



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

**DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO AÇUDE JATOBÁ, PATOS – PB**

**Antonio Tércio de Azevedo Souza**  
Engenheiro Florestal

Patos – Paraíba – Brasil

2010



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



**DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO AÇUDE JATOBÁ, PATOS – PB**

**Antonio Tércio de Azevedo Souza  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Amador de Sousa**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Patos – Paraíba – Brasil

2010

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO  
CAMPUS DE PATOS - UFCG

S729d  
2010

Souza, Antonio Tércio de Azevedo

Diagnóstico físico - conservacionista da bacia hidrográfica do açude Jatobá, Patos - PB / Antonio Tércio de Azevedo Souza. - Patos - PB: CSTR, UFCG, 2010.

23p.

Inclui bibliografia.

Orientador (a): Antonio Amador de Sousa

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Hidrologia - Monografia. 2 – Bacia Hidrográfica - Manejo 3 - Sistema de Informação Geográfica. I – Título.

CDU: 556



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



## **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO AÇUDE JATOBÁ, PATOS – PB**

**AUTOR: ANTONIO TÉRCIO DE AZEVEDO SOUZA**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO AMADOR DE SOUSA**

Monografia aprovada como parte das exigências para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

---

Prof. D.Sc. Antonio Amador de Sousa (UAEF/UFCG)  
Orientador

---

Prof. D.Sc. Izaque Francisco Candeia de Mendonça (UAEF/UFCG)  
Primeiro Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Joedla Rodrigues de Lima (UAEF/UFCG)  
Segunda Examinadora

Patos – PB, Agosto de 2010

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família, que sempre contribuiu para minha educação, principalmente aos meus pais, Francisco Aristides de Souza e Francisca Iva de Azevedo Sousa, que sempre acreditaram no meu potencial, e meus irmãos Francisco Segundo de Souza e Aristides Gonçalves de Souza Neto.

Aos meus amigos e amigas de infância, que não citarei nomes para não cometer injustiça.

Aos professores Antonio Amador de Sousa e Izaque Francisco Candeia de Mendonça, por me acompanhar na qualidade de orientador ao longo do desenvolvimento desse trabalho monográfico.

Aos professores da banca examinadora, Dra Joedla Rodrigues de Lima e Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça, e ao suplente Dr. Jacob Silva Souto pelas contribuições e sugestões apresentadas durante a defesa desse trabalho.

Aos colegas de residência universitária, Pierre Farias, Felipe Almeida, Isaias Ezequiel, Ariclenes Olinto, Joab Medeiros, José Hidalgardo e Alexsandro pela amizade e convivência harmoniosa durante os cinco anos de universidade.

Aos colegas de curso Fábio Guedes, Gisnaldo, Ikallo, Terezinha, Nilvânia, Maria Tabata e Rossevelt Montenegro, pelo companheirismo e amizade durante a minha vida acadêmica.

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal, que de forma positiva, contribuíram para minha formação acadêmica, em especial aos professores (as) Assiria Maria, Ivonete Bakke, Graça Marinho, Alana Candeia, Joedla Rodrigues, Antonio Lucineldo, Naelza de Araújo, Patrícia Souto, Jacob Souto, José Medeiros, José Elenildo, Ricardo Viegas, Gilvan Campelo, Olaf Bakke.

Às funcionárias da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Edinalva e Ivanice, pela ajuda prestada.

Enfim, a todas as pessoas que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento da minha até este momento.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Características dimensionais da bacia hidrográfica do Açude Jatobá	13
Tabela 2	Parâmetros das 15 microbacias para o Diagnóstico Físico Conservacionista	17
Tabela 3	Ocupação do solo dos 15 compartimentos	18
Tabela 4	Degradação física da bacia hidrográfica do Açude Jatobá	19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da área de estudo e identificação da bacia do Açude Jatobá	7
Figura 2	Fotografias de campo ilustrando aspectos do relevo e sistema de drenagem da bacia do Açude Jatobá	8
Figura 3	Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Açude Jatobá	13
Figura 4	Mapa de uso da terra da bacia hidrográfica do Açude Jatobá	14
Figura 5	Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Açude Jatobá	15
Figura 6	Bacia hidrográfica do Açude Jatobá subdividida em compartimentos	15 16

SOUZA, Antonio Tércio de Azevedo. **Diagnóstico Físico-Conservacionista da Bacia Hidrográfica do Açude Jatobá, Patos – PB.** 2010. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos – PB, 2010.

**RESUMO** – Como o objetivo de realizar um diagnóstico físico-conservacionista (DFC) na bacia do Açude Jatobá, Patos-PB, o presente estudo foi desenvolvido, utilizando-se Carta Planialtimétrica digitalizada, folha de Patos, na escala 1/100.000, Imagem de satélite CBERS, sensor “HRC”, e Modelo Digital de Terreno (MDT). Com o auxílio dos Softwares IDRISI 15.0 (Andes) e AutoCAD (v.0.86), toda a rede de drenagem e o perímetro da bacia em estudo foram digitalizados em tela, para a determinação de área, perímetro, comprimento da rede e densidade de drenagem. Utilizando os recursos do IDRISI fez-se a classificação digital da imagem HRC, para a obtenção do mapa de ocupação do solo com as seguintes tipologias: Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada; Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta; Pecuária; Culturas agrícolas e Corpos d’água. Em seguida, fez-se a divisão da bacia em 15 compartimentos, com limite da área mínimo de 2.500 km<sup>2</sup>. Para o DFC, foram utilizadas a declividade média e a densidade de drenagem de cada compartimento, como parâmetros para calcular o coeficiente de rugosidade (RN), que foi usado para definir as 4 classes de uso da terra dos 15 compartimentos: Classe A: terras apropriadas para culturas agrícolas/ urbanização; Classe B: terras apropriadas para pecuária/ urbanização; Classe C: terras apropriadas para pecuária/ florestas; Classe D: terras apropriadas para florestas. Os resultados mostraram a existência de conflitos no uso da terra nos compartimentos de 11 a 15, no total de 107,5 hectares, devido ao uso de agricultura em locais impróprios, no entanto, esses compartimentos têm declividade média de 19,39%. Contudo, pode-se concluir que a bacia hidrográfica do Açude Jatobá apresenta uma degradação média de 3,85%, indicando que está sendo utilizada adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade agrícola do solo, enquanto que o DFC aponta uma situação favorável em 96,15% de totalidade da área de estudo.

**Palavras-chave:** uso do solo, rede de drenagem, classificação digital, SIG.

SOUZA, Antonio Tertius de Azevedo. **Physical-conservationistic diagnosis in the watershed of the Açude Jatobá, Patos - PB.** 2010. Monograph (Graduation) Course of Forestry. CSTR / UFCG, Patos - PB, 2010.

**ABSTRACT** - This project has as objective to rise a physical-conservationistic diagnosis in the watershed of the Açude Jatobá, Patos-PB. It was developed, using Digitalized Planialtimetric Chart, paper of Patos-PB, in scale 1/100,000, obtained with image of satellite CBERS, sensor "HRC", and Digital Terrain Model (DTM). Using the IDRISI 15.0 (Andes) and AutoCAD 2004 (v.0.86) had been digitalized the drainage net and the perimeter of the watershed in study, and made the determination of area, perimeter, length of the net and density of drainage. Using the resources of the IDRISI was made a digital classification of image HRC, for obtainment of the map of soil occupation with the following typology: Closed Arboreus Shrubs Caatinga; Open Arboreus Shrubs Caatinga; Cattle; Agricultural Tillage and Water Bodies. At next was made divisions of the basin in 15 compartments, with limit of minimum area on 2,500 km<sup>2</sup>. For the diagnosis, the average declivity and the drainage density of each compartment had been used as parameters to calculate the Ruggedness coefficient (RN), that was used to define the 4 classes soil use in the 15 compartments: A Class: appropriate lands for agricultural/urbanization; B Class: appropriate lands for cattle/urbanization; C Class: appropriate lands for cattle/forests; D Class: appropriate lands for forests. The results had shown the existence of conflicts in the soil use in the compartments 11 to 15, on the total of 107.5 hectares, due the use of agriculture in improper places, however, these compartments have average declivity of 19.39%. However, it follows that the watershed of the Açude Jatobá presents an average degradation of 3.85%, indicating that is being used adequately, that is, in equilibrium with the agricultural capacity of the ground, whereas the physical-conservationistic diagnosis indicates a favorable situation in 96.15% totality of the study area.

**Keywords: soil use, drainage net, digital classification, GIS.**

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Caracterização de bacia hidrográfica e sua importância.....	3
2.2 Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC).....	4
2.3 SIG, Sensoriamento Remoto e seus produtos.....	5
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Caracterização e localização da área de estudo.....	7
3.2 Material utilizado.....	9
3.3 Métodos.....	9
3.3.1 Delimitação da área e da rede de drenagem da bacia hidrográfica.....	9
3.3.2 Obtenção do mapa de ocupação do solo pela classificação digital.....	10
3.3.3 Divisão da bacia do Açude Jatobá em compartimentos.....	10
3.3.4 Diagnostico físico-conservacionista (DFC).....	11
3.3.5 Uso potencial da bacia hidrográfica.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1 Delimitação da bacia e da rede de drenagem.....	13
4.2 Mapa de ocupação do solo da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.....	14
4.3 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.....	15
4.4 Delimitação dos compartimentos.....	16
4.5 Aplicação do Diagnostico físico-conservacionista (DFC).....	17
4.6 Degradação da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.....	19
5 CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

## 1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser associado à gestão ambiental e articulado com o controle do uso da terra. A apropriação da terra influencia diretamente os recursos hídricos pelas práticas concretas da atividade agro-silvo-pastoril e da ocupação urbana. Portanto, para o ordenamento territorial, urbano e, ou, rural é imperativo se conhecer as relações entre os recursos hídricos e uso da terra e suas conseqüências. Objetiva-se, deste modo, a identificação de cenários a serem trabalhados nas atividades de planejamento agroambiental do espaço geográfico estudado.

A destruição da cobertura florestal, com a intensificação do uso agrícola e de pastoreio, associada a práticas inadequadas de manejo do solo, concorrem sobremaneira, dentre outros fatores, para o incremento de processos erosivos e alterações físico-químicas da hidrografia, constituindo elementos importantes para o estabelecimento de crescente degradação do meio. Neste sentido, o conhecimento atualizado das formas de apropriação da terra é de grande importância no gerenciamento potencial dos recursos hídricos, da demanda, da qualidade e da disponibilidade de água em uma unidade de planejamento. Os preceitos conservacionistas prevêm a conservação do solo, com o controle de terras florestais, agrícolas e pastoris. Essas medidas objetivam, de forma integrada o desenvolvimento e execução de técnicas e indicação de procedimentos práticos para a recuperação do meio, disponibilizando-o para seu uso racional.

A bacia hidrográfica compreende o território que, pelas suas características topográficas, geológicas, de solo e vegetação, recebe e conduz todas as águas que precipitam em sua superfície para um ponto denominado exutório. Os estudos em nível de bacia hidrográfica são importantes no sentido que permitem uma visão sistêmica dos elementos naturais nela inseridos, que favorecem a conservação da qualidade da água. Entretanto, em função do desenvolvimento da sociedade, cada vez mais, as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia. Tais alterações e o padrão espacial do uso e cobertura do solo têm importantes efeitos sobre a produção e transporte de sedimentos (VANACKER et al., 2005).

O estado da Paraíba, como outros estados brasileiros, enfrenta uma série de problemas ambientais, dentre os quais podem ser citados: o alto grau de erosão e compactação de solos, destruição desordenada de matas nativas e o assoreamento de canais fluviais. Nesse sentido, o desenvolvimento de estudos em escala local permite maior detalhamento e análise dos parâmetros físicos das bacias hidrográficas envolvidos, visto que alterações em propriedades do solo, principalmente em suas propriedades físicas, têm sido, há décadas, objeto de pesquisas.

Estudos desenvolvidos por (SOUZA et.al., 2007), identificaram que a bacia hidrográfica do Açude Jatobá (PB) caracteriza-se por um relevo plano, passando a ondulado próximo aos divisores de água, no sopé da Serra do Teixeira e uma cobertura vegetal de 72,34% de caatinga arbustiva arbórea fechada e caatinga arbustiva arbórea aberta predomina a caatinga arbustiva arbórea fechada com pequenas áreas de vegetação natural, localizadas principalmente nas áreas de relevo acentuado. Portanto, faz-se necessário investigar, além dos aspectos físicos da bacia a ação antrópica do crescente uso da terra, para as diferentes atividades socioeconômicas, permitindo, deste modo, a consecução de medidas que contribuam para a valoração ambiental e sua manutenção para as gerações vindouras.

Neste trabalho foi realizado um diagnóstico físico-conservacionista para avaliar o uso da terra de acordo com sua vocação natural, visando à identificação de eventuais conflitos existentes, e contribuir para a formação de banco de dados georreferenciados, observando, para este fim, características físicas e morfométricas da bacia hidrográfica do Açude Jatobá, Patos – PB.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Caracterização de bacia hidrográfica e sua importância**

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise para o estudo do ciclo hidrológico na superfície terrestre, sendo composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único ou exutório (SILVEIRA, 2000).

O conceito “bacia hidrográfica” atualmente é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos físico-territoriais ou de projetos, não só em função de suas características naturais, mas pelo fato de sua presença em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte, portanto, do planejamento territorial e ambiental no Brasil (RODRIGUES e ADADI, 2005). As bacias hidrográficas caracterizam-se, ainda, por seus dados fisiográficos, clima, tipo de solo, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, tipo de ocupação, regime pluviométrico e fluviométrico, e disponibilidade hídrica.

Os estudos de bacia hidrográfica podem ser abordados sob o ponto de vista morfométrico e dinâmico (SILVEIRA, 2000). O estudo morfométrico engloba as análises referentes à hierarquia fluvial, análise areal, linear e hipsométrica obtidos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites que indicam as características físicas da bacia.

Segundo Antonelli e Thomaz (2007), a combinação dos diversos dados morfométricos de bacias hidrográficas permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais.

Os critérios de ordenação dos cursos de água propostos, inicialmente, por Horton (1945) e modificado por Strahler (1952), têm sido adotados por vários outros pesquisadores, a exemplo de França (1968), Demattê (1992) e Sousa (2000), entre outros.

## 2.2 Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC)

Cada vez mais, sente-se necessidade de estudos e planejamentos do ambiente, que sejam abrangentes e capazes de avaliar a deterioração crescente dos recursos naturais renováveis no Brasil. A bacia hidrográfica é reconhecida mundialmente como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais. Assim, uma metodologia para o diagnóstico da situação real dos recursos naturais, numa bacia, passa a ser um instrumento necessário para a preservação e gerenciamento destes recursos (FERRETTI, 2003).

Conforme Kurtz et al. (2003), o Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC) deve ser sempre o primeiro a ser elaborado em uma bacia hidrográfica, devido a sua primordial importância. Nele são usadas técnicas de quantificação e retenção de águas das chuvas por infiltração, associadas a vários fatores correlatos, tais como: limpeza de canais e tributários, seleção de terras apropriadas para o reflorestamento (com relação ao Coeficiente de Rugosidade), faixa de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, todos os processos de conservação do solo, entre outros (são feitos planejamento para cada caso). Os benefícios obtidos são direcionados a toda população residente nas áreas estudadas, bem como a toda a fauna, a flora, ao solo e aos recursos hídricos.

O DFC visa genericamente contribuir para a utilização racional e sustentável dos recursos naturais através do estudo das características físicas da terra, do diagnóstico da situação atual em termos de ocupação da terra e da formulação de medidas capazes de corrigir eventuais desequilíbrios ambientais entre a utilização atual e utilização potencial. Este diagnóstico permitirá formular e medidas de controle da erosão, cheias, secas, controle das atividades agrícolas e planejamento de ações de florestamento.

No DFC são elaborados mapas com a distribuição espacial das terras propícias à agricultura, à pastagem, e ao florestamento, eliminando-se os conflitos de uso da terra, com a recomendação de práticas gerais para cada caso, visando maior infiltração da água das chuvas e conseqüente a redução do assoreamento e minimização dos efeitos de secas e/ou enchentes.

O DFC, como indicador do estado de deterioração de uma bacia hidrográfica, apresenta resultados quantitativos, especializando as áreas mais críticas, atendendo a demanda do planejamento ambiental. O estado ambiental da bacia, identificado após a sua aplicação, constitui um subsídio básico para programas de extensão rural e, ou projetos que visem à recuperação ambiental da área, pois fornece indicativos para a racionalização do uso e manejo dos recursos (FERRETTI, 2003).

Garcia (2001), conclui que o DFC visa, genericamente, contribuir para a utilização racional e sustentável dos recursos naturais renováveis através do estudo das características físicas da terra, do diagnóstico da situação atual em termos de ocupação do solo e da formulação de medidas capazes de corrigir ou mitigar eventuais desequilíbrios ambientais existentes entre a utilização atual e a utilização potencial. A informação pertinente ao controle da erosão e de cheias, à prevenção contra secas, ao controle das atividades agrícolas e pecuária e ao planejamento e localização espacial das ações de reflorestamento.

### **2.3 SIG, Sensoriamento Remoto e seus produtos**

A crescente utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), em estudos de natureza distintos, como a morfometria, tem mostrado a necessidade de análise comparativa entre produtos cartográficos gerados pela técnica dos SIG's e aqueles produzidos por métodos convencionais, em função dos recursos e da eficiência oferecida pela informática (CASTRO, 1995).

Um Sistema de Informação Geografia (SIG) é um sistema de informação baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados. A utilização de um SIG visa à simplificação e agilidade na manipulação de dados espaciais computadorizados (CÂMARA et al., 2001).

A ferramenta de Sistemas de Informações Geográfica (SIG) tem sido utilizada como um poderoso meio de representação e estudo de bacias hidrográficas, possibilitando, através de uma considerável manipulação de arquivos de imagens e dados, a elaboração de um cenário estático das informações (SANTOS, 2001).

Segundo Marques (2006) a confecção da maioria dos mapas, independente de estar em meio analógico ou digital, tem como base a espacialização de dados censitários, levantamentos de campo, dados contidos em outras cartas, ou por meio das imagens de satélites de recursos terrestres com o LANDSAT e o CBERS, para mapeamentos regionais, e dos satélites de alta resolução como o IKONOS e o QUIKBIRD para mapeamentos detalhados dentro de municípios.

O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com isto, o Brasil ingressou no seleto grupo de Países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto. Possuindo um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações. Porém, cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações. A câmera HRC opera numa única faixa espectral, que cobre a faixa espectral do visível e parte do infravermelho próximo. Produzindo imagens de uma faixa de 27 km de largura com uma resolução de 2,7 m, que permite a observação com grande detalhamento dos objetos da superfície (CBERS/INPE, 2009).

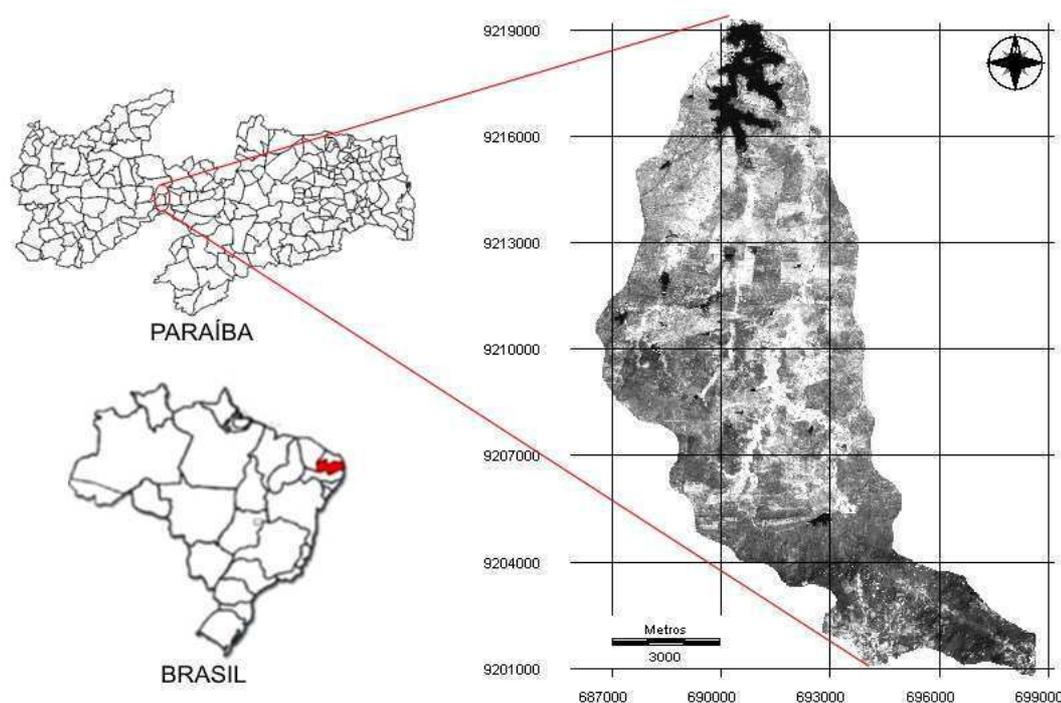
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização e localização da área de estudo

Para a seleção da área de estudo foram considerados aspectos como; ocorrência de várias unidades de solo; composição e extensão da rede de drenagem e estudos ambientais desenvolvidos, envolvendo aspectos de uso da terra. Além destes, a importância do Açude Jatobá, por ser abastecedor do município de Patos, cidade pólo do sertão, que, segundo o IBGE (2009), possui uma população estimada em 100.732 habitantes.

A área selecionada para desenvolver este trabalho está circunscrita entre as seguintes coordenadas geográficas: 37°11'26" a 37°18'38" de longitude a oeste de Greenwich e 7°03'32" a 7°13'32" de latitude sul, o relevo varia de plano a fortemente ondulado próximo aos divisores de água (Planalto da Borborema), compreendendo a sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas (**Figura 1**).

Toda a área está situada na microrregião homogênea da Depressão do Médio Piranhas, abrangendo parcialmente os municípios de Patos, São José do Bonfim e Teixeira.



**Figura 1** – Localização da área de estudo e identificação da bacia do Açude Jatobá.

O Açude do Jatobá, maior corpo de água da bacia hidrográfica, possui uma capacidade de armazenamento de água de 17 milhões de m<sup>3</sup>, tendo ainda grande importância para famílias produzem verduras irrigadas que abastece a população do município.

O antropismo, na microbacia hidrográfica do Açude Jatobá é de 22,71%, (SOUZA et al., 2007), apresentando áreas com baixa densidade de vegetação arbustiva, predomínio de solos expostos, áreas agrícolas com edificações, tais como residências e escolas.

O terreno tem base cristalina, e são encontrados vários tipos de solos: Litólicos Eutróficos, Cambissolos, seguidos dos Latossolos, Podzólico Vermelho Amarelo Eutróficos, Solonetz Solodizado, Solos Aluviais Eutróficos, entre outros.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região das nascentes do Rio Espinharas é do tipo semi-árido quente, classificado como Bsh, a semi-aridez do clima caracteriza a paisagem, onde a precipitação média anual de 698,9 mm (DCA/UFCG, 2009). A temperatura média anual predominante na bacia é de 26°C, sendo que os meses mais quentes registrados vão de novembro a fevereiro e os mais frios, de julho a agosto. A umidade relativa do ar varia entre 55% e 75%, de acordo com a época do ano (PERH, 2006).

Visitas de campo, com tomadas de fotografias de posições estratégicas, também auxiliaram na compreensão da rede de drenagem e sua distribuição geográfica, aspectos importantes na fase de interpretação (Figura 2).



**Figura 2** - Fotografias de campo da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento e Manejo Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

### 3.2 Material utilizado

Nos trabalhos de laboratório foram utilizados os seguintes materiais, equipamentos e softwares:

- Microcomputador Intel (R) Core (TM) 2 Duo, 2,2 GHz, 1,99 GB de RAM, HD 100GB;
- Softwares IDRISI 15.0 (Andes) “SIG” (Clark University, 2008) e AutoCAD (v.0.86) 2004;
- Carta Planialtimétrica editada pela SUDENE (1982) e digitalizada em 1996, folha de Patos – PB (SB.24 – Z – D – I), escala 1 : 100.000;
- Imagem de satélite, no formato digital, CBERS 2B, sensor “HRC”, orbita 148-B, passagem 09 de novembro de 2008 e;
- Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Delimitação da área e da rede de drenagem da bacia hidrográfica

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pela linha divisora de água que demarca seu contorno.

Para a identificação e digitalização da área da bacia e dos canais de drenagem, observaram-se elementos básicos de interpretação, como tonalidade, tamanho, forma, textura, sombra, padrão, adjacências e localização geográfica (MARQUES, 2006). Na digitalização da área ou perímetro da bacia, procurou-se definir seus limites, adotando-se os seguintes critérios visuais: observação das características topográficas; observação de estradas que normalmente acompanham os divisores; distancia media entre as nascentes dos rios de 1ª ordem de duas microbacias vizinhas e direção aproximadamente paralela ao desenvolvimento da rede até se unir ao canal principal na sua foz.

Para a obtenção dos canais de drenagem, observou-se a maior ou menor reflectância na imagem, com seus leitos totalmente secos ou com presença de vegetação, respectivamente, associada ao padrão de ocorrência característico da drenagem superficial, além dos aspectos de relevo, e importantes para o estudo. De

acordo com Sousa (2000), a melhor condição para a digitalização da rede de drenagem em tela, sobre fotografias aéreas verticais digitalizadas, foi em bacias com rede de drenagem bem definida, geralmente identificada pela presença de vegetação arbórea ciliar.

### **3.3.2 Obtenção do mapa de ocupação do solo pela classificação digital**

Para determinar o uso atual do solo foram realizadas classificações visuais e supervisionadas.

Para o desenvolvimento do método visual a primeira etapa do trabalho compreendeu o tratamento da imagem, por meio de operações de manipulação de contraste, utilizando o módulo *Stretch* do SIG IDRISI com saturação linear de “5%”, para a redistribuição dos níveis de cinza, objetivando realçar alvos de interesse.

A segunda etapa se constituiu na representação vetorial de cada tema, rasterizando-os sobre uma máscara gerada com definição do polígono da microbacia.

Para a classificação automática foi empregado o método de máxima verossimilhança (*Maxlike*). Para tanto, dez amostras de cada classe de uso foram selecionadas para treinamento, com base na interpretação visual da imagem e conhecimento correlato da área de estudo. Após análise das amostras procedeu-se a classificação pelo método acima citado.

Em seguida foi gerada uma imagem híbrida a partir da fusão das duas classificações, com a qual se editou o mapa de uso do solo.

### **3.3.3 Divisão da bacia do Açude Jatobá em compartimentos**

Utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) com o auxílio do SIG IDRISI, pelo módulo *GIS Analysis/ Context Operators* no processo *Watershed*, foram delimitadas 15 compartimentos com limite da área mínimo de 2.500 km<sup>2</sup>.

Este método separa os compartimentos pelos divisores de águas de acordo com o limite previamente escolhido. Com os compartimentos devidamente separados, efetuou-se a sobreposição na rede de drenagem, uso da terra e a declividade média, já devidamente definida, obtendo-se os parâmetros físicos de cada compartimento.

### 3.3.4 Diagnostico físico-conservacionista (DFC)

Para a realização do DFC, a densidade de drenagem é uma das variáveis relativa à característica do padrão de drenagem utilizada na análise da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. Este é um parâmetro físico fundamental na análise comparativa da susceptibilidade entre microbacias, conforme Cristofolletti (1974), pois relaciona comprimento total da rede drenagem da microbacia ( $C_r$ ) em função de sua área ( $A$ ).

Tendo-se os compartimentos devidamente separados e sua malha hidrográfica já definida, os mesmos foram exportados para o AutoCAD 2004, no formato .dxf, para se realizar as medições dos canais de drenagem e área de cada compartimento.

A declividade média do terreno é um parâmetro fundamental para se estudar os picos de enchentes e a infiltração de água no solo. Ela determina o escoamento de água das chuvas e, quanto maior a declividade, maior será o escoamento da água pela superfície e, conseqüentemente, maior será o risco de erosão (Mota, 1981). Neste trabalho, as declividades dos 15 compartimentos foram extraídas do MDE, que representa o armazenamento digital das coordenadas **xyz** de uma superfície qualquer, com o auxílio do SIG IDRISI, através do módulo *slope*, cujo resultado é apresentado em porcentagem.

No DFC, o uso potencial das terras rurais é realizado de acordo com o Coeficiente de Rugosidade (RN), por ser um parâmetro que direciona, quanto as suas características para atividades de agricultura, pecuária, silvicultura com reflorestamento ou para preservação permanente.

Segundo Rocha (1991), RN é definido conforme a expressão:  $RN = Dd \cdot H$   
onde: RN = Coeficiente de rugosidade;

Dd = Densidade de drenagem (Km/ha);

H = declividade média ( $H_{\%}$ ).

O RN foi usado para definir as 4 classes de uso da terra dos 15 compartimentos, que são definidas a seguir, no uso potencial da bacia.

### **3.3.5 Uso potencial da bacia hidrográfica**

Com base no coeficiente de rugosidade (RN), é possível calcular a aptidão do uso da terra, baseado apenas nas características físicas das microbacias. Rocha (1991) considera que, a partir da amplitude de variação dos valores de RN numa microbacia, é possível definir as seguintes classes de aptidão da terra:

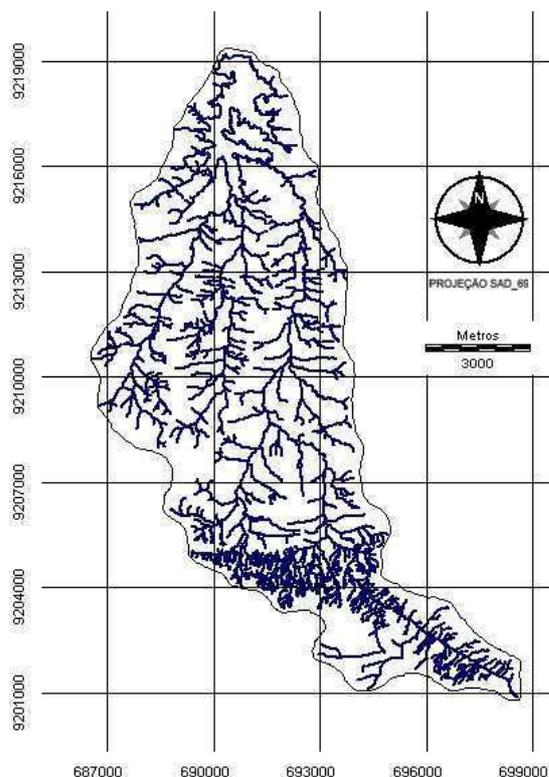
- Classe A: terras apropriadas para culturas agrícolas/ urbanização;
- Classe B: terras apropriadas para pecuária/ urbanização;
- Classe C: terras apropriadas para pecuária/ florestas;
- Classe D: terras apropriadas para florestas.

Nesses planejamentos são selecionadas as microbacias com declividades médias menores que 15%, para serem florestadas com 25% de cobertura (mínimo), e declividades médias iguais ou superiores que 15%, para serem florestadas com 50% de cobertura (mínimo).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Delimitação da bacia e da rede de drenagem

A Figura 3 mostra a rede de drenagem e o limite bacia hidrográfica do Açude Jatobá, digitalizada em monitor conforme metodologia proposta.



**Figura 3** – Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.

Percebe-se visualmente, pela Figura 3, uma maior intensidade de canais de drenagem na área de latitudes mais baixas da bacia, o que se deve ao relevo mais fortemente ondulado dessa região.

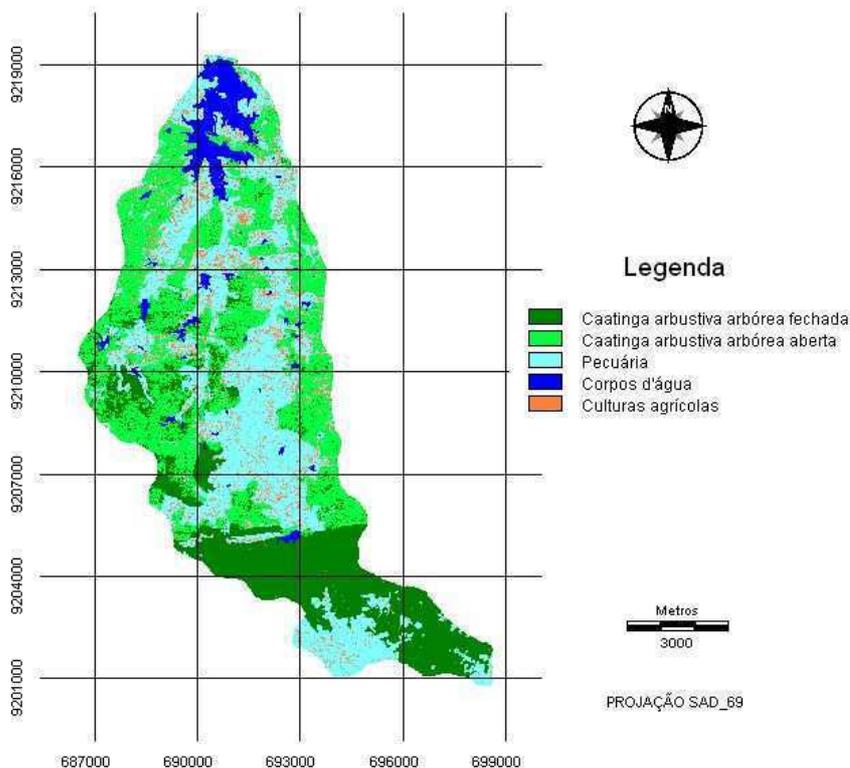
Os índices morfométricos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Açude Jatobá (Quadro 1) permitem avaliar suas características hidrológicas.

**Tabela 1** – Características dimensionais da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.

Comprimento da rede (Km)	338,39
Perímetro (Km)	52,83
Área (ha)	9.427,36
Densidade de drenagem (Km/ha)	0,0359

## 4.2 Mapa de ocupação do solo da bacia hidrográfica do Açude Jatobá

A Figura 4 mostra o mapa de uso da terra da bacia hidrográfica do Açude Jatobá. A partir da fusão das duas classificações foi gerada uma imagem híbrida com a qual editou-se o mapa de uso do solo com as seguintes tipologias: Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada (CAAF) - apresenta frequência de arbustos e árvores variando de 6 m a 8m; Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta (CAAA) - predomínio de ervas, arvoretas e árvores esparsas (SUDEMA, 2004), Pecuária (PE), Culturas agrícolas (CA) e Corpos d'água (CDA).



**Figura 4** – Mapa de uso da terra da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.

Como visto na Figura 4, há maior quantidade de Caatinga arbustiva arbórea aberta, que ocorre em uma área com relevo suave ondulado, devido a forte exploração pela facilidade do acesso humano. Já a Caatinga arbustiva arbórea fechada se encontra em local de relevo fortemente ondulado, com área mais preservada devido ao difícil acesso humano.

A agricultura caracteriza-se por uma atividade exercida em latitudes mais altas da bacia, de relevo suave ondulado, e acompanhando os canais principais,

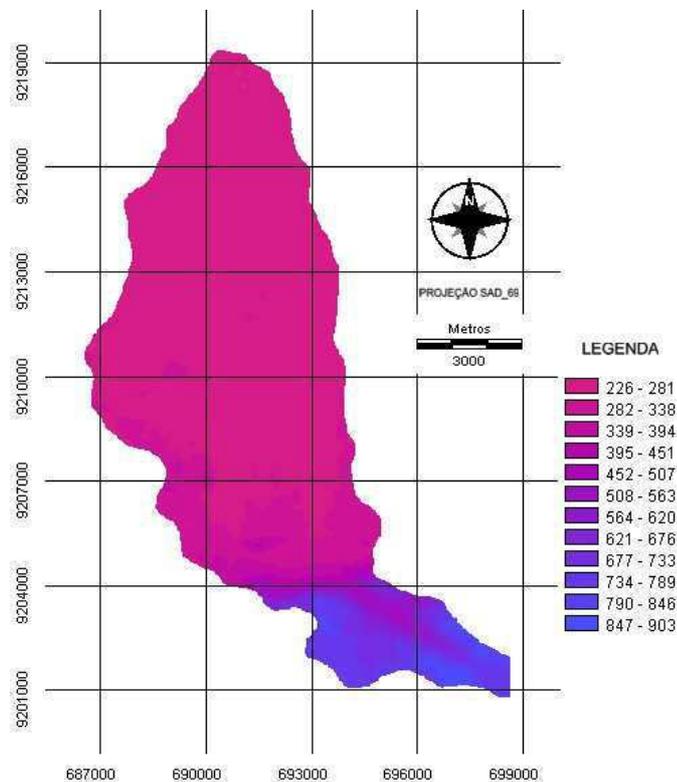
com práticas rudimentares, destacando-se a produção de sisal, mandioca, feijão, milho, batata-doce e algodão arbóreo (SOUZA et. al., 2007).

A pecuária praticada na região é predominantemente sob o regime extensivo, com pequenas práticas do regime semi-extensivo (para a produção de leite), destacando-se os rebanhos bovino, caprino, ovino e suíno, também acompanhando os canais principais da bacia, como mostra a Figura 4.

### 4.3 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Açude Jatobá

A declividade média da bacia hidrográfica do Açude Jatobá (Figura 5) foi obtida através do MDE, cada pixel as coordenadas xyz, com resolução espacial de 30m x 30m.

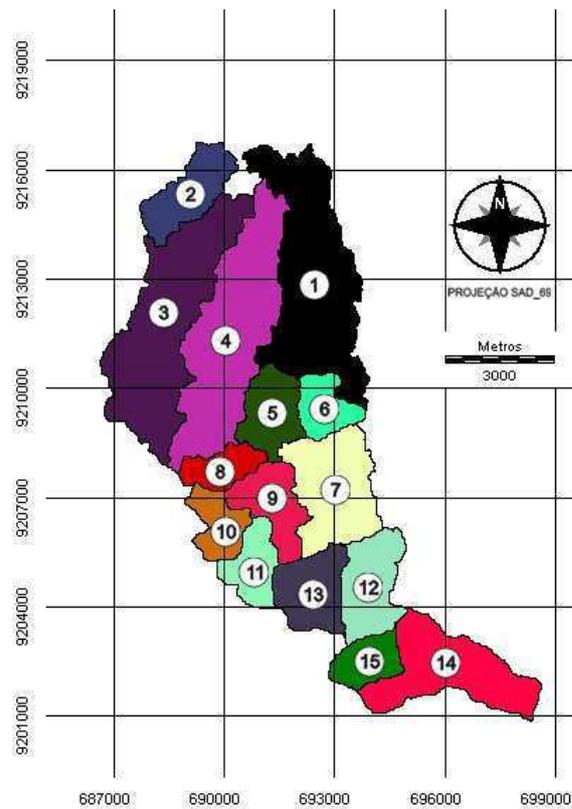
A Figura 5 mostra intervalos de classes que representam a altitude, de acordo com a variação de cor, variando desde 226 metros a 903 metros de altitude. As altitudes mais baixas encontram-se próximas ao Açude Jatobá, com relevo suave a ondulado, enquanto as altitudes mais elevadas encontram-se na Serra do Teixeira, com relevo fortemente ondulado.



**Figura 5** – Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Açude Jatobá.

#### 4.4 Delimitação dos compartimentos

Para a aplicação da metodologia proposta na caracterização físico-conservacionista da bacia hidrográfica do Açude Jatobá, constituiu na sua subdivisão em 15 compartimentos, com tamanho médio de 533,75 hectares. (Figura 6).



**Figura 6** – Bacia hidrográfica do Açude Jatobá subdividida em 15 compartimentos.

Observam-se compartimentos com áreas maiores na parte mais plana em latitudes mais altas da bacia, de relevo suave ondulado próximo ao Açude Jatobá, e compartimentos menores nas latitudes mais baixas da bacia, com relevo fortemente ondulado, Serra do Teixeira.

Com os compartimentos devidamente selecionados, efetuou-se a sobreposição dos mesmos na rede de drenagem, no mapa de ocupação da terra e mapa hipsométrico, obtendo assim os parâmetros físicos para cada compartimento.

#### 4.5 Aplicação do Diagnóstico físico-conservacionista (DFC)

A Tabela 2 apresenta os parâmetros dos compartimentos com o quadro básico do DFC, construída a partir da metodologia proposta para caracterização do uso potencial da terra em intervalos de classes.

**Tabela 2** – Parâmetros dos 15 compartimentos para o Diagnóstico Físico-Conservacionista

[1] Classes de RN	[2] Compar timentos	Quadro Básico – Diagnóstico Físico-Conservacionista				
		[3] Comprimento dos rios (Km)	[4] Área (ha)	[5] Declividade média (%)	[6] Densidade de Drenagem	[7] Coeficiente de Rugosidade (RN)
A	1	37,93	1.269,6	4,19	0,0298	0,125
A	2	10,60	351,9	3,84	0,0301	0,116
A	3	42,29	1.254,2	4,28	0,0337	0,144
A	4	47,55	1.238,0	4,27	0,0384	0,164
A	5	8,40	324,0	3,41	0,0259	0,089
A	6	6,46	221,9	3,20	0,0291	0,093
A	7	18,94	652,2	4,85	0,0290	0,141
A	8	3,07	194,2	8,54	0,0158	0,135
A	9	6,80	329,5	7,60	0,0206	0,157
A	10	8,67	224,7	9,08	0,0385	0,350
B	11	18,74	251,6	12,93	0,0744	0,963
D	12	30,73	368,5	24,42	0,0834	2,037
D	13	33,77	414,4	22,98	0,0815	1,873
C	14	35,87	694,9	21,57	0,0516	1,113
A	15	5,50	216,6	15,06	0,0254	0,383
Total		315,32	8.006,2	-	-	-

Sendo o RN um parâmetro que direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pecuária ou florestamento e indica de forma adimensional o perigo de erosão na bacia, possui quatro tipos de classes tradicionais (Tabela 3) (ROCHA, 1997). Para distribuição das classes de aptidão de uso das terras, tomaram-se por base os valores de RN encontrados, ordenando-se de forma crescente; posteriormente calculou-se a amplitude (RN maior - RN menor) e o intervalo (amplitude dividida por quatro, oriunda da análise de 15 compartimentos pertencentes à bacia hidrográfica do Açude Jatobá), gerando-se a respectiva interpretação dos padrões referentes aos coeficientes de rugosidade, quanto ao melhor uso e ocupação dos solos na bacia.

Na Tabela 3, que resume o quadro de ocupação do solo na bacia do Açude Jatobá, verifica-se que a maior parte da bacia está compreendida na Classe A, com terras apropriadas para culturas agrícolas/urbanização, correspondendo aos compartimentos de 1 a 10 e 15.

Quanto às terras apropriadas para pecuária/urbanização e terras apropriadas para pecuária/floresta, foram classificadas as bacias 11 e 14, respectivamente, enquanto que os compartimentos 12 e 13 foram classificados como terras apropriadas para florestas.

**Tabela 3** – Ocupação do solo dos 15 compartimentos.

[8] Classes de RN	[9] Compar- timentos	USO DA TERRA (ha)						
		Floresta (N) – 1		[14] $\Sigma$ N	[15] Pastagens 2	[16] Culturas agrícolas 3	[17] Áreas construídas 4	[18] Açudes 5
		Caaf 1a	Caaa 1b					
A	1	31,50	508,05	539,55	524,32	158,42	0,507	47,32
A	2	4,44	211,33	215,77	65,18	33,71	0,141	36,88
A	3	192,00	562,91	754,91	371,00	94,18	0,830	32,34
A	4	163,78	502,05	665,83	407,00	117,22	0,495	48,16
A	5	18,30	33,34	51,64	235,92	34,36	0,129	2,00
A	6	7,46	83,80	91,26	104,31	23,19	0,089	3,03
A	7	31,48	208,58	240,06	355,92	50,66	0,261	5,78
A	8	42,74	87,49	130,23	47,96	13,51	0,078	2,54
A	9	57,67	55,22	112,89	185,29	30,57	0,132	0,66
A	10	74,62	63,50	138,12	73,42	13,03	0,090	0,08
B	11	162,40	33,73	196,13	46,00	9,45	0,101	0,15
D	12	305,55	13,72	319,27	28,74	6,59	0,147	13,74
D	13	326,86	55,08	381,94	28,87	3,72	0,166	0,00
C	14	425,78	0,00	425,78	251,10	18,22	0,278	0,00
A	15	66,38	0,00	66,38	138,38	11,90	0,087	0,00
Total	-	1.910,96	2.418,8	4.329,76	2.863,41	618,73	3,528	192,68

**1** – FLORESTA/ VEGETAÇÃO NATURAL (N); **1a** – CAATINGA ARBUSTIVA ARBÓREA FECHADA (CAAF); **1b** – CAATINGA ARBUSTIVA ARBÓREA ABERTA (CAAA); **2** – PASTAGENS; **3** – CULTIVOS AGRÍCOLAS; **4** – ÁREAS CONSTRUÍDAS e **5** – AÇUDES.

A Tabela 3 também mostra um domínio significativo de Florestas e Pastagens com 4.329,76ha e 2.863,41ha, respectivamente. Percebe-se nas Florestas uma maior quantidade Caatinga arbustiva arbórea aberta, representando 2.418,8ha, enquanto que a Caatinga arbustiva arbórea fechada tem 1.910,96ha.

#### 4.6 Degradação da bacia hidrográfica do Açude Jatobá

A Tabela 4 apresenta os dados quantitativos da degradação física da área de estudo, mostrando as particularidades de cada compartimento e suas eventuais disponibilidades e conflitos.

**Tabela 4:** Degradação física da bacia hidrográfica do Açude Jatobá

Compartimentos	Conflitos no uso da terra		Floresta %	A Florestar		Excesso (+), e disponibilidade (-) em agricultura		Área a ser trabalhada para manejo correto da bacia		Área Degradada ha	Degradação %
	ha	%		ha	%	ha	%	ha	%		
1	-	-	42,50	-	-	515,42(-)	40,60	515,42	40,60	-	-
2	-	-	61,32	-	-	63,07(-)	17,92	63,07	17,92	-	-
3	-	-	60,19	-	-	363,99(-)	29,02	363,99	29,02	-	-
4	-	-	53,78	-	-	398,12(-)	32,16	398,12	32,16	-	-
5	-	-	15,94	29,36	9,06	204,37(-)	63,08	233,73	72,14	29,36	9,06
6	-	-	41,13	-	-	102,86(-)	46,36	102,86	46,35	-	-
7	-	-	36,81	-	-	351,13(-)	53,84	351,13	53,84	-	-
8	-	-	67,06	-	-	46,56(-)	23,98	46,56	23,98	-	-
9	-	-	34,26	-	-	183,07(-)	55,56	183,07	55,56	-	-
10	-	-	61,47	-	-	71,89(-)	32,00	71,89	31,99	-	-
11	9,45	3,76	77,95	-	-	9,45(+)	3,76	9,45	3,76	9,45	3,76
12	35,33	9,59	86,64	-	-	6,59(+)	1,79	6,59	1,79	35,33	9,59
13	32,59	7,86	92,17	-	-	3,72(+)	0,90	3,72	0,90	32,59	7,86
14	18,22	2,62	61,27	-	-	18,22(+)	2,62	18,22	2,62	18,22	2,62
15	11,9	5,49	30,65	41,92	19,35	94,88(-)	43,81	148,7	68,65	53,82	24,85
Total	107,49	-	-	71,28	-	-	-	2.516,52	-	178,77	-
Degradação média da bacia hidrográfica											3,85

Na Tabela 4 constatam-se conflitos no uso da terra nos compartimentos de 11 a 15, no total de 107,49 hectares. Esse conflito deve-se ao uso de agriculturas em locais impróprios, já que esses compartimentos têm declividade média de 19,39%.

A área de Florestas que representam nas microbacias é em média 54,87% do total estudado. Contudo, os compartimentos 5 e 15 necessitam de reflorestamento, com 29,36 hectares e 41,92 hectares respectivamente. Esses compartimentos para atender a legislação precisam de 25% de florestas para o compartimento 5 e o compartimento 15 de um total de 50% de florestas.

Os compartimentos de 1 a 10 e 15 estão com disponibilidade para agricultura, podendo ocupar a área de Pecuária. Já os compartimentos de 11 a 14 estão com excesso de agricultura, ocupando as áreas de florestas, devido as declividades médias dos compartimentos terem 19,39%.

A Tabela 4, também mostra a área a serem trabalhadas para manejo correto da bacia, de um total de 2.516,52 hectares, esses compartimentos necessitam de um planejamento para o seu uso e ocupação.

Os compartimentos 5, de 11 a 14 e 15 encontram-se com áreas degradadas, no total de 178,77 hectares, essas diferenças verificadas nos percentuais de degradação física dos compartimentos avaliadas são decorrentes, sobretudo, das diferenças observadas nos percentuais de cobertura florestal dos compartimentos.

As degradações médias das microbacias estudadas foi de 3,85%, constata-se que no Sistema de Classificação a distribuição da adequabilidade do uso atual das terras indica que esta área está sendo utilizada adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade de suporte agrícola dos solos, enquanto que o diagnóstico físico-conservacionista aponta uma situação favorável em 96,15% da totalidade da área de estudo.

Para um manejo correto de bacias hidrográficas, é necessária a elaboração de diversos diagnósticos, tais como: diagnóstico sócio-econômico, diagnóstico ambiental, diagnóstico vegetal, diagnóstico pedológico, etc., fazendo-se, assim, uma análise mais detalhada da bacia hidrográfica, identificando todos os seus problemas, para dar mais consistência às tomadas de decisão.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e com os resultados obtidos do estudo proposto, foi possível concluir que:

- 1) As imagens do sensor HRC do CBRES 2B permitiram a obtenção da rede de drenagem e o mapeamento do uso da terra de maneira mais rápida, além de fornecer um excelente banco de dados para futuros planejamentos nesta área, mostrando assim, resultados satisfatórios;
- 2) O coeficiente de rugosidade permitiu classificar os compartimentos de 1 a 10 e o 15 com vocação para agricultura e urbanização; 11 para pecuária e urbanização; 14 para pecuária e florestamento e 12 e 13 para florestamento;
- 3) Ocorreram conflitos nos compartimentos 11 a 15, abrangendo todos os tipos de Classe de uso potencial, onde o relevo é fortemente ondulado, serra do Teixeira;
- 4) A bacia hidrográfica do Açude Jatobá obteve uma degradação média de 3,85%, indicando que está sendo utilizada adequadamente, ou seja, em equilíbrio com a capacidade agrícola do solo, enquanto que o diagnóstico físico-conservacionista aponta uma situação favorável em 96,15% de totalidade da área de estudo.

## REFERÊNCIAS

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Rev. Caminhos da Geografia**. Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, 2007.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 18 Dez. 2008.

CASTRO, J. F. M. Análise Comparativa entre Informações Morfométricas obtidas por Métodos Convencionais e por Métodos Digitais. **Geografia**. Rio Claro: UNESP, v.20, p.115-133, 1995.

CBERS/INPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Apresenta informações gerais sobre o programa CBERS. Disponível em <[www.cbbers.inpe.br](http://www.cbbers.inpe.br)>, acesso em 16 de Abril de 2009.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 149 p.

DCA/UFCG. Departamento de Ciências Atmosféricas/UFCG. Disponível em:< [www.dca.ufcg.edu.br/clima](http://www.dca.ufcg.edu.br/clima) >. Acesso em: 30 de julho de 2009.

DEMATTE, J. A. M. **Utilização de parâmetros de drenagem com o auxílio de fotografias aéreas, na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas, no Estado do Paraná**. 1992. 141f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

FERRETI, E. R. **Diagnóstico físico-conservacionista: instrumento para o plano de bacias hidrográficas - uma aplicação na bacia do Rio Tagaçaba, Município de Guaraqueçaba, PR**. 2003. 183f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151f. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

GARCIA, S.M. et al. **Metodologia para retenção de água em microbacias hidrográficas: estudo de caso**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2001, Aracaju. Anais. Aracaju, 2001.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**. 56: 275-370. 1945.

IBGE - **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo estimado em 2009. Disponível em:< [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) >. Acesso em: 10 de junho de 2010.

KURTZ, F. C.; ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M.; ROBAINA, A. D.; GARCIA, S. M.; SANTOS, A. H. O. et al. **Zoneamento ambiental dos banhados da estação ecológica do Taim, RS**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 77-83, jan/fev. 2003.

MARQUES, W. R. **Interpretação de imagens de satélites em estudos ambientais**. Ambiência. Guarapuava – PR, v.2, n.2, p.281-299, 2006.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições Universidade Federal do Ceará, 1981. 242 p.

PERH-PB. **Plano estadual de Recursos Hídricos**. João Pessoa-PB: Secretaria Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em CD - Rom. 2006.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM, 1997. 423p.

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de Manejo Integrado de bacias hidrográficas**. 2. Ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1991. 181 p.

RODRIGUES, C.; ADADI, S. Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI LUIS A. B. **Praticando a Geografia: técnicas de Campo e Laboratório em geografia e análise ambiental**. SP: Oficina de Textos, 2005, p. 147 -166.

SANTOS, A. R. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro-região de Viçosa**. 2001. 125f. Dissertação (Doutorado em Eng. Agrícola), Departamento de Engenharia Agrícola – UFV. Viçosa.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade – UFRGS/ABRH, 2000. p.35-51.

SOUSA, A. A. **Tratamento digital de fotografias aéreas verticais como um alternativa à análise estereoscópica de bacias hidrográficas**. 2000. 167f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

SOUZA, P. F.; LIMA, J. R.; ARRUDA, P. M.; MENDONÇA, I. F. C.; SILVA, J. A.; NÓBREGA, A. F. Estimativa do nível de cobertura dos solos e levantamento dos remanescentes arbóreos na bacia hidrográfica do açude Jatobá-PB, **Revista Pesquisa**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p, 129-135, 2007.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Bulletin of the Geological Society of America**. 63 (10):1117-1142. 1952.

SUDEMA, **Superintendência de administração do meio ambiente**. Atualização do diagnóstico florestal do estado da Paraíba. João Pessoa, 2004, 268p.

SUDENE. **Carta Planialtimétrica** (escala 1:100.000) editada em (1970) e digitalizada em 1996, **Folha de Patos** (SB.24-Z-D-I / MI - 1209).

VANACKER, V.; MOLINA, A.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DERCON, G.; DECKERS, S. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. **Geomorphology**, v. 72, n. 1-4, p. 340-353, 2005.