

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS - CCHN
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA – DGEO

LÍLIA MARTINS DE JESUS

**ANÁLISE FISIAGRÁFICA FLUVIAL E DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA
BACIA DO RIO ANGELIM - ES**

Vitória - ES

2012

LÍLIA MARTINS DE JESUS

**ANÁLISE FISIAGRÁFICA FLUVIAL E DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA
BACIA DO RIO ANGELIM - ES**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho

Vitória - ES

2012

LÍLIA MARTINS DE JESUS

**ANÁLISE FISIAGRÁFICA FLUVIAL E DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA
BACIA DO RIO ANGELIM - ES**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Vitória, _____ de _____ de 2012.

Professor Dr. André Luiz Nascentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Professor Dr. Eberval Marchioro
Universidade Federal do Espírito Santo

Professor Dr. Paulo César Scarim
Universidade Federal do Espírito Santo

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido que concluísse esse curso, à minha família, a amigos e ao professor André Luiz que com a sua orientação e inteligência se tornou peça fundamental no desenvolvimento desse trabalho.

“Duas coisas são infinitas: o universo e a estupidez humana. Mas, no que respeita ao universo, ainda não adquiri a certeza absoluta.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho fez uma caracterização física e do uso e ocupação da terra na bacia do rio Angelim, localizada entre os municípios de Conceição Barra e São Mateus no Estado do Espírito Santo. O objetivo do estudo foi correlacionar os dados dos fatores analisados a fim de diagnosticar os impactos socioambientais nos recursos hídricos visando fornecer subsídios para o manejo adequado dos mesmos na região. Para tanto foi utilizado às ferramentas do SIG (Sistema de Informações Geográficas) na elaboração dos mapas temáticos com informações de dados obtidos dos órgãos públicos sobre área de estudo que contribuíram para uma visão geral da rede de drenagem, características do relevo e a forma de exploração econômica do solo da bacia do rio Angelim. Os resultados obtidos constataram que mais de 80 % da área da bacia são ocupadas por monoculturas da cana de açúcar e do eucalipto que está relacionada diretamente aos impactos ambientais nos recursos hídricos da região, pois contribui sistematicamente para a poluição da água e na alteração do padrão drenagem da bacia que modifica o processo hidrológico e consequentemente leva a supressão dos cursos d' água.

Palavras - chaves: bacia do rio Angelim; uso e ocupação da terra; rede de drenagem; Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

The present work made a physical characterization and of the use and occupation of the ground of watersheds of the river Angelim, located between cities of the Conceição da Barra and the São Mateus in the State of the Espírito Santo. The objective of this work was to correlate the datas of the analyzed factors in order to diagnosis the socioenvironmental impacts in the water resources aiming at to supply subsidies the adequate handling of the same ones in the region. For this was used to the tools of the GIS (Geographic Information System) in the elaboration of the thematic maps with information of data gotten of the public agencies on study area that had contributed for a general vision of the net of drainage system, characteristics of the relief and the form of economic exploration of the ground of the watersheds of the river Angelim. The results found 80% of the sub-basin are occupied by monoculture of sugar cane and eucalyptus that is directly related to environmental impacts on water resources in the region it contributes systematically to water pollution and alteration of drainage pattern of the watersheds due to the emergence of numerous microclimates, which modifies the hydrological process and consequently leads to removal of water courses.

Key - words: watersheds of the river Angelim; the use and occupation of the ground; drainage system; Geographic Information System.

LISTAS

FIGURAS

- Figura 1** - Localização da área de estudo sub-bacia do rio Angelim 9
- Figura 2** - Mapa de isoietas da bacia hidrográfica do rio Itaúnas..... 13
- Figura 3** - Principais centros de ação das latitudes baixas e altas que influenciam o Brasil..... 14
- Figura 4** - Padrões de drenagem de drenagem HORTON 1945 (*apud* CHRISTOFOLETTI,1974).....22
- Figura 5** - Mapa do ordenamento de canais segundo a classificação de STRALHER (1964) da bacia do rio Angelim..... 45
- Figura 6** - Mapa de densidade de drenagem da bacia do rio Angelim..... 48
- Figura 7** - Mapa de declividade da bacia do rio Angelim 51
- Figura 8** - Mapa hipsométrico da bacia do rio Angelim..... 52
- Figura 9** - Perfil Longitudinal da bacia do rio Angelim..... 53
- Figura 10** - Mapa do uso e ocupação do solo da bacia do rio Angelim..... 54
- Figura 11** - Trecho do rio Angelim sem a presença de matas ciliares.....57

TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos da área de drenagem da bacia do rio Angelim	44
Tabela 2 - Resultados dos índices de forma da sub-bacia do rio Angelim.....	44
Tabela 3 - Hierarquia de canais segundo STRAHLER (1952) e quantidades de tributários e da bacia do rio Angelim	46
Tabela 4 - Hierarquia de canais segundo STRAHLER (1964) correlacionada com relação de bifurcação da bacia do rio Angelim.....	46
Tabela 5 - Classificação dos valores de densidade de drenagem	47
Tabela 6 - Resultado do índice de confluência da bacia do rio Angelim.....	49
Tabela 7 - Declividade da bacia do rio Angelim	51
Tabela 8 - Valores de uso e ocupação do solo da bacia do rio Angelim.....	55
Tabela 9 - Números de residências e moradores por comunidades quilombolas existentes na bacia do rio Angelim	56

SIGLAS

ALCON - Companhia de Álcool Conceição da Barra

ANA - Agência Nacional da Água

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Proteção Permanente

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce

DISA - Destilaria Itaúnas S/a

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI - Environmental Systems Institute

FAO - Food and Agriculture Organization

GEARH - Grupo de Estudos e Ações em Recursos Hídricos

GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santos

GIS - Geographic Information System

GPS - Global Positioning System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

IPEF - Instituto de Pesquisas Florestais

MNT - Modelo Numérico do Terreno

PC - Computador Pessoal

PEI - Parque Estadual de Itaúnas

PROÁLCOOL - Programa Nacional do Álcool

SAD 69 - South American Datum – 1969

SEAMA - Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrica para as Américas

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

SÍMBOLOS

A - Área de drenagem da bacia, Km²

C_m - Coeficiente de manutenção

D_c - Densidade de confluência

D_d - Densidade de drenagem

D_h - Densidade hidrográfica

I_c - Índice de circularidade

K_c - Coeficiente de compacidade

K_f - Fator forma

ℓ - extensão média do escoamento superficial, Km

L - extensão do canal principal, Km

P - Perímetro, km

R_b - Razão de bifurcação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. ANÁLISE SOCIAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO	10
1.1 Geologia e Geomorfologia	11
1.2 Solos.....	12
1.3 Clima.....	13
1.4 Vegetação.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS.....	17
3.1 Análise Integrada das Relações Sociedade-Natureza.....	17
3.2 Bacia hidrográfica	19
3.2.1 Área de Drenagem	21
3.2.2 Forma da Bacia	25
3.2.3 Sistema de Drenagem	23
3.2.4 Características do relevo da bacia hidrográfica.....	31
3.3 Bacias hidrográficas: unidades geográficas.....	34
4. MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1 Materiais	37
4.2 Metodologia	38
4.2.1 Área de Drenagem	38
4.2.2 Forma da Bacia	38
4.2.3 Sistema de Drenagem	39

4.2.4 Características do Relevo da Bacia.....	41
4.2.5 Metodologia Aplicada a Análise do Uso e Ocupação do Solo ..	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1 Características Morfométricas da Sub-bacia do Rio Angelim	44
5.1.1 Área de Drenagem	44
5.1.2 Forma da Bacia	44
5.1.3 Sistema de Drenagem	45
5.1.4 Características do Relevo.....	50
5.2 Características de Uso da Terra	54
6. CONCLUSÃO	59
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 - INTRODUÇÃO

A água é um recurso estratégico para a humanidade, pois mantém a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade, produção de alimentos e suporta todos os ciclos naturais. A água tem, portanto, importância ecológica, econômica e social (TUNDISI, 2003).

Por ser tratar de um recurso de uso múltiplo, pode-se considerar que os estudos dos recursos hídricos são de natureza interdisciplinar e, por conseguinte, vêm despertando o interesse de especialistas em diversas áreas para fins da implantação de projetos adequados para seu manejo.

Neste sentido, as bacias hidrográficas têm que ser considerada como unidade fundamental para o planejamento do uso e conservação de recursos múltiplos, onde a água, a madeira, os alimentos, as fibras, as pastagens, a vida silvestre, à recreação e os serviços ambientais podem ser mantidos para atender às necessidades da crescente população mundial (MOULD, 1980; BROOKS *et al.*, 1991).

Sob o ponto de vista do auto ajuste pode se deduzir que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações significativas, efeitos e/ ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída - descarga, carga sólidas e dissolvida (CUNHA E GUERRA, 2000).

Segundo TUCCI (1997) a bacia hidrográfica é um elemento fundamental de análise no ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre, que engloba a infiltração e o escoamento superficial. Ela pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. O mesmo autor considera essa unidade hidrogeomorfológica um sistema físico controlado pelo ciclo hidrológico onde a entrada é o volume de água precipitada e a saída é o volume de água escoada pelo exutório. Assim, de acordo com CHRISTOFOLETTI (1974 e

1980), o rio desempenha um papel fundamental nesse processo, pois funciona como canais de escoamento da água.

O escoamento fluvial faz parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa através das águas superficiais e das subterrâneas. Compreende, portanto, a quantidade total de água que alcança os cursos de água, incluindo o escoamento pluvial, que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente, e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração. Dessa maneira, a quantidade de água que atinge os cursos d' água depende do tamanho da bacia, da precipitação total e de seu regime e das perdas devido á evaporação, á transpiração e à infiltração (CHRISTOFOLETTI, 1974).

O processo de funcionamento e características físicas das bacias hidrográficas depende de variáveis ambientais como o clima, o solo, a morfologia do relevo, a cobertura da vegetação, a geologia entre outros fatores. Neste contexto, VILELLA e MATTOS (1975), afirmam que existe uma grande correspondência entre as características físicas e o regime hidrológico, pois através de relações e comparações entre esses dois elementos pode se determinar indiretamente valores hidrológicos em regiões onde esses dados são escassos. Além disso, através de informações podem-se inferir condições sobre formações geológicas, perdas de sedimentos entre outras características relacionadas ao solo da região. Deste modo, os estudos fisiográficos de bacias hidrográficas são de suma importância para definição do seu planejamento de uso e ocupação de suas áreas de abrangências.

A caracterização fisiográfica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geológicos, geomorfológicos e de ocupação do solo intervenientes na geração de escoamentos e na determinação de coeficientes definidores da forma, drenagem, declividade da bacia, entre outros. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (BARROS *et al.*, 2003). Por isso, que os desenvolvimentos tecnológicos de *softwares como o* de geoprocessamento, mais especificamente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), foi de uma grande contribuição para os estudos fisiográficos de bacias hidrológicas, pois

oferece subsídios às tomadas de decisão dos gestores e melhores atuações dos diversos atores sociais com o meio ambiente. A utilização de SIG's na determinação das características físicas de uma bacia hidrográfica (área, fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, ordenamento de canais e densidade de drenagem entre outros.) vem sendo amplamente abordada por diversos pesquisadores, que propõem metodologias e novas técnicas de análise dessas características (NETO *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2007; TONELLO *et al.*, 2006; GALVÍNCIO *et al.*, 2004, 2005, 2006; BORSATO & MARTONI, 2004).

Nesta perspectiva tem-se como objeto de estudo a bacia do rio Angelim que faz parte da bacia hidrográfica de Itaúnas, localizada no extremo norte do estado Espírito Santo (Figura 1).

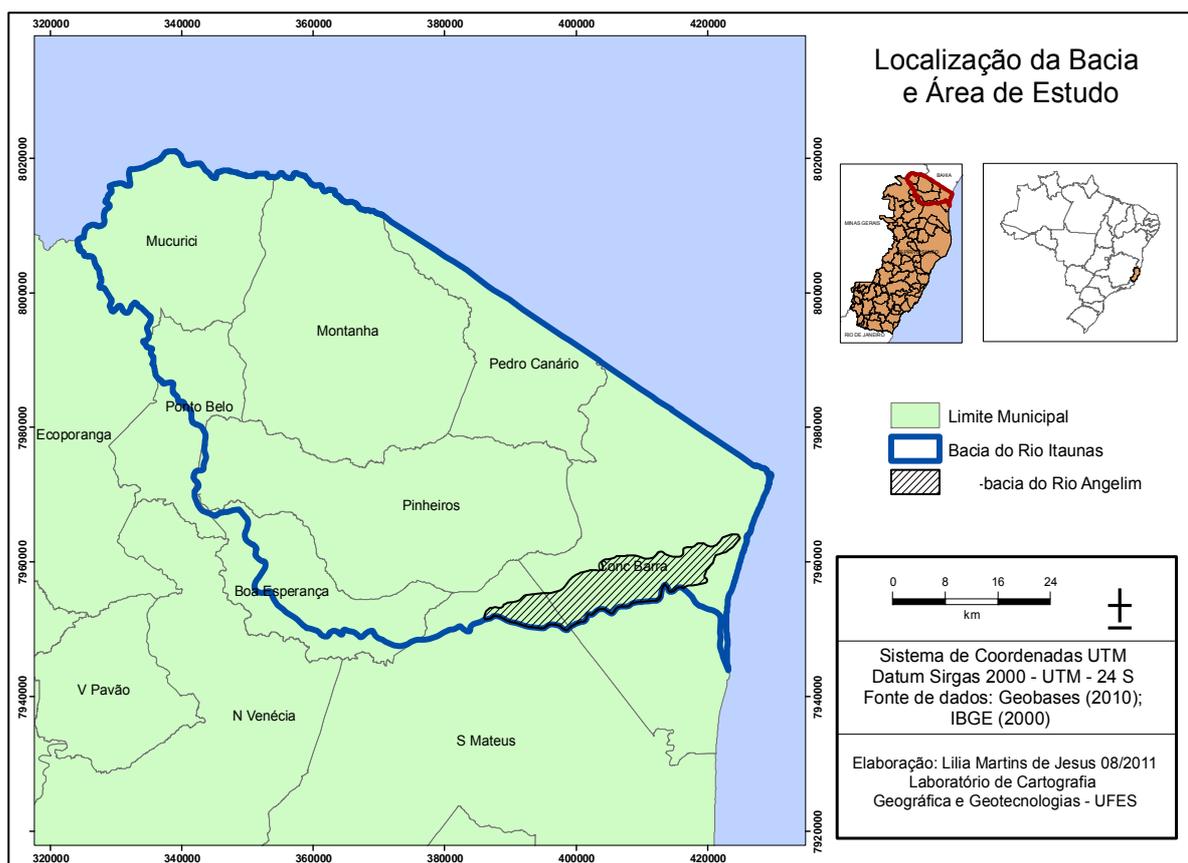


Figura 1 – Localização da área de estudo bacia do rio Angelim na bacia do rio Itaúnas no Estado do Espírito Santo

Na região da bacia do rio Itaúnas tem como principais atividades economias desenvolvidas o turismo, pecuárias, piscicultura, indústrias e a agricultura, destacando a expansão das monoculturas de cana de açúcar e eucalipto que nas

últimas décadas, são os principais causadores da degradação ambiental e conflitos agrários existente no território norte do estado.

O desmatamento, variados sistema de irrigação e a erosão das margens do rio principal e seus afluentes são alguns dos fatores que ameaçam seriamente a disponibilidade hídrica dos mananciais da Bacia do Rio Itaúnas, portanto a inserção dessa unidade em um plano de gerenciamento da bacia hidrográfica é de suma importância para contemplar a utilização múltipla da água levando em conta a qualidade do ambiente e da vida da população (BOTELHO,1999).

O Parque Estadual de Itaúnas, Floresta Nacional do Rio Preto e Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra presente nos domínios territoriais da bacia Rio Itaúnas são unidades de conservação que tem como um dos seus inúmeros objetivos a preservação dos recursos hídricos locais.

A escolha da bacia Angelim decai pelo fato da mesma está situada na zona de amortecimento do Parque Estadual de Itaúnas (PEI) e próximas as duas unidades de conservação de uso sustentável. As terras de abrangências do rio Angelim, apresentam diferentes tipos de usos antrópicos que influencia a dinâmica funcional das áreas de proteção ambiental, portanto, é um curso de água cujas características físicas e hidrológicas impactam diretamente a biodiversidade e a população residente da região.

1.1 - Análise Socioambiental da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Itaúnas está inserida na região extremo norte do estado Espírito Santo cujo principal rio limita se o braço sul com estado de Minas Gerais através do córrego Limoeiro e o braço norte com estado da Bahia com diversos afluentes como o Zinco e o Ribeirão do Engano.

Segundo dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos /Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos à bacia, tem uma superfície de, aproximadamente, 448 000 ha, sendo 436 000 ha no estado do Espírito Santo e

12.000 ha no estado da Bahia. Abrange os municípios de Montanha, Pinheiros, Conceição da Barra, Mucurici, Pedro Canário, Boa Esperança, Ponto Belo e São Mateus na área capixaba e o Mucuri na Bahia.

No entanto, a área de análise do presente trabalho, trata-se da sub-bacia do rio Angelim, nos domínios da bacia do rio Itaúnas. O rio Angelim nasce no município de São Mateus, entrando em Conceição da Barra a oeste, cortando a Rodovia Estadual ES - 313, próximo ao distrito de Sayonara. Cortam as Rodovias BR 101 e ES 416 (Linhariño x Braço do Rio), vindo a desaguar no rio Itaúnas, no trecho localizado dentro do Parque Estadual de Itaúnas. Essa sub-bacia corresponde a uma superfície de 19.523,2 ha, onde estão presentes as comunidades tradicionais quilombolas Angelim I, Angelim II, Angelim III, Angelim Disa e Córrego do Macuco.

1.1.1- Geologia e geomorfologia

A maior parte do substrato geológico da área de estudo, apresenta a quase totalidade de sua superfície ocupada por sedimentos do período Terciário, representada pelo afloramento da unidade geológica, Grupos Barreiras (BRASIL, 1983). Esse pacote sedimentar é constituído de três unidades: areias grossas a conglomeráticas, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminções de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas de cores vermelha e branca (FERRARI *et al.*, 1981).

Próximo à localidade onde o rio Angelim, desagua no Rio Itaúnas dentro do Parque Estadual de Itaúnas, observa-se um substrato geológico datado do período Quaternário, com depósitos de sedimentos Holoceno Fluvio Lagunares e Lineamentos Extruturais, representados pela Formação Linhares (RADAMBRASIL, 1983).

Segundo classificação adotada pelo Projeto Levantamento de Recursos Naturais (RADAMBRASIL, 1983) o mapa da bacia do rio Angelim na escala 1:100.000,

apresenta apenas um domínio morfoestrutural representado pelos Depósitos Sedimentares. Ainda segundo esta fonte, este domínio, no interior da área trabalhada, apresenta duas regiões geomorfológicas distintas: Tabuleiros Costeiros e Planícies Litorâneas.

Nesta região, o relevo se desenha sobre a superfície é o modelado de dissecação com densidade de drenagem média intercalando com áreas que apresenta feições aplainadas, característicos do domínio Tabuleiros Costeiros. No interior do Parque estadual, onde ocorre o encontro dos rios, predomina o relevo modelado de acumulação fluvial, presente no domínio geomorfológico de Planícies Litorâneas.

1.1.2- Solos

A bacia do rio Angelim apresenta duas categorias de solos conforme o estudo de Sistema Brasileiro de Classificação de Solos em 1978 e reclassificado no ano de 2005 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). São as seguintes: Podzólico Vermelho Amarelado Abrúptico e Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico.

Os solos Podzólico Vermelho Amarelado Abrúptico são proeminentes e moderados, com textura arenoso-argilosa, característico de relevo plano e suavemente ondulado (platôs litorâneos). São muito suscetíveis à erosão laminar, em face de textura e pouco face ao relevo. Já os solos Podzólico Vermelho Amarelado Latossólico caracterizam por ser moderada, textura arenosa média e também são encontrados em platôs litorâneos (EMBRAPA, 2005).

De maneira geral segundo SEAMA/COGIRH, devido as favoráveis condições topográficas, com predomínio de extensas áreas planas, os solos da bacia têm elevada capacidade para prática de plantios mecanizados, mas possuem baixa fertilidade natural.

A rede de drenagem da bacia em análise é composta pelo rio principal, o Angelim, pelos córregos Jussara, Espriados, Macucos, Dantas, Lama, Cearense, Matador e por grande quantidade de riachos que não possuem uma denominação registrada.

1.1.3- Clima

De acordo com Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), o clima da região que abrange a área de estudo é o tropical úmido (Af, segundo Köppen), com a média anual girando em torno de 22°C, com máxima média de 28°C e mínima de 18°C. O mapa de isoietas bacia hidrográfica do rio Itaúnas referentes às precipitações do período de 1969 entre 1996 – Plano Estadual de Recursos Hídricos (Figura 2) demonstra que média anual de chuva varia de 1050 mm a 1100 mm.

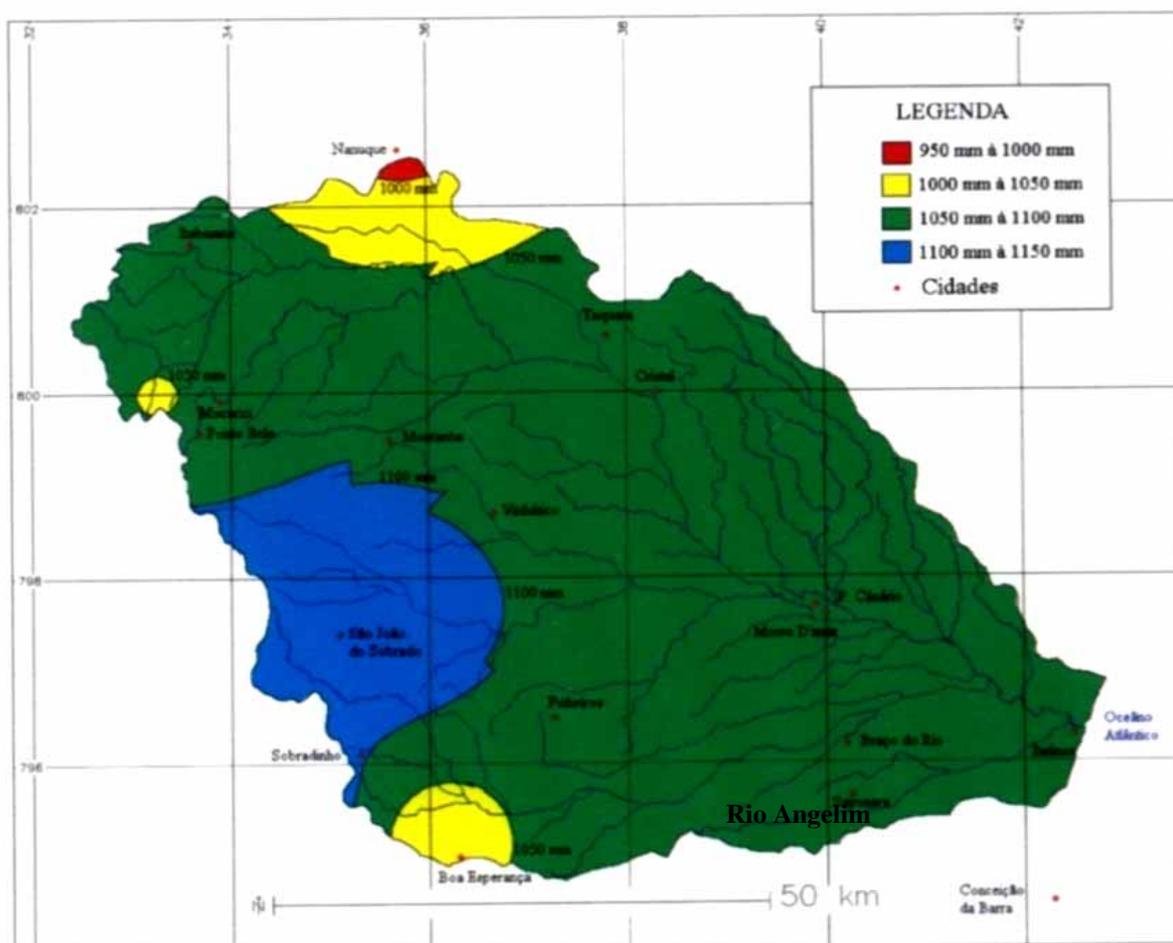


Figura 2: Mapa de isoietas da bacia hidrográfica do rio Itaúnas. Fonte: IEMA, 2004.

Os principais centros de pressão que atuam sobre a região litorânea do Espírito Santo, onde está situado a sub – bacia do rio Angelim, são os anticlones semifixo do Atlântico Sul e o anticiclone Polar Móvel (IEMA, 2004).

Para NIMER (1989) o anticiclone semifixo do Atlântico Sul (Figura 3) é responsável pelas condições de bom tempo (insolação, altas temperaturas e ventos alísios do

quadrante leste) que ocorrem na Costa Leste do Brasil. Já o anticiclone Polar Móvel é o centro de pressão responsável pelas intrusões das frentes frias, provenientes do extremo sul do continente (aumento da nebulosidade, baixas temperaturas e ventos do quadrante sul).

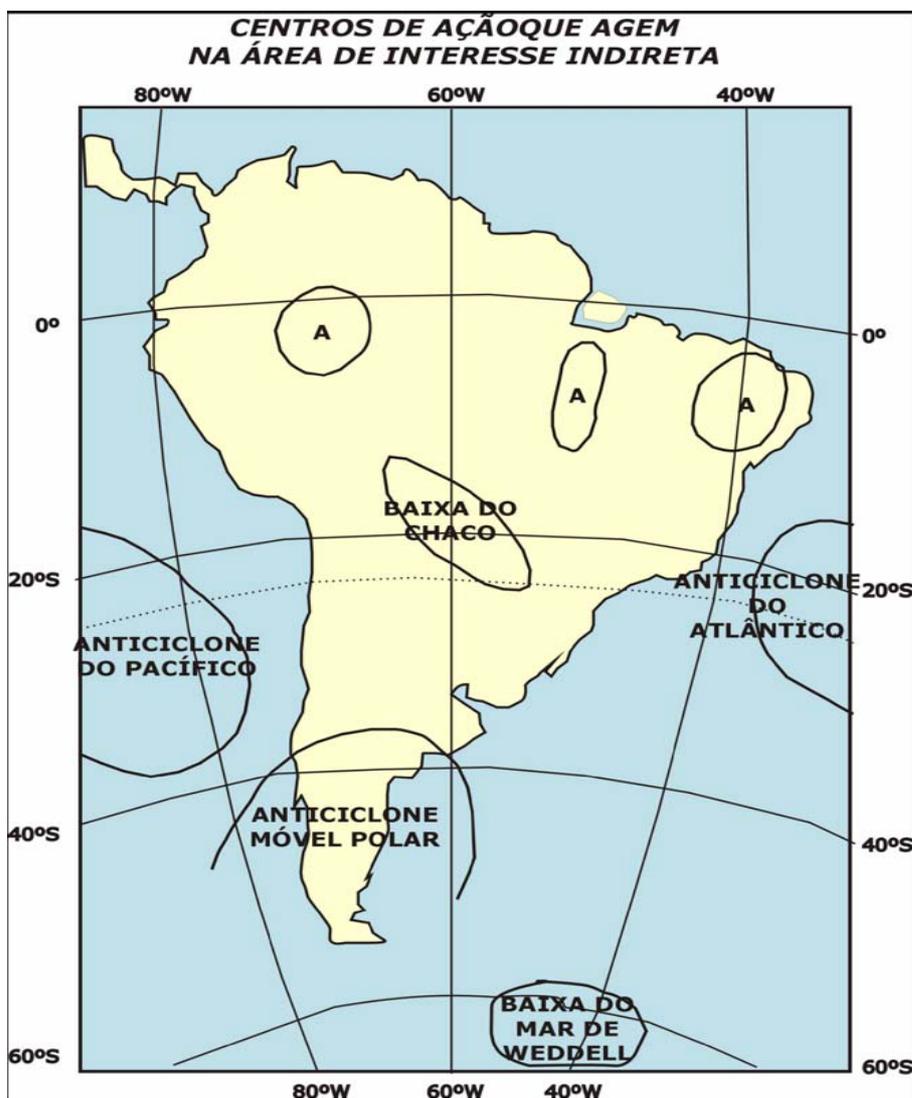


Figura 3: Principais centros de ação das latitudes baixas e altas que influenciam o Brasil (Fonte: NIMER, 1989)

1.1.4 - Vegetação

A vegetação original da área abrangente a bacia do rio Angelim faz parte do bioma da Mata Atlântica. É denominada de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ou também conhecida como Mata de Tabuleiro por está estabelecida em solos de tabuleiros terciários do Grupo Barreiras (IEMA, 2004).

Esta vegetação apresenta três estratos definidos, o superior formado por espécies dominantes como o tanheiro (*Alchornea triplinervia*), a bomba-d'água (*Hidrogaster trinervis*), o angico (*Parapiptadenia rígida*), a boleira (*Joannesia princeps*), a bicuiba (*Virola gardneri*), e a canela-preta (*Ocotea catharinensis*), entre outras. No estrato intermediário destaca-se a ocorrência do palmito (*Euterpe edulis*), e no estrato arbustivo são encontradas inúmeras espécies, como a samambaia preta (*Hemitelia setosa*) e o xaxim (*Dicksonia sellowiana*) (VELOSO *et al.*, 1984).

2. OBJETIVOS

2.1 - Geral

Realizar uma análise fisiográfica fluvial terra identificando possíveis alterações nos recursos hídricos na bacia rio Angelim pertencente à bacia hidrográfica do Rio Itaúnas.

2.2. Específicos

- Determinar as características físicas da bacia do rio Angelim;

- Confeccionar mapas de densidade hidrográfica, declividade, hipsométrico e de uso e ocupação da terra com emprego de geotecnologias, a exemplo, do SIG e Sensoriamento Remoto para servir de apoio as análises da bacia;

- Fornecer dados e informações que contribuem no planejamento de políticas de manejo de conservação dos recursos hídricos da bacia estudada.

3 - BASES TEÓRICAS E CONCEITUAIS

3.1 - Análise Integrada das Relações Sociedade-Natureza

O espaço geográfico é o palco onde se processa as relações homem e natureza, cujo todos os elementos presentes estão em constante interação. Assim, ROSS (2006) define as relações sociedade-natureza como objeto de investigação da Geografia, que desempenha um importante papel, não só na produção do conhecimento humano, mas também para transformar esse conhecimento em um bem voltado para a humanidade.

Neste contexto, não há como discutir o espaço geográfico sem analisar os conjuntos de definições e conceitos empregados por SANTOS (1996 *apud* ROSS, 2006), o mesmo autor diz que a configuração territorial, que, em realidade, é formada pela constelação de recursos naturais, lagos, rios, planícies, florestas, montanhas, e pelos recursos criados pelo homem, como estradas de ferro, estradas de rodagem, condutos, açudes, cidades. A paisagem é o conjunto das coisas que dão diretamente aos nossos sentidos; a configuração territorial é o conjunto total, integral de todas as coisas que formam natureza em seu aspecto superficial e visível. E por fim, o espaço é resultado de um matrimônio ou um encontro entre a configuração territorial, a paisagem e a sociedade.

Assim, segundo os estudos de ROSS (2006), o espaço geográfico está em constante movimento decorrente das transformações dos fluxos de energia e matéria, orquestradas pelas ações naturais, funcionamentos dos ecossistemas naturais que dependem diretamente da energia do sol e subsídios naturais, e antropogênica responsável pelos sistemas agropecuários que além de ser sustentado pela energia solar necessita de outras formas de energia fornecida pelo homem e geossistemas urbano-industriais movidos por combustíveis que substituí a energia solar como principal fonte de energia e permite entrada e saída degradante aporte de dejetos químicos (ODUM, 2007).

De acordo MORIN (1998 *apud* GUERRA & CUNHA, 2001) os ecossistemas são sistemas abertos que prestam serviços ambientais para os seres humanos, portanto

um ecossistema domesticado pode liberar as saídas de nutrientes e outros produtos químicos e, especialmente ambientes industrializados que são resultado direto das grandes entradas de substâncias químicas e alimentares de origem agrícola e industrial, liberados pela decomposição e lançamento de esgoto.

Tanto no meio urbano quanto na área rural, as transformações das paisagens naturais são resultados do processo histórico da exploração econômica dos recursos naturais que requer uma grande quantidade de energia para a criação e manutenção de paisagens artificiais, como a implantação de cidades, rodovias, ferrovias, barragens, formação de campos para pecuária, agricultura etc., cuja finalidade é atender a necessidades humanas. Essas alterações espaciais que configura num novo território pode desregular a dinâmica natural da interface litosfera-hidrosfera-atmosfera numa escala local, regional e global.

Em consequência disto, CUNHA e GUERRA (2000) diz que é fundamental análise integrada do estudo do território, ou seja, ter uma visão de totalidade desde história natural até as forças atuantes que contribuem para o processo de humanização do mesmo, que produz riqueza para sociedade e poluição para o ambiente.

No caso específico do extremo norte do Espírito Santo, a silvicultura e a cana de açúcar foram às atividades econômicas que mais alteraram as paisagens capixabas nas últimas décadas.

O plantio de cana de açúcar foi introduzido no Espírito Santo a partir do XVII com a implantação dos primeiros engenhos no município de São Mateus, entretanto, somente com criação programa do PROÁLCOOL pelo Governo Federal que esse produto passou se expandir pelo território, principalmente no extremo norte do Estado. Já as plantações de eucalipto iniciaram no ano de 1967 pela empresa multinacional Aracruz Celulose (Fibria) e teve um forte estímulo do governo estadual com aval do incentivo fiscal da Lei 5.106 / 66 (DE NADAI *et al*; 2005)

Os incentivos governamentais atrelados com as condições edafo-climáticas favoráveis ao desenvolvimento de cana de açúcar e de florestas de eucalipto, por representar uma região de atividades economicamente inexpressivas, topografia

plana favorável à mecanização, privilegiada localização (DALCOMUNI, 1990). Esses fatores contribuíram para a expansão da cana de açúcar e do eucalipto no Estado, e o aumento da pressão sobre os ecossistemas naturais existentes decorrentes das mudanças ecológicas e sociais produzidas por essas culturas, como a homogeneização do espaço, que conseqüentemente acarreta a redução da biodiversidade, a erosão do solo e a supressão dos recursos hídricos (MEDEIROS, 1995).

Para GUERRA e CUNHA (2001) para compreensão dos impactos ambientais, como processo que os geram, é necessário à história (não linear) de sua produção, o modelo de desenvolvimento econômico e os padrões internos de diferenciação social. Os mesmos autores discutem a importância de analisar multidimensionalidade, como os solos, os mananciais, o clima, a população, rede de drenagem etc., e no exame de impactos ambientais do lugar de pesquisa mediante níveis taxonômicos, partindo-se das análises regionais e chegando a um nível local, dentro dos limites que a escala de trabalho permite (ROSS, 2006). Portanto a visão holística da problemática em questão, evita a separação prematura dos impactos físicos dos impactos sociais.

Conhecer a interação da sociedade-natureza que se processa no território¹ é de suma importância para elaborações de políticas públicas, pois a partir dessas variáveis é possível identificar as potencialidades dos recursos naturais e as fragilidades ambientais para desenvolvimentos de atividades econômicas sustentáveis que visam à erradicação da pobreza e a manutenção dos processos físicos e ecológicos dos ecossistemas.

3.2. Bacia Hidrográfica

As bacias hidrográficas são extensões de terras drenadas por um rio e seus afluentes. Para CUNHA e GUERRA (2000), a bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como um divisor de drenagem ou divisor de águas, onde o

rio principal capta a água que se escoa dos afluentes e a decorrente do processo de precipitação, e a delimitação inferior é a saída da bacia (confluência, exutório).

Segundo LIMA (1976) o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal, ações antrópicas etc. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, tornou-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos.

Neste contexto, o estudo da área da bacia hidrográfica é o passo primordial para se conhecer o funcionamento dessa unidade hidrogeomorfológica, já que os comportamentos naturais e das atividades humanas são desenvolvidas ao longo de sua extensão de abrangência. De acordo TUCCHI (1997) a área da bacia é fundamental para definir a sua potencialidade hídrica e tem grande importância na sua resposta hidrológica, pois, se desconsiderarmos os outros fatores, quanto maior a área, menos pronunciados serão os picos de enchentes, visto que maior será o tempo para que toda a bacia contribua de uma só vez. Assim, como assegura VILELLA e MATOS (1975), a área de uma bacia de drenagem é um elemento básico para o cálculo de outras características físicas da bacia.

ANDERSON (1957 *apud* BOSARTO, 2005) denominou a área como a "variável do diabo", porque a maioria das características da bacia está de alguma forma, correlacionada com sua área. A área deve ser definida em relação a um dado ponto ao longo do canal, ou à própria saída ou confluência da bacia. A área total inclui todos os pontos situados a altitudes superiores à da saída da bacia e dentro do divisor topográfico que separa duas bacias adjacentes. A determinação da área deve ser feita com muito rigor, a partir de fotografias aéreas, mapas topográficos, ou levantamento de campo, e se possível com auxílio de computadores.

As bacias hidrográficas são elementos geomorfológicos das paisagens terrestres esculpidas pela passagem da água sob os rios. De acordo CHRISTOFOLETTI, (1974) com o escoamento global, as bacias de drenagem podem ser classificadas em: I exorreicas: quando o escoamento da água se faz de modo contínuo até o mar,

isto é, quando as bacias deságuam diretamente no mar; II endorreicas: quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos, ou dissipando-se nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões cárnicas; III arreicas: quando não há qualquer estruturação em bacias, como nas áreas desérticas; IV criptorreicas: quando as bacias são subterrâneas, como nas áreas cárnicas.

3.2.1- Área de drenagem

Os conjuntos de cursos de água são responsáveis por descreverem sobre a superfície terrestre os modelos de padrão de drenagem presente em cada bacia hidrográfica. Assim, esses percursos com a interferência das condições geológicas e climáticas, desenham formas geométricas sobre as áreas de abrangências das unidades hidrogeomorfológicas.

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1974), os padrões de drenagem referem – se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividades e pela evolução geomorfológica da região. Desse modo, como a padronagem geométrica relaciona-se com ambiente geológico e climático local, são possíveis, através do estudo desses padrões, interpretar a natureza dos terrenos, a disposição das camadas e das linhas de falhamento, os processos fluviais e climáticos predominantes (GUERRA E CUNHA, 2000).

Diversos especialistas em bacias hidrográficas elaboraram inúmeras classificações dos padrões de drenagem, tais como resultou no surgimento de diferentes interpretações. Atualmente a mais utilizada nas publicações acadêmicas se baseia no critério de geometria de canais e o autor CHRISTOFOLETTI (1974), apresenta a classificação dos seguintes tipos de padrões de drenagem (Figura 4)

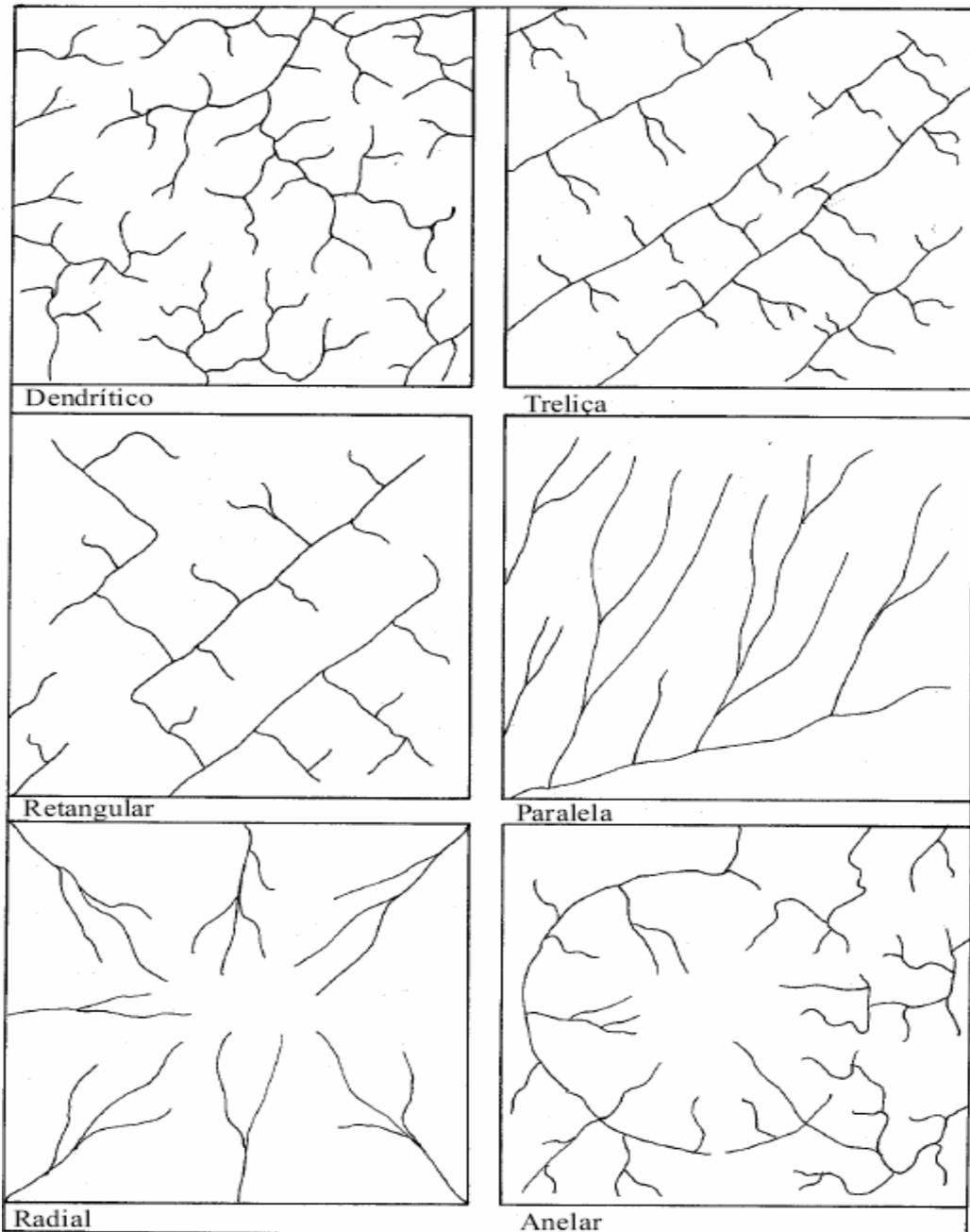


Figura 4: Padrões de drenagem HORTON 1945 (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1974).

- a) Dendrítico: lembra a configuração de uma árvore. É típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme;
- b) Treliça: composta por rios principais consequentes correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes que fluem em direção transversal aos primeiros. O controle estrutural é muito acentuado, devido à desigual resistência das rochas. A extensão e a profundidade dos leitos serão maiores sobre rochas menos resistentes, dando formação a vales ladeados por

paredes de rochas mais resistentes. Este tipo é encontrado em regiões de rochas sedimentares estratificadas, assim como em áreas de glaciação;

c) Retangular: variação do padrão treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares nos cursos fluviais. Deve-se à ocorrência de falhas e de juntas na estrutura rochosa;

d) Paralela: também chamada "cauda equina", ocorre em regiões de vertentes com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas;

e) Radial: pode desenvolver-se sobre vários tipos e estruturas rochosas, como por exemplo, em áreas vulcânicas e dômicas;

f) Anelar: típica de áreas dômicas; a drenagem acomoda-se aos afloramentos das rochas menos resistentes.

A classificação quanto tamanho da área ocupada pela uma bacia hidrográfica também gera divergências entre autores. Existem controvérsias quanto à metragem ocupada por uma bacia hidrográfica considerada grande, média e de pequeno porte. Para WISLER e BRATER (1964), bacias pequenas são as que possuem área inferior a 10 milhas quadradas (26 km²) e bacias grandes com área superior a esse valor.

Nesta análise entra a questão sobre as definições dos conceitos de sub-bacias e microbacias, já que ambas são estudadas por diferentes autores e levam em consideração como uns dos requisitos de classificação as extensões ocupadas por ambas. Para FAUSTINO (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km², e as microbacias possuem toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, sendo a área de uma microbacias inferior a 100 k m² e ROCHA (*apud* Martins *et al* 2005) determina áreas de sub-bacia entre 20.000 ha e 30.000 ha (200 km² e 300 km³). No entanto, BOTELHO (1999) ressalta que essas divergências entre autores no que concerne ao conceito de microbacia hidrográfica pode se notar a ausência de uma conceituação e de consenso, não só na sua definição, mas

também no uso prático. Assim, como ainda não foi estipulado um valor fixo concernente à área da bacia e microbacia hidrográfica e a análise das mesmas envolver uma complexidade que vai além dos divisores topográficos, não há razão para substituir o termo bacia por microbacia.

Do ponto de vista da hidrologia, a classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas não é vista somente na sua superfície total, mas considerando os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio, tendo as microbacias como características distintas uma grande sensibilidade tanto às chuvas de alta intensidade (curta duração), como também ao fator uso do solo (cobertura vegetal), sendo assim, as alterações na quantidade e qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas e ou em função de mudanças no solo, são detectadas com mais sensibilidade nas pequenas bacias do que nas grandes bacias (LIMA; ZAKIA, 2000).

Também podemos aplicar sobre as bacias hidrográficas um conceito ecológico, assim a bacia hidrográfica funciona como um geossistema, que possuem um conjunto de comunidades que se relacionam entre si, e a microbacia se caracteriza como a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003).

Os sistemas ecológicos sob critério funcional podem ser classificados em sistemas abertos e sistemas fechados (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O sistema é fechado quando apresenta limites bem definidos, através dos quais não ocorre nem importação nem exportação de matéria. Um sistema fechado desenvolve-se a partir de um fornecimento inicial de energia, ao passo que um sistema do tipo aberto requer suprimento contínuo de energia, funcionando pelo recebimento e pela perda contínua de energia (GREGORY E WALLING, 1973, CHRISTOFOLETTI, 1974).

A bacia de drenagem, enquanto um geossistema constitui um exemplo típico de sistema aberto na medida em que recebe impulsos energéticos das forças climáticas atuantes sobre sua área e das forças tectônicas subjacentes, e perde energia por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis exportados pela bacia no seu ponto de saída (CUNHA E GUERRA, 2000).

Assim, a bacia hidrográfica como sistema aberto, pode desta forma ser descrita em termos de variáveis interdependentes, as quais oscilam ao longo de um padrão, ou de uma média. Como tal, ela se encontra, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de equilíbrio transacional ou dinâmico. Ou seja, a adição de energia, e a perda de energia o próprio sistema, encontram-se sempre em delicado balanço (GREGORY E WALLING, 1973).

Os aspectos ecológicos, processos hidrológicos e espaços ocupados pelas unidades hidrogeomorfológicas devem ser levados em consideração quando assunto é o planejamento ambiental. Assim as definições e conceitos de bacias de drenagem que engloba esses parâmetros ambientais permitem uma melhor estruturação de programas de monitoramento ambiental, por meio de medições de variáveis hidrológicas, liminológicas, da topografia e cartografia e com o auxílio de sistemas de informações geográficas. Dessa forma, pode-se chegar a uma adequação espacial de microbacias e bacias hidrográficas (LIMA; ZAKIA, 2000).

3.2.2- Forma da bacia

Quanto à forma normalmente as bacias tendem a ter o formato de uma pêra, mas variáveis geológicas podem resultar em grandes derivações dessa forma (LINSLEY *et al.*, 1975). Vale ressaltar a importância da análise desse parâmetro ambiental da bacia, pois esta variável é definida como o tempo, a partir da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo ou, em outras palavras, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma, assim com esses dados é possível desenvolver trabalhos de previsão de enchentes e prevenir que possíveis desastres ambientais aconteçam.

3.2.2.1- Índices de forma

GRAVELIUS (1914 *apud* WISLER E BRATER, 1964) propôs o uso de dois índices de forma para uma bacia hidrográfica: o Coeficiente de Compacidade (K_c) e o Fator de Forma (K_f).

O coeficiente de compacidade (k_c) é a relação do perímetro de uma bacia hidrográfica e a circunferência do círculo de área igual a da respectiva bacia. Desde que outros fatores não interfiram, valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes (GARCEZ & ALVAREZ, 1998). Segundo VILELLA e MATOS (1975) quanto mais próximos do valor um, mais circular será a bacia e à medida que esse índice se torna superior à unidade caracteriza uma bacia alongada.

O fator de forma (k_f) relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), podendo ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia (VILELLA E MATOS 1975).

No Índice de Conformação ou fator de forma, quanto maior o seu valor, aumenta a potencialidade de ocorrência de picos de enchentes (GARCEZ E ALVAREZ, 1998). De acordo com VILELLA e MATOS (1975), bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita às enchentes que outra de mesmo tamanho, porém, com maior fator de forma. Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão; e também, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, afastando-se, portanto, da condição ideal da bacia circular, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá num só ponto.

Outro parâmetro utilizado para analisar o formato da bacia é o índice de circularidade (I_c). Segundo MILLER (1953 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980) esse

índice é obtido pela relação existente entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro, sendo que o valor máximo a ser obtido é igual a 1,0 e quanto maior o valor, mais próxima da fórmula circular estará à bacia de drenagem.

ALVES e CASTRO (2003) analisando as variáveis de escoamento superficial e probabilidade de enchente das bacias em relação ao índice circularidade, concluiu que valores superiores a 0,51 indicam que as bacias são circulares o que favorece os processos de inundação e valores inferiores a 0,51 indicam bacias alongadas que desempenham bem o processo de escoamento superficial.

3.2.3- Sistema de drenagem

O sistema de drenagem de bacia hidrográfica é formado pelo rio principal e seus afluentes. Esses conjuntos de canais de água e o rio principal se dispõem sobre a superfície das bacias hidrográficas obedecendo a um padrão de hierarquia fluvial. Assim, de acordo com CHRISTOFOLETTI (1974) a hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total de bacia hidrográfica na qual se encontra. Isso é realizado com função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas.

Portanto, o conhecimento da rede de drenagem pode indicar se a água deixa a bacia com menor ou maior velocidade, e é por este fato que esse índice indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, fornecendo informações sobre a eficiência da drenagem na bacia.

3.2.3.1- Ordenamento de canais

A fim de se determinar o grau de ramificação ou bifurcação de uma bacia, HORTON (1945) e STRAHLER (1957), citados em TUCCI (1997), propuseram critérios para o ordenamento dos canais da rede de drenagem.

HORTON (1945) foi quem propôs de modo mais preciso, os critérios para ordenação dos cursos d'água. Sendo os canais de primeira ordem àqueles que não possuem

tributários; os canais de segunda ordem só recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também receber de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e também de ordem inferior e assim sucessivamente (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Já STRAHLER (1964) estabeleceu que os rios de primeira ordem correspondam às nascentes, onde o volume de água ainda é baixo. Os rios de segunda ordem correspondem à junção de dois rios de primeira ordem e os rios de terceira ordem, a junção de dois de segunda, assim sucessivamente, formando uma hierarquia. Nesta análise proposta por STRAHLER elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda extensão e surge a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Para avaliação completa do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica, é necessária uma análise linear, cujas medições são efetuadas ao longo das linhas de escoamento de água, que correlacionam às características físicas com o ordenamento de canais. Assim foram propostos os seguintes índices:

3.2.3.2- Relação de bifurcação

A razão de bifurcação (R_b) é definida como a relação entre o número de canais de uma dada ordem (n) e o número de canais de ordem imediatamente superior ($n+1$) (CHRISTOFOLETTI, 1974). Como expressão quantitativa das inter-relações entre os parâmetros físicos, a chamada "razão de bifurcação", ou Lei do Número de Canais que foi proposta por Horton.

A lei do número de canais não considera nenhuma mensuração, mas somente o ponto de origem e a confluência dos seguimentos. Ela pode ser aplicada com a mesma exatidão nas bacias hierarquizadas conforme o sistema de Horton ou como de Strahler (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para STRAHLER (1964) não existe uma igualdade das ordens de canais por causa da variação geométrica da bacia hidrográfica, portando a razão de bifurcação tende a ser diferente entre as ordens, mas será sempre constante.

A relação de bifurcação, segundo STRAHLER (1964) varia normalmente entre 3,0 e 5,0. Para LINSLEY *et al.*(1975), ela varia entre 2,0 e 4,0 com um valor médio próximo a 3,5. Valores extremamente altos deste índice podem ser esperados em regiões de vales rochosos escarpados e vão sugerir bacias alongadas com hidrogramas apresentando o mesmo formato (STRAHLER, 1964). Pelo fato de a relação de bifurcação ser adimensional e os sistemas de drenagem em materiais homogêneos tender a apresentarem similaridade geométrica, ela acaba variando pouco de região para região (BORSATO *et al.* , 2004).

3.2.3.3 - Densidade de drenagem

A densidade da drenagem (Dd) consiste na razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica.

VILELLA e MATOS (1975) estabeleceram um parâmetro de análise da densidade de drenagem que varie 0,5 km/km² para bacias de drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas. Segundo CHRISTOFOLETTI (1980), o cálculo da densidade é importante para o estudo das bacias hidrográficas por que apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

Conforme podemos encontrar na literatura de geomorfologia as bacias bem drenadas se caracterizam por apresentarem relevos bem dissecados em virtude da ação erosiva dos canais fluviais, o que refletem em respostas hidrológicas rápidas das mesmas. Isso ocorre porque possuem condições físicas que proporcionam essa ação, como os solos facilmente erodidos ou relativamente impermeáveis, as declividades são altas e as coberturas de vegetação são ralas. As densidades de drenagens baixas são observadas normalmente em solos mais resistentes à erosão ou muito permeável e onde o relevo é suave, conseqüentemente essas bacias possuem respostas hidrológicas lentas (VILELLA E MATOS 1975).

3.2.3.4 - Densidade de confluência

A densidade de confluências (D_c) é obtida dividindo-se o número de confluências apresentadas pela rede de drenagem pela área da bacia (TUCCI, 1997).

Esse índice revela o grau ramificação de uma bacia hidrográfica, portanto quanto maior número de bifurcações maior será a capacidade de drenagem da mesma.

3.2.3.5 - Extensão média do escoamento superficial

A extensão média do escoamento superficial (ℓ) indica a distância média que a água de chuva teria que escoar sobre os terrenos da bacia (em linha reta) do ponto onde ocorreu sua queda até o curso d' água mais próximo. Ele dá uma idéia da distância média do escoamento superficial (VILLELA E MATOS, 1975) e segundo CHRISTOFOLETTI (1980), este índice corresponde a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem.

3.2.3.6 - Coeficiente de manutenção dos canais

O coeficiente de manutenção dos canais (C) foi proposto por S.A. Schumm (1956), com a finalidade de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento.

Essa constante, cuja unidade é quilômetros quadrados por quilômetros, tem dimensão de comprimento e aumenta em magnitude conforme a área de contribuição aumenta. Especificamente, ela mostra a área de drenagem necessária em quilômetros quadrados, para sustentar um quilômetro linear de canal SCHUMM (1956).

3.2.3.7 - Densidade hidrográfica

A densidade hidrográfica (D_h) é a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica, cujo objetivo é comparar a frequência de cursos de água existentes em uma área expressa em quilômetros quadrados CHRISTOFOLETTI (1974).

Para CHRISTOFOLETTI (1980) o procedimento de ordenação de Horton é válido de acordo o critério de hierarquização, cada segmento de ordem superior a um estende-se desde o seu final até uma determinada nascente. Utilizando-se a ordenação de Strahler, o número de canais corresponde ao número de rios de ordem um, pois implica que todo rio surge em uma nascente. Esse mesmo autor ressaltar a importância de índice, pois ele analisa a capacidade da bacia hidrográfica de gerar novos cursos de água.

3.2.4 - Características do relevo da bacia hidrográfica

A caracterização física é um dos fatores de estudos determinantes do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica. Dessa forma, CHRISTOFOLETTI (1980) diz que as condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios.

O estudo e a análise dos cursos de água só podem ser realizados em função da perspectiva global do sistema hidrográfico. Nesse requisito, para VILLELA E MATTOS (1975), o relevo exerce um papel primordial na resposta hidrológica de uma unidade hidrogeomorfológica, uma vez que a forma da bacia e a velocidade de escoamento superficial dependem em grande parte da declividade.

O relevo tem grande influência sobre os fatores meteorológicos como a temperatura, precipitação, evaporação, entre outros, que variam em função da altitude da bacia (VILLELA E MATTOS, 1975). Além de ser considerado um índice de energia de potencial de uma bacia de drenagem, quanto maior o relevo, maior as forças de

erosão agindo numa bacia, o que provocará uma densidade de drenagem mais elevada, maior extensão dos canais e produção de sedimentos (SUGDEN, 1985).

Os principais elementos relacionados ao relevo que caracterizam fisicamente uma bacia são os seguintes: declividade da bacia, número de rugosidade (G), curva hipsométrica, declividade do álveo, retângulo equivalente (BORSATO E MARTONI, 2004).

3.2.4.1 - Declividade da bacia

A declividade de uma bacia hidrográfica implica diretamente nos processos hidrológicos, tais como infiltração, velocidade do escoamento superficial, umidade do solo entre outros. Além disso, esse aspecto físico funciona como agente regulador do tempo de escoamento superficial e a de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água (WISLER E BRATER, 1964). Esse dado é extraído pela a divisão da amplitude altimétrica pelo comprimento da bacia.

A diferença entre a elevação máxima e a elevação mínima define a chamada "amplitude altimétrica" da bacia e para determinação dos valores de declividade é necessário o estabelecimento de uma grade sobre toda a área da bacia, onde em cada ponto de intercessão é determinada a declividade de um seguimento de reta segundo uma orientação perpendicular às curvas de nível.

Plotando os valores num gráfico é possível analisar a distribuição da declividade ao longo da bacia e determinar também seu valor mediano, correspondente a 50 % da área (STRAHLER, 1964).

3.2.4.2 - Hipsometria

A hipsometria de bacia hidrográfica é definida como sendo a representação gráfica do relevo médio de uma bacia (LINSLEY *et al.*, 1949). Representa o estudo da variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar, que de acordo com WISLER E BRATER (1964) são analisadas através de medidas das áreas compreendidas entre pares sucessivos de curvas de nível.

Essa variação pode ser indicada por meio de um gráfico que mostra a porcentagem da área de drenagem que existe acima ou abaixo das várias elevações. Pode também ser determinadas por meio das quadrículas associadas a um vetor ou planimetrando-se as áreas entre as curvas de nível.

Dessa forma, a curva hipsométrica ficaria dentro de um quadrado, com os valores máximos das abscissas e ordenadas igual a 1,0, ou 100 %, no caso de se adotar os valores em porcentagens.

A hipsometria é exprimir a maneira pela qual o volume rochoso situado abaixo da superfície topográfica está distribuído desde a base até o topo (CHRISTOFOLETTI, 1980). Esse mesmo autor, diz que se conhecemos a altura e a área de cada faixa altitudinal, é fácil calcular o volume de cada faixa respectiva. Assim, a soma de todas as faixas representará o volume rochoso ainda existente na região.

O relevo influencia na variação da temperatura e precipitação em função dos perfis altimétricos, assim podemos verificar que grandes altitudes em bacias hidrográficas são responsáveis pelas alterações consideráveis em respostas hidrológicas como a evaporação, a transpiração e as variações de precipitação, que conseqüentemente exercerão influência direta sobre o escoamento superficial, infiltração e o tempo de concentração da bacia, afetando o deflúvio médio (VILLELA E MATTOS, 1975).

Existem controvérsias nas literaturas referentes sobre a questão de quantos metros de elevação de altitude são necessários para a diminuição da temperatura em 1°C. Para WOODCOCK (1976), a temperatura cai em média 1°C a cada 150 m de elevação dependendo da quantidade de vapor de água presente do ar. Já DURY (1972) diz que a temperatura decresce em torno de 1 °C a cada 180 metros, ressaltando também a dependência do grau de saturação do ar.

O relevo também está intrinsecamente relacionado com o desenvolvimento geológico de uma bacia. As bacias geologicamente maduras tendem a apresentar curvas semelhantes, com uma distribuição equilibrada de área para as diferentes altitudes, que depois de alcançado o equilíbrio, tendem a variar muito pouco, apesar

da diminuição das altitudes provocadas pela erosão. Já bacias muito pequenas podem apresentar curvas com características muito diferentes (LINSLEY *et al.* 1975).

De acordo com STRAHLER (1964), bacias em estados iniciais de desenvolvimento geológico apresentam uma porcentagem maior de terras elevadas, com a curva caindo abruptamente próxima à seção de exutório. Já bacias onde há a presença de corpos isolados de rocha resistentes podem vir a ocorrer à formação de colinas, sobre uma superfície mais baixa, resultando em uma curva hipsométrica distorcida com o formato oposto à anterior.

3.2.4.3 - Perfil longitudinal de rios

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1980), o perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento de determinado curso de água. O perfil característico é côncavo para o céu, com declividades maiores em direção das nascentes e com valores mais suaves em direção ao nível da base.

Esse mesmo autor acredita que uma das hipóteses que determinam a concavidade dos perfis fluviais pode está relacionada a três regimes diferente ao longo da extensão do rio. A parte superior de um rio pode ser considerada como a área de coleta de água e erosão, o que implica no entalhamento e regressão da cabeceira dos rios. O trecho inferior é área de deposição, com a predominância de sedimentação e o intermediário seria uma zona de transição entre as nascentes e os exutório.

3.3 - Bacia Hidrográfica: Unidade Geográfica de Gestão Socioambiental

O recorte espacial territorial de uma bacia hidrográfica não se fundamenta apenas no seu aspecto físico como o rio principal, seus afluentes e reservatório subterrâneo, mas sim da junção das paisagens naturais e das paisagens modificadas pelas ações antrópicas (GUERRA & CUNHA, 2010). Para YASSUDA (1993), a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio

social, econômico e cultural.

Por ser uma unidade geográfica de múltiplos usos que vão desde o abastecimento para o consumo humano e de animais até a geração de energia para o funcionamento das atividades econômicas do país, a bacia hidrográfica se torna uma fonte de geração de conflitos sociais, econômicos e ambientais. Portanto a criação de uma legislação para planejamento sociopolítico e ambiental passa a ser pertinente na gestão desse território.

Gerenciar essa competição significa criar um conjunto de regras para a alocação da água, o que, em última instância, é a essência do sistema de gestão de recursos hídricos. Para que o conjunto de regras seja criado, são necessários os instrumentos de gestão que as institucionalizam e a criação da instância de decisão local (PORTO *et al.*, 2008).

Neste contexto, a Lei 9.433 / 97 (conhecida como Lei das Águas), estabeleceu os princípios básicos para gestão dos recursos hídricos no país: a) a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, b) o reconhecimento de que a água é um bem econômico, c) a necessidade de serem contemplados os usos múltiplos existentes potenciais do recurso e d) a implantação de um modelo de gestão descentralizado e participativo (LUCHINI, 2000). Esta mesma lei foi responsável pela criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que tem como objetivo regulamentar a implantação dos comitês de bacias que agem juntamente com as agências de água, entidades públicas que dão o suporte científico na administração das bacias hidrográficas.

Os comitês são fórum de tomadas decisões de gerenciamento dos usos dos recursos hídricos no âmbito de cada bacia hidrográfica. São formados por representantes do Poder Público, da sociedade civil e de usuários de água e podem ser oficialmente instalados em águas de domínio dos três níveis de governo (GUERRA E CUNHA, 2010).

Segundo PORTO *et al.* (2008) para complementar a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país, foi criada pela lei 9.984/2000 e regulamentada pelo decreto nº 3.692/2000 a Agência Nacional da Água (ANA), que tem, entre suas

atribuições, a cobrança pelo uso da água, constitucionalmente considerada como um bem público (GUERRA E CUNHA, 2010).

Importante ressaltar que apesar de ser um órgão federal responsável pela arrecadação dos recursos financeiros vinculados aos múltiplos usos da água, a ANA e as entidades estaduais tem como objetivo promover a descentralização da distribuição dos mesmos. Sendo assim, os recursos financeiros são distribuídos e aplicados de acordo com a necessidade de cada bacia hidrográfica. Portanto, neste sentido podemos dizer que a legislação brasileira referente à gestão dos recursos hídricos, é democrática e atual, pois contempla a participação de todos os usuários da água na forma representativa dos comitês de bacias.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Materiais

Inicialmente, a pesquisa tomou como base um referencial bibliográfico abordando a temática de rios e bacias hidrográficas a exemplo dos clássicos de CHRISTOFOLETTI (1974, 1980), GUERRA & CUNHA (2000), TUCCI (1997), entre outros. Foram consultados também documentos como artigos, periódicos; Relatórios Técnicos de forma a criar uma sustentação conceitual e teórica na pesquisa.

Foram utilizadas informações analógicas e digitais como as Cartas Topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1970) escala 1:100.000; documentos e mapas Geológicos, Geomorfológicos, Pedológicos, volume 32, do Projeto RADAMBRASIL (1983). Planos de Informações: Infraestrutura urbana e rural, limite estadual, limite municipal, cursos d'água, massa de água (lagoas, barragens e oceano) bacias hidrográficas, rodovias; dados do radar interferométrico da missão SRTM com resolução espacial de 90 metros, abrangendo a área de estudo e adjacências (EMBRAPA, 2005); Orotofotomosaicos (IEMA, 2007/2008), Microcomputador PC; e Sistema de Informações Geográficas ArcMap 9.3.1.

O datum padrão, foi adotado o SIRGAS 2000 por ser o recomendado pelo IBGE; Projeção Universal Transversa de Mercator; Meridiano central 33° Oeste de Greenwich; Zona 24S.

As maiores parte das incompatibilidades encontradas eram de dados que estavam projetadas com o datum South American Datum - 1969 (SAD-69), sendo a compatibilização e conversão feita pela ferramenta de projeções e transformações presentes no ArcGIS, customizadas com os parâmetros de transformações adotados pelo IBGE.

O auxílio de ferramentas tecnológicas do Sistema Informações Geográficas (SIG) e das referências bibliográficas relacionadas ao tema do estudo foi fundamental para realização das análises dos parâmetros ambientais propostos pela pesquisa.

4.2 – Metodologia

A metodologia aplicada no desenvolvimento do presente trabalho buscou determinar as características morfométricas, a avaliação do uso ocupação da terra e a elaboração de mapas temáticos da bacia do rio Angelim.

Os dados da caracterização fisiográfica da bacia do rio Angelim foram extraídos nas bases cartográficas planialtimétricas digitais em formato vetorial *shapefile* (*shp*) e matricial *raster* (GRID/TIN) na escala 1: 100.000 dos municípios de Conceição da Barra e São Mateus do Estado do Espírito Santo. Essas informações geraram mapas, tabelas e gráfico (perfil longitudinal) da referida bacia com auxílio de ferramentas presentes no *software* ARCGIS 9.3 integrado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), que foi desenvolvido pela empresa Environmental Systems Research Institute (ESRI).

As bases cartográficas planialtimétricas digitais foram obtidos nos órgãos públicos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN).

4.2.1 - Área de drenagem

Em relação à área de drenagem foi determinado com auxílio do *software* ARCGIS 9.3 o perímetro, a extensão do rio principal e o comprimento axial da bacia do rio Angelim.

Para determinar o tipo de padrão de drenagem, arranjo espacial dos cursos fluviais, na bacia utilizou a classificação de HORTON (1945). Quanto à área ocupada, o trabalho denominou área de drenagem do rio Angelim como uma bacia hidrográfica, baseado no critério de sistemas ecológicos HORTON 1945 (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1974).

4.2.2 - Forma da bacia

A fórmula da bacia hidrográfica está diretamente relacionada o tempo e à quantidade de água que os tributários levam até o rio principal. Portanto a análise do

formato da bacia é fundamental para a previsão de enchentes de uma determinada localidade.

Neste contexto, o trabalho analisou essa característica física baseado nos índices proposto por GRAVELIUS (1914 *apud* WISLER E BRATER, 1964), o Coeficiente de Compacidade e o Fator de Forma, e o índice de circularidade proposto por MILLER (1953 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980).

Equação 1. $Kc = 0,28 \times P / \sqrt{A}$

Sendo: Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro e A = área de drenagem

Equação 2. $F = A / L^2$

Sendo: F = fator de forma; A = área de drenagem e L = comprimento do eixo da bacia.

Equação 4. $Ic = 12,57 A / P^2$

Sendo: Ic = índice de circularidade; A = área de drenagem e P = perímetro.

4.2.3 - Sistema de drenagem

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para facilitar os estudos morfométricos do sistema de drenagem das bacias, diversos cientistas propuseram fórmulas de hierarquia fluvial, classificação dos cursos de água presente numa determinada bacia, entre eles destacou-se STRAHLER (1965).

A hierarquia fluvial criada por STRAHLER (1952 *apud* STRAHLER, 1965) é uma das mais utilizadas nos trabalhos acadêmicos sobre bacia hidrográfica, pois outras características físicas da bacia usam essa classificação. Assim, o presente não fugiu da regra e utilizou essa classificação para determinar ordenamento dos canais da sub-bacia do rio Angelim.

Os mapas de hierarquização fluvial e rede de drenagem da bacia do rio Angelim de escala 1:100000 foram produzidos pelo *software* ArcMap 9.3 a partir dos cursos d'água presente na cartas topográficas digital dos municípios que abrange a sub-bacia. Com a utilização de *software* foi possível unir os cursos d' água das cartas através da ferramenta merge e recortar dentro dos limites da área de estudo com auxílio da ferramenta *clip analysis*.

Os índices propostos para a análise do sistema de drenagem referente à bacia foram: relação de bifurcação (R_b), densidade da drenagem (D_d), densidade de confluência (D_c), extensão média do escoamento superficial (ℓ), Coeficiente de manutenção dos canais (C) e densidade hidrográfica (D_h) HORTON 1945 (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1974). Os mesmos são determinados respectivamente pelas seguintes equações matemática:

Equação 4. $R_b = Nu / Nu + 1$

Sendo: R_b = razão de bifurcação; Nu = o número de segmentos de determinada ordem e $Nu + 1$ = é o número de segmentos da ordem imediatamente superior.

Equação 5. $D_d = Lt / A$

Sendo: D_d = densidade da drenagem; Lt = é o comprimento total dos canais e A = é a área da bacia.

Equação 6. $D_c = NC / A$

Sendo: D_c = densidade de confluências; NC = número de confluências e A = é a área da bacia.

Equação 7. $\ell = 1/2D_d$

Sendo: ℓ = extensão do percurso superficial; D_d = é o valor da densidade de drenagem, expresso em metros.

Equação 8. $C_m = 1/ D_d$

Sendo: C_m = coeficiente de manutenção; D_d = é o valor da densidade de drenagem, expresso em km / km².

Equação 9. $D_h = N / A$

Sendo: D_h = densidade hidrográfica; N = número total ou cursos de água de primeira ordem e A = área de drenagem.

4.2.4 - Características do Relevo da Bacia

Os estudos geomorfológicos das bacias hidrográficas são fundamentais para compreensão da dinâmica das mesmas, pois os relevos influenciam desde respostas hidrológicas até fatores meteorológicas como temperatura e precipitação.

As variáveis usadas nesse trabalho para analisar o relevo da bacia do rio Angelim foram: declividade, hipsometria e perfil longitudinal. Para a obtenção dos mapas de declividade e de hipsometria necessitou MNT (modelo numérico do terreno) de curvas de nível de 5 a 5 metros da bacia (contínuo e sem intervalos) e do limite rasterizado da mesma, a fim do estabelecimento de sua delimitação.

Inicialmente para a realização desse procedimento, as curvas de nível foram mescladas pela ferramenta merge e cortadas dentro dos limites da sub-bacia com a ferramenta *clip analysis*. Depois, para geração do MNT foi utilizado o módulo *3D Analyst* através da ferramenta *Create/modify TIN*, que também gerou uma grade triangular (TIN) que serviu de base para geração da grade de declividade.

A declividade da bacia extraídas do MNT se transformou em plano de informação de declividade através da utilização dos aplicativos *Surfaces Analysis/ Slope* do módulo *3D Analyst*. Esses dados gerados foram analisados de acordo com a classificação do solo da EMBRAPA (2005). A construção do perfil longitudinal foi utilizada a opção *Surfaces Analysis/ Calculate Volume and Area*, do módulo *3D Analyst* a partir do MTN de altimetria de 100 a 100 metros.

4.2.5 - Metodologia Aplicada a Análise do Uso e Ocupação da Terra

A expressão “uso da terra” pode ser entendida como forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (ROSA, 1992). Conforme a Lei nº 5/98 o uso consuetudinário da terra deve seguir as regras, costumes e práticas tradicionais e constantes de uma determinada comunidade local, que definem poderes e deveres recíprocos e disciplinam a sua gestão. Assim, a bacia hidrográfica pode se usada como uma unidade de planejamento territorial, pois em seu domínio, não é apenas reconhecimento do peso da dimensão ecológica, mas também dimensões sociais, culturais e políticas na compreensão da complexidade dos processos ambientais (GUERRA E CUNHA, 2010) e fornece a noção da definição da dimensão da área de trabalho (BOTELHO, 1999).

Os processos naturais como erosão, lixiviação e modificação da cobertura vegetal, independente da ação humana ocorrem de forma natural, mas quando o homem transforma o ambiente, esses processos são acentuados e violentos (SILVA. *et al.*, 2007). Na maioria das vezes, os fatores naturais (topografia, geologia, solos, clima e vegetação) podem iniciar os desequilíbrios que serão agravados pelas atividades humanas na bacia hidrográfica, especialmente pelo manejo inadequado dos solos urbano e rural (CUNHA, 1980).

Neste contexto, como critério de avaliação dos possíveis impactos da ação antrópica sobre os recursos hídricos na área de estudo foi realizada uma pesquisa sobre o uso e ocupação dos municípios de Conceição da Barra e São Mateus, através de pesquisas no Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). Essas informações obtidas nos órgãos públicos permitiu a confecção de um mapa temático de uso e ocupação da terra e elaboração de uma tabela dos elementos naturais e artificiais que compoem a paisagem da área de abrangencia da bacia hidrográfica em questão.

A metodologia aplicada para a produção do mapa de uso e ocupação do solo utilizou o programa computacional ARCGIS 9.3 da empresa Environmental Systems Research Institute (ESRI) e de cartas topográficas digitais formato vetorial *shapefile* (*shp*) obtido no IJSN.

O mapa de uso e ocupação da bacia do rio Angelim foi produzido pelo *software* ArcMap 9.3 a partir dos elementos que compõem a área de estudo como água, cultura, floresta, pastagem, silvicultura e perímetro urbano presente na cartas topográficas digital dos municípios que abrange a através da ferramenta *merge*. O recorte dentro dos limites da área de estudo teve o auxílio da ferramenta *clip analysis*.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Características Morfométricas da Bacia do rio Angelim

5.1.1. Área de drenagem

A bacia hidrográfica do rio Angelim apresenta uma área de drenagem igual a 195,23 km², perímetro de 94,56 km e a extensão do rio principal de 44,74 km, como demonstra a tabela 1 com as características morfométricas da mesma. De acordo WISLER e BRATER (1964), a bacia em estudo pode ser classificada como um grande geossistema, pois a sua área ultrapassa 26 km².

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos da área de drenagem da bacia do rio Angelim

<i>Bacia</i>	<i>Área (A)</i>	<i>Perímetro (P)</i>	<i>Extensão do rio principal (L)</i>	<i>Comprimento total dos tributários</i>
Angelim	195,23 km ²	94,56 km	44,74 km	203,22 km

Organizada pela autora

A bacia do rio Angelim apresenta o padrão de drenagem do tipo dendrítica. CHRISTOFOLLETI (1980) diz que esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais. No caso específico da bacia, esse padrão é justificado porque a mesma está inserida numa área afloramento das unidades geológicas de pacotes sedimentares do Grupo Barreiras e da Formação Linhares.

5.1.2. Forma da bacia

A análise dos índices de forma da bacia coeficiente de compactidade, fator forma e índice de circularidade verificou que ambos se distanciam do valor 1 (Tabela 4), o que caracteriza o formato padrão das bacias hidrográficas, a forma alongada.

Tabela 2 - Resultados dos índices de forma da bacia do rio Angelim

<i>Bacia</i>	<i>Coeficiente de compactidade (Kc)</i>	<i>Fator Forma (Kf)</i>	<i>Índice de circularidade (Ic)</i>	<i>Formato da bacia</i>
Angelim	1,89	0,28	0,1	Alongada

Organizada pela autora

O coeficiente de compacidade (k_c) de 1,89, fator forma (K_f) de 0,28 e o índice de circularidade (I_c) revela que a bacia do rio Angelim, em seu estado natural, é pouco sujeita as enchentes devido o seu formato alongado. Dessa forma, quanto mais distante do resultado 1 forem esses valores, significa que os tributários estão atingidos o rio principal em vários pontos. Assim, há possibilidade menor de uma chuva intensa cobrir toda a sua extensão (WISLER E BRATER, 1964).

5.1.3. Sistema de drenagem

Aplicando a classificação de hierarquia de rios de Strahler (Figura 5) verificou se que a bacia do rio Angelim apresenta até a quarta ordem, assim podemos concluir que em relação a sua área de extensão, considerada bacia de grande porte por WISLER e BRATER (1964), essa variável expressa baixo grau de ramificação. Essa bacia possui ao todo, 114 canais distribuídos, segundo as suas ordens hierárquicas (Tabela 3).

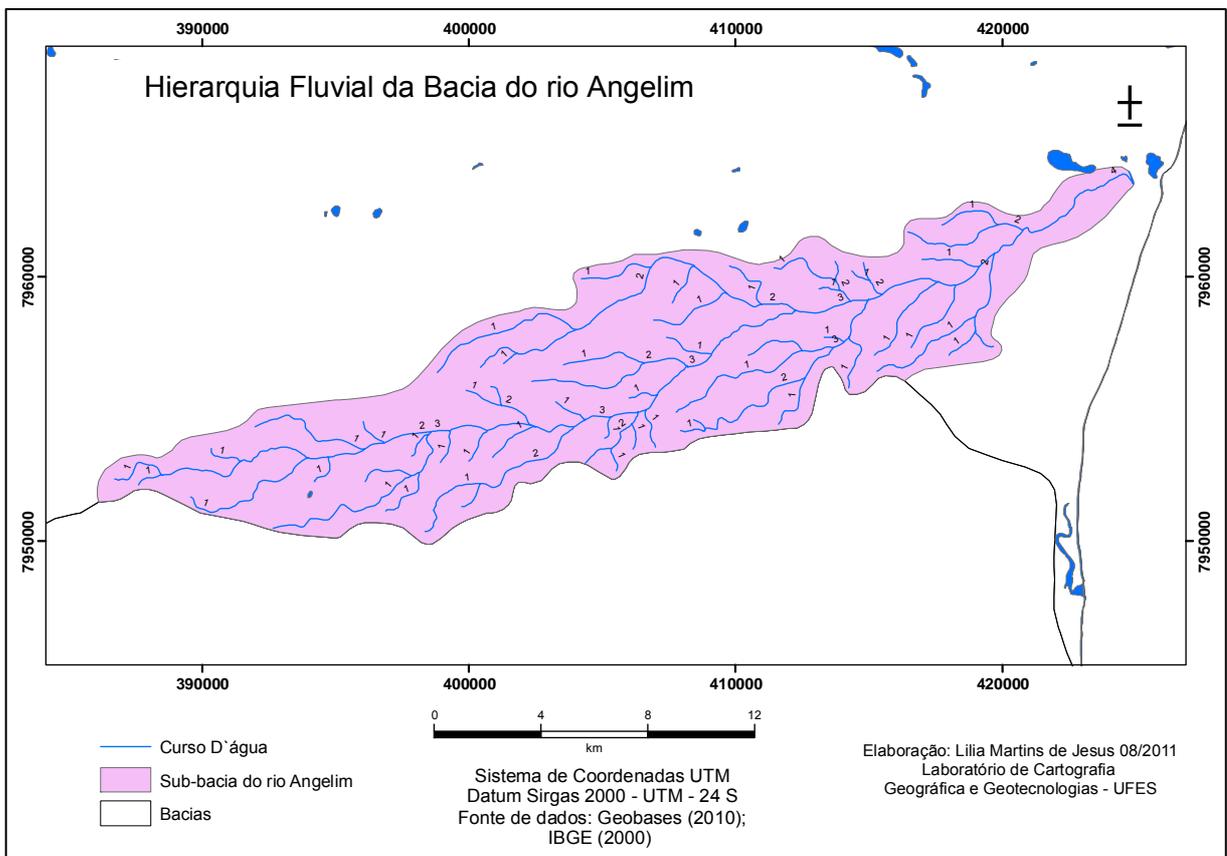


Figura 5 - Mapa do ordenamento de canais segundo a classificação de STRALHER (1964) da bacia do rio Angelim.

Tabela 3 - Hierarquia de canais segundo Strahler (1952 *apud* Strahler, 1964) e quantidades de tributários e da bacia do rio Angelim

<i>Ordem</i>	<i>Número de tributários</i>
1° ordem	67
2° ordem	25
3° ordem	16
4° ordem	6
Total	114

Organizada pela autora

Os índices de bifurcação obtidos foram os seguintes: 2,58 para a relação entre o número de canais de primeira e de segunda ordem, para a razão entre os canais de segunda e terceira ordem o resultado foi 1,47 e a relação de bifurcação entre os canais de terceira e quarta ordem foi de 2,28 (Tabela 4). Somente os valores das ordens intermediária foi inferior a 2, abaixo dos valores de maior ocorrência entre as bacias de acordo com LINSLEY *et al.*;(1975).

Tabela 4 - Hierarquia de canais segundo Strahler (1964) correlacionada com relação de bifurcação da bacia do rio Angelim

<i>Ordem</i>	<i>Relação de bifurcação</i>
1° e 2° ordem	2,58
2° e 3° ordem	1,47
3° e 4° ordem	2,28

Organizada pela autora

Os resultados da relação de bifurcação entre as ordens estão relacionada com as características do relevo da bacia do rio Angelim, feições aplainado com baixas elevações presente no domínio de Tabuleiro, caracteriza a dissecação de drenagem relativamente regular quando se comparam às bacias de regiões escapadas, encostas de grandes declividades, solos rasos e vales encachados, que de acordo com WISLER e BRATER (1964) essas condições do relevo dificultam a infiltração e aumenta escoamento superficial na bacia, o que promovem uma maior esculturação da rede de drenagem, cuja consequência é numerosos cursos de água de pequena extensão e obtém valores de densidade de drenagem superiores ao apresentado pela bacia em estudo. Para esse mesmo autor, condições geomorfológicas e edáficas similares à área de estudo, prevalece somente os tributários longos

permanecem paisagem, e a quantidade dos mesmos é menor em relação às bacias de regiões montanhosas.

No caso do valor obtido nas ordens intermediárias (2° e 3°), a análise de bifurcação da bacia, mostra que os mesmos são os pontos onde possui o menor grau de dissecação de drenagem, portanto, é nesse trecho que a apresenta o maior tempo de concentração e a velocidade do percurso da água tende a diminuir, assim pode inferir que em caso de contaminação por qualquer substância tóxica, os mesmos serão os pontos mais prejudicados da bacia do rio Angelim.

O valor obtido do cálculo do índice de drenagem da bacia foi de 1,04 km / km². De acordo com a classificação apresentada por VILLELA e MATTOS (1975), verifica-se que a mesma apresenta uma densidade de drenagem regular, entretanto o resultado supera o limite de 0,5 km / km² de bacias consideradas pobres de drenagem, mas é inferior a média de 3,5 km / km² de bacias consideradas bem drenadas (Tabela 7). Esse índice também revelou se compatível com o tipo de dissecação de drenagem presente nos canais demonstrado pela relação de bifurcação da área de estudo.

Tabela 5- Classificação dos valores de densidades de drenagem

<i>Densidade de drenagem</i>	<i>Característica das bacias hidrográficas</i>
$Dd < 0,5 \text{ km/km}^2$	Drenagem pobre
$0,5 \leq Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$	Drenagem regular
$1,5 \leq Dd < 2,5 \text{ km/km}^2$	Drenagem boa
$2,5 \leq Dd < 3,5 \text{ km/km}^2$	Drenagem muito boa
$Dd \geq 3,5 \text{ km/km}^2$	Excepcionalmente bem drenadas

Fonte: VILLELA & MATOS (1975). Organizada pela autora

Para LINSLEY (1975), as bacias de baixa drenagem são encontradas em regiões de solos muito permeáveis ou resistentes a erosão, relevo baixo e possui uma densa cobertura vegetal. Essas condições físicas descritas pelo autor são observadas também na bacia do rio Angelim, como a presença de solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelado Abrúptico e Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico e uma vegetação nativa densa, a Mata de Tabuleiro. No entanto, é importante ressaltar,

que a Mata de Tabuleiro e seus ecossistemas associados presente na área de estudo encontra se hoje totalmente espalhadas em reduzidos fragmentos distribuído ao longo da mesma, devido, principalmente, à expansão das monoculturas do eucalipto e da cana de açúcar.

O índice de densidade de drenagem, também é muito utilizado para analisá-la a resposta hidrológica de uma bacia e verificar a sua suscetibilidade as enchentes. De acordo LINSLEY (1975), bacias com características similares a bacia do rio Angelim, de baixa a regular densidade apresenta uma resposta hidrológica lenta, pois o caminho que a água da chuva terá que percorrer pelas vertentes é maior. Entretanto, outros fatores como declividade e, principalmente, o grau de impermeabilização das vertentes são fundamentais na velocidade e magnitude dos picos de enchentes (BORSATO, 2005).

A Figura 6 mostra à rede de drenagem presente na bacia do rio Angelim.

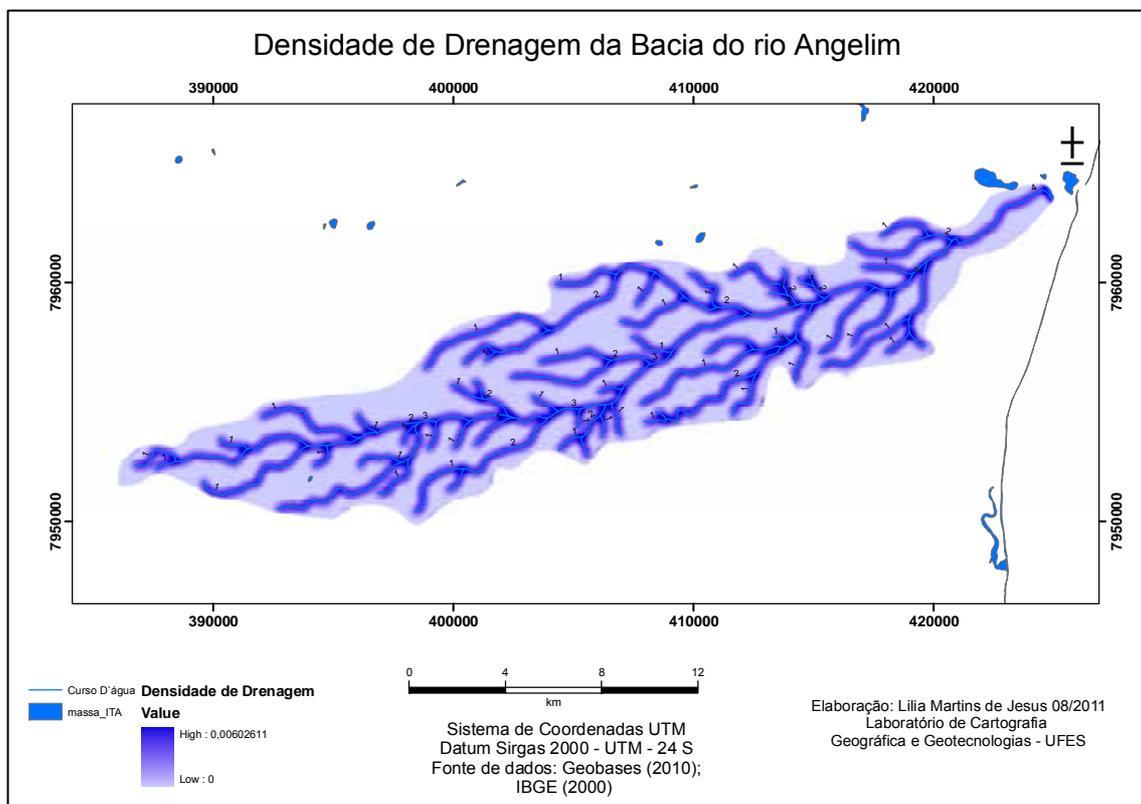


Figura 6 - Mapa de densidade de drenagem da bacia do rio Angelim

Com relação ao índice de confluência, verifica que a bacia do rio Angelim apresenta uma confluência a cada 0,24 km² da área de extensão da mesma (Tabela 6). Esse dado confirma o resultado do índice de drenagem que área de estudo se caracteriza por possui uma densidade drenagem regular.

Tabela 6 - Resultado do índice de confluência da bacia do rio Angelim

<i>Bacia</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>Total de confluências</i>	<i>Densidade de Confluência (1/ km²)</i>
Angelim	195,23	48	0,245

Organizada pela autora

A distância média do percurso realizado pelo escoamento superficial direto da água de chuva ou de qualquer outro líquido sobre os terrenos, até o ponto mais próximo do leito de um curso de água da bacia do rio Angelim é de 481 metros. Esse parâmetro que foi obtido através do cálculo do índice de extensão média do escoamento superficial mostra que feições aplainadas do relevo, característicos do domínio de Tabuleiro, solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelado Abrúptico e Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico e predomínio do substrato geológico dos Grupos Barreiras, conforme WISLER e BRATER (1964) possibilitam os desenvolvimentos de canais fluviais longos, menor tempo de concentração e respostas hidrológicas lentas.

Em termos hidrológicos, considerando que a bacia do rio Angelim apresenta a densidade de drenagem baixa a regular e baixo grau de ramificação, em casos de lançamentos de um possível agente poluidor, por exemplo, a distância que essa substância irá percorrer será maior, devido à extensão longa dos canais os efeitos dos cursos de água, em média, demorarão a mais ser sentido. Além disso, com maior distância a ser percorrida, considerando que esse elemento poluidor seja lançado diretamente no solo, maior a possibilidade de infiltração, logo maior a possibilidade de contaminação dos aquíferos subterrâneos e solos, o que dependerá também da cobertura do solo (BOSARTO, 2004). Os possíveis elementos poluidores atrelados à permeabilidade dos solos da mesma, a contaminação por elementos tóxicos, em longo prazo que todos os pontos de rede de drenagem sejam atingindo, inclusive as águas armazenadas em subsolos, potencializados nos períodos de chuva.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1980) coeficiente de manutenção indica a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. Para a bacia do rio Angelim, a cada 1 km linear de canal tem, em média quase 1 km² de área de contribuição. Sendo assim, considera-se uma boa área para recarga das nascentes.

O índice de densidade hidrográfica representa um dos aspectos mais fundamentais do comportamento hidrográfico de uma determinada bacia, a capacidade de gerar novos canais (CHRISTOFOLETTI, 1980). Assim, o resultado obtido do cálculo desse parâmetro morfométrico de acordo com a classificação de ordenamento de STRAHLER mostra que a capacidade bacia do rio Angelim de formar novos tributários é de 0,34 canais por quilômetros quadrados. No entanto, apesar da bacia do rio Angelim boa área para recarga dos tributários, fatores como a topografia de baixa declividade da bacia do rio Angelim, 71,83% da área da bacia possuem declividade inferior a 5% conforme a figura 8, e substrato geológico do Grupos Barreiras e Formação Linhares ocasiona um baixo escoamento superficial e pouco entalhamento de novas drenagens (ALVES E CASTRO, 2003).

5.1.4. Características do relevo

A análise do relevo é uns dos principais fundamentos nos estudos de bacia hidrográfica, pois esse elemento influencia diretamente no comportamento hidrológico, como fatores meteorológicos e hidrológicos. Assim, a declividade do relevo está relacionada com os processos hidrológicos, como por exemplo, a velocidade de escoamento de canais de uma bacia hidrográfica e altitude do relevo determinam variáveis como à temperatura, à precipitação e à transpiração em sua área de abrangência.

A Figura 7, mostra como estão distribuídos os diferentes percentuais de declividade presente no terreno da área de estudo.

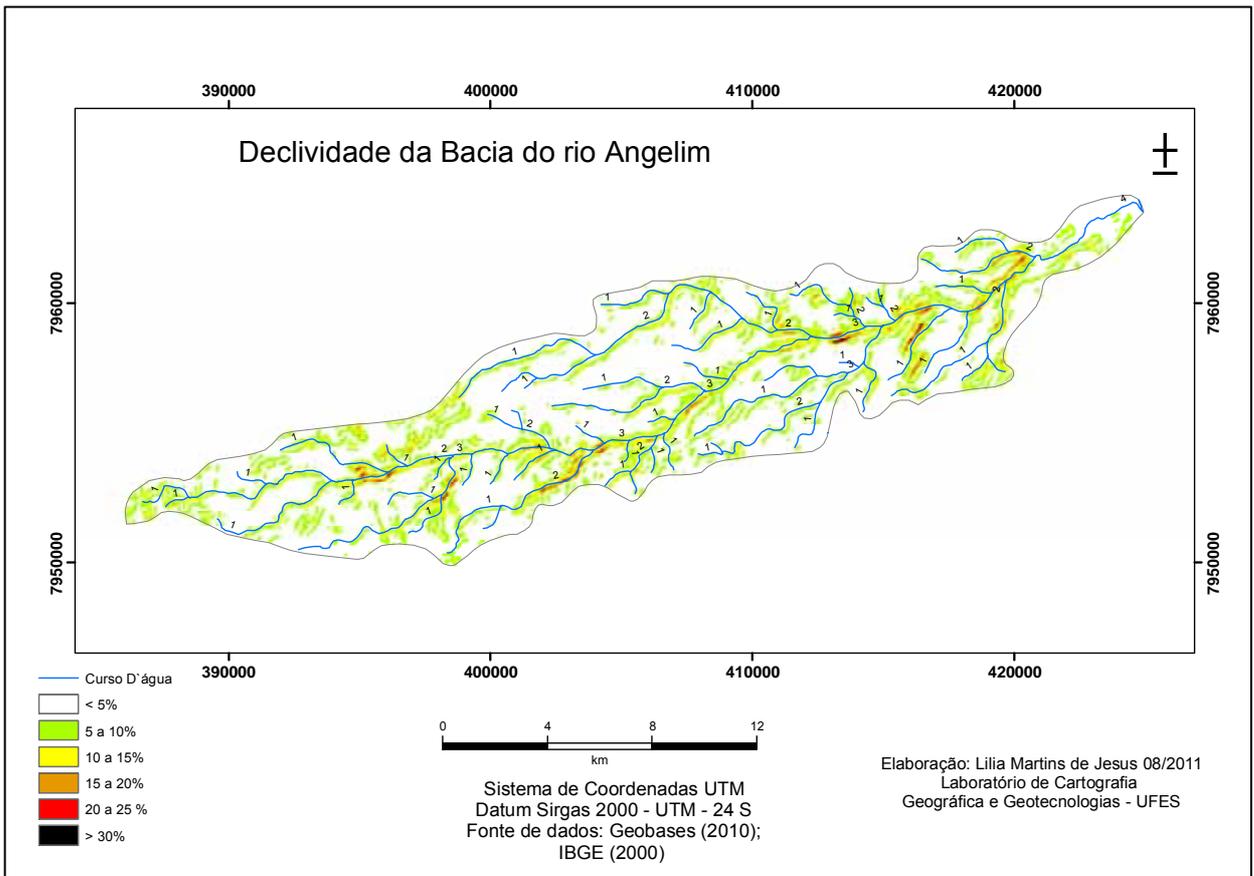


Figura 7: Mapa de declividade da bacia do rio Angelim

Conforme a Figura 8, a bacia do rio Angelim caracteriza por apresentar uma baixa declividade, como confirma os dados da Tabela 10, que mostra que quase 72% da área total da bacia possui a topografia no intervalo inferior a 5%. Assim pode se inferir que mais de 70% dessa bacia se encontra num terreno aplainado que incide em uma menor velocidade no escoamento superficial dos canais, um menor tempo de concentração que é definido por TUCCI (1997) como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com a vazão na seção de controle e diminui a perspectiva de pico de enchente da mesma.

Tabela 7 - Declividade da bacia do rio Angelim

<i>Declividade (%)</i>	<i>Área</i>	<i>Percentual (%)</i>
Menor que 5	140,24	71,83
5 a 10	42,25	21,64
10 a 15	9,93	5,08
20 a 25	2,35	1,21
≥ 30	0,03	0,02
Total	195,23	100

Organizada pela autora

Em relação hipsometria da bacia do rio Angelim, na Figura 8 demonstra que as maiores altitudes se encontra na cabeceira do rio Angelim, de variação de 100 a 120 metros, e a menores elevações está presente na localidade do seu desaguamento no rio Itaúnas próximo ao mar, com elevações inferiores a 20 metros.

Hipsometria da Bacia do rio Angelim

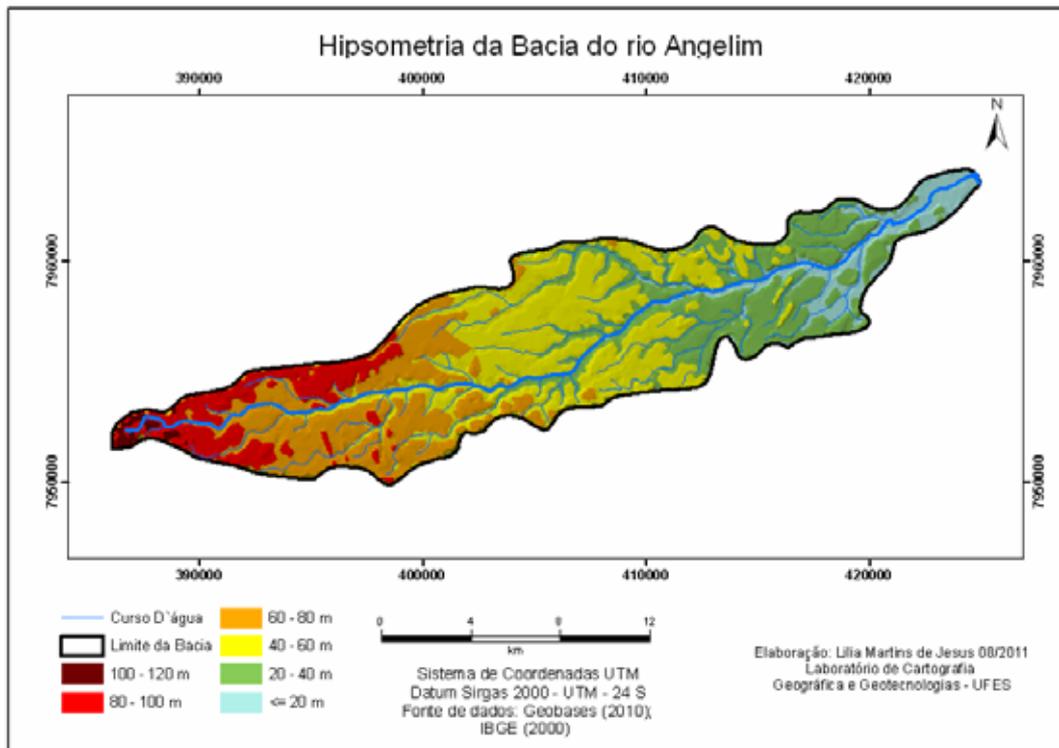


Figura 8 - Mapa hipsométrico da bacia do rio Angelim

A partir dessa análise, revela que a variação de altitude da bacia entre a seção do exutório até o ponto mais elevado (cabeceira do rio Angelim) é cerca de 100 metros. Portanto, a cabeceira do rio Angelim é área onde a bacia recebe mais raios solares, consequentemente o ar nesta localidade é menos denso e há menor pressão atmosférica. Essas características meteorológicas condicionam uma diminuição na temperatura por perda de calor da atmosfera que, provoca o aumento na taxa de precipitação e evapotranspiração. Dessa forma, baseado nas informações de WOODCOCK (1976) em termos de proporcionalidade, o ponto mais elevado da bacia, que é 120 m, sofre um decréscimo de $0,8^{\circ}\text{C}$ na temperatura em relação à área de exutório. Essas alterações de temperatura em relação à altitude formam os diferentes microclimas e condicionam uma amplitude térmica diurna significativa na bacia do rio Angelim, entretanto, a altitude da área de estudo não é um fator

climático determinante para anular a dominância do clima característico da região, o tropical úmido.

O fato da bacia do rio Angelim apresenta baixas elevações ao longo de sua área de abrangência é decorrente de a mesma possui uma topografia representada, basicamente, por tabuleiros do Grupo Barreiras e por planícies fluviais da Formação Linhares.

O perfil longitudinal da bacia do rio Angelim (Figura 9), mostra que a declividade ao longo do percurso do rio principal possui a característica padrão, a representação côncava, com elevações maiores em direção nascentes e com valores cada vez mais suaves em direção ao nível do mar (CHRISTOFOLETTI, 1980).

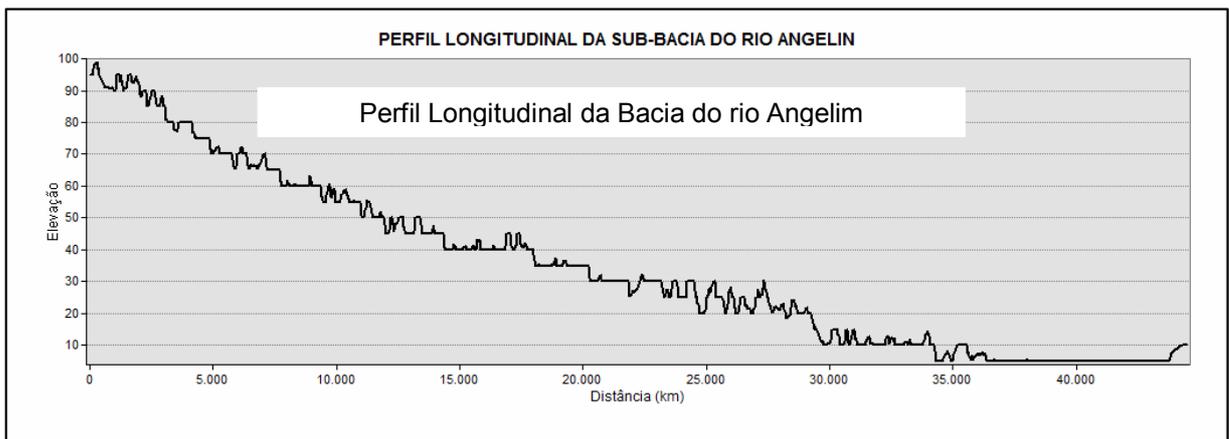


Figura 9 - Perfil Longitudinal da bacia do rio Angelim.

Levando em consideração a complexidade do padrão côncavo do perfil longitudinal podemos inferir que a sub-bacia do rio Angelim se enquadra perfeitamente na análise proposta por SURREAL (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), pois a mesma apresenta de três regimes diferentes ao longo do rio Angelim: a localidade onde se encontra a nascente é considerada como área de captação de água e de erosão; a área intermediária apresenta influência das cabeceiras como da foz e possui a peculiaridade de apresentar elevações superiores à área da cabeceira e inferior a área do exutório; e por fim a porção inferior onde se encontra a foz do rio possui as menores elevações, onde provavelmente predomina o processo de sedimentação bacia em questão.

5.2 Características do Uso e Cobertura da Terra

Os caminhos dos cursos de água sobre a superfície estão diretamente ligados as suas características físicas, hidrológicas e dos multi usos antrópicos. Neste sentido, os rios devem ser examinados sob a ótica das bacias de drenagens, uma vez que refletem a forma de uso e ocupação do solo e sua dinâmica, além de considerar as dimensões temporais e espaciais (GUERRA E CUNHA, 2010).

Em relação à análise do uso e ocupação da terra vale ressaltar que o IBGE não adota bacia hidrográfica como uma unidade geográfica de planejamento territorial. As variáveis pesquisadas nos recenseamentos, por exemplo, são categorizados por níveis territoriais. Por isso, o mapa do uso e ocupação do solo é importante para o diagnóstico ambiental, pois permite uma visão integrada da ocupação atual com extensão e localização de cada tema (SARMENTO, 2007). Neste contexto, foi elaborado o mapa da bacia do rio Angelim, levando em consideração as seguintes classes de ocupação do solo: alagado, cultura, floresta, pastagem, silvicultura, urbana e água (Figura 10).

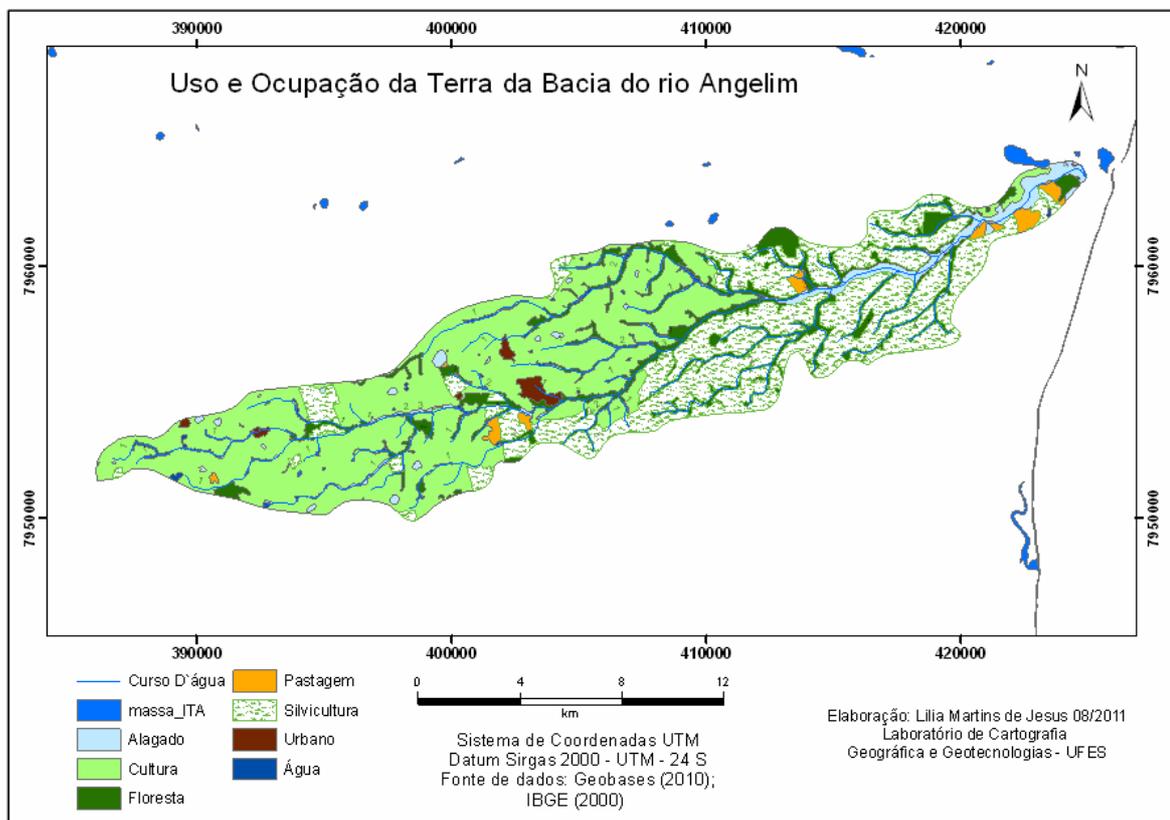


Figura 10 - Mapa do uso e ocupação do solo da bacia do rio Angelim (Fonte: IJSN, 2010)

As informações da Tabela 8 mostra que quase 48,54% da área da bacia são ocupadas pela classe cultura. As comunidades quilombolas presente nessa região tem hábito de cultivar pequenas “roças” de batata, beterraba, cenoura entre outras, mas o principal destaque é o cultivo da mandioca, cuja farinha é à base de sustentação familiar. No entanto, a cana de açúcar é a cultura de maior relevância na área da bacia (IJSN, 2010).

Tabela 8 - Valores de uso e ocupação da terra na bacia do rio Angelim.

Uso	Ocupação	Descrição	Área (ha)	Porcentagem (%)
Rural	Cultura	Culturas representadas por formações perenes, semiperenes e anuais.	9.476,7	48,54
	Silvicultura	Atividades ligadas ao cultivo de árvores	6.230,7	31,9
	Pastagens	Pastagens cultivadas com gramíneas ou com presença de arbustos e pequenas árvores	285	1,46
Urbano	Núcleo populacional	Área de povoação	177,9	0,91
Vegetação	Florestas	Formações florestais remanescentes e matas ciliares	2.409,5	12,34
	Alagados	Áreas úmidas recobertas com vegetação arbustivas ou taboas próximas de corpos d'água	778	4
Água	Corpos d' água	Açudes, lagos etc.	165,4	0,85
Total da área da sub-bacia do rio Angelim			19.523,2	100

Fonte: IJSN, 2010

A silvicultura ocupa quase 31,9% das terras da bacia, sendo ultrapassada somente pelo cultivo da cana de açúcar. Assim como ocorre no cultivo da cana, o plantio de eucalipto na área de estudo se configura nos moldes das plantações de monoculturas, ou seja, grandes extensões de terras confinadas a poucas propriedades.

As informações da Tabela 8 mostram que as pastagens ocupam apenas 1,46% da área da bacia, que correspondem a 285 hectares. Ao observamos essa classe no mapa, verificamos que ela se encontra em pequenos fragmentos e espalhadas pelas áreas da bacia.

Conforme a Tabela 9, área da bacia possui cinco pequenos núcleos de populações remanescentes de quilombolas que ocupa a uma área que corresponde menos de 1% da área da bacia, cuja densidade demográfica é de 1,2 hab./ Km² (IBGE, 2000).

Tabela 9 - Números de residências e moradores por comunidades quilombolas existentes na sub-bacia do rio Angelim.

<i>Comunidades quilombolas</i>	<i>Número de residências</i>	<i>Número de moradores</i>
Angelim I	26	87
Angelim II	16	41
Angelim III	13	53
Angelim Disa	8	35
Macuco	6	25
Total	69	241

Fonte: IBGE (2000)

O povoado que registra o maior número de moradores é a comunidade do Angelim I, conseqüentemente em seu entorno onde estão localizadas as maiorias das residências dentro perímetro da bacia.

A existência de agrupamentos negros rurais no Brasil vivendo sob a lógica produtiva familiar e com a apropriação e uso comum da terra e demais recursos naturais, remonta às fugas das fazendas escravistas e áreas de mineração, com a formação de quilombos; à desagregação das grandes propriedades fundiárias monoculturas e escravistas e a doações de terras senhoriais aos escravos, intensificadas no final do século XIX com o desenrolar do processo abolicionista (ALMEIDA, 1989).

As áreas ocupadas por fragmentos remanescentes de Mata de Tabuleiro correspondem a 16,34% da área total da bacia. Essas áreas incluem as formações florestais, as matas ciliares e as áreas naturais de alagados. Portanto, essas pequenas parcelas de vegetação nativa são fundamentais para auxiliar na manutenção dos recursos hídricos e proteger a biodiversidade que resta nos domínios da bacia (Figura 11).



Figura 11: Trecho do rio Angelim sem a presença de matas ciliares com fragmentos de vegetação nativa e plantações de eucalipto ao seu entorno - Fonte: Geobases, 2010 - INCAPER

Na análise dos mapas de rede drenagem e o de uso e ocupação da terra da bacia do rio Angelim, observa-se que áreas de maior concentração dos cultivos das classes cultura e silvicultura se localizam próximas dos tributários de primeira e segunda. Segundo STRALHER (1952 *apud* CRISTOFOLETTI, 1980), os canais fluviais primários são as nascentes, que juntamente com o processo hidrológico são responsáveis pela recarga e resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica. No caso da bacia do rio Angelim, como mostra a figura 11, houve redução considerada das matas ciliares, que em termos hidrológicos pode-se gerar um processo de desestabilização das vertentes formadoras de nascentes, diminuir a capacidade de infiltração do solo, o que pode comprometer a recarga dos lençóis freáticos, e provocar à erosão hídrica, carreamento de grande quantidade de sedimentos em

direção os canais fluviais, fator responsável diretamente pelo o assoreamento dos tributários, o que torna os mesmos mais rasos e diminuem a velocidade do fluxo de água.

De acordo com Plano de Manejo do Parque Estadual de Itaúnas (IEMA, 2004), a área da bacia faz parte da região de abrangência da zona de amortecimento do PEI, cujo critério estabelecido para sua inclusão decai no fato do rio Angelim desagua no rio Itaúnas no interior da unidade de conservação e possuir áreas de alagados ao entorno da mesma.

Assim, os fragmentos remanescentes presente nas áreas do rio Angelim como a Mata do Córrego Angelim (“18° 27’ 58”S – 39° 46’ 42””) e a Matinha do Angelim (“18° 26’ 29”S – 39° 43’ 41””) são fundamentais para manter a conectividades com a vegetação do PEI, o que permite a criação de corredores de fauna, a formação de barreiras contra disseminação de pragas e doenças da agricultura e, na medida em que amplie a recomposição da vegetação, cria possibilidades de utilização sustentável de recursos naturais e alternativas de trabalho e renda (HAHN *et al.* ; 2007). Também há fragmentos de mata nas proximidades do Angelim II que por sina encontra se na zona tampão da Floresta Nacional do Rio Preto (IEMA, 2004).

A cobertura da área de estudo pela classe água registra menos de 1% da área total. Enquadram nessa categoria os córregos Dantas, Lama, Cearense, Matador e Macucos. Todos esses córregos afluem no rio Angelim, o principal da bacia.

6- CONCLUSÃO

O presente estudo sobre a rede drenagem do rio Angelim conclui se que esta pode se enquadrar na classificação de um geossistema de grande porte segundo VILLELA e MATTOS (1975), pois possui uma dimensão territorial de 195, 23 Km² e um ordenamento de canais conforme STRALLER (1957 *apud* STRALLER, 1964) que atinge até a 5ª ordem.

Os dados morfométricos que caracterizam o formato da bacia e a sua susceptibilidade as inundações revelam que a bacia do rio Angelim apresenta a forma padrão das bacias, alongada, e dificilmente sofrerá enchente devido às contribuições de fluxo de água ser de vários córregos que compõem a sua rede de drenagem.

A rede de drenagem da bacia possui uma densidade de drenagem pobre a regular, baixa ramificações dos canais e uma reduzida capacidade gerar novos cursos de água. Essas características morfométricas são resultados principalmente da geomorfologia e o clima da região, que limita o desenvolvimento de bacias bem drenadas, ramificadas e de grande potencial hídrico.

No entanto, os parâmetros morfométricos da área de estudo vêm sofrendo modificações expressivas, principalmente no seu potencial hídrico, por causa da forma de exploração econômica do solo em sua área de domínio.

A análise do mapa de uso e ocupação do solo da sub-bacia mostra que mais de 80% de suas terras, tiveram a vegetação nativa da Mata Atlântica substituída por monoculturas de cana de açúcar e eucalipto. Essas culturas estão concentradas próximas às redes drenagem nos canais de primeira e segunda ordem. Neste caso, a ocupação no entorno dos tributários de primeira ordem se caracteriza como descobrimento da legislação ambiental brasileira, pois de acordo com a lei nº 4.771/65, essa zona é considerada uma área de proteção permanente.

Assim, os dados físicos e de uso e ocupação da terra na área de estudo, permiti tecer algumas considerações relevante sobre as alterações comportamento hidrodinâmico, principalmente da rede de drenagem, da bacia do rio Angelim.

A maior parte do cultivo dessas culturas é preferencialmente realizada em terras cuja declividade não ultrapassa os 5% e possibilita o desenvolvimento da agricultura mecanizada, pois possuem vertentes mais alongadas, os solos são mais profundos e são localizadas próximas as nascentes, favorecendo a dinamização da produção e a sua rentabilidade. Existem poucas áreas na bacia que possui declividade superior 20%, nessas localidades os solos são rasos e as vertentes são mais declivosas.

O outro fato relevante na análise a ser considerado de nesse estudo é que a bacia do rio Angelim integra a APA de Conceição de Barra e funciona como zona de amortecimento para Parque Estadual de Itaúnas e da Floresta Nacional do rio Preto.

Em tese, a área de estudo de acordo com a Lei nº 9.985/00 era para de servir de barreira para a proteção à biodiversidade nas áreas protegidas integrada a promoção desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis pelos pequenos núcleos populacionais. No entanto, a degradação ambiental imposta pelas monoculturas de cana de açúcar e eucalipto coloca em risco o comprometimento da zona de amortecimento em função da fragmentação de ecossistemas, acarreta distintos reflexos ecológicos, fruto do denominado “efeito borda”, resultante das implicações causadas nas zonas limítrofes, ocorridas em virtude do contato entre dois ecossistemas estruturalmente distintos, que deixam as fronteiras da área protegida mais susceptíveis a determinadas condições ambientais adversas (PIRES, 2001).

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M. P; CASTRO, P.T.A. **Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análises de padrões de lineamentos.** Rev. Brasileira de Geociências, p. 117-1245, jun. 2003.

ARAÚJO, L. A. *et al.*: **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos.** I Oficial de Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Minas Gerais: SEMAD / Igam, 2008.

BARBOSA, L.V.A.M. **Os impactos ambientais causados pela monocultura da cana de açúcar no município de Americano do Brasil. Monografia em Geografia.** Anicuns-Goiás: Faculdade de Educação e Ciências Humanas de Anicuns, p.23, 2006. Disponível em <
http://jeniferleao.files.wordpress.com/2010/06/geografia_200603_mariaaparecida.pdf
 > Acessado em 28 de agosto de 2011.

BARCELLOS, H. G *et al.*;(Org.). **Estudo e relatório de impactos em direitos humanos de grandes projetos (EIDH/RIDH): o caso do monocultivo de eucalipto em larga escala no norte do Espírito Santo.** O projeto agroindustrial da Aracruz Celulose (Fibria) e as comunidades quilombolas do Sapê do Norte. Conceição da Barra-ES: MNDH; CDDH; PPDDH-ES; CESE e Instituto Marista, p.108-148, 2010.

BORSATO, F.H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores.** Tese de Mestrado em Geografia. Maringá – PR: Universidade Estadual de Maringá, 2005.

BORSATO, F.H; MARTONI, A.M. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná.** Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 26, n 2,p. 273-285, 2004.

BOTELHO, R.G.M. – **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. 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, 1999.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Lei nº 4.771/65, Brasília, 1965. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm> Acessado em 18 de junho de 2011.

BRASIL. **Criação da Agência Nacional de Água**. Lei nº 9.984/00, Brasília, 2000. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm> Acessado em 18 de junho de 2011.

BRASIL. Departamento de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL: Levantamento de Recursos Minerais**. Rio de Janeiro: Folha São Mateus (SE – 24), 1983.

BRASIL. **Dispõe sobre a instalação, aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos Comissionados e dos Cargos Comissionados Técnicos da Agência Nacional de Águas - ANA, e dá outras providências**. Decreto nº 3.692/00, Brasília, 2000. Disponível em < <http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/docs/Decreto3692.htm>> Acessado em 18 de junho de 2011.

BRASIL. **Dispõe sobre os incentivos fiscais concedidos a empreendimentos florestais**. Lei nº 5.106/66, Brasília, 1966. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5106.htm> Acessado em 18 de junho de 2011.

BRASIL. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação e da Natureza**. Lei nº 9.985/00, Brasília, 2000. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm> Acessado em 18 de junho de 2011.

BRASIL. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei nº 9.433/97, Brasília, 1997. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm > Acessado em 20 de junho de 2011.

BROOKS, K.N.; FOLLIOTT, P.F.; GREGERSEN, H.M. & THAMES, J.L. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames, Iowa State: University Press, p. 392, 1991.

CHISTROFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. *In:* _____ .**Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, cap. 3, p. 65-101,1974.

CHISTROFOLETTI, A. A análise de bacias hidrográficas. *In:* _____ .**Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, cap. 4, p. 102-127,1980.

CUNHA, S. B. **Experiência de balanço hídrico de Thornthwaite em bacia de drenagem**. Revista Brasileira de Geociências, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 226-235, 1980.

DAVIDSON, J. “**Setting aside the idea that eucalyptus are always bad**”. UNDP/FAO project Bangladesh BGD/79/017, (Working Paper, 10), 1985..

DURY, G. H. **High temperature extremes in Austrália**. Annals of the Association of American Geographers. V 62, n 3, p. 388–400. 1972.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Serviço de Produção, 2005. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/OAgronomico/531/53108-10_it_solos.pdf> Acessado em 15 de junho de 2011.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: Catie, p.90, 1996.

FERRARI, A. L.; MELO E. F.; Vaz, M. A. A.; DALCOMO, M. T.; BRENNER, T. L.; SILVA, V. P. & NASSAR, W.M. **Projeto Carta Geológica do Rio de Janeiro –**

Bloco Campos. *In:* Relatórios Técnicos, volume I – DRM– Geomitec, Geologia e Mineração Trabalhos Técnicos Ltda. 172p, 1981.

FERREIRA, D.S. *et al.* **Utilização de dados de sensoriamento remoto para a obtenção das características físicas da bacia hidrográfica do córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo.** *In:* Simpósio de Sensoriamento Remoto, 13, Florianópolis, Brasil, 2007. Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, p. 3343-3348, 2007.

FERREIRA, S. R. B. **Da fartura à escassez: a agroindústria de celulose e o fim dos territórios comunais no extremo nordeste do Espírito Santo.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: FFLCH/USP, 2001.

GALVÍNCIO, J.D; SOUSA, F. D. A. S.; SHIRINIVASAN, V.S. **Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Salitre – BA.** Rev. Geografia: UFPE-DCG/NAPA, v.24, n.2, p.50-61, 2004.

GALVÍNCIO, J.D. **Balanço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa, utilizando modelos digitais de elevação.** Tese de doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2005.

GALVÍNCIO, J.D.; SOUSA, F. D. A. S.; SHIRINIVASAN, V.S. **Balanço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa.** Rio Grande do Sul: Rev. Brasileira de Recursos Hídricos. Sul. v. 11, n. 03, p. 135-146, 2006.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ G. A. **Hidrologia.** 2ª. ed. revista e atualizada. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1998.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 3ª ed. Rio Janeiro : Bertrand Brasil, 2000.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 3ª ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2001.

GONÇALVES, M. S.; BENTO, L. S.; SEMPITERNO, C. M. **Efeito da utilização de quantidades crescentes de um composto de resíduos verdes municipais sobre as características físico-químicas de misturas constituídas com turfa ou substrato comercial e sobre o crescimento de Pelargonium zonale**. Simpósio Ibérico sobre Nutricion Mineral de las Plantas. Espanha: Zaragoza, p. 227-230, 2002.

HAHN, M. C.; SILVA, N. A. *et al.* (Org.). **Roteiro para Elaboração de Projetos para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – Fehidro / Secretaria do Meio Ambiente**. Fundação para Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo: SMA / FF, 2007.

HORTON, R.E. **Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology**. Geol. Soc. America Bulletin, v.3, n.56, 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Carta topográfica do município de São Mateus-ES**. Escala 1:100.000, folha: SE-Y-B-V MI 2468, 1970.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Dados Populacionais**. 2000.

IEMA. **Plano de manejo do Parque Estadual de Itaúnas**, 2004. Disponível em < http://www.iema.es.gov.br/download/conceito_metodologia.pdf.> Acesso em 06 de fevereiro de 2011.

LEONARDO, H.C.L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná**. p.121. 2003. Tese de Mestrado em Recursos Florestais –

Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 33 – 46,2000.

LINSLEY, R.K. Jr. *et al.* **Hydrology for engineers**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1975.

MEDEIROS, J. D. **Avaliação de impacto ambiental**. In: Reunião anual da sociedade brasileira para o progresso da ciência. Anais 47, 1995.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando à identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. p. 96, 2003. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MOULD, J.; AARONSON, M. **The extended giant branches of intermediate age globular clusters in the Magellanic Clouds**. *Astrophysical Journal*, part. 1, vol. 240, p. 464-477, 1980. Disponível em <http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?1980ApJ...240..464M> Acessado em 12 de fevereiro de 2011.

NETO, F.; DEUS, F. *et al.* **Uso de sistemas de informações geográficas na determinação das características físicas de uma bacia hidrográfica**. In: Simpósio de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis, Brasil, 2007. Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPEp. 2581-2588, 2007.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2ª edição, p.422, 1989.

ODUM, P. E; BARRET, G.W. **Fundamentos da ecologia**. 5° ed. São Paulo: Thomson, 2007.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1983.

PIMENTA, A. S.; BAYONA, J. M. RAMÓN, T. G.; CÁNOVAS, A. M. **Evaluation of toxicity of liquid products from pyrolysis *Eucalyptus grandis* wood**. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 1999.

PIRES, J. S.R. **Planos de manejo de unidades de conservação de proteção integral: alguns aspectos conceituais e metodológicos**. In: Simpósio de Áreas Protegidas - Pesquisa e Desenvolvimento Socioeconômico I, 2001, Pelotas. Anais. Pelotas: UFPEL, p.75-85, 2001.

ROY, P. S.; TOMAR, S. **Landscape cover dynamics pattern in Meghalaya**. Remote Sensing, vol. 22, n° 18, 2001.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 2ªed. rev. Uberlândia. Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 1992.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. Oficina de Textos: São Paulo Oficina de Textos, p. 47-61, 2006.

SANTOS, K. **Caracterização Florística e Estrutural de Onze Fragmentos de Mata Estacional Semidecídua da Área de Proteção Ambiental do Município de Campinas – SP**. Tese de Doutorado. Campinas: IB / UNICAMP, 2003.

SANTOS, M. O dinheiro e o Território. IN: SANTOS, M *et al*. Território, Territórios – ensaio sobre o ordenamento territorial. 3° ed. Rio de Janeiro : DP&A,2007.

SARMENTO, P. **Avaliação da exatidão temática de cartografias de ocupação do solo: Abordagem aplicada a mapas derivados de imagens de satélite de média resolução espacial.** Tese de Licenciatura. Universidade de Évora, Portugal, 2007.

SKORUPA, A. L. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável.** Jaguaraúna : EMBRAPA, 2003.

SILVA, N.C. L *et al.* **Análise do Uso e ocupação do solo na microbacia Dom Tomaz no município de Três Lagoas – MS.** *In:* Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, IPABHi, p. 325-330, 07-09 novembro 2007,

STRAHLER, A. N. **Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks.** *In:* CHOW, V. T. (Ed.) Handbook of applied hidrology. New York: McGraw – Hill, p. 439 – 476, 1957.

SCHUMM, S.A. **Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey.** Geological Society of America Bulletin, New York, v. 67, p. 597-646, 1956.

TEODORO, I. L. V.; TEIXERA, D.; COSTA, L.J.D.; FULLER, B. B. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental.** Rev. UNIARA, n.20, p. 37 – 56, 2007.

TUCCI, C.E.M. (Org.). **Escoamento em rios e reservatórios.** *In:* Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, capítulo 12, 1993.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Concepção do Controle de Enchentes na Região Metropolitana de Curitiba.** *In:* Drenagem urbana: gerenciamento, simulação e Controle. Porto Alegre: ed. ABRH, p. 27-37, 1997.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI - Enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do Baixo Rio Doce e da região norte do Espírito Santo, e sua interpretação para uso agrícola**. Viçosa: UFV, 153p, 1984.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw – Hill, 1975.

WISLER, C.O.; BRATER, E.F. **Hidrologia**. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1964.

WOODCOCK, R. G. **Weather and climate**. Estover: MacDonald & Evans, 1976.

YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. Rev. Adm. Púb., v.27, n.2, p.5-18, 1993.