vários autores em relação ao estado do Ceará.

A área constitui-se por unidades geológicas datadas do período Quaternário, do Cambriano e do Neoproterozóico III. Suas unidades geomorfológicas são as planícies fluviais, depressão sertaneja e inselbergues. De acordo com a análise das médias pluviométricas, como característica do regime semiárido, têm-se médias mensais e anuais baixas, o que simboliza a escassez de água. Apresenta solos rasos e pedregosos com pouco a média infiltração, revestido por uma vegetação de caatinga alta e baixa, arbórea, arbustiva/subarbustiva e herbácea, nas áreas onde situa-se a planície fluvial e onde os solos são mais férteis, caracteriza-se por uma vegetação de porte maior, denominada de vegetação ribeirinha, em áreas sujeitas à inundação apresenta a vegetação de várzea.

As características socioeconômicas diversificam-se. Algumas comunidades estão voltadas para o artesanato da confecção de cestas da palha da carnaubeira como na comunidade de São João e Lagoa da Cruz. A sede do distrito de Tapera volta-se para a confecção de bordados, e, na comunidade de Puba, as atividades socioeconômicas, em anos anteriores, estiveram ligadas com a manufatura de produtos advindas do couro, curtume.

Os sistemas ambientais propostos possibilitaram uma aplicação mais sistematizada da ecodinâmica e da vulnerabilidade ambiental, de forma geral apresenta ambiente de transição com tendência a estabilidade ou instabilidade, apenas na serra seca e vertentes sub – úmida se apresenta como ambiente de instabilidade.

A área em análise encontra-se em sua maior extensão territorial parcialmente preservada, com a vegetação em alguns locais recobrimdo o solo, já em outros trechos apresenta solos desnudos com ravinamentos e afloramentos rochosos. Portando seus sistemas ambientais se qualificam com vulnerabilidade Ambiental de moderada a baixa.

7. AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), ao Mestrado Acadêmico em Geografia (MAG) pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa. À FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa.

8. REFERÊNCIAS

- CÂMARA, G; DAVIS, C. Introdução. In: CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência Da Geoinformação**. São José dos Campos: IMPE, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo: HUCITEC – Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª ed. São Paulo: editora Blucher, 1999.
- COSTA, A. C. C; ROCHA, H. V. **Sobral da Origem dos Distritos**. Sobral - CE, Sobral Gráfica e Editora Ltda, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006.
- FERNANDES, A. **Temas fitogeográficos**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.
- FUNCEME. **Compartimentação geoambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, 2009.
- FUNCEME; COGERH. **Portal hidrológico do Ceará: Volume armazenado – reservatórios**. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/volume/nivel-diario>>. Acesso em: 27/01/2015.
- FUNCEME. **Postos Pluviométricos**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/23monitoramento/meteorol%C3%B3gico/572-postos-pluviom%C3%A9tricos>>, acessado em: 04/07/2014
- LIMA, E C. **Análise e manejo geoambiental das nascentes do alto rio Acaraú: Serra das Matas - CE**. Dissertação (mestrado em geografia). Universidade Estadual do Ceará – UECE. Fortaleza - Ceará 2004.
- _____. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota – Ceará**. Fortaleza, 2012. 201f. Tese (Doutorado em geografia) – Universidade Federal do Ceará, UFC, 2012.
- LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico físico-conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aractiaçu (CE) – Brasil**. 2013. 172f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2013.

MEIRELES, A. J. A. As Unidades morfo-estruturais do Ceará. In: SILVA, J. B. Et al. (org.) **Ceará: Um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. P.211-229.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. **Bacias hidrográficas: Planejamento e gerenciamento**. Publicado na revista eletrônica da associação dos Geógrafos Brasileiros, Tres Lagoas, n. 7, maio de 2008.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 276 p. (Série BNB Teses e Dissertações, n. 12).

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L. C. Et. al. (Org.) **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE, 2000. p. 5-104.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica do rio das Pombas, Guanhães, MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Programa de pós-graduação em ciência florestal, Universidade federal de Viçosa, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, 1977.