



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS – PB

**A APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO ESPACIAL DA MICROBACIA
DO RIO FARINHA – PB CONSOANTE A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA**

Patos – Paraíba – Brasil

2011

HÉRIC CAVALCANTI MASCARENHAS DOS SANTOS

**A APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO ESPACIAL DA MICROBACIA
DO RIO FARINHA – PB CONSOANTE A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA**

Projeto apresentado à Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como requisito para elaboração do projeto de conclusão de curso.

Orientador: Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça

Patos – Paraíba – Brasil

2011

HÉRIC CAVALCANTI MASCARENHAS DOS SANTOS

**A APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO ESPACIAL DA MICROBACIA
DO RIO FARINHA – PB CONSOANTE A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, como parte das
exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

APROVADA em: ___/___/___

Prof. Dr. IZAQUE FRANCISCO CANDEIA DE MENDONÇA (UAEF/UFCG)

Orientador

Prof. Dra. JOEDLA RODRIGUES DE LIMA (UAEF/UFCG)

1ª Examinadora

Prof. MSc. IRENALDO PEREIRA DE ARAÚJO (UEPB)

2º Examinador

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Bacias hidrográficas.....	9
2.3 Importância Ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP's).....	11
2.4 Geotecnologias.....	13
2.4.2.1 Processamento digital de imagem.....	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	16
3.2 Materiais.....	19
3.3 Processamento digital de imagem.....	20
3.4 Geração de mapas.....	22
3.2.1 Mapa de uso do solo.....	22
3.2.2 Mapa com as Áreas de Preservação Permanente.....	23
3.3 Verificação da Adequação do Uso versus Legislação Ambiental.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

SANTOS, Heric Cavalcanti Mascarenha dos. **A aplicação de geotecnologias na gestão espacial da microbacia do Rio Farinha – PB consoante a legislação ambiental brasileira.** 2011. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos – PB, 2011 46p.

RESUMO

Como uma unidade para fins de planejamento, por integrar água e solo, vultoso para a manutenção da vida, a bacia hidrográfica se constitui de fundamental importância para o manejo e gestão do ambiente e dos recursos naturais. Desta forma este trabalho objetiva geoespacializar o uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, observando-se o que expressa à legislação ambiental brasileira. A microbacia hidrográfica do Rio Farinha localiza-se na região centro-oeste do Estado da Paraíba, compreende uma superfície de 822,7 km² e está circunscrita às coordenadas geográficas 07°01'39" a 07°16'50" de latitude sul e 36°43'41" a 37°16'28" de longitude a oeste de Greenwich. Utilizaram-se imagens do Satélite Landsat-5 e os procedimentos de técnicas de geoprocessamento, sendo a integração de planos realizada no Sistema de Informações Geográficas Idrisi Andes versão 15.0. Para se verificar a conformidade da adequação do uso do solo, cruzaram-se os planos de informações do atual Uso do Solo e das Áreas de Preservação Permanente. Dentre as classes de uso e ocupação do solo, a Caatinga arbustiva arbórea aberta (CAAA) foi a mais expressiva com 46,5% da área. Observaram-se manchas de antropismo seguindo as margens do Rio Farinha e principalmente nos arredores das cidades e distritos. Nas áreas mais altas da microbacia, preponderantemente na Serra do Aba, foi encontrado um tipo de vegetação diferenciada. Aproximadamente metade das terras da bacia são áreas de preservação permanente e de uso restrito.

Palavras chave: Imagens orbitais, SIG, degradação ambiental

SANTOS, Heric Cavalcanti Mascarenhas, **THE APPLICATION OF GEO SPATIAL MANAGEMENT IN THE FARINHA RIVER - PB ACORDING TO THE ENVIRONMENTAL LEGISLATION**. 2011. Monograph (Graduation in Forestry) – Federal University of Campina Grande, Rural Health and Technology Center, Patos – PB, 2011.

ABSTRACT

As a unit for planning purposes, to integrate water and soil, bulky for the maintenance of life, the watershed is of fundamental importance to management and management of the environment and natural resources. Therefore, this study aims to use the spatial distribution and land use in the watershed of the Farinha River, observing that which expresses the Brazilian environmental legislation. The watershed of the Farinha River is located in the central-western state of Paraíba, it covers an area of 822.7 km² and is bounded by the coordinates 07° 01' 39" to 07° 16' 50" latitude and 36° 43' 41" at 37° 16' 28" longitude of Greenwich. We used images from the Satellite Landsat-5 and the geo processing techniques, and the integration of plans was done in the Geographic Information System Idrisi Andes version 15.0. In order to verify compliance of the adequacy of land use, we crossed plans of the current information of the Land Use and the Preservation Areas. Among the classes of land use and soil, open wooded Caatinga shrub (CAAA) was more significant with 46.5% of the area. We observed patches of anthropogenic following the shores of the Farinha River and especially on the outskirts of cities and districts. In higher areas of the watershed, primarily in Sierra Aba, we found a different type of vegetation. Approximately half of the land in the basin is permanent preservation areas and restricted use.

Keywords: Orbit Pictures, GIS, environmental degradation

1 INTRODUÇÃO

A desordenada atividade antrópica de uso e ocupação da terra, impulsionada pelo crescimento desenfreado da população e seu atual modelo econômico, são alguns dos fatores responsáveis pelos resultados catastróficos das pressões sobre os recursos naturais. Cada vez mais é sugerido o uso de geotecnologias em análises ambientais, de modo que se possa analisar, fiscalizar e sugerir diretrizes, com um ótimo custo-benefício.

Em bacias hidrográficas na região semiárida do Brasil, especificamente no médio sertão da Paraíba, é comum o uso do solo em faixas marginais aos drenos e em áreas declivosas, prática esta, não permitida pela legislação ambiental. Estas situações podem ser justificadas se levarmos em conta o baixo nível de conhecimento técnico da população local, que impulsionados pela busca de recursos financeiros (para sobrevivência ou fins especulativos), extrapolam a baixa capacidade de suporte da caatinga com uso inapropriado destas áreas para produção agropecuária.

Para identificar tais efeitos, com celeridade de tempo e economicidade de custos, é proposto o uso de tecnologias espaciais que permitam estudos e monitoramentos do espaço terrestre. É sugerido o levantamento das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e de uso restrito, assim como as áreas de cobertura e uso do solo, para através do cruzamento desses dados, alcançar o modelo ideal para gestão espacial de uma microbacia, consoante à legislação ambiental.

Considerando-se que: a bacia hidrográfica é toda área natural de captação da água da chuva, obtida pelos canais de drenagem, até o ponto final de descarga (exutório); que a água é um elemento dinâmico da bacia hidrográfica, carreando para os cursos de água partículas minerais de diferentes características; que a cobertura vegetal influi na qualidade e quantidade dos sedimentos que são carregados pela água; que os organismos vivos necessitam de água para sobreviver; podemos afirmar que é imprescindível o uso de alta tecnologia, planejamento e gerenciamento de recursos naturais para uma análise precisa da bacia hidrográfica.

Para subsidiar o planejamento e gestão da microbacia, pretende-se aplicar uma metodologia, utilizando-se geotecnologias, que assegurem a investigação de eventos ambientais, com suporte de dados espaciais disponibilizados gratuitamente por agências governamentais nacionais e estrangeiras.

Sabe-se que é de extrema importância o conhecimento sobre os processos de uso e ocupação do solo, mas o levantamento da área em estudo, de maneira tradicional, demandaria muito tempo e custo impraticável, por esta razão optou-se por utilizar imagens de satélite,

correspondente à área de estudo, como suporte à gestão espacial, para a adequação do uso do solo com vista ao cumprimento da legislação ambiental brasileira.

Este trabalho propõe Geoespacializar o uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, gerando um banco de dados sobre o atual uso do solo e áreas de preservação permanente (app's) e de uso restrito, de acordo com a legislação ambiental brasileira, visando ainda, fornecer informações para gestão ambiental e políticas públicas, para estabelecer uma nova abordagem da problemática ambiental no semiárido paraibano, com emprego de suporte tecnológico avançado representado por imagens orbitais e pelos Sistemas de Informações Geográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacias hidrográficas

Os primeiros estudos que utilizaram a bacia hidrográfica como unidade de planejamento surgiu nos Estados Unidos da America no ano de 1933. No Brasil, este tipo de estudo surgiu em 1946 no Estado de Pernambuco com aplicações à conservação do solo; posteriormente, em 1980 no Estado do Paraná, ocorreu a primeira grande experiência comunitária de microbacias (OSAKI, 1994 apud ARAÚJO E PINENSE, 2006). No entanto, ao decorrer do tempo, varias definições foram formuladas para conceituar uma bacia hidrográfica e verifica-se que existe uma grande concernência entre os autores, que definem esse recorte espacial tomando como base a área de concentração de uma rede de drenagem.

Assim, dentre as semelhantes propostas analisadas para definir uma bacia hidrográfica, pode-se citar a de Barrela (2001 apud TEODORO et al., 2007):

um conjunto de terras drenadas por um Rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e Rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e Rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros Rios, esses pequenos Rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando Rios maiores até desembocarem no oceano.

Considerando-a uma unidade para fins de planejamento, por integrar água e solo, vultoso para a manutenção da vida, a bacia hidrográfica se constitui de fundamental importância para o manejo e gestão do ambiente e dos recursos naturais. Ela é estabelecida pelas inter-relações dos elementos que constituem sua paisagem (solo, clima, vegetação...) e os mecanismos intempéricos que atuam sobre sua esculturação (chuvas, sol, ventos...)(ARAÚJO E PINENSE, 2006).

Portanto, de acordo com Teodoro *et al.* (2007), para uma melhor compreensão de seus processos e um melhor gerenciamento de sua área, a bacia hidrográfica pode ser subdividida em duas unidades, sendo elas: sub-bacia e microbacia.

2.1.1 Sub-bacia e microbacia hidrográfica

A bacia hidrográfica abrange uma extensa superfície territorial e pode ser subdividida em sub-bacia ou microbacia. Partindo do processo da fragmentação como forma de homogeneizar as variáveis de um espaço físico terrestre, esta subdivisão parte da necessidade de se estreitar, por uma menor unidade de área, as relações de interdependência existentes entre os fatores que regem uma bacia hidrográfica.

Ao discutir conceitos de sub-bacia e microbacia, Teodoro *et al.*, (2007) colocam que as definições que envolvem as subdivisões da bacia hidrográfica, diferentemente das que colocam para bacia hidrográfica, apresentam abordagens divergentes entre os fatores que vão do físico ao ecológico.

Este trabalho segue a definição dada por Mosca (2003, *apud* ARAÚJO & PINENSE, 2006) que “considera a microbacia 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”. Desta forma, observa-se neste conceito a importância de se identificar e monitorar as relações dos impactos ambientais a partir de uma microbacia.

Para evidenciar a importância da microbacia, no contexto de planejamento dos recursos naturais, Sabanês (2002, p.81) coloca que:

quanto mais se aprofunde na sociedade sobre a degradação do meio ambiente e se avance na geração de conhecimentos de como produzir sem degradar os recursos naturais, mais se destaca a gestão integrada da microbacia hidrográfica, como uma das melhores alternativas de planejamento e ação para a conservação e manejo dos recursos naturais.

A maior parte da área do semiárido brasileiro ocorre sobre o embasamento cristalino, formado por uma grande superfície de aplainamento entre 300 e 500m de altitude (Andrade, 1977; Souza et al. 1994 *apud* LEMOS & RODAL, 2002). Por tal motivo se caracterizam por um armazenamento de água mínimo ou nulo (ALBUQUERQUE, 1984). A maior parte da água que precipita no período das chuvas escoam superficialmente alimentando os cursos de água, que estão expostos a intenso processo de evaporação, em torno de 2800 mm anuais (MOLLE, 1989). Sob esta ótica, percebe-se como é importante manter uma boa gestão e um bom manejo em suas microbacias, a fim otimizar a utilização dos recursos naturais.

Diante da importância ambiental nas atividades de planejamento e gerenciamento de microbacias e da necessidade de rapidez nos diagnósticos nas tomadas de decisões, o uso de técnicas computacionais que possibilitam a realização de estudos e análises espaciais tem se

mostrado eficaz, notadamente quando se faz necessário monitorar e mapear o uso e ocupação dos solos em áreas especiais que necessitam serem preservadas (CERQUEIRA, 2006).

2.2 Legislação vigente sobre Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Reserva Legal (RL)

No tocante a preservação das florestas, o principal e primeiro dispositivo legal foi o Código Florestal de 1934, que se originou do Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934. Tinha por objetivo proteger os recursos florestais e estabelecia que $\frac{1}{4}$ (um quarto) da área de uma propriedade tinha que ser de floresta, que não podia ser derrubada (BRASIL, 1934).

Em 15 de setembro de 1965, como marco na legislação brasileira, foi editado, em substituição ao código de 1934, um novo código florestal que nos dias atuais ainda se encontra em vigência (Lei nº 4.771). Este código possui 48 artigos que dispõem sobre as áreas a serem protegidas e as medidas legais necessárias para sua preservação, como também, as devidas penalidades conferidas aos infratores (BRASIL, 1965). Atualmente, tendo em vista as necessidades de atualização, amparada nos aspectos políticos e no avanço tecnológico, esse código está em análise, nas instâncias do legislativo, da comunidade científica e da sociedade civil para possíveis mudanças que atendam ao pressuposto.

Alguns artigos do código florestal de 1965 sofreram alterações e acréscimos, neste sentido, a Lei no 7.803 de 18 julho de 1989 foi sancionada pela Presidência da República. Seu conteúdo estabelece normas com o intuito de proteger as florestas e as diversas formações de vegetação. Desta forma, nesta lei estão delimitadas as APP's com um foco ambiental de proteger o solo contra erosões, deslizamentos, assoreamentos dos corpos d'água e de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade, sobretudo, garantir o bem estar das populações (BRASIL, 1989).

2.3 Importância Ambiental das Áreas de Preservação Permanente (APP's)

O diagnóstico e o gerenciamento subsidiam a legislação ambiental aplicada às áreas rurais, especialmente no que tange a aplicação do Código Florestal Brasileiro (Lei N. 4771, de 15 de setembro de 1965) que torna as florestas bens de interesse comum, determinando assim, a obrigatoriedade da existência de áreas de reserva legal e preservação permanente, visando, em termos gerais, preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, o fluxo gênico da fauna e da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

Lacerda e Barbosa (2006) ressaltam que apesar da sua importância e de sua proteção legal, a cobertura vegetal presente nas áreas ciliares vem sendo degradadas, contribuindo para intensificar a erosão dos solos e a destruição da vida silvestre. A descaracterização dos cenários à margem de cursos d'água deve-se, possivelmente, por estes espaços possuírem solos propensos a serem utilizadas para fins agrícolas.

Para Skorupa (2003) os benefícios das APP's podem ser enxergados por dois aspectos: o primeiro desrespeita a importância das APP's como componentes físicos de um agroecossistema; o segundo, aos serviços ecológicos que ela desempenha dentro de seus processos de associação entre o meio biótico e abiótico.

2.3.1 Importância física

- Em encostas acentuadas, a vegetação promove a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água;
- Na área agrícola, evita ou estabiliza os processos erosivos;
- Como quebra-ventos nas áreas de cultivo;
- Nas áreas de nascentes, a vegetação atua como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua paulatina compactação. Permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso sendo capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos; por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos, provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os e assoreando-os;
- Nas margens de cursos d'água ou reservatórios, garante a estabilização de suas margens evitando que o seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos; atuando como um filtro ou como um “sistema tampão”. Esta interface entre as áreas agrícolas e de pastagens com o ambiente aquático possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água, diminuem a vida útil dos reservatórios, das instalações hidroelétricas e dos sistemas de irrigação;
- No controle hidrológico de uma bacia hidrográfica, regulando o fluxo de água superficial e subsuperficial, e assim do lençol freático.

2.3.2 Serviços ecológicos

- Geração de sítios para os inimigos naturais de pragas para alimentação, reprodução;
- Fornecimento de refúgio e alimento (pólen e néctar) para os insetos polinizadores de culturas;
- Refúgio e alimento para a fauna terrestre e aquática;
- Corredores de fluxo gênico para os elementos da flora e da fauna pela possível interconexão de APP's adjacentes ou com áreas de Reserva Legal;
- Neutralização de substâncias tóxicas provenientes das atividades agrícolas por organismos da meso e microfauna associada às raízes das plantas;
- Controle de pragas do solo;
- Reciclagem de nutrientes;
- Fixação de carbono, entre outros.

2.4 Geotecnologias

A geotecnologia se caracteriza como um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica, as geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e pessoas que trabalham com processamento de dados. A integração destes elementos resulta em poderosas ferramentas para tomada de decisão.

Neste contexto, dentro das geotecnologias, se evidencia o Geoprocessamento que segundo Câmara et al (2001) denota a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georeferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

2.4.1 Sensoriamento remoto

Florenzano (2007, p.11) coloca que o termo sensoriamento refere-se à obtenção dos dados, e remoto, à distância, ou seja: “sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter

imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície terrestre”.

Os sensores podem ser classificados, quanto à fonte de energia utilizada por eles, em sensores ativos e passivos. Os passivos, utilizado pelos satélites, dependem de uma fonte de radiação externa para que possam operar e detectar a radiação solar refletida pela terra ou emitida pelos objetos de sua superfície. Já os ativos, produzem a própria radiação que utilizam, a exemplo dos radares, e para seu funcionamento produzem a energia radiante que interage com os objetos da superfície terrestre (NOVO, 1989).

Os satélites, sob a óptica do sensoriamento remoto, são definidos como engenhos desenvolvidos pelo homem, que orbitam em torno da terra, a fim de coletar e transmitir informações dos alvos de sua superfície (MOREIRA, 2011). Os dados dos sensores remotos, através das imagens de satélite, possibilitam estudos e monitoramento de fenômenos antrópicos, e naturais (FLORENZANO, 2007).

2.4.2 Sistema de informação geográfica (SIG)

A década de 80 foi marcada por grandes avanços das tecnologias computacionais. Martin (1980) apud Miranda (2005) evidencia que nesta década houve um crescente interesse na manipulação geográfica através do computador. Por consequência, este processo resultou no desenvolvimento e evolução de sistemas que ficaram conhecidos como SIG.

De acordo com Miranda (2005, p.25) a maioria dos autores, estudados por ele, convergem para a definição de SIG, como: “Um sistema de computador que colecciona, edita, integra e analisa informações relacionadas à superfície da Terra”. Essa tendência para definir SIG como um sistema informatizado se dá em virtude do avanço tecnológico dos computadores. Já Chrisman (1997) apud Miranda (2005), procurando envolver tudo e todos que fazem parte de um ambiente se um SIG apresenta uma definição, que segundo ele, é um consenso entre 30 especialistas: “Um sistema de computadores e periféricos, programas, dados, pessoas, organizações e instituições com o propósito de coletar, armazenar, analisar e disseminar informações sobre áreas da terra”.

Weber et al. (2010) concluíram que o sistema de informação geográfica é uma tecnologia fundamental de apoio a qualquer projeto que se pretenda resolver os problemas ambientais relacionados às bacias hidrográficas. Seu uso torna possível a integração e manipulação de dados, de forma rápida e eficaz, gerando informações, capaz de subsidiar

tanto o diagnóstico quanto o gerenciamento da área de uma bacia, sem necessariamente acarretar em investimentos elevados.

Segundo Oliveira et al. (2008) o uso associado dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) com o Sensoriamento Remoto, pode servir para o poder público verificar a execução dos projetos de desenvolvimento locais, com base na legislação ambiental e na ocorrência do uso inadequado da terra.

2.4.2.1 Processamento digital de imagem

Segundo Gonçalves (1997, apud BARBOSA 2009):

“O processamento digital de imagens, de uma maneira geral, tem com função primordial o desenvolvimento e a utilização de técnicas para identificar, extrair, condensar e realçar informações de interesse para determinados fins, a partir de uma enorme quantidade de dados que usualmente compõem a imagem. Para isso, sistemas dedicados de computação são utilizados para atividades interativas de análise e manipulação das imagens brutas”.

As operações de pré-processamento são frequentemente chamadas de procedimentos de retificação e restauração de imagens, porque normalmente precedem a manipulação e análise dos dados da imagem para extrair informações específicas. Estas técnicas têm como objetivo corrigir distorções ou degradações da imagem que foram originadas no processo de aquisição da mesma, de forma a gerar uma representação mais fidedigna da cena original.

O realce de imagens diz respeito à modificação de imagens para torná-las mais apropriadas às capacidades de visão humana. Independente da extensão da intervenção digital, a análise visual desempenha um papel muito importante em todos os aspectos do sensoriamento (EASTMAN, 2006). Dessa maneira, o realce de imagem nada mais é que uma técnica utilizada para aumentar a definição dos elementos da imagem, por meio do aumento de contraste. Sendo assim, considerando uma imagem em 8 bits ou 256 níveis de cinza (NC), o realce consiste em deslocar os valores de níveis de cinza mais altos (mais claros) para próximos de 255 e os níveis de cinza mais baixos são arrastados para próximos de zero (MOREIRA, 2001).

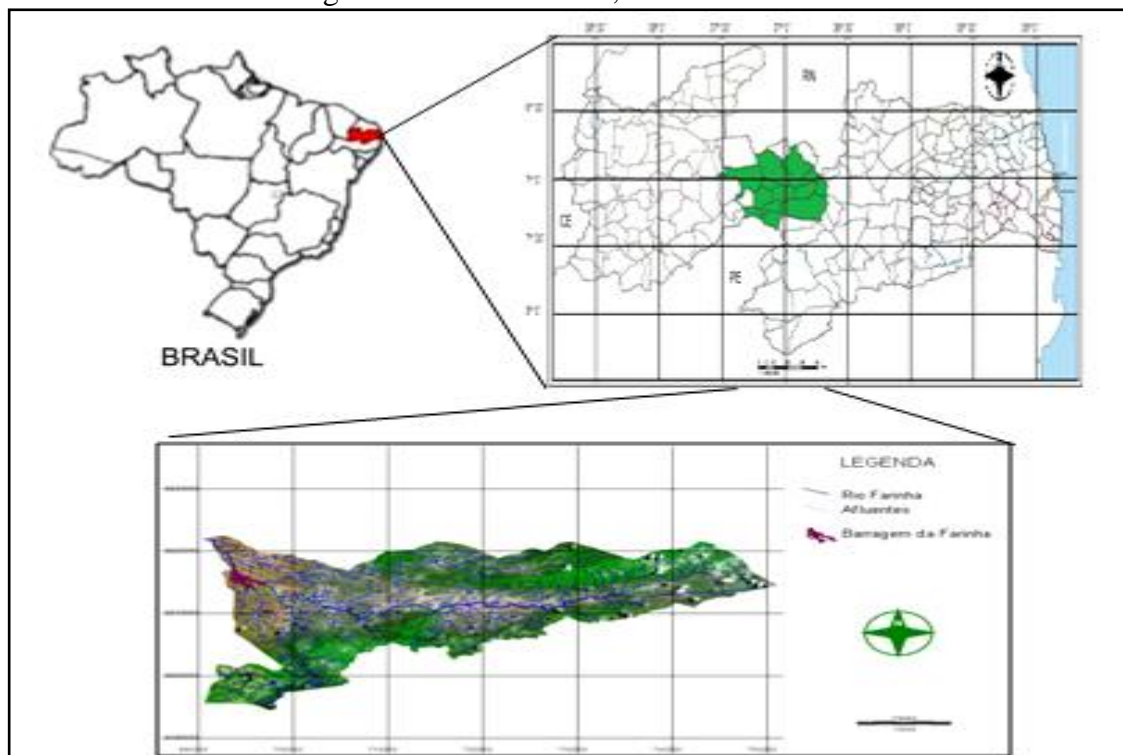
Para propósitos de mapeamento é essencial que as imagens de sensoriamento remoto sejam georreferenciadas com exatidão ao mapa proposto como base (EASTMAN, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A microbacia hidrográfica do Rio Farinha compreende uma superfície de 822,7 km² e está circunscrita às coordenadas geográficas 07°01'39" a 07°16'50" de latitude sul e 36°43'41" a 37°16'28" de longitude a oeste de Greenwich. Localiza-se na região centro-oeste do Estado da Paraíba (Figura 1), englobando totalmente o município de Passagem e, parcialmente, os municípios de Assunção, Salgadinho, Junco do Seridó, Santa Luzia, São Mamede, Quixaba, Patos, Teixeira, Cacimbas, Taperoá e Areia de Baraúnas (ARAÚJO, 2010).

Figura 1 — Mapa do Estado da Paraíba, em destaque os municípios que compõem a bacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.



Fonte — Adaptado de Araujo (2010).

Conforme descrito, em relação aos municípios que compõem a microbacia do Rio Farinha (Tabela 1), observa-se, dentre estes, que Passagem, Areia de Baraúnas, Cacimba de areia e Salgadinho se destacam com uma área de seu território inserido à microbacia, bastante expressiva, com 100, 99,8, 96 e 84,6% respectivamente. Em seguida, se sucedem os municípios de Cacimba, Teixeira e Quixaba com 47,87; 38,97; e 31,12% de suas áreas

pertencentes à microbacia. Os sete demais municípios, que fazem parte da microbacia, apresentam um percentual baixo de sua área territorial distribuídos na área de estudo.

Tabela 1 — Municípios que integram a microbacia hidrográfica do Rio Farinha com suas respectivas áreas.

Município	Área do município Km ²)	Área do município que está na microbacia do Farinha (Km ²)	Porcentagem da área do município que está na microbacia do Farinha (%)
Areia de Baraúnas	96,34	96,02	99,67
Assunção	126,43	8,20	6,49
Cacimba de Areia	233,04	224,08	96,0
Cacimbas	142,93	68,42	47,87
Desterro	179,39	0,1	0,06
Junco do Seridó	170,41	2,73	1,60
Passagem	111,88	111,88	100
Patos	512,79	39,9	7,78
Quixaba	116,95	36,4	31,12
Salgadinho	184,24	155,8	84,56
Santa Luzia	455,7	17,65	3,87
São Mamede	530,72	1,65	0,31
Taperoá	639,96	16,31	2,55
Teixeira	114,44	44,6	38,97
	3.615,2	824,5	

Fonte — Araujo (2010)

Ainda de acordo com Araujo (2010), a microbacia, aqui estudada, faz fronteira com as microbacias hidrográficas do Sabugi, ao norte, e com a do Rio da Cruz e do Açude Jatobá, a oeste, e com as Sub-Bacias do Pajeú, ao sul, na divisa entre os municípios pernambucanos de Itapetim e Brejinho com o município de Teixeira, e a do Rio Taperoá, a leste.

3.1.1 Clima

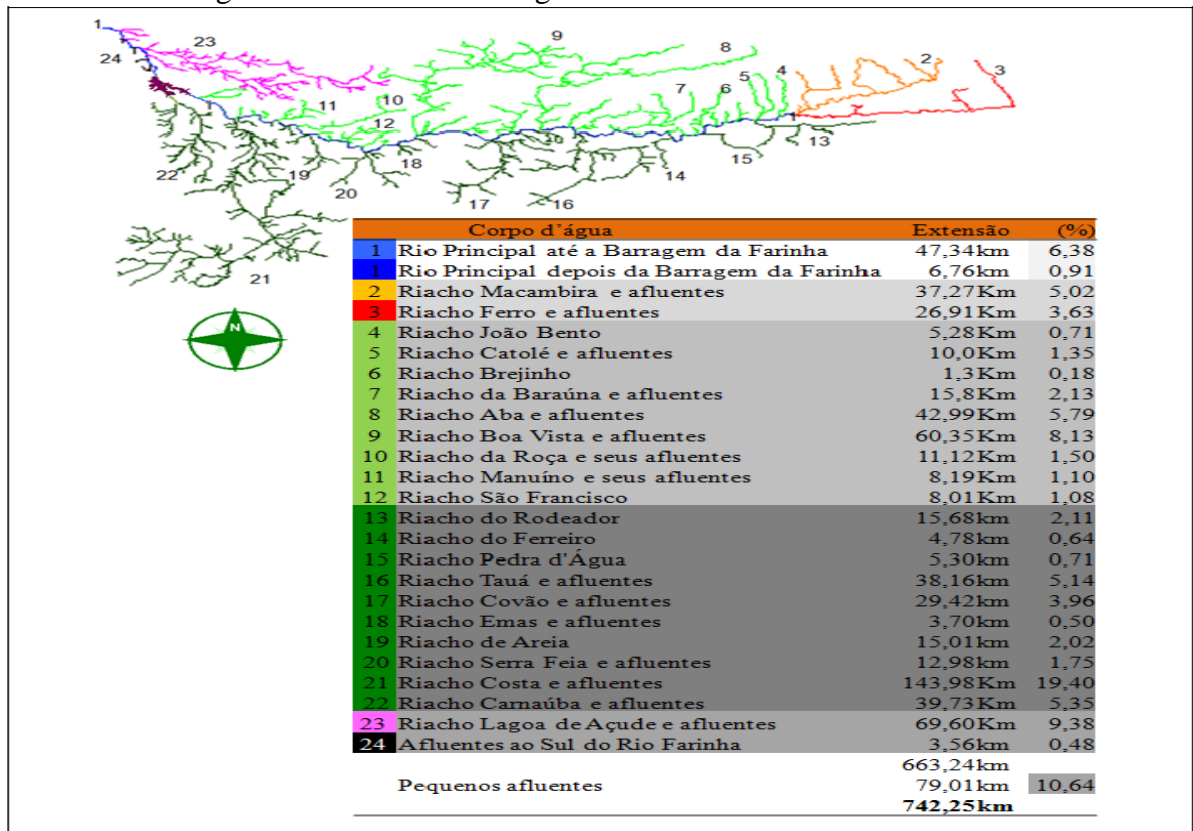
De acordo com a classificação de Köppen a microbacia do Rio Farinha possui clima predominante do tipo semi-árido quente, classificado como Bsh, com chuvas no verão de distribuição irregular, concentrando-se entre os primeiros meses do ano e uma precipitação média anual 698,9 mm – DCA/UFCG (2011).

3.1.2 Hidrologia

Segundo Nascimento (2011), “o arranjo dos exutórios e dos principais tributários no semiárido cristalino, condiz com padrões de drenagem com distribuição espacial do seguinte modo: dendrítica ou arborescente, retangular dendrítica (atribuída aos fenômenos tectônicos), paralela, anastomosada ou cataclinal”. O padrão de drenagem da área de estudo em causa apresenta características do tipo dendrítico (Figura 2) com fluxo intermitente sazonal exorréica, típica de região semiárida intertropical.

Na Figura 2 também se encontram alguns Rios e riachos que compõem a microbacia, bem como suas extensões e proporcionalidades relativas ao conjunto da rede de drenagem. Esses Rios e riachos têm seus leitos, em sua maioria, comandados pela rede de fraturamento da área (SUDENE, 1970; 1982a; 1982b; 1985 apud SOUSA JÚNIOR, 1999).

Figura 2 — Distribuição das redes de drenagem destacando a extensão dos riachos principais com seus afluentes e a percentagem ocupada com relação ao valor total da drenagem da microbacia hidrográfica do Rio Farinha.



Fonte — Araujo (2010)

3.1.3 Solos

O solo é resultante da ação conjunta dos fatores de formação, que são: Clima, relevo, seres vivos, material de origem e tempo. As reações físico-químicas no decorrer da história, englobando a diferentes eras, definem uma série de processos de formação (OLIVEIRA, 2008).

Devido a esses múltiplos fatores, inerentes a formação dos solos, pode-se perceber que existe, dentre as diferentes classes de solos, uma grande variabilidade espacial.

Na microbacia do Rio Farinha existem várias classes de solos. Na parte pediplanada predominam os Luvisolos Crômicos Órticos (anteriormente denominado de Bruno Não-

Cálcico) e nas outras regiões, Neossolo Litólico Eutrófico e Neossolo Regolítico Distrófico (EMBRAPA, 2006).

3.2 Materiais

Os dados cartográficos utilizados neste trabalho foram as cartas topográficas digitais da SUDENE de 1972, quadrículas de Patos (SB.24-Z-D-I) e Juazeirinho (SB.24-Z-D-II), na escala de 1:100.000 e sistema de referência UTM/SAD69. Os pontos amostrais, no trabalho de campo, foram coletas com o auxílio do GPS Garmin modelo 60 cxs com precisão absoluta de até 4m.

A imagem utilizada do sensor multiespectral Thematic Mapper-TM (Tabela 2) a bordo do satélite Landsat 5, referente a órbita 215, ponto 65 e passagem em 28-08-2010, processada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, com distribuição gratuita. De acordo com Embrapa (2009) o principal propósito das imagens deste sensor é oferecer subsídios para mapeamentos temáticos na área de recursos naturais. Neste trabalho, empregou-se somente as bandas 2, 3 e 4 do sensor TM. De forma auxiliar, também foram utilizadas imagens do Google Earth de alta resolução espacial.

Para a análise topográfica da microbacia foi empregado o Modelo Digital de Elevação (MDE) da Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, que teve como responsáveis executores a National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA). Esse MDE apresenta uma resolução vertical de 90m (EMBRAPA, 2009).

Tabela 2 — Bandas espectrais, área imageada e resoluções espectral, espacial, temporal e radiométrica do sensor TM.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
TM (Thematic Mapper)	(B1) AZUL	0.45 - 0.52 μm	30 m	16 dias	185 km	8 bits
	(B2) VERDE	0.50 - 0.60 μm				
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm				
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm	120 m			
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 μm	30 m			
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.08 - 2.35 μm				

Fonte — Embrapa (2009)

Como ferramentas computacionais utilizaram-se: o sistema de informação geográfica (SIG) IDRISI Andes V. 15.0, desenvolvido pela graduate school of geography da Clark University; AUTOCAD 18.0 para se visualizar as cartas digitais da SUDENE, como forma de se obter pontos de controle, para registro da imagem, e os canais de drenagem; e o Map Source como interface do GPS Garmin.

3.3 Processamento digital de imagem

3.3.1 Pré Processamento

Inicialmente foram promovidas as operações de manipulação de contraste, visando ampliar o contraste das feições da cena para um melhor realce dos alvos de interesse, aplicou-se uma saturação linear de “5%”, através do módulo “Stretch” do SIG IDRISI. Também como forma de se ter uma melhor percepção interpretativa, realizou-se a transformação RGB com a seguinte composição: no vermelho a banda 3; no verde a banda 4; e no azul a banda 2 (R3 G4 B2).

Para ajustar as coordenadas da imagem a uma coordenada já definida, ou seja, realizar o registro da imagem tomou-se como base de referência a carta topográfica da SUDENE de 1972, na projeção UTM. Lançou-se mão as coordenadas da carta, em pontos geralmente nas confluências de drenos, ferrovia e rodovias, e a posterior realizou-se seu georreferenciamento e reamostragem através do módulo “Reformat/Resample” do SIG Idrisi.

3.3.2 Classificação Visual e Supervisionada

Para o método visual cada tema identificado foi vetorizado e rotulado (atributo), em seguida, o conjunto dos vetores foram rasterizados sobre uma máscara previamente gerada com definição do polígono da bacia.

Na classificação automática usou-se o método de máxima verossimilhança (Maxlike). Conforme Lillesand e Kiefer (1994 apud BARBOSA, 2009). Neste método, inicialmente o algoritmo calcula a média dos níveis de cinza de cada classe dos dados de treinamento em cada banda, a variância e a correlação de cada classe de cobertura terrestre nas áreas de treinamento, considerando que os dados de cada classe estão normalmente distribuídos (distribuição gaussiana). Com estas informações, o desvio dos pixels ao redor de cada vetor média pode ser descrito, utilizando a função de probabilidade.

Para esta etapa de classificação, foram selecionadas dez amostras por classe, baseadas na rotulação formulada na interpretação visual da imagem RGB e conhecimento correlato da área de estudo. A rotulação dos temas abordados nesta pesquisa foi baseada em amostragem de campo, sendo selecionadas previamente na imagem três amostras, à reambulação, para cada classe temática.

Para uma melhor diferenciação das várias formas de vegetação existentes na microbacia do Rio Farinha, adotou-se a estratificação, que teve como finalidade mapear a vegetação paraibana, elaborada pelo PNUD/FAO/IBAMA (LINS & MEDEIROS, 1994; SILVA, 1994), que descreve as tipologias CAAA e CAAF. Estas duas foram adotadas por descreverem melhor o tipo de vegetação concernente a microbacia em estudo. Em função da aparição de uma Caatinga arbustiva nas áreas cumeadas, adotou-se também a tipologia CAS. Foram identificadas 4 classes de uso e ocupação do solo da microbacia do Rio farinha, a saber:

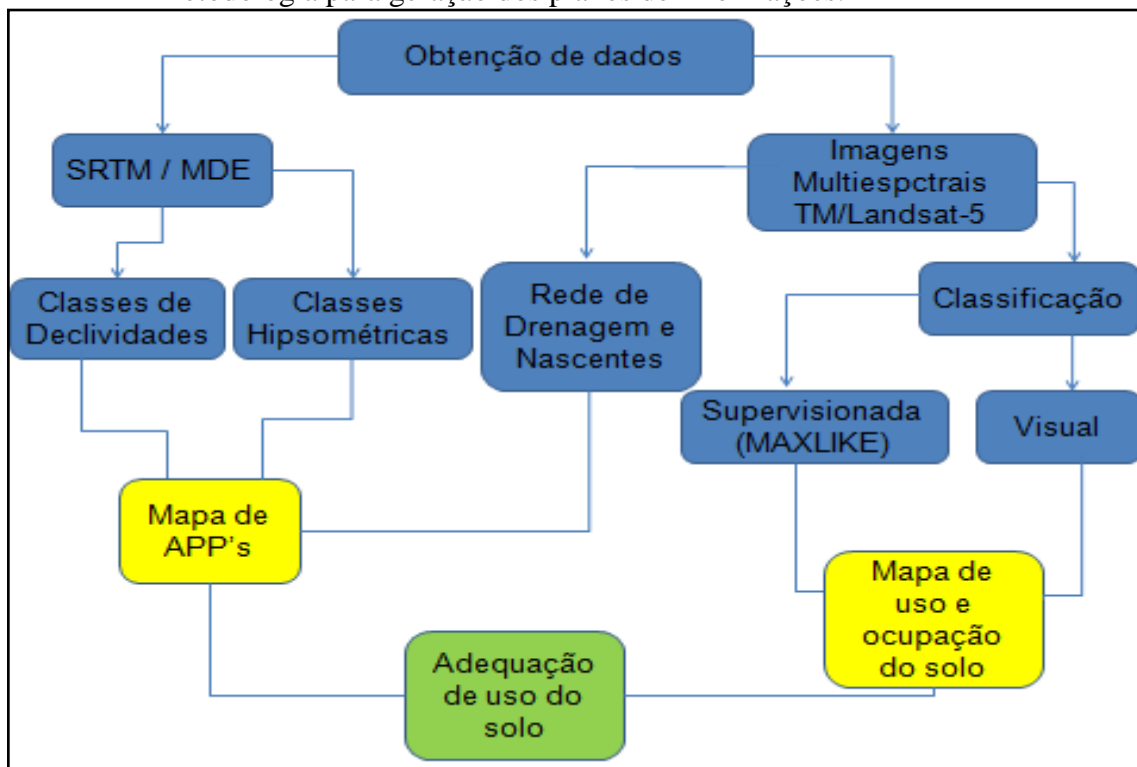
- CAAA (Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta): Vegetação rala com alguns indivíduos arbóreos, altura média de 3m, solos rasos e pedregosos, presença de vegetação herbácea e cactácea.
- CAAF (Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada): Vegetação densa, com porte, altura média de 4m, pouca vegetação herbácea e cactácea, vegetação arbustiva abundante, solos profundos e bem drenados.
- CAS (Caatinga Arbustiva Serrana): Vegetação densa composta por indivíduos arbustivos, em quase sua totalidade.

- ANT (Antropismo): Área de intervenção humana: pecuária, agricultura, exploração florestal e mineração.

3.4 Geração de mapas

Para a geração do mapa utilizado para a adequação do uso do solo, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) Idrisi, e seus passos estão descritos sucintamente na (Figura 3).

Figura 3 — Fluxograma de trabalho apresentando sinteticamente as principais fases da metodologia para geração dos planos de informações.



Fonte — Santos (2011)

3.4.1 Mapa de uso do solo

A partir da integração das classificações supervisionada e visual, gerou-se uma imagem híbrida com a qual se editou o mapa de uso do solo.

3.4.2 Mapa com as Áreas de Preservação Permanente

Para a constituição do mapa de APP's e uso restrito tomou-se como referência o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal N° 4.771, de 1965) e as Resoluções do CONAMA N° 302 e 303, de 20 de março de 2002. As classes mapeadas foram:

- **Declive superior a 45°** - em encostas ou partes destas com declividade superior a 100% na linha de maior declive;
- **Margens de drenos** - ao longo dos Rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1) de 30 metros para os cursos d'água menores de 10 metros de largura; 2) de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- **Montanha** – elevação do terreno com cota em relação à base superior a trezentos metros;
- **Morro ou monte** - elevação do terreno com cota do topo com relação à base entre 50 e 300 metros e encostas com declividade superior a 30% (aproximadamente 17 graus) na linha de maior declividade;
- **Uso restrito** - áreas situadas em declividades de 25 a 45 graus onde não é permitida a derrubada de florestas sendo, outrossim, tolerada a extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes;

Para a geração do mapa de Áreas de Preservação Permanente e uso restrito do solo utilizou-se o modelo digital de elevação da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, sendo a rede de drenagem e as nascentes digitalizadas sobre a imagem e rasterizadas sobre a máscara da poligonal da área de estudo. As APP's de margens de Rios, riachos e nascentes foram geradas no módulo “BUFFER” do Idrisi.

3.5 Verificação da Adequação do Uso versus Legislação Ambiental

Nesta fase final se procedeu o cruzamento dos planos de informações Uso do Solo e APP's, efetuado na função “Crosstab” do SIG Idrisi. Este processamento expressa a intersecção entre os Planos de Informações Uso da Terra e Áreas de Preservação Permanente. Considerando que a definição espacial de algumas áreas do uso pode se incluir em mais de uma classe de APP, serão adotados critérios de rotulação para os diferentes usos do solo,

permitindo, deste modo, a identificação da condição atualizada da distribuição espacial das terras, em conformidade às restrições explicitadas na legislação ambiental vigente no Brasil.

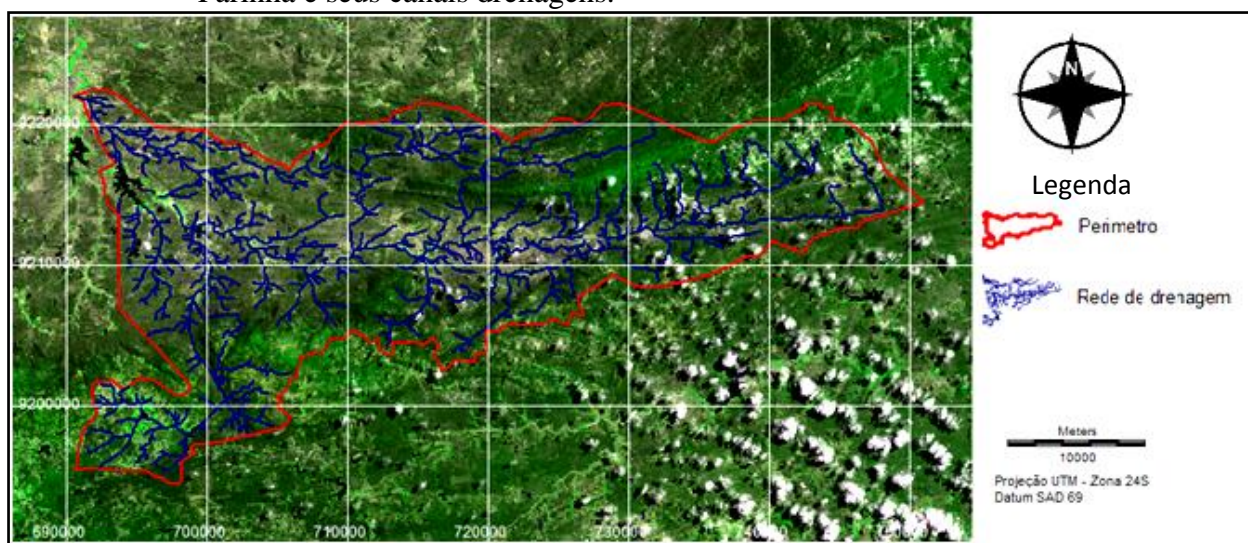
4 RESULTADOS E DICUSSÃO

4.1 Caracterização do meio físico

4.1.1 Carta Imagem

Na Figura 4 observa-se uma carta-imagem em composição colorida da microbacia do Rio Farinha. Em função do ser humano ser limitado a visualizar melhor os alvos em tons de cinzas, forma original das imagens de satélite, esta composição serviu como base para a diferenciação das classes encontradas na microbacia estudada. O verde claro representa a Caatinga arbustiva serrana (CAS) e culturas agrícolas, o verde escuro a Caatinga arbustiva arbórea fechada (CAAF), o verde com magenta a Caatinga arbustiva arbórea aberta (CAAA) e o magenta as manchas de antropismo. Na face leste destacam-se na tonalidade clara algumas nuvens.

Figura 4 — Carta-Imagem (R3-G4-B2, TM/LANDSAT) com destaque da microbacia do Rio Farinha e seus canais drenagens.



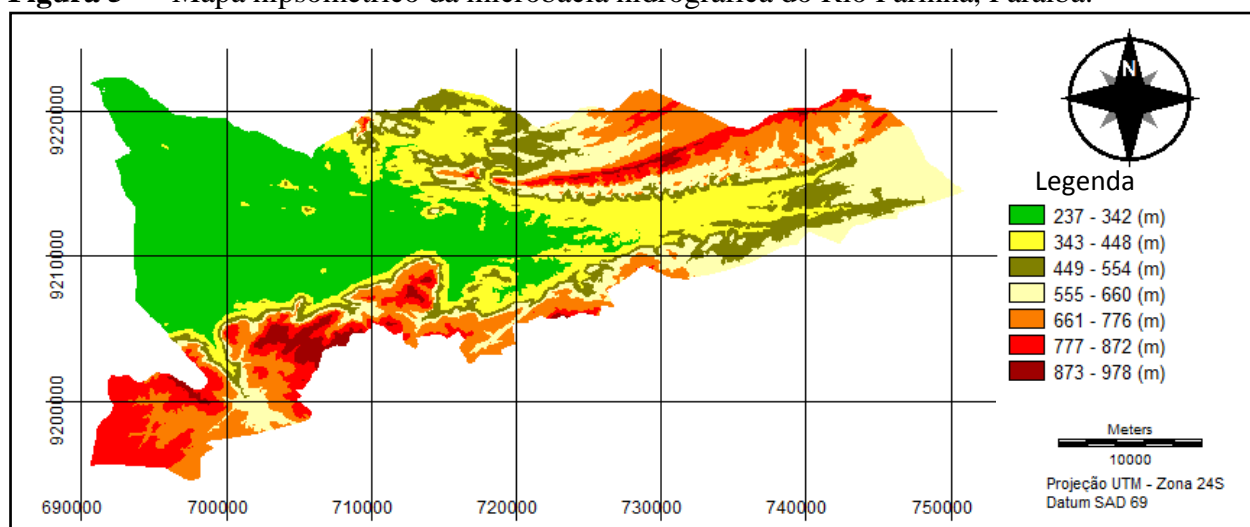
Fonte — Santos (2011)

4.1.2 Mapa hipsométrico

A partir da reclassificação do MDE foi gerado o plano de informação de hipsometria da microbacia do Rio Farinha (Figura 5), no qual contém 7 classes com equidistância de 105m entre elas e cotas variando de 237 a 978m. As regiões mais altas se encontram na parte superior do complexo Borborema, na porção Sudoeste, e no contraforte que parte desse

complexo, seguindo o sentido Leste/Oeste, chamado de Serra do Aba, situado na porção Nordeste da Figura 4 .

Figura 5 — Mapa hipsométrico da microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.



Fonte — Santos (2011)

Tabela 3 — Valores de áreas das classes de declividade microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.

Classes hipsométricas (m)	Área (km ²)	Área relativa a microbacia (%)
237 – 342	261,7	32,1
343 – 448	131,5	16,1
449 – 554	95,3	11,7
555 – 660	131,4	16,1
661 – 776	135,9	16,7
777 – 872	51,2	6,3
873 – 978	9,0	1,1
Total	816	100

Fonte — Santos (2011)

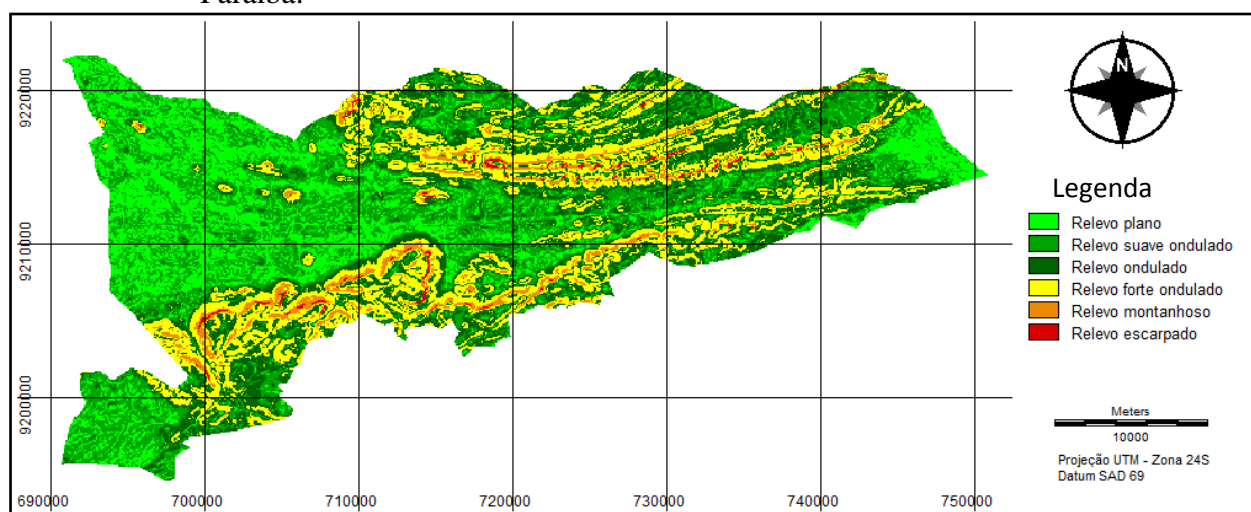
4.1.3 Mapa das classes de declividades

Na Figura 5, gerado a partir do MDE, preconizado pela classificação de relevo estabelecido pela (EMBRAPA, 1999), encontram-se as seis classes de declividades

pertencentes à microbacia do Rio Farinha. Pode-se observar ainda que na fratura localizada entre as regiões mais acidentadas, no sentido de Leste a Oeste, percebe-se o processo de pediplanação que forma a chamada zona da Depressão Sertaneja. Esta área possui uma extensa superfície de relevo de plano a ondulado, onde, de forma isolada, se encontram pequenas formações de relevo, classificado como montanhoso a escarpado, que corresponde aos Inselbergues, sendo estas elevações rochosas que servem como testemunho da formação geológica de um passado remoto. Observa-se também, áreas com o tipo de relevo de plano a ondulado em cima da chapada da Borborema, a Sul, e em cima da Serra do Aba, a Norte.

Ainda observando a mesma Figura, pode-se perceber que as áreas localizadas nas encostas do Maciço da Borborema, situado a face Sul, e nas encostas da Serra do Aba, situado a face Norte, possuem os relevos de forte ondulado a escarpado, e estes se encontram de forma bastante acidentada.

Figura 6 — Mapa de classes de declividade da microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.



Fonte — Santos, 2011

Na Tabela 4 estão os valores numéricos das áreas das respectivas classes de declividades. Observa-se que aproximadamente 75% do relevo da área varia de (0 à 20%) de declividade, correspondendo as formas de relevo plano, suave ondulado e ondulado. O relevo forte ondulado, com declividades entre (20 e 45%), corresponde a 20% da microbacia e o montanhoso e escarpado, com declividades compreendidas acima de (> 45%), correspondem a 4 e 0,6% respectivamente.

Tabela 4 — Valores de áreas das classes de declividade microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.

Formas de Relevos	Classes de declividade (%)	Área (Km ²)	Área relativa a microbacia (%)
Relevo plano	0 – 3	168,5	21,1
Relevo suave ondulado	3 – 8	240,7	30,1
Relevo ondulado	8 – 20	193,2	24,2
Relevo forte ondulado	20 – 45	160,3	20
Relevo montanhoso	45 – 75	32,2	4
Relevo escarpado	> 75	5	0,6
Total	–	816	100

Fonte — Santos (2011)

4.2 Mapa de uso e ocupação do solo

Na avaliação do plano de informação do uso e ocupação do solo foram identificadas três classes de vegetação, correspondente a sua estratificação, e uma classe de antropismo (Figura 7) e seus respectivos valores numéricos, em área, encontram-se na (Tabela 5). Para uma melhor visualização espacial da microbacia, acrescentou-se ao mapa os corpos d'água e a malha urbana.

CAAA – Pode-se observar, dentre as classes de uso e ocupação do solo, que houve uma predominância do estrato Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta, encontrando-se distribuída por toda a área, porém preponderantemente na parte plana. A CAAA representa 46,5% da área total da microbacia do Rio Farinha. Em estudo similar realizado na microbacia hidrográfica do Açude Jatobá-PB, adjacente a área de estudo, Mendonça *et al.* (2010), utilizando as mesmas classes de uso e ocupação do solo adotada neste trabalho, encontraram um valor de 29,7% para esta classe, e o mesmo padrão de localização nas áreas mais planas.

Nesta classe, no levantamento de campo, em nível de conhecimento dendrológico, observou-se uma Caatinga com baixa diversidade florística dos elementos arbustivo-arbóreos, apresentando predominantemente a espécie Jurema Preta, seguida de Marmeleiro, Catingueira, Pereiro e Favela. De acordo com Calixto Junior (2009) a Jurema Preta é indicadora de uma vegetação perturbada em estágio inicial de sucessão ecológica. Partindo desta premissa e das observações do comportamento desta Caatinga na imagem, pode-se

inferir que a vegetação pertencente a esta classe é bastante antropizada, sendo perturbada, principalmente, pelo pisoteio dos animais que a usam como suporte forrageiro.

CAAF – A classe CAAF compreende aproximadamente 24% da área da microbacia do Rio Farina e situa-se no sopé das elevações soerguidas. Esta identificação é praticamente igual à apresentada por Mendonça et al. (2010) que, para a tipologia supracitada, encontraram uma área de 23,3% da área total da bacia hidrográfica do Açude Jatobá, sendo esta ocupação, em sua maioria, nas áreas com declividades mais acentuadas. Este resultado, aparentemente, pode ser explicado em função da semelhança fisiográfica concernente as áreas de estudo, que englobam parte do Maciço da Borborema com elevadas declividades, espaço geográfico em que esta tipologia vegetal se desenvolve.

A vegetação Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada apresentou uma riqueza florística, em sua estrutura lenhosa, bastante considerável, a citar: Marmeleiro, Jurema Preta, Jurema Vermelha, Jurema Branca, Catingueira, Juazeiro, Pau Ferro, Frei Jorge, Maniçoba, Mororó, Jatobá, Feijão Bravo, Angico, Canela de Veado, Umbú, Aroeira, Imburana de Cambão, Mulungu, Pau Pedra, dentre outras não reconhecidas.

CAS – Essa tipologia vegetal foi classificada como Caatinga Arbustiva Serrana considerando sua estrutura arbustiva e sua espacialização nas áreas mais elevadas da Serra do Aba, onde se apresentou por toda sua extensão, observou-se ainda sua presença na face sudoeste Chapada da Borborema, e às proximidades da cidade de Teixeira. Visualmente pode-se perceber que a composição florística desta classe é bastante rica, porém, suas espécies não foram identificadas pela equipe exploradora, apresentando, desta forma, uma flora desconhecida e diferente das tipologias de caatinga circunscritas à microbacia do Rio Farinha e áreas adjacentes.

De acordo com Lemos (2002) a formação da vegetação das chapadas sedimentares do semiárido, também chamado de carrasco, com condições edáfico-climáticas bastante específicas, possui um padrão fisionômico em geral arbustivo, distinto do observado em áreas de vegetação caducifolia espinhosa (caatinga) situada em áreas do cristalino. Esse tipo de vegetação foi encontrado na área de cumeada da Serra do Aba, onde, conforme comentado, esta se apresenta em um contraforte que parte do Planalto da Borborema. Ressalta-se que nesta área existem manchas de solos caulíníficos (exploração do caulim), que segundo Rocha (1986) apresentam padrões de pouca vegetação.

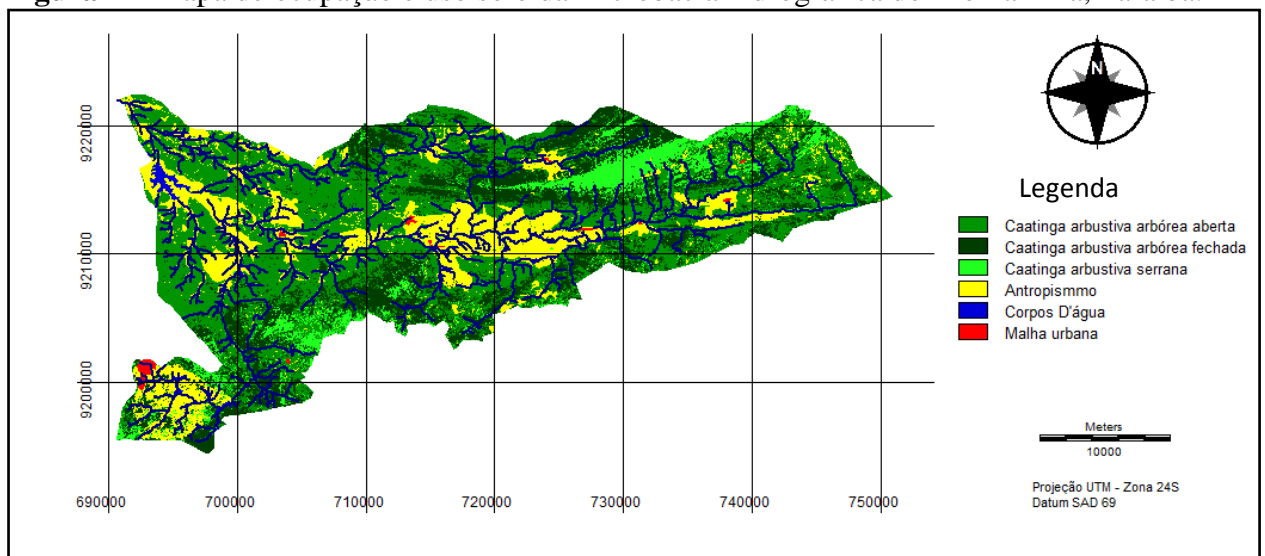
Comparada as demais classes identificadas, a CAS foi à classe que se apresentou com menor expressividade, com uma área relativa de aproximadamente 8%.

Antropismo – A classe Antropismo expressou uma área bastante singular com 19,5% em relação a toda microbacia do Rio Farinha. Essa área corresponde em cerca da metade do valor encontrado por Mendonça et al. (2010) que foi 41,4% e atribui este uso a agricultura de sequeiro e a pecuária extensiva. Pode-se observar na Figura 7 que as manchas maiores de antropização geralmente estão nas adjacências dos aglomerados urbanos.

Observa-se que existe um padrão de uso do solo às margens do Rio Farinha no sentido de Leste a Oeste, em toda sua extensão. Este modelo de ocupação remete a um passado remoto da colonização do Sertão Paraibano, que tinha os cursos d'água como fonte de acesso a água para o consumo dos exploradores e de seus animais, bem como uma forma de orientação para se explorar as terras de nascente à poente (GUEDES, 2006).

Na porção central percebe-se uma grande área antropizada a qual corresponde ao entorno da cidade e distrito do município de Passagem, no lado esquerdo do Rio Farinha (sentido leste/oeste), e da cidade de Areia de Baraúnas, no lado direito do Rio, no mesmo sentido. O município de Passagem possui uma expressiva atividade da caprinocultura, que é responsável por boa parte da degradação de suas terras. Na porção Nordeste da área de estudo observam-se pequenas manchas de antropismo, provenientes da atividade de exploração do Caulim e agricultura de sequeiro. Observam-se também áreas antropizadas nas imediações da barragem da Farinha, a Leste, e da cidade de Teixeira, a Sudoeste.

Figura 7 – Mapa de ocupação e uso solo da microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.



Fonte — Santos (2011)

Tabela 5 - Área das classes de uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.

Uso	Área (ha)	% em relação à área da microbacia
CAAA	379,6	46,5
CAAF	197,6	24,2
CAS	69,8	8,5
Antropismo	159,3	19,5
Corpos d'água	6,4	0,8
Área urbana	3,6	0,4
Total	816	100

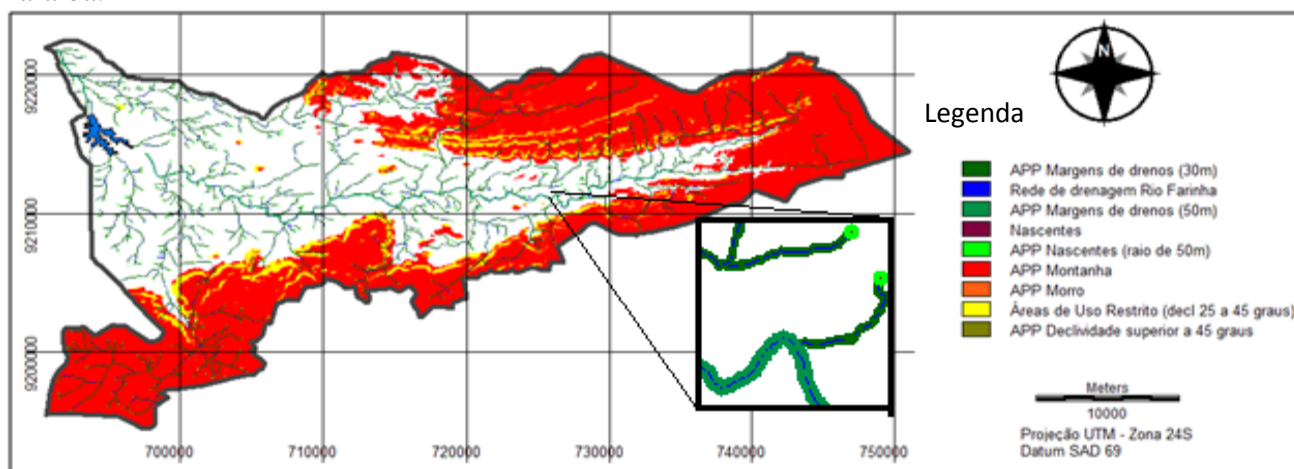
Fonte — Santos (2011)

4.3 Mapa de APP's

Na Figura 8 encontram-se, em uma representação gráfica, as áreas de preservação permanente e de uso restrito do solo da microbacia em estudo. As APP's e as áreas de uso restrito, de acordo com a legislação vigente, ocupam mais da metade da microbacia estudada, representando 55,7% (Tabela 5) da área total da microbacia. Observa-se que as APP's de montanha, de morro, de declividade superior a 45 graus e de uso restrito, estão situadas nas áreas de maiores altitudes e declividades, e correspondem a aproximadamente 90%. As APP's das nascentes estão bem distribuídas ao longo de toda a microbacia, porém, as dos drenos concentram-se, em sua maioria, na parte baixa. A APP que mais se destacou foi à montanha com 44,9%, seguida das margens de drenos e uso restrito com 4,5% e 3,8% respectivamente.

É importante frisar que a delimitação das larguras mínimas, previstas na legislação brasileira, para os cursos de água e nascentes, não consideram as diversas formas de superfície, clima, relevo, solo e, principalmente, as atividades desenvolvidas em seu entorno, o que pode diminuir sua eficiência na retenção de sedimentos (MACHADO et al., 2003). Outro fator relevante a ressaltar é que a resolução do CONAMA N° 303 tem gerado muita controvérsia sobre a demarcação das APP's localizadas em topo de morros, de montanhas e de linha de cumeada, porém, de acordo com Cortizo, (2007), apesar de sua redação deixar margem para más interpretações, em sua totalidade, ela não é ambígua nem inconsistente.

Figura 8 - Mapa das APP's e Área de Uso Restrito da bacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.



Fonte — Santos, 2011

Tabela 6 — Área das classes de APP's (Áreas de Preservação Permanente) e Uso Restrito na bacia hidrográfica do Rio Farinha, Patos – PB.

Classes de APP's e Uso Restrito	Área (ha)	% em relação à área da microbacia
Nascentes [raio de 50 m]	292	0,35
Margem de Drenos [30 m]	3701	4,50
Margem de Drenos [50 m]	531	0,65
Montanha	36898	44,89
Morro	1084	1,32
Declividade > 45°	149	0,18
Total	42655	51,89
Uso Restrito [Decl. de 25° - 45°]	3123	3,79

Fonte — Santos (2011)

4.4 Classes de uso e ocupação do solo versus APP's

O Quadro 1 evidencia, em números, um melhor entendimento do problema do uso indevido do solo em áreas de preservação permanente na microbacia estudada. Observa-se que a classe de uso do solo antropismo, conflita com as APP's em 6,49% (36,85 Km²) da área total da microbacia e deste total, a que se destaca mais é o antropismo na APP de Montanha

com 69,6% em comparação com as demais. De todas as APP's, a que expressa uma maior área em relação às demais é a APP de montanha com aproximadamente 81% do total. Este fato pode ser explicado pelo relevo da área que é bastante acidentado, gerando, desta forma, extensas áreas pertencentes a esta classe.

Observa-se no geral que as APP's estão em um bom estado de conservação, sendo evidenciado pelo fato de aproximadamente 88% delas estarem com cobertura vegetal. Sobretudo, destaque é dado para a CAAA e a CAAF que juntas somam 73,7% de vegetação em APP's.

Quadro 1 — Cruzamento das classes de uso e ocupação do solo com APP's na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba.

Classes	Área relativa (%)							Uso restrito
APP USO	Margem de drenos(30m)	Margem de drenos(50m)	Nascentes	Montanha	Morro	Decl > 45°	Total	
CAAA	1,93	0,15	0,18	15,97	0,43	1,21	19,87	0,05
CAAF	0,7	0,01	0,05	17,34	0,8	1,92	20,82	0,07
CAS	0,44	0,04	0,02	6,84	0,06	0,6	8	0,06
Antropismo	1,29	0,44	0,1	4,52	0,04	0,1	6,49	-
Total	4,36	0,64	0,35	44,67	1,33	3,83	55,18	0,18

Fonte — Santos (2011)

5 CONCLUSÃO

A utilização de imagens do sensor TM do satélite Landsat 5, do Modelo digital de elevação da SRTM e do SIG Idrisi permitiram gerar planos de informações sobre a microbacia hidrográfica do Rio Farinha, de maneira rápida e eficiente, além de gerar um banco de dados que poderá ser empregado para futuros planejamentos de sua gestão espacial, sobretudo agroambiental.

Foram encontradas quatro classes de uso e ocupação do solo, sendo CAAA a mais expressiva, seguidas por CAAF, Antropismo e CAS. As manchas de antropismo seguem às margens do Rio Farinha e principalmente nas adjacências das cidades e distritos.

Nas áreas mais altas, em áreas de chapadas sedimentares associadas com saliências de rochas graníticas, particularmente na Serra do Aba, encontrou-se uma tipologia vegetal diferenciada das demais classificadas para a caatinga, exigindo-se por este termo, aplicações científicas à sua caracterização florística e fitossociológica, inferindo-se os processos ecológicos que as determinam.

Aproximadamente metade das terras da bacia são áreas de preservação permanente e de uso restrito, sendo classificadas em valor de maior área, em ordem decrescente: montanha, drenos (30m), uso restrito, morro, drenos (50m), nascentes e declividade superior a 45 graus. De modo geral, apesar de existirem alguns conflitos, as APP's estão protegidas pelos três tipos de vegetação.

O antropismo conflita com as APP's e somam 6,49% da área total da microbacia. Isto indica a necessidade de um plano de gestão do território, somando-se a promoção da conscientização da população que habita a microbacia hidrográfica do Rio Farinha, da inequívoca importância da cobertura vegetal, na proteção do solo e da água, como recursos essenciais e preponderantes à manutenção do ecossistema e do desenvolvimento humano.

6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. P. T. Os Recursos de Água Subterrânea do Trópico Semi-Árido do Estado da Paraíba. Campina Grande: UFPB, 1984. **Dissertação**, Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal da Paraíba, 1984.

ARAÚJO, I. P. de. **Uso e degradação dos recursos naturais no semiárido brasileiro**: estudo na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba, Brasil. 2010. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2010.

ARAÚJO, P. R.; PINESE, J. P. P. Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas: aplicação de uma matriz de impacto ambiental na microbacia hidrográfica do ribeirão lindóia, zona norte de Londrina-PR.

BARBOSA, A. P. **Comparação de métodos de classificação de imagens, visando o gerenciamento de áreas citrícolas**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Brasil. **Institui o novo Código Florestal, Brasília—DF**. Disponível em: < [http:// www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 11 Mar. 2010.

BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de Julho de 1989. **Altera a Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e nº 7.511, de 7 de julho de 1986**. Disponível em: < [http:// www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 11 Mar. 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA, Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**. Brasília, 2002. Disponível em: < [http:// www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 11 Mar. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA, Resolução nº 303, de 13 de maio de 2002. **Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Brasília, 2002. Disponível em: < [http:// www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br)>. Acesso em: 11 Mar. 2011.

CALIXTO JÚNIOR, J. T. **Análise estrutural de duas fitofisionomias de caatinga em diferentes estados de conservação no semiárido pernambucano**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2009.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CERQUEIRA, M de S. **Utilização do geoprocessamento para estudo do uso e ocupação conflitante com a legislação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Manhuaçu, município de Manhuaçu, MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)—Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: < <http://www.geo.ufv.br/docs/monografias/marcelo.pdf>>. Acesso em: 10 Jun. 2011.

CORTIZO, S. **Topo de morro na Resolução CONAMA n° 303. 2007.** Disponível em: <http://www.fetaesc.org.br/comissoes/meioambiente/to po_de_morro.pdf>. Acesso em: 12 Mar 2010.

EMBRAPA, Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: EMBRAPA; Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA, Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Solos UEP.** Recife, 2006. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 1 nov. 2011.

EASTMAN, J.R. **Idrisi 15: The Andes Edition.** Worcester, MA: Clark University, 2006.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em sensoriamento remoto: Imagens de satélite para estudos ambientais.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 101 p.

GUEDES, P, H, M, Q, **A colonização de sertão da Paraíba: agentes produtores do espaço e contatos interétnicos (1650 – 1730),** 2006, 141f, Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Federal de Paraíba, João pessoa, 2006.

LACERDA, A. V. de.; BARBOSA, F. M. **Matas Ciliares no Domínio das caatingas.** João pessoa: Editora Universitária/ UFPB. 2006. 150 p.

LEMOS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 16(1): 23-42, 2002.

LINS, J. R. P.; MEDEIROS, A. N. **Mapeamento da cobertura florestal nativa lenhosa do Estado da Paraíba.** Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87-007/GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. João Pessoa, 1994.

MACHADO, R. E.; VETTORAZZI, C. A.; XAVIER, A. C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.727-733, maio, 2003.

MENDONÇA, I. F. C. M.; SILVA, J. E. R.; SOUZA, A. T. A.; LOPES, I. S; MEDEIROS NETO, P.N. Adequação do uso do solo em função da legislação ambiental na bacia hidrográfica do açude jatobá, patos-pb. **Geografia** (Londrina), v. 19, n. 2, 2010.

MIRANDA, J.I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília, DF. Embrapa Informações Tecnológicas, 425 p. 2005.

MOLLE, F. **Perdas por evaporação e infiltração em pequenos açudes.** Série Brasil. Recife: SUDENE, 1989. 175 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos em sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2011. 269 p.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais. **Revista da ANPEGE**, v. 7, p. 81-97, 2011.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Principios e Aplicacoes**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 2000. 269 p.

OLIVEIRA, F. S.; SOARES, V. P.; PEZZOPANE, J. E. M.; GLERIANI, J. M., LIMA, G. S.; SILVA, E.; RIBEIRO, C. A. A. S.; OLIVEIRA, A. M. S. Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do parque nacional do caparaó, estado de minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.899-908, 2008.

ROCHA, J.S.M, **Manual de interpretação de aerofotogramas**, Fascículos XV, Santa Maria, 1986.

SABANÊS, L. **Manejo sócio-ambiental de recursos naturais e políticas públicas: um estudo comparativo dos projetos “Paraná-Rural” e “Microbacias”**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Paraná, 2002. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br>>. Acesso em: 10 Jun. 2011.

SANTOS, H. C. M. **A aplicação de geotecnologias na gestão espacial da microbacia do Rio Farinha-PB consoante a legislação ambiental brasileira**. 2011. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos – PB, 2011.

SILVA, J. A. **Avaliação do estoque lenhoso inventário florestal do Estado da Paraíba**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87-007/GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. João Pessoa, 1994.

SKORUPA, L. A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna, EMBRAPA – Meio ambiente, 2003. 4 p.

SOUSA JÚNIOR, M. A. S. **Sensoriamento Remoto Aplicado no Estudo de Estruturas Geológicas com Ocorrências de Depósitos Mineraiis na Porção Centro-Norte do Estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1998.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista uniara**, n. 20, 2007.

WEBER, E; DUARTE, G. F.; FRANK, M.; HOFF, R.; ZOMER, S.; BASSANI, E.; JUNQUEIRA, I. **Estruturação de sistemas de informação ambiental em bacia hidrográfica do Rio Caí –RS**. Disponível em:

<<http://www.ecologia.ufrgs/labgeo/arquivos/artigos/sogcai.pdf>> Acesso em: 28 jun 2010.