

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

**ALBERGMA ESTEVÃO DE Q. M. CAVALCANTE**

**DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA DA MICROBACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO FARINHA – PB**

**PATOS – PB**

**2018**

**ALBERGMA ESTEVÃO DE Q. M. CAVALCANTE**

**DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA MICROBACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO FARINHA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça

**PATOS – PB**

**2018**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR**

C376d Cavalcante, Albergma Estevão de Queiroz Magalhães

Diagnóstico físico-conservacionista da microbacia hidrográfica do Rio Farinha / Albergma Estevão de Queiroz Magalhães Cavalcante. – Patos, 2018.

34 f.:il.; color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2018.

“Orientação: Prof. Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça.”

Referências.

1. Degradação ambiental. 2. Bacias hidrográficas. 3. DFC. 4. Geotecnologia. I. Título.

CDU 556.51

**ALBERGMA ESTEVÃO DE Q. M. CAVALCANTE**

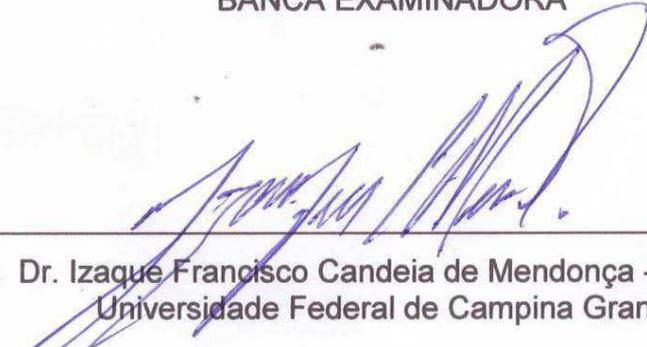
**DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA DA  
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FARINHA – PB**

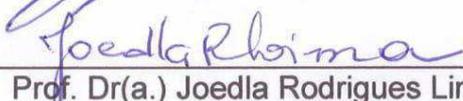
Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

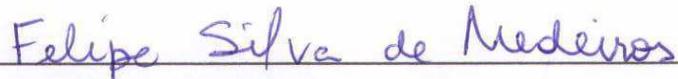
Orientador: Prof. Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça

APROVADA em: 23/07/18

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Izaque Francisco Candeia de Mendonça - Orientador(a)  
Universidade Federal de Campina Grande

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr(a.) Joedla Rodrigues Lima - 1ª Examinador(a)  
Universidade Federal de Campina Grande

  
\_\_\_\_\_  
Msc. Felipe Silva Medeiros - 2º Examinador(a)

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Parâmetros da aptidão por compartimentos.....	25
<b>Tabela 2</b> – Classes de coeficiente de rugosidade .....	26
<b>Tabela 3</b> – Uso e ocupação da terra .....	27
<b>Tabela 4</b> – Degração da Microbacia do Rio Farinha .....	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Mapa de localização da microbacia hidrográfica do rio Farinha .....	17
<b>Figura 2</b> – Mapa de uso e ocupação da microbacia do rio Farinha .....	22
<b>Figura 3</b> – Área composta por CAAA (caatinga arbustiva arbórea aberta) e CAAF (caatinga arbustiva arbórea fechada).....	22
<b>Figura 4</b> – Área ocupada com pastagem .....	23
<b>Figura 5</b> – Agricultura com presença de erosão .....	23
<b>Figura 6</b> – Área de mineração de caulim .....	24
<b>Figura 7</b> – Mapa de compartimentação e drenagem da microbacia .....	24
<b>Figura 8</b> – Mapa de declividade da microbacia do rio Farinha.....	25

## RESUMO

O processo de degradação do sistema ambiental da microbacia do rio Farinha é decorrente da inadequação do ordenamento do uso do solo e de fatores naturais. Objetivou-se no presente estudo realizar o Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC), como ferramenta para avaliar a degradação do sistema resultante de conflitos potencialmente existentes entre o uso atual e a capacidade de suporte de uso das terras, integrando geotecnologias à caracterização física da microbacia. Foram empregados dois softwares o QGIS 2.18.17 para geração de dados vetoriais e o IDRISI Selva V.17, ambiente para o processamento de dados raster. Nestes ambientes incluiu-se o Modelo Digital do Terreno (MDT) do projeto SRTM na geração de planos relativos a delimitação da poligonal da microbacia, rede de drenagem, compartimentação e declividade média. Foram usadas imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI nas bandas 3, 4 e 5, para a classificação visual e supervisionada, das quais derivou-se uma classificação híbrida. A aplicação do Diagnóstico físico-conservacionista (DFC), resultou em 3 das 4 classes de aptidão de capacidade de uso, a saber: classe A (terras apropriadas para agricultura e urbanização) no compartimento 1, onde não foram observados conflitos; classe D (apropriada apenas para florestas) no compartimento 2, obteve 24,2% de conflitos e a classe C (terras apropriadas para pastagem ou florestas) no compartimento 3, com 6,3% de conflitos. Ademais, a área de cobertura florestal para os três compartimentos foi significativamente satisfatória, mitigando os impactos de deterioração na microbacia que foi determinada em 17,6%, sendo o ordenamento de uso de suas terras distribuídas adequadamente segundo a metodologia aplicada.

**Palavras-chave:** Degradação ambiental. Bacias hidrográficas. DFC. Geotecnologias.

## ABSTRACT

The process of degradation of the environmental system of the Farinha river basin is due to the inadequacy of land use planning and natural factors. The objective of this study was to perform the Physical Conservation Diagnosis (PCD), as a tool to evaluate the degradation of the system resulting from potential conflicts between current use and land use support capacity, integrating geotechnologies to the physical characterization of the microbasin. Two softwares were used: QGIS 2.18.17 for vector data generation and IDRISI Selva V.17, environment for raster data processing. In these environments the Digital Terrain Model (MDT) of the SRTM project was included in the generation of plans for the delimitation of the watershed tract, drainage network, compartmentalization and mean slope. Images of the Landsat 8 satellite, OLI sensor in bands 3, 4 and 5, were used for visual and supervised classification, from which a hybrid classification was derived. The application of the Physical-Conservationist Diagnosis (PCD) resulted in 3 of the 4 classes of fitness for use capacity, namely: class A (land suitable for agriculture and urbanization) in compartment 1, where no conflicts were observed; class D (suitable only for forests) in compartment 2, obtained 24.2% of conflicts and class C (land suitable for pasture or forests) in compartment 3, with 6.3% of conflicts. In addition, the forest cover area for the three compartments was significantly satisfactory, mitigating the impacts of deterioration in the microbasin that was determined in 17.6%, and the land use planning was adequately distributed according to the applied methodology.

**Keywords:** Environmental degradation. Watersheds. PCD. Geotechnology.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos .....	11
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
3.1 Bacias Hidrográficas e Microbacias Hidrográficas .....	12
3.2 Geotecnologias e Geoprocessamento aplicados em estudos ambientais ..	13
3.2.1 SIG (Sistemas de Informações Geográficas) .....	14
3.2.2 Sensoriamento Remoto .....	14
3.3 Diagnóstico Físico-conservacionista .....	15
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
4.1 Localização da área de estudo.....	17
4.2 Clima.....	17
4.3 Solos.....	18
4.4 Material utilizado .....	18
4.3 Métodos.....	19
4.3.1 Processamento de dados SRTM.....	19
4.3.2 Geração automática da poligonal, compartimentação e mapa de drenagem da microbacia hidrográfica do rio Farinha.....	19
4.3.3 Geração do mapa de declividade média .....	19
4.3.4 Geração do mapa de cobertura vegetal e uso atual.....	20
4.3.5 Diagnóstico físico-conservacionista (DFC) .....	20
4.3.6 Aptidão de uso dos solos da microbacia.....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
5.1 Cobertura vegetal natural .....	21
5.2 Uso atual das terras .....	21
5.3 Mapa de compartimentação e drenagem da microbacia .....	24
5.4 Mapa de declividade média da microbacia .....	25
5.4 Aplicação diagnóstico físico-conservacionista.....	25
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Bacias hidrográficas lastreiam, de modo efetivo, parte significativa de atividades econômicas inseridas no sistema ambiental. A exigência crescente de recursos naturais empregados no desenvolvimento de atividades econômicas inobservando o devido ordenamento do meio físico tem promovido prejuízos crescentes na estrutura físico-química e biológica deste sistema. Estas condições contribuem para acelerar, analogamente, a erosão e o nível de assoreamento do sistema de drenagem, dentre outros fatores, comprometendo a qualidade hídrica e, por conseguinte, intervindo na qualidade de vida da população presente neste espaço.

De acordo com Santos et al. (2007), a erosão é um fenômeno bastante comum e marcante na região do semiárido, em especial a erosão hídrica, visto a irregularidade e intensidade dos períodos chuvosos, associados à exploração inadequada da zona ripária, neste aspecto, os processos erosivos promovem danos significativos nas atividades agrícola, silvicultural e pastoril com repercussão na sociedade regional.

Na microbacia do rio farinha, cuja distribuição espacial de suas terras constitui escopo deste estudo, Araújo, Lima e Mendonça (2011) afirmam que há inadequado uso do solo, proporcionando considerável incremento na potencialidade de erosão e grau de desertificação deste sistema. Isso pode ser justificado pela falta de conhecimento técnico, como afirma Santos (2011), particularmente na inadequação observada de apropriação das terras em áreas marginais aos canais hídricos. A citar, práticas agropecuárias, fato manifesto em bacias hidrográficas do semiárido, resultando no desequilíbrio da diversidade funcional do sistema.

No espectro do diagnóstico ambiental, o físico conservacionista é o mais importante por permitir aplicação imediata e completa em bacias hidrográficas. Consiste essencialmente em confrontar o uso atual com o uso potencial da terra, a partir do conhecimento do coeficiente de rugosidade (SCAPINI, 2006). De acordo com Déstro (2010), este diagnóstico auxilia na implementação de medidas de readequação ambiental, uma vez que, combinado à análise de parâmetros físicos identifica conflitos de uso de terras e auxilia no planejamento do uso racional dos recursos naturais.

A exequibilidade da análise físico-ambiental do sistema ambiental se permitirá a partir do emprego de geotecnologias. Santos et al. (2015), afirmam que o conjunto de ferramentas disponibilizadas em seu arcabouço (geotecnologias) é fundamental na identificação do uso e da cobertura do solo, portanto, possibilitando a geração de planos de informações para mapeamento da vegetação e potenciais conflitos existentes quando confrontados com o uso do solo. A geração destes planos (“*Layers*”) terá como base produtos de sensoriamento remoto. Fernandes (2017), afirma que os produtos advindos desta tecnologia permitem a extração de informações topográficas como delimitação de perímetros, drenagem, declividade, áreas, dentre outras características físicas de bacias hidrográficas de maneira rápida e eficiente, tendo relevância significativa no planejamento ambiental.

Dessa forma a presente pesquisa buscou responder ao seguinte questionamento: Qual é o grau de degradação da microbacia do rio Farinha?

Considerando que, o potencial de degradação de uma microbacia é consequência da verificação de conflitos definidos pela capacidade de suporte das terras e seu uso atual, a aplicação do diagnóstico físico-conservacionista integrado a geotecnologias configura-se como uma etapa importante na avaliação da microbacia hidrográfica em estudo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o grau de degradação do sistema ambiental da microbacia hidrográfica do rio Farinha.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Gerar plano de informações georreferenciadas relativas à caracterização física da microbacia em estudo.
- ❖ Realizar o diagnóstico físico conservacionista na microbacia do rio Farinha com o emprego de Sistemas de Informações Geográficas - SIG.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Bacias Hidrográficas e Microbacias Hidrográficas

Após a segunda metade da década de 40, iniciaram-se estudos relacionados às bacias hidrográficas no Brasil, ao contrário dos Estados Unidos que era pioneiro nas pesquisas desde a década de 30. Mas, como afirmam Santos et al. (2011), somente na década de 80, a partir de pesquisas realizadas no Paraná, foi que surgiu maior interesse a respeito deste tema.

A bacia hidrográfica tornou-se enfoque de diversos autores como: Araújo Júnior, Campos e Cardoso (2002) definem a microbacia como uma unidade física ideal; Carvalho (2004) indica como unidade mais adequada para planejamento e estudos a bacia hidrográfica; Chueh (2004) defende que o estudo da bacia permite analisar e interpretar as alterações que podem ser tanto ambiental como física, auxiliando no diagnóstico e prognóstico; Teodoro et al.(2007) consideram a bacia hidrográfica sendo uma unidade ecossistêmica.

No decorrer da história, embora diversos autores elaborassem suas definições acerca da bacia hidrográfica é de concordância entre os mesmos a definição de rede de drenagem. A bacia hidrográfica é definida, de acordo com Lima e Zakia (2000), apud Teodoro et al. (2007), como sistemas abertos onde há um ciclo de energia caracterizado pelo ganho através de águas subterrâneas e proveniente de chuvas que decorrem no curso da água através do escoamento. É caracterizado pela associação de variáveis que se encontram em equilíbrio dinâmico, onde em caso de perturbação, devido a mudanças no recebimento ou liberação de energia haverá uma mudança compensatória restauradora do estado de equilíbrio.

Enquanto Barrela (2001), apud Teodoro et al. (2007), afirma que se trata de uma área elevada ou inclinada formada por divisores de águas e por cursos d'água onde as águas provenientes das chuvas escoam para áreas mais baixas formando rios e riachos ou infiltram para formação de nascentes e do lençol freático. Dessa maneira, as cabeceiras geralmente localizadas em regiões íngremes de serras e montanhas dão origem a integralidade dos drenos, que à medida que correm juntam-se a outros, em ordem, formando os rios, que por sua vez também recebe água de outros tributários que ao formarem rios maiores desembocam no oceano.

Em conformidade com Lima (2008), para entender o funcionamento de uma bacia hidrográfica é necessário o emprego de vários parâmetros, porém nenhum deles pode ser interpretado como agente simplificador da dinâmica da mesma que é bastante complexa.

As microbacias estão sendo usadas com preferência no planejamento conservacionista como medida para o controle de erosão e conservação de recursos hídricos, visto que, a mesma é compreendida como a menor unidade hidrológica capaz de reunir fatores como: vegetação natural, corpos d'água, tipos de solos, áreas agrícolas e pastagens. Tais componentes estão relacionados com a disponibilidade hídrica e de refletir ações antrópicas (MACHADO, 2002). A microbacia possibilita um estudo de forma detalhada sobre as relações observadas entre o uso atual e a capacidade de uso, tendo em vista que ela constitui um sistema natural aberto e apresenta condições singulares (ATTANASIO, 2004).

Conforme Rocha (1991, p.7), "O conceito de microbacia hidrográfica é o mesmo de bacia hidrográfica, acrescido do enfoque de que o deságue se dá também em outro rio, porém a dimensão superficial da microbacia é menor que 20.000 ha".

Desse modo, o estudo da microbacia fornece subsídios para preservação e manejo dos recursos naturais, onde a mata ciliar desempenha um papel importante arrefecendo o escoamento superficial, aumentando a infiltração e evitando os processos de degradação como: erosão e assoreamento dos rios.

### **3.2 Geotecnologias e Geoprocessamento aplicados em estudos ambientais**

As geotecnologias obtiveram um avanço quanto suas aplicações nos últimos anos e é uma poderosa ferramenta para tomada de decisões (ROCHA et al., 2012). O geoprocessamento, para Boulomytes (2008), é o grupo de ferramentas que contribuem na captura, manipulação e exposição de informações espaciais. Para Bonisch, Câmara e Monteiro (1999) o termo geoprocessamento caracteriza-se como o processo que utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Desse modo, permitindo realizar análises complexas ao integrar informações de fontes heterogêneas e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornando ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

### **3.2.1 SIG (Sistemas de Informações Geográficas)**

De acordo com Rocha et al. (2012), o SIG é um sistema baseado no uso de hardware, software e operador que manipula e analisa informações geográficas. O uso do SIG, segundo Florenzano (2007) tem importância por ser capaz de gerar planos de informações de grande relevância ambiental e no desenvolvimento urbano. Dessa forma, torna possível a identificação de áreas com potencial de crescimento urbano e áreas com tendências de riscos ambientais que necessitam de um maior cuidado com a vegetação. Logo, com o uso deste sistema possibilita o mapeamento e distingue áreas como: tipo de uso do solo, declividade e vulnerabilidade à expansão urbana.

### **3.2.2 Sensoriamento Remoto**

O sensoriamento remoto foi desenvolvido com objetivos militares e foi aperfeiçoado durante o período da Primeira Guerra Mundial, onde fotografias aéreas eram tiradas de aviões. Já na Segunda Guerra, houve o desenvolvimento de filmes infravermelhos que eram capazes de diferenciar a vegetação de camuflagem. Enquanto na guerra fria foram desenvolvidos sensores com capacidade de reproduzir uma imagem de alta resolução e após o fim desta guerra, os dados militares passaram a ser disponibilizados para a população civil (FLORENZANO, 2007).

Rocha et al. (2012) afirmam que, o sensoriamento remoto é entendido como sendo o uso de sensores modernos e equipamentos com a finalidade de captar, transmitir e processar dados para estudo do ambiente terrestre.

Florenzano (2007) afirma que, no Brasil, é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que recebe imagens do satélite Landsat desde a década de 70, na estação situada na capital de Mato Grosso, por ter uma posição centralizada ao centro do continente sul-americano. De acordo com Soares et al. (2015), o satélite Landsat8/OLI que foi lançado 11 de fevereiro de 2013 possibilitou a abertura de um leque de oportunidades para a pesquisa em relação à confecção de dados e informações espaciais, com a presença de dois novos sensores: sensor espectral OLI e o sensor termal TIRS, que incorporam vantagens na resolução espectral, provocando alterações na distância dos espectros nos canais de todas as bandas. A

resolução pancromática apresenta uma nitidez de até 15 m e no multiespectral é de 30 m, sendo capaz de produzir imagens de 15m coloridas utilizando procedimentos de fusão digital, facilitando as pesquisas.

### **3.3 Diagnóstico Físico-conservacionista**

Percebendo que o processo de degradação do meio ambiente tem sido uma realidade constante, é nas bacias hidrográficas onde esta se evidencia em função de suas características, como: crescimento urbano e uso inadequado do solo e de tecnologias diversas, apresentando os mais variados sintomas, como erosão, assoreamento, poluição na margem e água dos rios.

Como afirma Rocha (1991), o diagnóstico físico-conservacionista, tem elevado a produtividade tanto agrícola como pecuária em até 350%, evitando enxurradas e aumentando o processo de interceptação e infiltração da água no solo.

Para Ferretti (2003), com a crescente expansão de áreas exploradas de forma irracional, se faz necessário a aplicação de técnicas que possibilitem determinar o índice de deterioração dos elementos da natureza que são úteis aos seres humanos. Sendo assim, o diagnóstico físico-conservacionista, tem como finalidade indicar o potencial de degradação do ambiente.

De acordo com Carvalho (2004), é analisando parâmetros específicos, que o diagnóstico físico-conservacionista disponibiliza indicativos reais de como deverá ser executado o manejo integrado de bacias hidrográficas, de modo que possibilite o uso eficaz dos seus recursos com sustentabilidade ambiental. Rocha (1991) aponta que seis parâmetros estão relacionados de forma intrínseca com a degradação da bacia, são eles: comprimento de vazão, densidade de drenagem, índice de circularidade, índice de forma, declividade média e coeficiente de rugosidade.

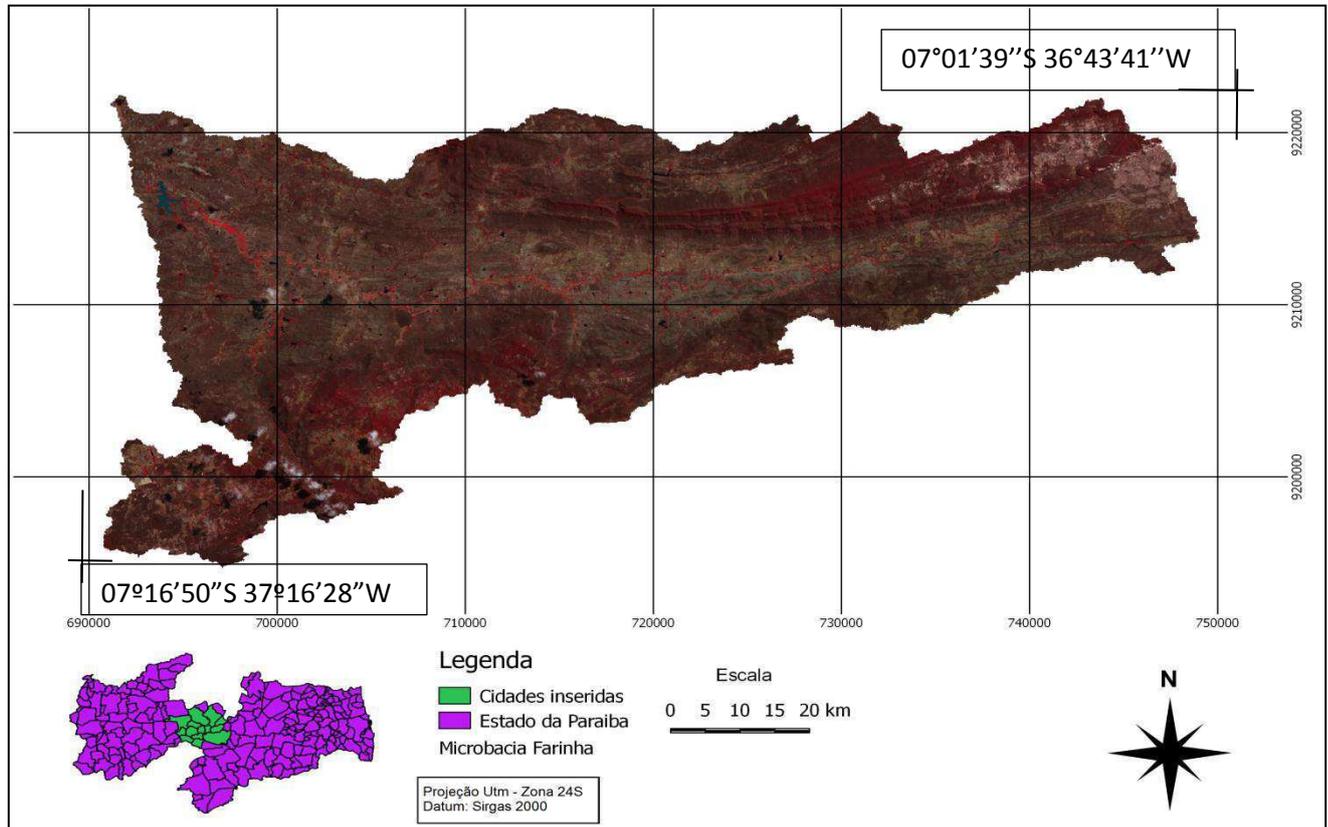
O comprimento de vazão indica o perigo de erosão proporcional ao mesmo, tendo em vista que o valor de comprimento inicia-se nas ravinas; a densidade de drenagem é o comprimento dos canais pela área; já o índice de circularidade indica a susceptibilidade a enchentes de acordo com a sua forma; o índice de forma, a forma da microbacia se aproximara de uma forma geométrica, resultado de quanto menor seja o valor calculado; a declividade média é resultado do somatório das curvas de nível dividido pela sua área, a interação entre a declividade média, tipo de solo, porcentagem de revestimento vegetal e o uso atual, reflete na intensidade de

movimentação do solo; e o coeficiente de rugosidade é o parâmetro que determina se os solos são apropriados para agricultura, pastagem ou reflorestamento, indicando se no local há ou não conflitos.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Localização da área de estudo

**Figura 1** – Mapa de localização da microbacia hidrográfica do rio Farinha



Fonte – Cavalcante (2017)

A microbacia hidrográfica do Rio Farinha, localizada na região centro-oeste da Paraíba integraliza uma área de 80915,8 ha, da qual aproximadamente 40 km<sup>2</sup> esta inserida no município de Patos. Circunscrita as seguintes coordenadas geográficas: 07°16'50" de latitude sul e 36°43'41" a 37°16'28" de longitude a oeste de Greenwich. Os municípios que integram a microbacia são os seguintes: Passagem, sendo que sua área esta inserida integralmente na microbacia e os municípios de Areia de Baraúnas, Assunção, Cacimbas, Junco do Seridó, Patos, Quixaba, Salgadinho, Santa Luzia, São Mamede, Taperoá e Teixeira se inserem parcialmente no conjunto da microbacia hidrográfica (ARAÚJO, 2010).

### 4.2 Clima

A climatologia do município é classificada como seco, semiárido, com baixa latitude e altitude, classificada como Bsh, (ALVARES et al., 2014). O conjunto dos municípios que integram a microbacia em estudo se insere nesta classificação climática. A precipitação pluviométrica média anual para a área da microbacia é menor que 700 mm apresentando quadra chuvosa compreendida entre os meses janeiro a abril, o período de estiagem é de oito meses, estendendo-se de maio a dezembro. Eventualmente, em condições favoráveis de brisa marítima (ondas de leste), se verificam eventos de precipitação nos meses de maio e junho. Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), esporadicamente contribuem com eventos pluviométricos já a partir do mês de dezembro. Sob este domínio climático encontram-se formações florestais de caatinga hipoxerófila e hiperxerófila (REBOITA et al. 2017).

### **4.3 Solos**

Na microbacia do Rio Farinha verifica-se diversidade de unidades de solos. De acordo com o mapeamento das unidades de solos realizado, em nível exploratório pela Embrapa solos (2006), há uma predominância dos Luvisolos Crômicos Órticos, nas áreas de aplainamento e nas outras regiões, Neossolo Litólico Eutrófico, Neossolo Regolítico Distrófico e em menor proporção de Cambissolos, esses tipos de solos são característicos de uma caatinga hiperxerófila.

### **4.4 Material utilizado**

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

- Computador (Desktop);
- Softwares IDRISI Selva V. 17.0 "SIG" (Clark University, 2012) e QGis 2.18.17;
- Imagem de satélite no formato digital Landsat 8 OLI; bandas 3, 4 e 5. Órbita 215 e ponto 065, as imagens foram de 25 de agosto de 2017;
- Modelo Digital do Terreno (MDT) do projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), composto por 4 cenas das quais são: 07s\_37w, 07s\_38w, 08s\_37w e 08s\_38w de 14 de setembro de 2014 e resolução de 30m.

## 4.3 Métodos

### 4.3.1 Processamento de dados SRTM

O modelo foi obtido através do site <http://earthexplorer.usgs.gov/>, no formato GeoTIFF, com o sistema de referência no Datum WGS 84 e resolução de 30m. e foi processado de acordo com a metodologia usada por Azevedo (2017), onde as seguintes rotinas foram aplicadas: raster > micelânea > mosaico, para a união das cenas; raster > projeções > reprojeter, no qual modifica o sistema de referência de coordenadas para o Datum SIRGAS 2000 – UTM – 24S. Para o preenchimento das áreas sem dados em mapa raster foi usado o algoritmo “r.fillnulls” através da interpolação spline.

### 4.3.2 Geração automática da poligonal, compartimentação e mapa de drenagem da microbacia hidrográfica do rio Farinha

No ambiente SIG QGIS usando o complemento GRASS foi usado o algoritmo “r.watershed”, no qual os dados processados por Medeiros (2017), gerou através deste modelo a delimitação dos compartimentos, da direção de drenagem e drenagem.

A partir da direção da drenagem e as coordenadas do exutório em utm 691187.920w, 9221582.966s foi delimitado a poligonal da microbacia usando o algoritmo “r.water.outlet” e logo em seguida usando o algoritmo “r.to.vect” para vetorizar a poligonal e a drenagem.

### 4.3.3 Geração do mapa de declividade média

A declividade é uma característica física importante, visto que esse parâmetro tem relação tanto com a velocidade do escoamento como possibilita avaliar a vulnerabilidade da região. A declividade da microbacia será gerada a partir do MDT no ambiente SIG IDRISI observando a seguinte rotina: Gis Analysis > Surface Analysis > Topographic Variables > SLOPE. A partir deste plano foi extraída a declividade média por estrato, consoante a seguinte rotina: Gis Analysis > Database Query > Extract > Average.

#### **4.3.4 Geração do mapa de cobertura vegetal e uso atual**

A geração do plano de uso e cobertura do solo foi baseada em classificação híbrida (visual/automática), de imagens do satélite Landsat8órbita 215 e ponto 065, as imagens foram de 25 de agosto de 2017. A rotulação das manchas homogêneas (temas) foi fundamentada em amostras de no mínimo 100 pixels para cada área de treinamento.

#### **4.3.5 Diagnóstico físico-conservacionista (DFC)**

O diagnóstico físico conservacionista foi desenvolvido de acordo com a metodologia proposta por Rocha (1991), adequando-se para a região da microbacia do rio farinha, a partir do Coeficiente de Rugosidade (RN) obtido pelo produto da Declividade média (H) pela densidade de drenagem (Dd).

$$Rn= H \times Dd$$

#### **4.3.6 Aptidão de uso dos solos da microbacia**

A aptidão de uso da terra foi derivado de características físicas da microbacia, como por exemplo: o coeficiente de rugosidade. Rocha (1991) demonstra que a partir dos resultados obtidos das diferenças de variação do coeficiente, torna-se possível diferenciar e indicar as respectivas classes de capacidade do solo. Terras indicadas tanto para culturas agrícolas como urbanização são definidas como classe A; áreas apropriadas tanto para pecuária como urbanização, classe B; as indicadas para pecuária ou florestas estão classificadas na C e é denominado como classe D, terras apropriadas para preservação florestal.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Cobertura vegetal natural**

A cobertura vegetal desempenha papel fundamental na redução dos processos erosivos, onde em resultados obtidos por Santos, Silva e Srinivasan (2007), áreas desmatadas contribuem com o processo aumentando as perdas de solo e em áreas com vegetação nativa favoreceram na infiltração da água diminuindo os processos erosivos.

A vegetação natural no presente trabalho foi classificada como caatinga arbustiva arbórea aberta e arbustiva arbórea fechada, com o predomínio da vegetação aberta representa 48037ha (59,4%) da área de estudo, justificada pelas características edafoclimáticas da região, e a inadequação de uso e manejo da microbacia avaliada.

A caatinga arbustiva arbórea fechada, ocorre em locais de difícil acesso numa menor proporção e em pontos onde as características topográficas apresentam declividades acentuadas, esta tipologia foi verificada em 17% da microbacia avaliada, distribuída em 13828,5 hectares, apresentado na Figura 2.

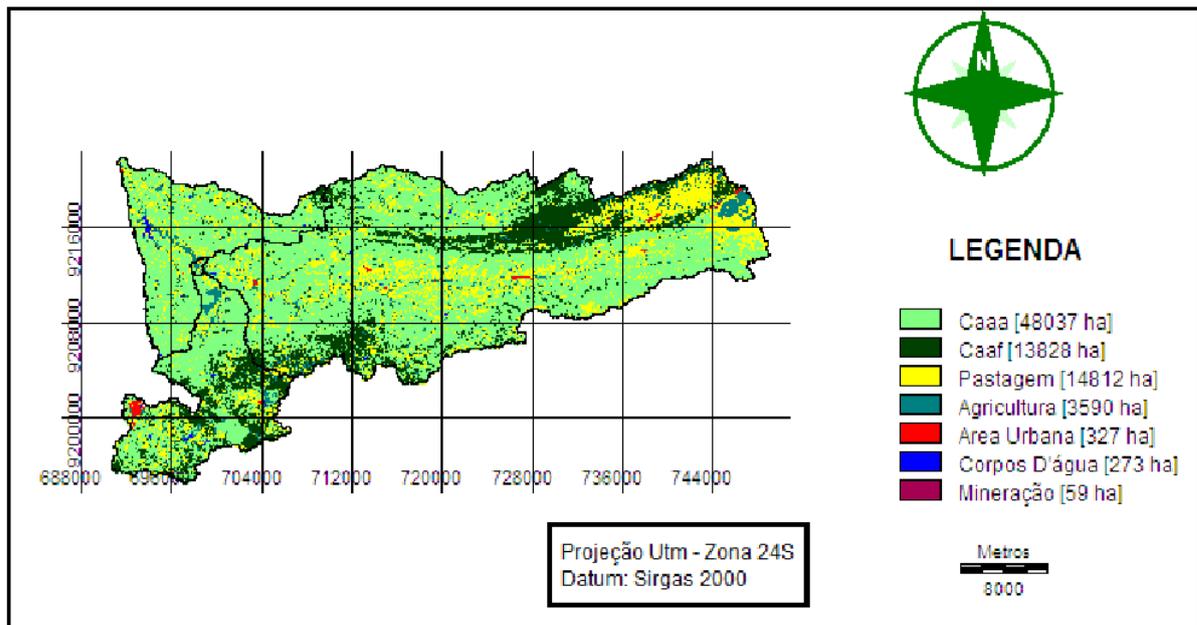
Em estudo na mesma área, Santos (2011) identificou o percentual de cobertura correspondente a 46% da microbacia com caatinga arbustiva arbórea aberta e 24% com caatinga arbustiva arbórea fechada, constatando-se uma redução em biomassa da caatinga arbustiva arbórea aberta no qual possibilitou a estimação de perda de 820 ha por ano, com conseqüente incremento da tipologia caatinga arbustiva arbórea aberta, indicando um possível processo de desmatamento para expansão da pecuária na região, constatado também através do aumento de áreas antropizadas. Neste aspecto, é importante considerar a condição climática desfavorável verificada nos últimos sete anos, com precipitações pluviométricas muito abaixo da média histórica.

### **5.2 Uso atual das terras**

Na área da microbacia ocorrem praticas agrícolas inadequadas ao longo da calha dos rios, pecuária extensiva com predomínio das pecuárias bovina e caprina, urbanização, e áreas de mineração de “caulim”, evidenciando a inadequação na

forma de apropriação das terras, visto os passivos ambientais gerados quando tais práticas ocorrem em áreas de uso restrito, e superlativamente nas áreas destinadas à preservação permanente.

**Figura 2** – Mapa de uso e ocupação da microbacia do rio Farinha



No trabalho de campo na região entre Passagem e Areia de Baraúna foram identificadas áreas com a predominância dos seguintes tipos de uso do solo: caatinga arbustiva arbórea aberta; caatinga arbustiva arbórea fechada e pastagens.

**Figura 3** – Área composta por CAAA (caatinga arbustiva arbórea aberta) e CAAF (caatinga arbustiva arbórea fechada).



A figura 3 demonstra uma área localizada nas coordenadas S07°07'07.0" W36°59'56.0" 353 m. A área possui uma característica de transição onde na porção

plana predomina a caatinga arbustiva aberta, já a caatinga arbustiva arbórea fechada ocupa a região com relevo ondulado.

**Figura 4** – Área ocupada com pastagem



Fonte – Cavalcante (2017)

A figura 4 apresenta um exemplo de área ocupada com pastagem localizada nas coordenadas S07°07'21.0" W36°58'36.6" 350 m. No local se pratica a retirada excessiva da vegetação para atividades de pecuária em especial a caprinocultura. A área possui características de fragilidade aos processos de degradação observando que os terrenos possuem altas declividades e solos extremamente rasos, o que dificulta a capacidade de resiliência das espécies.

Na Figura 5 identificada pelas coordenadas S07°06'17.4" W36°51'03.8" 415 m, registrou-se o uso de atividades agrícolas sem nenhum tipo de prática conservacionista, onde apesar de ser em uma área pequena o produtor a utiliza para o plantio de milho numa encosta formada em decorrência de erosão do tipo sulco.

**Figura 5** – Agricultura com presença de erosão



Fonte – Cavalcante (2017)

A área de mineração de caulim na figura 7 foi localizada na coordenada S07°03'39.6" W36°46'16.0" 612 m no sentido nordeste da microbacia. Na área foi identificado inadequação com o descarte do rejeito que representa 60% do produto final e é jogado no entorno.

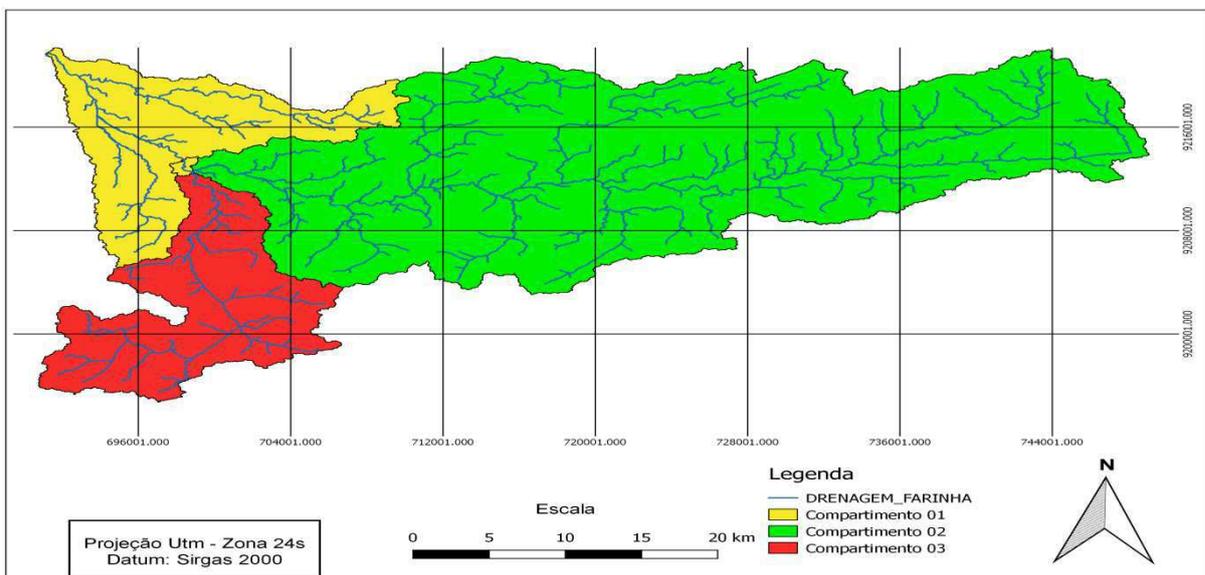
**Figura 6** – Área de mineração de caulim



**5.3 Mapa de compartimentação e drenagem da microbacia**

O mapa expresso na figura 7 está representada pela divisão dos três compartimentos e a drenagem da microbacia que foi gerado através do qgis no algoritmo r.watershed, onde o compartimento 1 apresenta uma área de 12045,93ha, o compartimento 2 com 55536,58ha e o compartimento 3 com 13333,34ha. Quanto ao somatório do comprimento da drenagem foi calculado em 652,195km

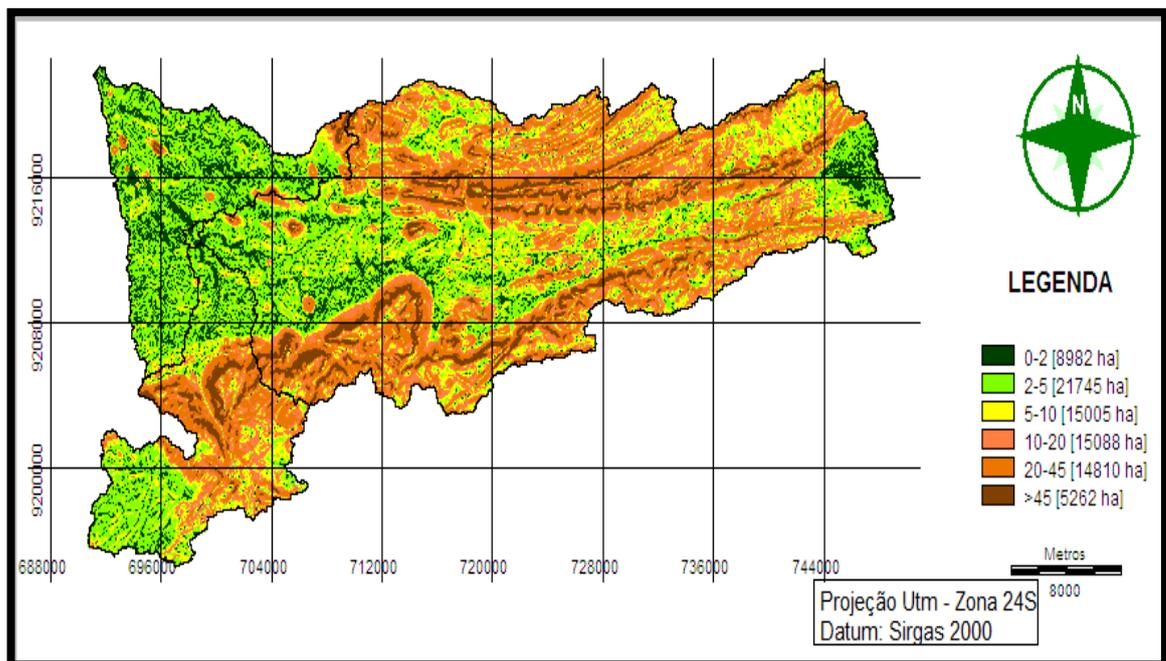
**Figura 7** – Mapa de compartimentação e drenagem da microbacia



#### 5.4 Mapa de declividade média da microbacia

De acordo com a geração do mapa de declividade média, figura 8. Observa-se uma superfície aplainada com pequenos inselbergs e nas áreas periféricas ao planalto da Borborema trechos ondulados e forte ondulados, onde no compartimento 1 a classe de declividade foi classificada na classe de terreno plano com 14,9% e no compartimento 2 com 68,6% e no compartimento 3 com 16,5% da microbacia é ondulado.

**Figura 8** — Mapa de declividade da microbacia do rio Farinha



Fonte – Cavalcante (2017)

#### 5.4 Aplicação diagnóstico físico-conservacionista

A oferta de dados gerados pela aplicação da metodologia adotada, com especificidade às informações do coeficiente de rugosidade conduziu aos procedimentos de cálculos da aptidão do solo baseado em parâmetros físicos da área de pesquisa, a saber: comprimento dos canais de drenagem; a área de cada compartimento; declividade média e densidade de drenagem, sendo derivadas 3 classes com aptidões distintas. Conforme exposto na tabela 1.

**Tabela 1** — Parâmetros da aptidão por compartimentos.

<b>QUADRO BÁSICO – Diagnóstico Físico-Conservacionista – Microbacia do Rio Farinha - PB.</b>						
[1]* Classes de RN	[2] Áreas de estudo	[3] $\Sigma$ (RCT) (km)	[4] Área dos Compartimentos (ha)	[5] Declividade média - [H] (%)	[6] Densidade de drenagem [D] (km/ha)	[7] RN x 10 <sup>2</sup>
A	1	97,43	12045,93	0.284940	0,0170	0,48
D	2	451,014	55536,58	16.118392	0,0087	14,02
C	3	103,751	13333,34	13.079647	0,007781	10,17
Total	-	652,195	80915,85	-	-	-

Para obtenção dos valores do coeficiente de rugosidade explicito na tabela 2, foram obtidos através do produto da declividade média pela densidade de drenagem, no qual as classes foram usadas de acordo com a diferença do maior RN pelo menor RN (amplitude) dividido por 4 classes, que são representadas pelas quatro características de aptidão de uso do solo, resultando em três compartimentos segundo as classes A, D e C respectivamente.

Através dos procedimentos realizados na obtenção de informações sobre do uso das terras, foi distribuído por compartimentos na tabela 3 as seguintes categorias de uso na aplicação do diagnóstico.

**Tabela 2** – Classes de coeficiente de rugosidade

Classes	Intervalo de domínio (valores de RN)	Uso	Valores encontrados
A	+ 3,38 0,48.....3,86	Agricultura A	1 RN
B	+ 3,38 3,87.....7,25	Pastagem B	-
C	+ 3,38 7,26.....10,64	Pastagem/Florestamento C	1 RN
D	+ 3,38 10,65.....14,02	Florestamento D	1 RN

**Tabela 3 – Uso e ocupação da terra**

CLASSE S DE RN [8]	COMPA RTIMEN TOS [9]	USO DA TERRA (ha)							
		N (ha)		$\Sigma$ N	2	3	4a	4b	5
		1a [10]	1b [11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
A	01	491.31	9085.95	9577.26	1875.87	474.03	20.97	106.74	
D	02	9787.50	32120.10	41907.60	11076.39	2279.88	132.2 1	84.42	59.04
C	03	3549.69	6830.64	10380.33	1860.30	836.46	173.5 2	81.63	
TOTAL		13828,5	48036,69	6186,19	14812,56	3590,37	326,7	272,79	59,04

Sendo as categorias vegetação natural e uso atual dos compartimentos:

**1** – Florestas/vegetação natural (n)

**1a** – CAAF (caatinga arbustiva arbórea fechada)

**1b** – CAAA (caatinga arbustiva arbórea aberta)

**2** – Pastagens.

**3** – Cultivos agrícolas.

**4** - Áreas construídas: **4a** Urbanização

**4b** Corp'd'água

**5** – Área mineração

Com base nos dados da tabela 3 verifica-se que, as classes de RN são A (com áreas apropriadas para agricultura e potencial de expansão urbana), a classe D (que é classificado como a mais sensível impondo inadequação das áreas para o uso de agricultura e pecuária, possibilitando apenas o uso para florestamento) e C

(onde é indicado para florestas e possui limitações no uso de pastagens). Na classe D é possível identificar que o compartimento é usado de forma inadequada devido a presença de agricultura, pastagens e mineração.

**Tabela 4** – Degradação da Microbacia do Rio Farinha

CLASSES RN [18]	COMPAR- TIMENTO S [19]	ÁREA DA MICROBA- C. (ha) [20]	CONFLITOS		N (%) [23]	A FLORESTA AR (ha) (%) [24] [25]		Excesso (+) e disponibilidade e (-)Em agricultura (ha) (%) [26] [27]		Área a ser trabalhada para o manejo correto da microbacia (ha) (%) [28] [29]		Área deterior- ada por microba- cia (ha) [30]	% de deteri- oraçã o por micro- bacia [31]	Priorid- ades [31]
			USO (ha) [21]	(%) [22]		(ha) [24]	(%) [25]	(ha) [26]	(%) [27]	(ha) [28]	(%) [29]			
A	01	12045,93	-	-	79	-	-	-	15,57	1875,87	15,57			
D	02	55536,58	13415,31	24,15	75,45	-	-	+2338,92	4,21	2338,92		13415,31	24,15	
C	03	13333,34	836,46	6,27	77,85	-	-	+836,46	6,27	836,46	6,27	836,46	6,27	
TOTAL		80915,85	14251,77			-	-			5051,25		14251,77		
DEGRADAÇÃO MÉDIA DA MICROBACIA													17,61	

A tabela 4 apresenta características específicas para cada compartimento, onde através do RN sugere-se a potencialidade e fatores limitantes de cada área. O compartimento 1 foi calculado com o RN de classe A, sua área de 12045,9 ha o compartimento não possui áreas conflitantes pois, sua classe comporta todos os tipos de uso. A área de cobertura com vegetação natural é de 79% sendo satisfatório, tendo em vista que o mínimo necessário para área com declividades menor que 15% necessitaria de no mínimo 25%. O compartimento possui 15,6% disponíveis para práticas agrícolas devendo esta ser manejada para um melhor

aproveitamento de seu potencial, portanto nesta área não há indicadores de degradação. .

No compartimento de classe C possui uma área com cobertura vegetal de 77,8% com vegetação natural, porém como essa classe exige limitações para agricultura, possui uma área de conflito de 6,3% sendo o mesmo devido ao seu excesso, a degradação ocorrente na área é devido ao conflito nela existente.

De acordo com o RN o compartimento 2 foi enquadrado na classe D onde suas terras possuem fortes limitações físicas sendo apropriadas apenas para o florestamento com o objetivo de minimizar os processos de degradação que foi de 24,1% justificado ao fato de haver conflitos na área como as práticas de agricultura que possuía um excesso de 4,2%, pecuária e na cabeceira da microbacia atividades mineradoras.

Em estudo na cidade de Passagem, inserida no compartimento 2, Santos et al. (2013) afirmam que, o fator de degradação é influenciado pelas características do solo da região que apresentam um alto teor textural que influencia no processo de erosão e a ocorrência de malva-branca encontrada na região serve como indicador de degradação.

Andrade e Azevedo (2015) corroboram que a prática da mineração na área de Junco do Seridó-PB provoca intensa degradação na área pelo fato de que essa atividade promove uma intensa retirada da vegetação para a exploração do caulim, assim agravando os processos de erosão e depauperamento do solo.

O percentual de degradação da microbacia é resultante de áreas conflitantes que corresponde a 17,6% da área total. Apesar de haver conflitos relativamente impactantes a área como um todo está sendo usada em equilíbrio com sua capacidade, Baracuchy et al. (2003) afirmam que, a falta de cobertura florestal é o principal agravante da degradação. Dessa forma o fato da área haver uma cobertura florestal adequada em todos os compartimentos foi fator fundamental na minimização da degradação presente microbacia.

## 6 CONCLUSÃO

A aplicação de geotecnologias fornece ambientes rápidos e eficientes na análise ambiental georreferenciada de microbacias, sendo fundamental para o desenvolvimento integrado do diagnóstico físico-conservacionista, alcançando resultados extremamente satisfatórios e com redução de custos.

Na análise de conflitos de uso da terra, observou-se que o compartimento 1 foi o único que não apresentou tais eventos. Validado pela conformidade do coeficiente de rugosidade indicar aptidão tanto para agricultura como para urbanização. No compartimento 2 resultou um percentual mais elevado de conflitos visto sua distribuição na classe D onde a indicação é apenas para florestas, sendo observados usos com práticas agrícolas, pecuária e mineração. Em trabalho de reambulação constatou-se o grande potencial à degradação. O compartimento 3, classificado como de classe C, suas terras são indicadas apenas para pecuária e florestas, observando-se conflitos com agricultura.

Os resultados obtidos validaram para os três compartimentos cobertura florestal superior a 50%, constituindo-se como fator de mitigação dos conflitos potencialmente existentes, indicando que aproximadamente 82% das terras da microbacia do Rio Farinha estão distribuídas adequadamente consoante a metodologia aplicada.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014. Disponível em:<<https://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art00008>>. Acesso em:15/07/2018
- ANDRADE, M. V; AZEVEDO, P. V. Análise da sustentabilidade da mineração do Caulim no município de Junco do Seridó – PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n.5, p.1393-1409, 2015. Disponível em:<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233470>>. Acesso em: 13/07/2018
- ARAÚJO, I. P. de. **Uso e degradação dos recursos naturais no semiáridobrasileiro**: estudo na microbacia hidrográfica do Rio Farinha/PB. 2010. 134p. Dissertação (Ciências Florestais)– CSTR/UFCG, Patos-PB, 2010.
- ARAÚJO, I. P.; LIMA, J. R.; MENDONÇA, I. F. C. Uso e Degradação dos Recursos Naturais no Semiárido Brasileiro: Estudo na Microbacia Hidrográfica do Rio Farinha, Paraíba, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 39, p. 255-270, 2011. Disponível em <<http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wp-content/uploads/2015/07/Ara%C3%BAjo-el-al-2011.pdf>> Acesso em: 24/08/2017
- ARAÚJO JÚNIOR, A. A.; CAMPOS, S.; CARDOSO, L.G. Diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do rio capivara- Botucatu (SP), visando o uso racional do solo. **Irriga**, Botucatu-SP, v. 7, n.2, 2002. Disponível em:<<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3072>>. Acesso em: 15/07/2018
- ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola**: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. 2004. 206 p. Tese (Doutorado em Conservação em Ecossistemas Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/-disponiveis/11/11150/tde-03012005-155512/pt-br.php>>. Acesso em: 12/07/2018
- BARACUHY, J. G. V. et al. Deterioração físico-conservacionista da microbacia hidrográfica do riacho Paus Brancos, Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 159- 164, 2003. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v7n1/v7n1a26.pdf>> Acesso em: 17/07/2017
- BONISCH, S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial para a integração de propriedades naturais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José do Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 1999. Disponível em:<[http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/analise\\_espacial](http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/analise_espacial)>
- BOULOMYTIS, V, T, G. **Utilização de geotecnologias para a avaliação do potencial de degradação hídrica das águas superficiais por agroquímicos**:

**caso da sub-bacia do Rio das Antas, Bueno Brandão, MG.** 2008. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura, Campinas, SP, 2008. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258653/1/Boulomytis\\_VassilikiTerezinhaGalvao\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258653/1/Boulomytis_VassilikiTerezinhaGalvao_M.pdf)> Acesso em: 12/08/2017

BRASIL. Ministério da Agricultura. **I – Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II – Interpretação Para Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba.** (Boletim DPFS. EPE-MA, 15 – Pedologia, 8). Rio de Janeiro: MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1972.

CHUEH, A. M. **Análise do uso do solo e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio pequeno - São José dos Pinhais/PR, por meio do diagnóstico físico-conservacionista – DFC** 2004. Dissertação [Mestrado em Geografia] Curitiba. 2004. Disponível em:<<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/1003/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20CHUEH%20Anderson.PDF?sequence=1>>. Acesso em: 30/06/2018

CARVALHO, S. M. **O diagnóstico físico-conservacionista - DFC - como subsídio à gestão ambiental da bacia hidrográfica do Rio Quebra-Perna , Ponta Grossa/PR.** 2004. Tese(Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2004. Disponível em:< <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/105051>>. Acesso em: 12/07/2018.

DÉSTRO, G. F. G. Diagnóstico físico-conservacionista no estudo dos conflitos de uso da terra em microbacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** V.5, n.4, p.525-53, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1190/119016964013/>>. Acesso em: 09/07/2018.

EMBRAPA, Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Solos UEP.** Recife, 2006. Disponível em: <[www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html](http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html)>. Acesso em: 13/07/2018

FERNANDES, G.; MENGUE, D. H. S. Uso de dados SRTM para delimitação de bacias hidrográficas do estado de goiás. In: XV simpósio de geologia do centro-oeste avanços na geologia no brasil central goiana, **Anais eletrônicos...** 03-06 de setembro de 2017. Disponível em:< [http://sgco2017anais.siteoficial.ws/geotecnologias/XVSGCO\\_161.pdf](http://sgco2017anais.siteoficial.ws/geotecnologias/XVSGCO_161.pdf)>. Acesso em: 09/07/2018.

FERRETI, E. R. **Diagnóstico físico-conservacionista dffc:** instrumento para o plano de bacias hidrográficas uma aplicação na bacia do rio Tagaçaba–município de Guaraqueçaba–PR. 2003. 210p. Tese [Doutorado] – UFPR, Curitiba-PR, 2003. Disponível em:<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49794/T%20-%20ELIANE%20REGINA%20FERRETTI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 19/08/2017

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba. 2008. 242p. (Apostila)

MACHADO, R. E. **Simulação de escoamento e de produção de sedimentos em umamicrobacia hidrográfica utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento.** Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz deQueiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-10072002-161200/en.php>>. Acesso em: 12/07/2018.

MENDONÇA, I. F. C. **Adequação do uso agrícola e estimativa da degradação ambiental das terras da microbacia hidrográfica do riacho Una, Sapé-PB.** 2005. 158p. tese [doutorado] - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.Campinas, SP. 2005. Disponível em:<<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257244>>. Acesso em: 12/07/2018.

RAFAELI NETO, S. L; RICARDO, G. S.; TEDESCO, M. Determinação do índice de deterioração físico-conservacionista da bacia hidrográfica do alto canoas. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre/RS Centro Universitário Metodista IPA,2015. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/congresso6.htm> >. Acesso em: 24/08/2017

REBOITA, M. S. et al. Análise sinótica e numérica de um VCAN no Nordeste do Brasil (Synoptic and numerical analysis of a VCAN in the Brazilian Northeast). **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 10, n. 1 p. 19, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233969/27433>>. Acesso em: 13/07/2018

ROCHA, A. P. T. et al. **Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro.** 2. ed. Campina Grande, 2012.

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

SANTOS, A. R. et al. **Geotecnologias e análise ambiental:** aplicações praticas[e-book] – Alegre, ES: CAUFES, 2015. 230p.

SANTOS, C. A. G; SILVA, R. M; SRINIVASAN, V. S.Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semi-árido da Paraíba. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.1, n.1, p. 1-152, 2007. João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB. Disponível em:< <http://www.okara.ufpb.br>>. Acesso em: 12/07/2018,

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

<[http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad\\_eng\\_florest/mono\\_2011/monografias\\_florestal2012/heric\\_cavalcanti.pdf](http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_eng_florest/mono_2011/monografias_florestal2012/heric_cavalcanti.pdf)>. Acesso em: 18/07/2017

SANTOS, R. V. et al. Atributos do solo-paisagem em áreas degradadas com malva-branca (*Sida cordifolia* L.) no semiárido paraibano. **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 263 - 269, Jul - Set, 2013. Disponível em:  
<<https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2143/2279>>. Acesso em: 10/07/2018.

SCAPINI, G. P. **Diagnóstico físico conservacionista e sua relação com a sedimentação e preferências da paisagem**. Dissertação [Mestrado] Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. UFMS, 2006. Disponível em  
<[http://cascavel.ufsm.br/tede//tde\\_arquivos/10/TDE-2006-12-15T111328Z-299/Publico/GISELESCAPINI1.pdf](http://cascavel.ufsm.br/tede//tde_arquivos/10/TDE-2006-12-15T111328Z-299/Publico/GISELESCAPINI1.pdf)>. Acesso em: 17/07/2017

SOARES, R. B. et al. Aplicação de técnica de fusão em imagens Landsat 8/OLI. In: **Anais XVII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto–SBSR, João Pessoa–PB, INPE**. 2015. p. 4836-4843. Disponível em:  
<<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0944.pdf>>. Acesso em: 12/08/2017

SOUZA, A. T. A. **Diagnóstico físico - conservacionista da bacia hidrográfica do açude Jatobá, Patos – PB**. Patos - PB: CSTR, UFCG, 2010. Disponível em  
<[http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad\\_eng\\_florest/mono\\_ef/mono\\_antonioterccio.pdf](http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_eng_florest/mono_ef/mono_antonioterccio.pdf)>. Acesso em: 17/07/2017

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, p. 137-156, 2007. Disponível em:  
<<http://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>>. Acesso em: 13/07/2018