



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO TECNOLÓGICO DE RECURSOS NATURAIS - CTRN

**A UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE
IRRIGÁVEIS NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB**

Sileno Fernandes Oliveira Filho
Campina Grande, Julho de 2009

SILENO FERNANDES OLIVEIRA FILHO

**A UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIALMENTE
IRRIGÁVEIS NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do grau de Graduado em Engenharia
Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola na
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Orientador: Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto

Campina Grande,
2009



0482u Oliveira filho, Sileno Fernandes.

A utilização do geoprocessamento na identificação de áreas potencialmente irrigáveis no Município de Sumé - PB. / Sileno Fernandes Oliveira Filho. - Campina Grande - PB: [s.n], 2009.

52 f.

Orientador: Professor Dr. João Miguel de Moraes Neto.

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

1. Sistemas de Informações Geográficas . 2. Levantamento de solos. 3. Sistema de Posicionamento Global. 4. Protótipo de base móvel. 5. Geotecnologia - GPS. 6. Geoprocessamento. 7. Sensoriamento remoto. 8. Irrigação. 9. Sumé - PB - estudo de irrigação. I. Moraes Neto, João Miguel de. II. Título.

CDU:528.8(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:


Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

SILENO FERNANDES OLIVEIRA FILHO

**A UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NA IDENTIFICAÇÃO
DE ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS
NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB**

Avaliado em: 28/04 /2009

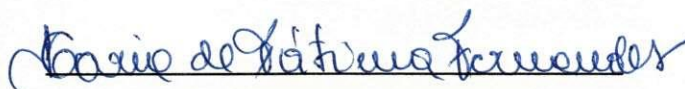
BANCA EXAMINADORA:



João Miguel de Moraes Neto

Prof. Doutor, UFCG / UAEAg

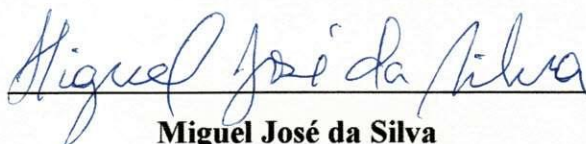
Orientador



Maria de Fátima Fernandes

Eng. Agrícola

Examinadora



Miguel José da Silva

Eng. Cartográfico

Examinador

CAMPINA GRANDE – PB

2009

DEDICATORIA

A minha mãe Iranides Clarindo que foi de fundamental importância para que este momento fosse concretizado e a minha irmã Suênia Clarindo que sempre acreditou na minha força de vontade.

A minha namorada Amanda Gonçalves Fernandes que em todos os momentos esteve presente me passando pensamentos positivos para que fosse concluída mais uma etapa da minha vida.

A todos meus primos e primas que me incentivaram para esta caminhada.

Aos meus tios e tias que contribuíram que fizeram parte desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus por me proporcionar a oportunidade de estar aqui.

A AESA – Pela disponibilização de sua mapoteca para obter informações pertinentes ao andamento do trabalho desenvolvido.

A COOPACNE – Cooperativa de Projetos e Assistência Técnica Científica do Nordeste Ltda. pela utilização de equipamentos, instalações e arquivos como fontes de pesquisa no auxílio de um desenvolvimento coerente.

Ao meu orientador, Dr. João Miguel, pela orientação, por toda a paciência em todos os momentos.

Aos amigos Engenheiro Miguel José da Silva e a Engenheira Agrícola Fátima Fernandes que sempre esteve a me aconselhar e ao o Prof. Ph.D. Marx Prestes Barbosa.

Ao Coordenador do Curso de Engenharia Agrícola Juarez Paz.

A Iana Daya que esteve comigo no início de todo este processo de vida.

A Quitéria Fernandes Batista de Andrade a qual tenho no meu coração como minha segunda mãe e a o seu marido Dr. David de Andrade os quais sabem o valor que tem para que este acontecimento esteja se concretizando na minha vida.

A Anecléia Rodrigues de Lima que foi uma pessoa importante em um momento delicado.

A minhas amigas, Vilma, Aílma, Rayane, Emanuela, que durante esta caminhada de alguma forma estiveram presentes e participaram em vários momentos desta grande fase que esta acabando de ser concluída.

A meu primo Pollianderson, meus amigos Edjunior, Allan, Jandson, Marcelo e a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para que este objetivo fosse atingido.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	05
RESUMO	07
LISTA DE SIGLAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE QUADROS	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL	15
2.1 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
3.1 Sistemas de Informação Geográficas (SIG's)	17
3.2 Geoprocessamento	18
3.3 Sensoriamento Remoto	20
3.4 Levantamento de Solos	23
3.5 Irrigação	24
3.6 Processos de Classificação	26

3.7 Classificação e Mapeamento dos Solos	27
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PILOTO	28
4.1 Clima	30
4.2 Geologia	30
4.3 Geomorfologia	32
4.4 Vegetação	34
4.5 Solos	34
5 MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.1 Materiais	39
5.2 Métodos	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
6.1 Capacidade de Uso	41
6.2 Terras Irrigáveis	44
7 CONCLUSÃO	47
8 BIBLIOGRAFIA	48

RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo a avaliação de áreas potencialmente irrigáveis, bem como, o enquadramento das terras em classes de capacidade de uso, com base na metodologia desenvolvida por Ramalho et al. (1978) e , auxiliada por um sistema de informações geográficas (SIG).

A área de estudo localiza-se no município de Sumé, Estado da Paraíba, na Microrregião Cariri Ocidental. Situa-se entre os meridianos $-36^{\circ}51'38''$ e $-36^{\circ}49'01''$ de longitude oeste e $-7^{\circ}41'26''$ e $-7^{\circ}39'58''$ de latitude sul. Distanto aproximadamente 230 km da capital.

Os resultados obtidos permitem um planejamento adequado dos recursos naturais (solo e água), possibilitando sua utilização como instrumento de apoio à tomada de decisões na elaboração de políticas de desenvolvimento visando assim a sua sustentabilidade, como também, os procedimentos adotados mostraram-se bastante eficazes na avaliação das terras para fins agrícolas. Podem ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis como pastagens ou florestas. A Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras baseou-se na metodologia descrita em Ramalho Filho et al. (1978) que recomendam seja a avaliação da aptidão agrícola das terras baseada em resultados de levantamentos sistemáticos, realizados com base nos vários atributos da terra-solo, clima, vegetação, geomorfologia, etc.

O geoprocessamento vem nos dias atuais a ser um grande aliado na tomada de decisões feitas pelo homem, propiciando que as decisões desejáveis sejam tomadas de forma coerente e com um maior nível de segurança.

A proposta deste estudo foi mostrar a importância do Sistema de informações Geográficas (SIG's) na utilização de tomadas de decisões em uma área piloto localizada entre as coordenadas geográficas: $-36^{\circ}51'38''$ e $-36^{\circ}49'1''$ O de longitude e $-7^{\circ}41'26''$ e $-7^{\circ}39'58''$ S de latitude no semi-árido paraibano localizado na cidade de Sumé-PB, tendo como objetivo visar um planejamento estratégico de como fazer uma melhor utilização do uso do solo para uma melhor gestão sustentável. A partir da utilização do software MAPINFO 7.0 foi possível elaborar os mapas temáticos de Classe de Capacidade de Uso das Terras e Classes de Terras Irrigáveis. Os resultados permitem identificar as áreas passíveis de utilização agrícola, verificar quais as terras que poderiam ser aptas para o uso agrícola, servindo assim, para se poder ter um melhor direcionamento para aquele tipo de solo.

Apões tomados estes procedimentos foram detectados que os solos existentes não são adequados para cultura que tenham uma exigência de terras com uma profundidade relativamente alta, pois os solos encontrados são considerados como rasos.

ABSTRACT

The present study had as main objective the evaluation of areas potentially irrigable, as well as, the enquadramento of the lands in classes of use capacity, with base in the methodology developed by Ramalho et al. (1978) and, aided by a system of geographical information (SIG).

The study area is located in the municipal district of Sumé, State of Paraíba, in Microrregião Western Cariri. He/she locates between the meridians $-36^{\circ}51'38''$ and $-36^{\circ}49'01''$ of longitude west and $-7^{\circ}41'26''$ and $-7^{\circ}39'58''$ of south latitude. Distanto approximately 230 km of the capital.

The obtained results allow an adapted planning of the natural resources (soil and water), facilitating its use as support instrument to the taking of decisions in the elaboration of development politics seeking like this its sustentabilidade, as well as, the adopted procedures were shown quite effective in the evaluation of the lands for agricultural ends. They can be used for production of certain useful permanent cultivations as pastagens or forests. The Evaluation of the Agricultural Aptitude of the Lands based on the methodology described in Ramalho Filho et al. (1978) that recommend it is the evaluation of the agricultural aptitude of the lands based on results of systematic risings, accomplished with base in the several attributes of the earth-soil, climate, vegetation, geomorphology, etc.

The geoprocessamento comes in the days you act to be a great ally in the taking of decisions done by the man, propitiating that the desirable decisions are made in a coherent way and with a larger level of safety.

The proposal of this study went show to importance of the System of Geographical information (SIG's) in the use of takings of decisions in a pilot area located among the geographical coordinates: $-36^{\circ}51'38''$ and $-36^{\circ}49'1''$ of longitude and $-7^{\circ}41'26''$ and $-7^{\circ}39'58''$ of latitude in the semi-arid paraibano located in the city of Sumé-PB, tends as objective to seek a strategic planning of as to do a better use of the use of the soil for a better maintainable administration. Starting from the use of the software MAPINFO 7.0 was possible to elaborate the thematic maps of Class of Capacity of Use of the Lands and Classes of Irrigable Lands. The results allow to identify the areas passíveis of agricultural use, to verify which the lands that could be capable for the agricultural use, serving like this, for her to have a better direcionamento for that soil type. Taken Apões these procedures were detected that the existent soils are not appropriate for culture that you/they have a demand of lands relatively with a depth high, because the found soils are considered as shallow.

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba

COOPACNE – Cooperativa de Projetos e Assistência Técnica do Nordeste Ltda

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

GPS – Sistema de Posicionamento Global

UFCG – Universidade Federal de Campina Grande

MAPINFO – Sistema utilizado para geração de banco de dados e mapas temáticos

SIG – Sistema de informações Geográficas

TM – Thematic Mapper – Mapeador Temático

LANDSAT – Satélite usado para obtenção de imagens

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Espectro Eletromagnético.....	20
Figura 02 – Localização do município de Sumé	29
Figura 03 – Mapa de Geologia	30
Figura 04 – Mapa de Geomorfologia.....	33
Figura 05 – Mapa de Vegetação	34
Figura 06 – Mapa de Solos.....	35
Figura 07 – Mapa de Capacidade de Uso.....	41
Figura 08 – Mapa de Terras Irrigáveis.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Características das formas tabulares	33
Quadro 02 – Características das formas aguçadas	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dados referentes as lavouras no município de Sumé	28
Tabela 02 – Dados referente a caprinocultura no município de Sumé	28

1 INTRODUÇÃO

Uma ferramenta que vem sendo usada com êxito no controle e monitoramento de terras é o geoprocessamento. Segundo Silva (2003), geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados. Envolve técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). O geoprocessamento gerou uma variedade de ferramentas para atender às diversas necessidades dos usuários. Dentre elas, cabe destacar o Sistema de Informações Geográficas (SIG) que oferece capacidade de armazenar os dados de diversas fontes, manipular, analisar e apresentar estas informações em um formato passível de ser compreendido pelo usuário (Souza et al., 1993).

Um SIG tem como principal característica a indexação dos dados pela localização como forma fundamental de organizá-los e manipulá-los, estabelecendo a associação entre o dado e o local onde ocorre. Ele permite explorar a capacidade dos dados para gerar informações por meio de análises espaciais interativas, que fornecem soluções rápidas e precisas para problemas relacionados com a distribuição, espacial e temporal dos dados.

O geoprocessamento vem nos dias atuais a ser um grande aliado na tomada de decisões no planejamento e implementação de uma política de gestão ambiental sustentável dos recursos naturais, assim como, uma ferramenta que aliada ao uso de sensoriamento remoto permite em um curto espaço de tempo, obter informações confiáveis sobre os impactos ambientais decorrentes em um ambiente em função das atividades humanas inadequadas.

A utilização das técnicas de Geoprocessamento no planejamento ambiental tem aumentado significativamente, uma vez que tem proporcionado à comunidade usuária informações importantes no que diz respeito ao planejamento, acompanhamento e preservação, principalmente, em regiões semi-áridas em um espaço de tempo relativamente curto, permitindo soluções que se tornem possível tornar menos agressivas as ações desenvolvidas pelo homem ao meio ambiente.

Na elaboração de planejamentos agroambientais exigem-se, dentre outras informações, aquelas relacionadas ao diagnóstico físico, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo, vegetação, recursos hídricos, etc. Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícola

mais adequadas, permitindo identificar as áreas passíveis de utilização agrícola, um maior controle da erosão, o uso mais adequado do solo.

A adaptabilidade às atividades agrosilvopastoris diz respeito à sua capacidade de uso, que é conceituada como sendo a adequabilidade do uso dos solos para pastagens, lavouras, frutíferas, florestas, etc., de modo que a sua degradação seja menor possível (LEPSCH, 1983). Assim, cada hectare de terra deve ser cultivado segundo as suas reais aptidões, utilizando uma tecnologia que respeite e promova ao máximo o equilíbrio ecológico entre a fauna, flora, água, ar e o homem.

As conseqüências da má utilização dos solos redundam, em um primeiro momento, na sua degradação física, química e biológica, que resultará na gradativa diminuição do seu potencial produtivo.

Também é prudente que o contexto explorado não poderá dar com toda precisão a forma do gerenciamento a ser utilizado, mas dará uma melhor visão dos problemas e das soluções a serem tomadas, decorrente do seguinte princípio que tudo deve ser implantado com um bom planejamento.

2 OBJETIVO GERAL

Utilizar o Sistema de Informações Geográficas na determinação das classes de Capacidade de Uso e das Terras e aptidão agrícola das terras, com base em todos os levantamentos de solos e dos aspectos físicos da região.

2.1 Objetivos Específicos

- Obter mapas temáticos de Classes de Capacidade de Uso das Terras e Classes de Terras Irrigáveis da área estudada;
- Verificar o melhor tipo de cultura adaptada às condições de clima e solo da área de estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)

Os SIG's são constituídos por um grupo de “ferramentas” específicas para coleta, tratamento, recuperação, visualização, armazenamento e análise de informações georreferenciadas com vistas a obter novas informações nas mais diversas áreas do conhecimento científico (Câmara & Davis, 2002; Castanho et al., 2005).

O geoprocessamento direciona suas técnicas matemáticas e computacionais, para o tratamento de dados adquiridos sobre objetos ou fenômenos geográficos identificados (Moreira, 2003). Assim sendo, permite a realização de simulações de alterações decorrentes em um ou mais fatores que compõem a paisagem a ser estudada possibilitando prever a ocorrência ou não de impactos ambientais (Silva et al., 2003). Possibilitam a sobreposição de diferentes mapas temáticos com o cruzamento de seus dados, além de variados e complexos cálculos (Piroli, 2002). A possibilidade de se gerar um banco de dados geoambiental através da utilização da cartografia computadorizada, do suporte de uma estatística inferencial aliados à utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permite que seja provido um modelo operacional para subsidiar diversificados projetos de fundo ambiental (Costa et al., 2005).

A utilização dos SIGs é, ideal para o acompanhamento da dinâmica da utilização das terras e para a análise espacial dos objetos ao longo do tempo (Wachholz & Pereira Filho, 2004). É também considerada uma importante ferramenta para auxiliar na caracterização dos solos, pois possibilita a minimização do custo e do tempo da manipulação de mapas e da investigação de áreas, além de maximizar a qualidade e precisão dos resultados fornecidos (Silva et al., 2003).

A tecnologia SIG tem sido usada por vários setores que tratam da questão ambiental como importante ferramenta para o planejamento ambiental, pois a avaliação integrada de um grande número de variáveis se torna possível e simplificada com o uso deste sistema; permite a rápida geração de informações intermediárias e finais, além da inclusão de variáveis anteriormente não pensadas, visto que possibilita novas interações a qualquer momento. De acordo com Eastman (1998), apesar dos sistemas de apoio à decisão serem uma das mais importantes funções de um SIG, as ferramentas desenhadas especialmente para este fim existem em número relativamente pequeno na maior parte dos softwares de

SIG. Inúmeros softwares que trabalham com o conceito de SIG existem no mercado atualmente com comprovada eficiência. Um deles é o Map Info, criado especialmente para confecção de mapas temáticos normalmente é usado por empresas das áreas de telecomunicações, distribuição, financeira, gerenciamento de áreas e outras (Geograph,2003).O Software Idrisi for Windows, inclui vários módulos especialmente desenvolvidos para auxiliar no processo de tomada de decisão; trata-se de módulos que incorporam o erro no processo, ajudam na construção de mapas de aptidão através de critérios múltiplos e atendem a decisões sobre localização, quando objetivos múltiplos estão envolvidos.

3.2 Geoprocessamento

O geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de ciências, tecnologias e técnicas empregadas na aquisição, armazenamento, gerenciamento, manipulação, cruzamento, exibição, documentação e distribuição de dados e informações geográficas. Para se realizar o geoprocessamento são necessários cinco elementos, sendo eles: os dados geográficos, recursos humanos, equipamentos, programas computacionais e métodos de trabalho. Todos esses elementos devem ser modelados ou especificados, de acordo com a aplicação do geoprocessamento que se deseja alcançar, uma aplicação de geoprocessamento em meio ambiente necessita de um conjunto de dados, pessoas, equipamentos, programas computacionais e métodos de trabalhos, muito diferente de uma aplicação na área de segurança (<http://www.satimagens.com/geoprocessamento.htm>).

O termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica GIS - sigla em Inglês para SIG - permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados.

Num país de grande dimensão como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se

baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Geoprocessamento>).

Muitos pesquisadores e especialistas na área preferem o termo "Geoinformática", que é mais geral que o termo "Geoprocessamento", e corresponde a uma analogia ao termo "Bioinformática". A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) prefere este termo. A SBC possui uma comissão especial de Geoinformática e organiza anualmente o Simpósio Brasileiro de Geoinformática (GeoInfo). (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Geoprocessamento>).

Segundo GUIMARÃES et al. (1995), o geoprocessamento é um conjunto híbrido (resultante do cruzamento) de processamento de imagens e SIGs. Estes aplicativos servem como auxílio à criação de um banco de dados digital. Especificamente, desenvolveu-se uma metodologia que utiliza a modelagem numérica (visualização tridimensional) para representação espacial tridimensional de mapas de sítios, visando ao cruzamento com outros mapas temáticos de interesse na área, de maneira a facilitar a tomada de decisões com relação à implantação ou reforma de povoamentos. Estas informações encontram-se georeferenciadas em forma digital, beneficiando-se das vantagens das técnicas computacionais e possibilitando a criação de outros mapas derivados.

O geoprocessamento consta como emergente, em face de grande necessidade de armazenamento e gerenciamento de dados tabelados, mapas em forma digital e informações gerais. Assim, os sistemas de informação geográfica (SIGs), definidos por RÖHM & CALIJURI (1994) como uma coleção organizada de *hardware*, *software*, dados geográficos, projetados para, eficientemente, capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente possuem um vasto campo a ser explorado. Muito se deve pesquisar sobre eles e desenvolver aplicações, com a finalidade de organizar e gerenciar dados, que se inter-relacionam com atributos espaciais georeferenciados (mapas).

Após o surgimento do Google Maps, do Google Earth e do WikiMapia uma verdadeira revolução está acontecendo. Pessoas que até então não tinham qualquer contato com ferramentas GIS, de uma hora para outra podem ter acesso à qualquer parte do planeta por meio de aplicações que misturam Imagens de Satélite, Modelos 3D e GPS, sendo que o usuário necessita apenas ter conexão à internet. A Microsoft já anunciou também a sua solução de visualização do Globo terrestre em 3D, chamado de Virtual Earth. Fabricantes de aparelhos de celular já estão lançando telefones equipados com GPS e mapas. Montadoras já fabricam carros com sistemas de rastreamento por satélite. A cada dia fica

mais comum estar em contato com o Geoprocessamento, mesmo que não saibamos que ele está de alguma forma sendo usado (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Geoprocessamento>).

3.3 Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto é composto ativamente de diferentes maneiras por diversos autores, esta definição já foi dada por Lillesand e Kiefer, (1994) é uma técnica para obter informações sobre objetos através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico como os objetos investigados. Por não haver contato físico, a forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) só pode ser realizada pela Radiação Eletromagnética, por ser esta a única forma de energia capaz de se propagar pelo vácuo.

Considerando a Radiação Eletromagnética como uma forma de energia, o Sensoriamento Remoto pode ser definido com maior rigor como uma medida de trocas de energia que resulta da interação entre a energia contida na Radiação Eletromagnética de determinado comprimento de onda e a contida nos átomos e moléculas do objeto de estudo (http://pt.wikipedia.org/wiki/Sensoriamento_remoto).

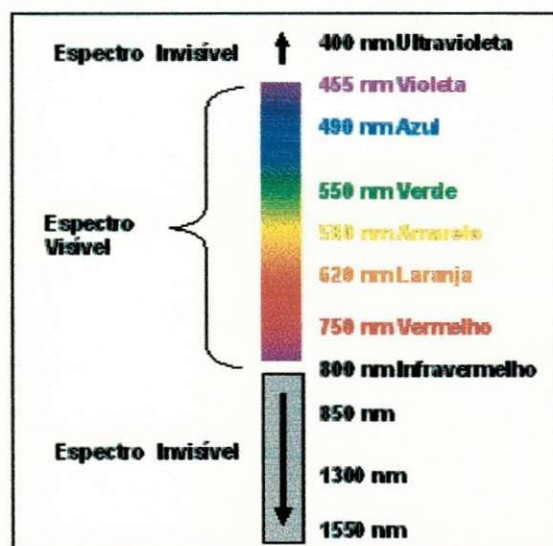


Figura 01 – Espectro Eletromagnético
Fonte: (http://www.teleco.com.br/imagens/tutoriais/tutfo_tab2.GIF)

Três elementos são fundamentais para o funcionamento de um sistema de Sensoriamento Remoto: Objeto de estudo, Radiação Eletromagnética e um Sensor. Pelo princípio da conservação da energia, quando a radiação eletromagnética incide sobre a

superfície de um material, parte dela será refletida por esta superfície, parte será absorvida e parte pode ser transmitida, caso a matéria possua alguma transparência. A soma desses três componentes (Reflectância, Absorbância e Transparência) é sempre igual, em intensidade, à energia incidente. O que nossos olhos percebem como cores diferentes são, na verdade, radiação eletromagnética de comprimentos de onda diferentes. A cor azul corresponde ao intervalo de 0,35 a 0,50 μm , a do verde vai de 0,50 a 0,62 μm e a do vermelho, de 0,62 a 0,70 μm (os intervalos são aproximados, e variam segundo a fonte de consulta). Estes intervalos também são conhecidos como 'regiões'. Acima do vermelho, está a região do infravermelho, e logo abaixo do azul está o ultravioleta. Os sensores remotos medem as intensidades do Espectro eletromagnético e, com essas medidas, obtém imagens nas regiões do visível (azul, verde e vermelho) ao infravermelho medem a intensidade da radiação eletromagnética refletida em cada intervalo pré-determinado de comprimento de onda.

O sensoriamento remoto pode ser utilizado de três tipos que são os seguintes, em nível terrestre, sub-orbital e orbital. Os representantes mais conhecidos do nível sub-orbital são as também chamadas fotografias aéreas, utilizadas principalmente para produzir mapas. Neste nível opera-se também algumas câmeras de vídeo e radares.

No nível orbital estão os balões meteorológicos e os satélites. Os primeiros são utilizados nos estudos do clima e da atmosfera terrestre, assim como em previsões do tempo. Já os satélites também podem produzir imagens para uso meteorológico, mas também são úteis nas áreas de mapeamento e estudo de recursos naturais. Ao nível terrestre são feitas as pesquisas básicas sobre como os objetos absorvem, refletem e emitem radiação. Os resultados destas pesquisas geram informações sobre como os objetos podem ser identificados pelos sensores orbitais. Desta forma é possível identificar áreas de queimadas numa imagem gerada de um satélite, diferenciar florestas de cidades e de plantações agrícolas e até identificar áreas de vegetação que estejam doentes ou com falta de água (http://pt.wikipedia.org/wiki/Sensoriamento_remoto).

O levantamento do uso atual da terra, necessário para fins de planejamento, pode ser obtido a partir da utilização de dados multiespectrais, fornecidos por satélites de Sensoriamento Remoto, associados às técnicas de interpretação (PEREIRA et al., 1989).

As vantagens de utilizar dados de sensoriamento remoto nos levantamentos do uso atual das terras, segundo FREITAS FILHO (1990), são atingir grandes áreas de difícil

acesso e fazer o imageamento a altas altitudes, possibilitando uma visão sinóptica da superfície terrestre, com repetitividade, viabilizando, portanto, as ações de monitoramento.

SANTOS et al. (1993) comentam que o uso de imagens de satélite como base cartográfica é muito promissor, devido ao seu relativo baixo custo, fácil aquisição, periodicidade de aquisição e fornecimento de importantes informações sobre mudanças no uso da terra.

CROSTA (1992) afirma que, na classificação supervisionada, é necessário que o usuário tenha conhecimento prévio da área a ser classificada. Esse tipo de observação é chamado de verdade terrestre. Essas áreas podem ser usadas como padrão de comparação, com a qual todos os "pixels" desconhecidos da imagem serão comparados para decidir a qual classe pertence.

O uso de imagens de sensoriamento remoto de média resolução espacial, em substituição às fotografias aéreas de arquivo, pode facilitar a localização e a identificação *in loco* dos detalhes dos elementos amostrais (REZENDE, 2000). Tais imagens, além do custo relativamente reduzido, podem ser adquiridas em datas próximas ao trabalho de campo, em função do recobrimento sistemático e freqüente do globo terrestre pelos satélites. Para tanto, as imagens necessitam reunir características espaciais e espectrais de modo a permitir a localização dos elementos no campo.

O sensor Enhanced Thematic Mapper plus (ETM⁺), a bordo do satélite Landsat-7, operou, com sucesso, de abril de 1999 a maio de 2003. As imagens obtidas pelo ETM⁺ possuem seis bandas espectrais centradas desde a região do visível até o infravermelho médio do espectro eletromagnético, com resolução espacial de 30 m. Além disso, o sensor ETM⁺ possui também uma banda pancromática com resolução espacial de 15 m. Em comparação com os sensores de maior resolução espacial, como os existentes a bordo dos satélites Ikonos, Quick Bird e SPOT-5, por exemplo, o sensor ETM⁺ apresenta como vantagem o menor custo e o recobrimento sistemático do globo terrestre, com a possibilidade de obtenção de uma imagem a cada 16 dias, da mesma área.

As técnicas de fusão permitem integrar a maior resolução espacial da banda pancromática à maior resolução espectral das demais bandas, produzindo imagem colorida que reúne ambas as características. As técnicas de fusão incluem: (i) Intensidade-Matiz-Saturação (IHS); (ii) Principais Componentes; (iii) Transformação de Brovey; (iv) Transformação Wavelet, dentre outros (CARPER et al., 1990; CHAVES et al., 1991; BLANC et al., 1998; POHL & GENDEREN, 1998; Nunez et al., 1999). No entanto, o

método de IHS é um dos mais utilizados, devido a sua eficiência e facilidade de implementação (TU et al., 2001).

3.4 Levantamento de Solos

Os levantamentos de solos representam um inventário de informações ambientais que estabelecem uma base científica para o planejamento do uso da terra. Interpretações sobre o uso de cada unidade de mapeamento atendem os mais diversos fins: agropecuária, engenharia, locação de áreas de empréstimo, manejo florestal, desenvolvimento urbano, dentre outros (Miller & Donahue, 1990). O conhecimento dos recursos naturais (solos, clima, vegetação e relevo) constitui parte do embasamento indispensável para a avaliação do potencial de uso das terras. Estas informações, combinadas com os contextos sociais, econômicos e culturais, levam à possibilidade de análise das oportunidades, das restrições e dos impactos ligados ao uso da terra.

Desse modo, é possível identificar áreas com maior ou menor aptidão para as mais diversas atividades, sejam agrícolas ou não, considerando aspectos de equidade e justiça social e responsabilidade no uso dos recursos naturais, visando benefícios coletivos. Para analisar fenômenos dessa amplitude, relacionados com as ciências que estudam o uso da terra, é preciso que se crie um banco de dados consistente, georreferenciado e quantitativo (Cooper et al., 2005).

Analogamente ao levantamento de solos a partir de reconhecidos condicionantes do relevo, a geração de extensas coleções de dados viabilizadas pela modelagem digital da topografia tem dado suporte, por exemplo, ao estudo de efeitos topográficos sobre a vegetação (Florinsky & Kuryakova, 1996). Esses autores consideraram recomendável o uso de modelos digitais e mapas de variáveis topográficas como contribuição ao levantamento e ao mapeamento da vegetação e à compreensão de seus aspectos dinâmicos. De acordo com Resende et al. (2002), cada classe de solo corresponde a uma unidade taxonômica. Por sua vez, várias unidades taxonômicas constituem uma unidade de mapeamento a qual leva, geralmente, o nome da unidade taxonômica dominante. As associações de solos são agrupamentos de unidades taxonomicamente definidas que ocorrem juntas no espaço geográfico, ou seja, em associação regular e são consideradas unidades de mapeamento.

O conhecimento da ocupação do solo e da sua localização em uma determinada região fornecem elementos para o planejamento de uso ambiental e de extração de recursos naturais visando à melhoria da qualidade de vida da população. Os dados experimentais obtidos de imagens orbitais são fundamentais para os estudos no campo científico, principalmente no planejamento de uso da terra, por possuírem um rico e importante potencial de variáveis mensuráveis dos aspectos superficiais do terreno.

A identificação, o mapeamento e a quantificação das ocupações do solo com a análise visual da imagem de satélite são de fundamental importância para os profissionais que dependem de um levantamento mais detalhado dos alvos. A cobertura vegetal, segundo VIEIRA (1978), tem grande influência nos processos de escoamento, pois atua no regime das águas, nas características do solo e no mecanismo hidrológico, retardando e desviando o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão. O conhecimento da ocupação do solo quanto a sua natureza, localização, forma de ocorrência e mudanças ocorridas em determinados períodos são de grande valia para a programação de atividades que visam ao desenvolvimento agrícola, econômico e social da região (POLITANO et al., 1980).

3.5 Irrigação

O aumento da demanda de água para a irrigação tem sido objeto de constante preocupação dos órgãos de gestão dos recursos hídricos. Com base nas classificações das Nações Unidas (SHIKLOMANOV, 1997), do Banco Mundial (REBOUÇAS et al., 1999) e de BEEKMAN (1999), o que indica a possibilidade de futura ocorrência de conflitos pelo uso da água e a necessidade de gestão dos recursos hídricos existentes.

Para que seja possível uma adequada gestão desses recursos, o conhecimento sobre a oferta e a demanda hídrica é fundamental. Tratando-se da oferta, sua determinação é efetuada, normalmente, com base em dados hidrométricos e estudos hidrológicos e estatísticos que permitem estimar a disponibilidade hídrica associada à probabilidade de ocorrência em determinada localidade e época do ano. A menos que existam reservatórios (barragens) ao longo dos cursos d'água, os impactos das atividades antrópicas sobre a oferta hídrica de um dado local se processam, normalmente, de forma lenta e, dependendo da relação espacial entre a área antropizada e a dimensão do curso d'água, não chegam a ser perceptíveis. Entretanto, quando se refere à demanda por recursos hídricos, o

desenvolvimento das atividades antrópicas tem influência direta sobre esses valores, que podem ser alterados abruptamente, com a simples introdução de uma nova indústria ou área irrigada na bacia.

Esse fato fortalece a idéia de que estudos para o conhecimento da demanda por recursos hídricos devem ser atualizados com maior freqüência que os de disponibilidade hídrica. Nos locais onde o sistema de gestão de recursos hídricos já está devidamente implementado, a integração entre os sistemas de informações, de outorga e de cobrança permitirá a constante atualização dos dados de disponibilidade e demanda hídrica.

Dada à escassez dos recursos hídricos, o uso da água em áreas irrigadas deve ser o mais racional possível. Assim, determinar o consumo da água das culturas passa a ser um requisito fundamental para o sucesso da irrigação. Para se estimar a evapotranspiração de uma cultura, geralmente é necessário determinar a evapotranspiração de referência (ET_0), ajustando-a, posteriormente, às condições específicas das culturas e sua fase de desenvolvimento. Devido à falta de informações climatológicas especializadas, geralmente, o projetista utiliza informações climatológicas de estações situadas em locais distantes da área de locação do projeto, o que acaba acarretando em erros na estimativa da real demanda hídrica das plantas. Ian & Wein (1998), citados por Amorim et al. (2003), afirmam que o uso de dados de estações climatológicas próximas pode ser realizado adotando-se a interpolação espacial dos mesmos.

O uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na agrometeorologia visa solucionar a ausência de informações regionalizadas. Segundo Pellegrino et al. (1998), uma das aplicações principais do SIG em agrometeorologia é a de transformar dados numéricos, obtidos em pontos referenciados geograficamente na superfície, em mapas interpolados, obtendo-se valores estimados para todas as localidades da região representada. Com isso, gera-se uma série de informações confiáveis a respeito do comportamento espacial da variável, sem a necessidade de observação direta. Hashmi et al. (1995) concluíram que a versatilidade do SIG, ao considerar as variabilidades espacial e temporal dos elementos climáticos, proporciona aos pesquisadores uma poderosa ferramenta para análise espacial. Comentaram, ainda, que a técnica permite abranger, com muita agilidade e precisão, grandes regiões. Vários autores empregaram técnicas de SIG como ferramenta de análise espacial em projetos sujeitos às influências edafoclimatológicas.

Barbosa et al. (2005), Beltrame et al. (1994) e Chung et al. (1997) especializaram com o uso de SIG, a ET_0 para diversas regiões. Todos os autores concluíram que a metodologia empregada possibilitou a obtenção de valores estimados individualizados, possibilitando uma estimativa mais precisa da demanda por água em cada localidade.

3.6 Processos de Classificação

Durante o processo de classificação cria-se um nível único de informação temática, as classes e, cada pixel da imagem será categorizado de acordo com a ocupação do solo, através da utilização de *softwares* específicos (Moreira, 2003). Os algoritmos de classificação são utilizados para extrair as feições (classes) de interesse a partir de um espaço multi-dimensional que, geralmente, é representado pelas bandas da imagem (Maillard, 2001; Dutra, 2005). Uma classificação pode ser considerada supervisionada quando as amostras para a sua concretização são determinadas pelo analista; e, não supervisionada, quando o analista não coleta as amostras e opta pelo programa de processamento para implementar a classificação (Ferreira et al., 2001).

A classificação supervisionada usa amostras de identidade conhecida para classificar pixels de identidade desconhecida. O analista, portanto, fornece ao sistema de classificação amostras de treinamento das classes de interesse da cena a ser classificada, ou seja, ele direciona o reconhecimento dos padrões espectrais na imagem (Novo, 1992; Lillesand & Kiefer, 2000; Moreira, 2003; Dutra, 2005). A aquisição das amostras de treinamento é considerada a etapa mais importante desse processo, considerando-se imprescindível que elas capturem toda a heterogeneidade do objeto no espectro, representando bem as classes de interesse. Dentre as técnicas de classificação supervisionada, o classificador de máxima verossimilhança é uma aproximação estatística para o reconhecimento de padrões. Nestes, a probabilidade de um pixel pertencer a cada uma das classes que foram pré-definidas é calculada e o pixel é, então, assimilado pela classe para qual a probabilidade é maior (Tso & Mather, 2001).

3.7 Classificação e Mapeamento dos Solos

A classificação do solo pode ocorrer de variadas maneiras e para os mais diversificados fins (Galeti, 1989). São muitos os fatores que auxiliam nessa classificação, dentre esses, a topografia e a posição da paisagem, são relevantes uma vez que geram variadas influências nas propriedades dos solos, mesmo quando esses são fortemente intemperizados e possuem um grau elevado de homogeneidade (Curi & Franzmeier, 1984).

De acordo com Resende et al. (2002), cada classe de solo corresponde a uma unidade taxonômica. Por sua vez, várias unidades taxonômicas constituem uma unidade de mapeamento a qual leva, geralmente, o nome da unidade taxonômica dominante. As associações de solos são agrupamentos de unidades taxonomicamente definidas que ocorrem juntas no espaço geográfico, ou seja, em associação regular e são consideradas unidades de mapeamento.

Os trabalhos de levantamento e mapeamento de solos utilizam, geralmente, a interpretação fotográfica, considerada uma ferramenta importante para gerar informações pertinentes ao mapeamento (França & Demattê, 1993; Giarola, 1994; Gomes et al., 2004).

O Mapa de Solos do Brasil identifica e cartografa os diferentes tipos de solos encontrados no Brasil. Reúne informações e conhecimentos produzidos ao longo de mais de 50 anos de ciência do solo no Brasil e utiliza pela primeira vez a nomenclatura e as especificações recomendadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de solos - SBCS da Embrapa (1999), reflexo do avançado estágio de conhecimento técnico - científico dos solos tropicais pela comunidade científica brasileira. Para sua elaboração, foram utilizados os levantamentos exploratórios de solos produzidos pelo Projeto Radam Brasil ao longo das décadas de 1970 e 1980, complementados por outros estudos mais detalhados de solos produzidos principalmente pela Embrapa e pelo IBGE.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PILOTO

Este trabalho foi realizado em uma área piloto no município de Sumé-PB, localizada entre as coordenadas geográficas de 36°51'38" e 36°49'0,8" de longitude oeste e 7°41'26" e 7°39'58" de latitude sul e com uma área de 11,11 km². A área situa-se no Cariri Ocidental Paraibano onde tem como uma das suas características apresentar incidência de baixos índices pluviométricos e com uma temperatura variando acima de 25 °C durante o ano.

O município de SUMÉ tem uma área de 838 Km² (IBGE, 2000) e se encontra a uma altitude de 532 metros, cujo ponto de referência da cidade encontra-se na coordenada geográfica -7°40'18" de latitude sul e -36°52'48" de longitude oeste. A principal via de acesso ao município é feito pela BR-412. De acordo com o IBGE, a população do município em 2007 era de 16.456 habitantes.

O município teve seus momentos de auge com um grande desenvolvimento a partir da construção do açude público de Sumé construído pelo DNOCS no final da década de 50, com uma capacidade de 43 milhões de metros cúbicos proporcionando a implantação de um perímetro irrigado com extensão superior a 12 Km, onde se desenvolveu a cultura intensiva do tomate que, na época da colheita, empregava grande parte mão-de-obra disponível. Simultaneamente, também se produzia banana, milho e diversos tipos de hortaliças. o seguinte quadro pode da uma noção de como nos dias atuais esta inserida a agricultura no município de Sumé - PB.

Tabela 01 - Dados referentes as lavouras no município de Sumé - PB

Área de lavouras permanentes	106	hectare
Área de lavouras temporárias	6.843	hectare

Fonte: IBGE (2000)

O município de Sumé tem também um grande desenvolvimento no setor da pecuária, onde pode-se observar na tabela abaixo:

Tabela 02 – Dados referente a Caprinocultura no município de Sumé - PB

Número de cabeças de caprinos	16.989	cabeças
-------------------------------	--------	---------

Fonte: IBGE (2000)

Outro aspecto importante a ser destacado, diz respeito à localização privilegiada do perímetro por está inserido em uma zona central dando acesso direto as cidades de Amparo, Camalaú, Congo, Prata, Monteiro e Serra Branca, além de se encontrar a uma distância de 136 Km da segunda maior cidade da Paraíba Campina Grande e a 230 Km da Capital do Estado da Paraíba.

Localização do município no estado da Paraíba

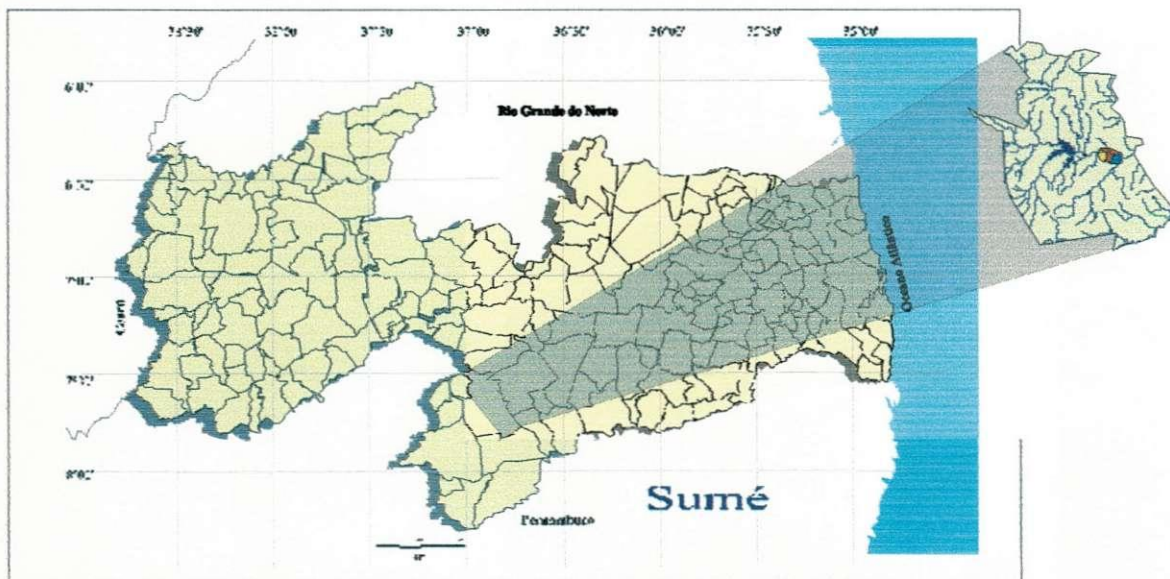


Figura 02 – Localização do município de Sumé

Fonte: SEMARH/AESA-PB. 2000 - modificado

4.1 Clima

O clima predominante do município de Sumé-PB o qual abrange também todo o cariri é o **Tropical semi-árido** tendo como sua principal característica não sendo apenas sua ausência chuva mas sim sua grande irregularidade.

4.2 Geologia

A descrição geológica da área de estudo teve como base o Mapa Geológico do Estado da Paraíba (CDRM, 1982), escala 1:500.000. A geologia está assim representada:

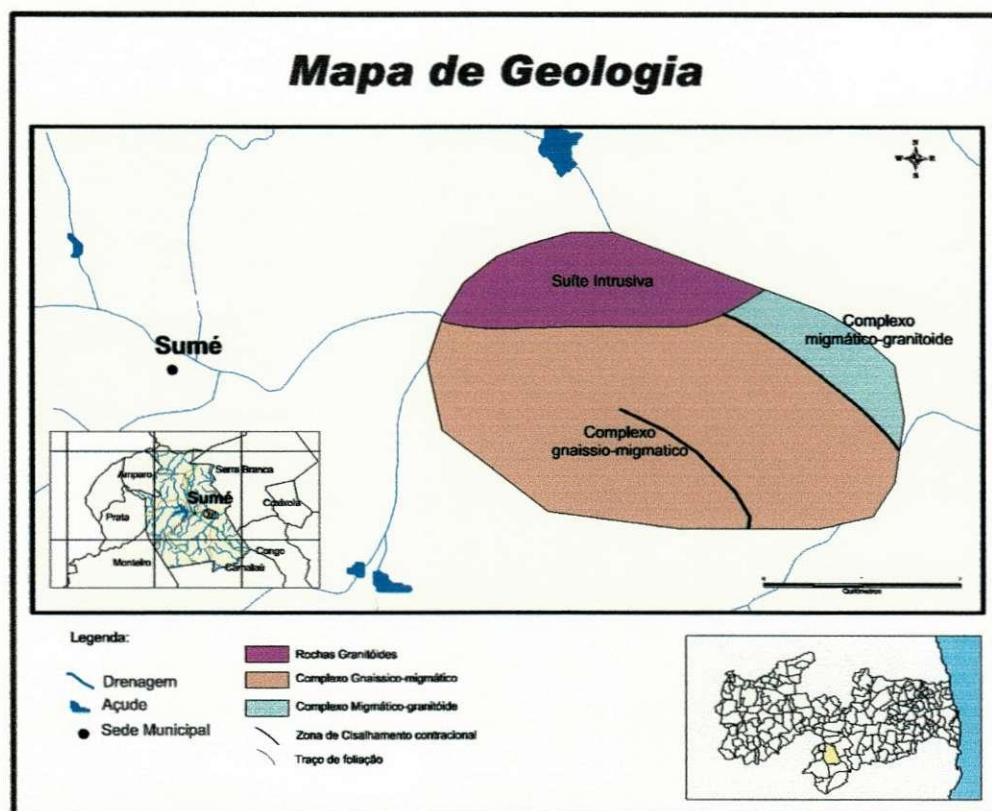


Figura 03 – Mapa de Geologia

Fonte: Mapa Geológico do Estado da Paraíba (CDRM, 1982)

Rochas Granitoides - com idade geológica Pré-cambriano Indiviso.

Segundo Dantas et al. (1982), as rochas granitoides relacionadas ao Pré-Cambriano Indiviso ocorrem encaixadas no Complexo Gnáissico-Migmatítico mostrando,

na maior parte das vezes, um contato gradativo com as encaixantes e sendo constituídas de corpos elipsoidais e de formas irregulares de dimensões variadas.

Nos quadrantes NE e NW do Estado, nas regiões situadas ao norte do Lineamento Patos (Ebert, 1962), predominam granitos e granodioritos grosseiros e porfiróides, contendo no seu interior zonas de granitos finos a médios equigranulares e zonas de migmatitos de estrutura nebulítica e anatexítica, principalmente nas bordas (Medeiros Lima *et al.*, 1980). Ao sul, os corpos granitóides apresentam aspectos lenticular e se dispõem segundo a direção E-W, concordantemente com os traços da foliação e com as grandes falhas regionais.

Caracterizado pelos batólitos de Jabitacá e Mulungú, localizados a oeste de Monteiro, na zona limítrofe com Pernambuco e estruturados, provavelmente, em falhamentos inversos, acavalados sobre os gnaisses e migmatitos. Predominam os granitos róseos porfiróides, entretanto, em alguns locais, observam-se granitos de anatexia.

Complexo Gnáissico-migmático - rochas Granitóides com idade geológica Pré-cambriano Indiviso.

Este complexo compreende os grupos S. Vicente, Caicó e Uauá, definidos por Ferreira e Albuquerque (1969), Ebert (1970) e Barbosa *et al.*, (1970), respectivamente, e constitui-se na unidade Pré-Cambriana de maior representatividade, estendendo-se por todos os quadrantes do Estado da Paraíba, ora sendo interrompida pelos grandes maciços granitóides e pelas faixas metassedimentares que constituem os grupos Seridó (e unidades correlatas) e Cachoeirinha, ora sendo recoberta pelos sedimentos constituintes da Bacia do Rio do Peixe e Faixa Costeira Pernambuco/Paraíba.

Nos quadrantes NE e NW do Estado, Medeiros Lima *et al.* (1980) consideraram como pertencentes a este complexo toda a seqüência rochosa que serve de assoalho para os metamorfismos do Grupo Seridó.

Complexo migmático-granitoide - rochas Granitóides com idade geológica pré-cambriano indiviso.

Ocorre restritamente no sul do Estado da Paraíba, na região situada a sudeste de S. Sebastião do Umbuzeiro (nos limites com Pernambuco). O tipo litológico mais freqüente é o migmatito nebulítico, ocorrendo ainda, em menor escala, migmatitos e oftálmicos, diadisíticos e flebíticos, todos de um modo geral com paleossoma rico em biotita e

neossoma de natureza granítica, muitas vezes contendo pórfiros de feldspato. É comum a presença de corpos graníticos inclusos neles e de difícil separação (Dantas et. al., 1982).

4.3 Geomorfologia

A descrição geomorfológica da área de estudo teve como referência os dados constantes do Mapa Geomorfológico do Estado da Paraíba (1981), a área de estudo inserida encontra-se totalmente no Planalto da Borborema, esta se constitui por duas unidades distintas: Formas Tabulares e Formas Aguçadas (Brasil, 1981).

O Planalto da Borborema, que compreende a encosta oriental, onde se identifica ao sul de Campina Grande, estendendo-se até o vale do Capibaribe no Estado de Pernambuco, altitudes que variam de cerca de 400 metros e alcançam cotas próximas a 800 metros, com superfície inclinada de modo suave para leste. Ao norte da cidade de Campina Grande, a morfologia ainda é intensamente dissecada. Verifica-se a ocorrência de alinhamentos de cristas inseridas nos setores colinosos ao lado de espigões que se projetam para leste. Observam-se restos de superfície conservada com topos planos limitadas por escarpas (Et), e eventualmente capeados por rochas sedimentares da Formação Serra dos Martins, a exemplo da serra de Cuité.

Rodriguez (1997) afirma que o conjunto geomorfológico, formado pela superfície elevada aplainada da Borborema, configura uma ampla área planáltica, englobando as regiões conhecidas como Agreste, Cariri e Seridó. A principal característica do relevo é dada pela sua movimentação bastante acentuada, com predominância de áreas bastante íngremes, o que tem de certa forma limitado o uso agrícola e/ou conduzido à exploração das encostas, ocasionando a degradação da cobertura vegetal, a qual tem dado espaço ao plantio, principalmente de frutíferas.

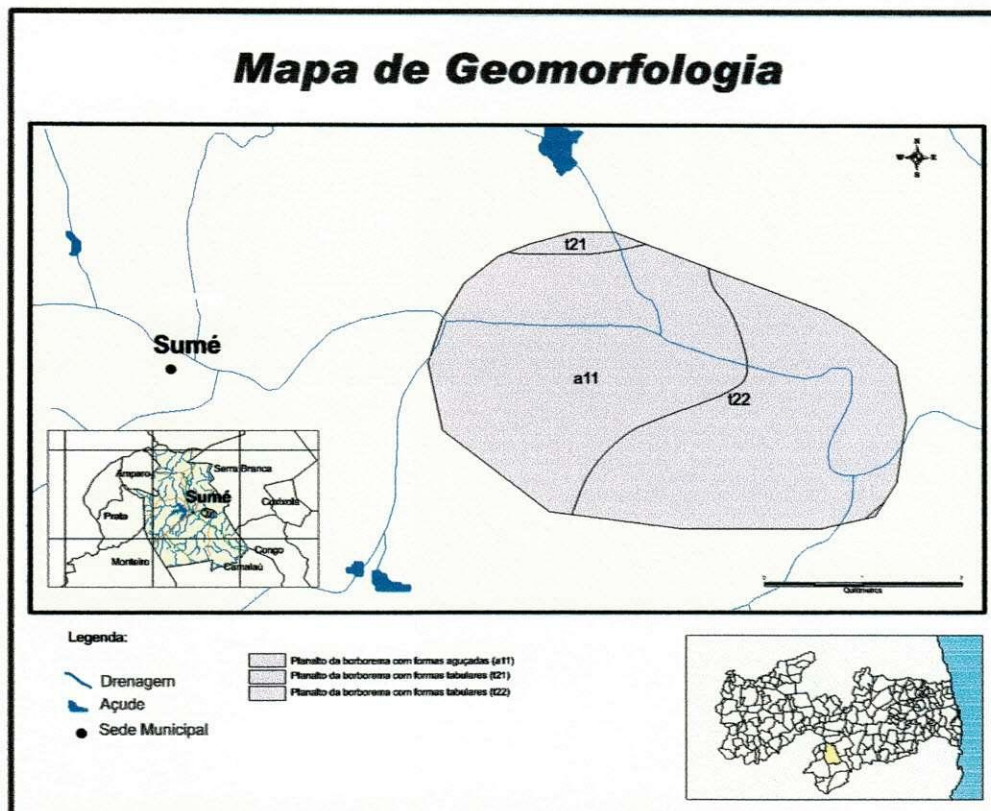


Figura 04 – Mapa de Geomorfologia

Fonte: AESA-PB. 2000

Planalto da Borborema com formas tabulares que são relevos de topo plano, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales de fundo plano.

Quadro 01 – Características das formas tabulares

Descrição	Altitude (m)	Aprofundamento de drenagem
t ₂₁	>250 e ≤ 750	Muito fraca
t ₂₂	>250 e ≤ 750	fraca

Fonte: Manual de morfologia e class. Do solo (Vieira, 1983)

A seguir temos dados técnicos da nomenclatura encontrada através da

Planalto da Borborema com formas aguçadas que são relevos de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separados geralmente por vales em "V".

Quadro 02 – Características das formas aguçadas

Descrição	Altitude (m)	Aprofundamento de drenagem
a ₁₁	≤ 250	Muito fraca

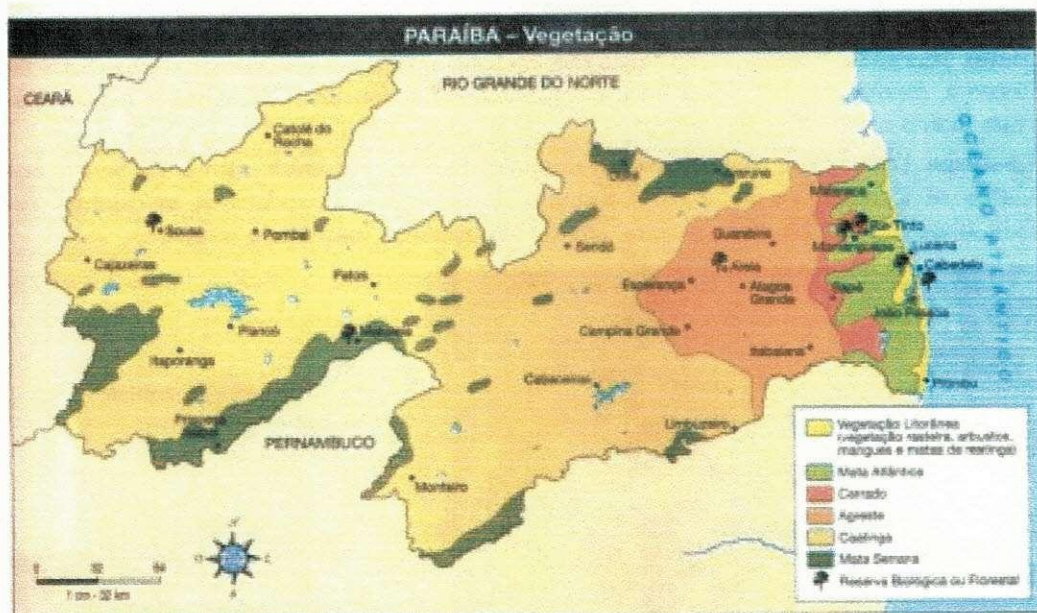
Fonte: Manual de morfologia e class. Do solo (Vieira, 1983)

Assim foi possível notar que os dois tipos de relevo têm forma de dissecção o que significa que a erosão tem maior energia e pode trabalhar intensamente sobre o relevo, enquanto o relevo conservado, denota traços onde a erosão age com menor intensidade.

Desta forma foi detectado também que as formas aguçadas apresentam altitudes menores ou iguais a 250 metros, com intensidade de aprofundamento da drenagem muito fraca. No entanto, as formas tabulares apresentam intensidade de aprofundamento da drenagem variando de muito fraca a fraca.

4.4 Vegetação

O cariri Ocidental paraibano tem a vegetação denominada de Caatinga com uma caracterização arbóreo-arbustiva bastante diversificada onde pode-se citar alguns tipos como: xiquexique, mandacaru, macambira, baraúnas, aroeira, angico, umbuzeiro, juazeiros entre outros.



Fonte: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba - Segismundo

Figura 05 – Mapa de Vegetação

Fonte: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba

A Paraíba só possui 0,7% de área preservada da Caatinga. Como continua o processo desmatamento nas regiões do Cariri e do sertão a caatinga paraibana segue com certeza o caminho da desertificação.

4.5 Solos

A descrição dos solos da área de estudo foi realizada a nível de reconhecimento, com base em trabalhos desenvolvidos pela COOPACNE (Cooperativa de Projetos e

Assistência Técnica do Nordeste Ltda), onde a identificação das classes e suas respectivas fases foi resultado de um estudo criterioso realizado na área, segundo as normas estabelecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa dos Solos – CNPS da EMBRAPA (1996). Com base nos critérios estabelecidos as classes de solos foram identificadas em função das seguintes características: saturação de bases, atividade de argila, sodicidade, textura e tipo de horizonte A.

Os solos identificados na área de estudo constam no Mapa Semidetalhado de Solos da Paraíba-PB, feito referencia no que diz respeito aos tipos existentes, o seu estado de conservação e principais problemas de degradação.

Os solos identificados na área estuda foram os descritos a seguir:

- ✓ LUVISSOLOS CRÔMICOS
- ✓ NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico
- ✓ VERTISSOLO
- ✓ NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico

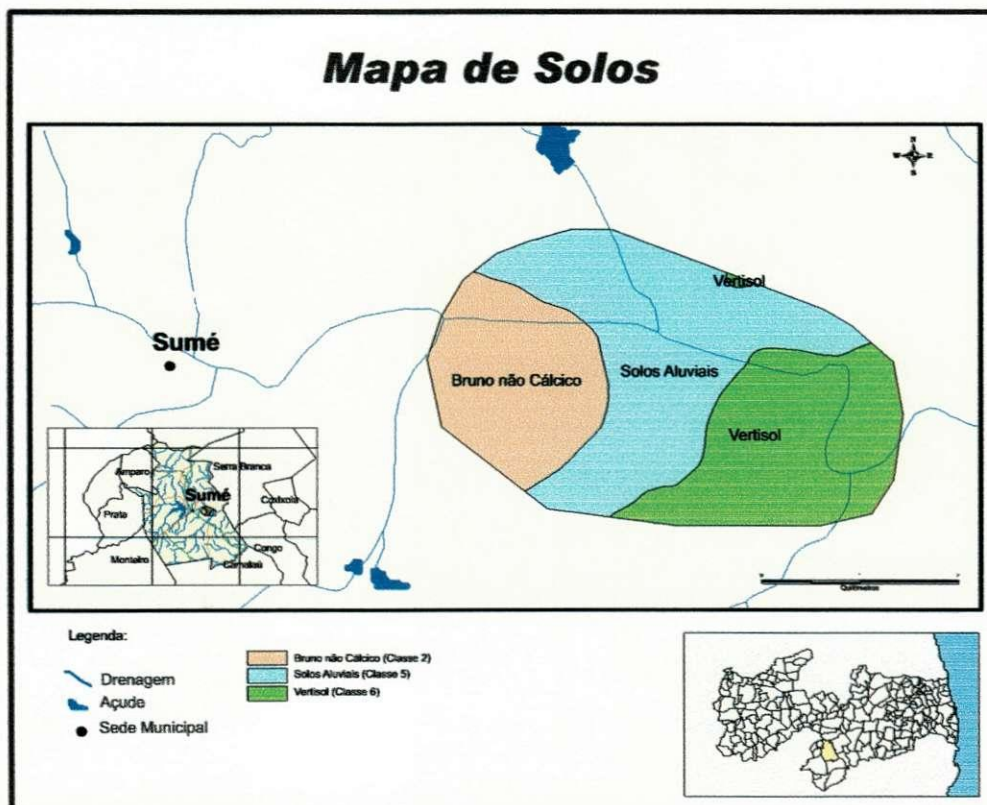


Figura 06 – Mapa de Solos

Fonte: AESA-PB.

➤ **LUVISSOLO CRÔMICO** (Nomenclatura antiga: Bruno não Cálculo)

Na área uma extensão expressiva deste tipo de solo pode ser observada. De acordo com EMBRAPA (1972), as seguintes características podem ser encontradas neste tipo de solo:

Tem um B textural, não hidromórficos, com seqüência de horizontes A1, Bt, C, relativamente rasos, bem drenados com A fraco, que se apresentam duro a muito duro quando seco, estrutura maciça ou em blocos fracamente desenvolvidas (10,25) e com coloração clara constante com o horizonte Bt avermelhado.

São solos avermelhados, moderadamente ácidos e praticamente neutros, que apresentam argilas e atividade alta, normalmente superior a 40 meq/100g de argila (após correção para carbono) alta saturação com bases, alta soma de bases tocáveis e frequentes fendas entre os agregados estruturais do horizonte B. O horizonte B predominantemente argiloso raramente pode apresentar textura média; possui estrutura em blocos angulares e subangulares recobertos por fraca cerosidade.

É característico destes solos apresentarem pavimento desértico constituído por calhaus e matações de quartzo rolado desarestados e semidesaprestados, espalhados sobre o solo; crosta maciça e laminar pouco espessa de solos desérticos com pH próximo a 7,0 atribuídos ao retorno das bases à superfície do solo.

Ocorrem em áreas de relevo suave ondulado, ondulado e por vezes montanhosos, sobre materiais do Pré-Cambriano e do Devoniano médio (Nordeste brasileiro). O clima onde aparecem é predominantemente semi-árido, e a cobertura vegetal (encontrada no Nordeste) é predominantemente de caatinga hiperxerófila. Figuram como primeiro componente da associação a classe NC₅₇ que é um Luvissole Crômico órtico vértico, com A fraco, textura média, fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado + **NEOSSOLO LITÓLICOS**, com A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

✓ **NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico** (Classificação antiga: Solos Aluviais)

Os solos Neossolo Flúvico são solos evoluídos, moderadamente a bem drenados, algumas vezes mal drenados, pouco profundos a profundos, argilosos, silte-argilosos ou de

textura média, amarelados, avermelhados ou acinzentados, moderadamente a mal intemperizados, sem diferenciação aparente de horizontes (aparecem camadas) e desprovidos de horizontes subsuperficiais de acumulação de argila. Podem apresentar propriedades muito variáveis dado ao seu desenvolvimento sobre sedimentos aluviais e por se apresentarem pouco evoluídos.

Encontra-se ao longo dos rios, em várzeas ou terraços formados por sedimentos recentes ou sub-recentes e incluem somente os solos que venham sofrendo inundações periódicas ou que estiverem até recentemente sujeitos a inundações. Não incluem os solos desenvolvidos sobre depósitos aluviais antigos, que estejam refletindo as ações do clima e da vegetação. Por se tratarem de solos jovens não apresentam desenvolvimento de perfil e diferenciação de horizontes.

De uma maneira geral os aluviões do curso superior dos rios são de textura mais grosseira e contêm mais minerais do que aqueles formados no curso inferior. Figuram como primeiro componente da associação Ae3. os seguintes solos aluviais eutróficos Ta, textura indiscriminada, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

Principais inclusões: SOLONCHAK SOLODIZADO Ta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. SOLONETZ SOLODIZADO Ta, com A fraco, textura indiscriminada, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

✓ VERTISSOLO

Outro tipo de solo bastante presente nesta área foi o Vertissolos os quais tem as seguintes características:

Segundo (Vieira, 1983), são solos minerais de textura argilosa, com mais de 35% de argila de retículo expansivo, (2:1). Dessa maneira, há aparecimento de fendas, muitas vezes profundas e largas, que se fecham quando o solo encontra-se molhado por ocasião da estação chuvosa. Por sua vez, o tipo de argila nele encontrado, pelo fenômeno de contração e expansão, proporciona a formação de um microrelevo denominado gilgai, constituído por microbacias e pequenas partes salientes e pelas pressões, decorrentes da expansão, há formação de superfícies de fricção (escorregamentos de argila), abaixo do horizonte superficial, que são lustrosas, alisadas, estriadas e inclinadas em relação ao prumo do

perfil. Apresenta, também, cerosidade de fraca a moderada recobrimdo os blocos estruturais.

Possui alta saturação e soma de bases, onde se destacam o cálcio e o magnésio, bem como elevada capacidade de troca catiônica em virtude de grande quantidade de argila 2:1. São moderadamente profundos a profundos, imperfeitamente drenados e com permeabilidade lenta a muito lenta.

Os Vertissolos normalmente ocorrem em áreas planas ou suave ondulados, sob vegetação de campos, caatinga e floresta caducifólia, derivadas de argilitos e folhetos calcários, rochas básicas ou outras ricas em bases. Figuram como primeiro componente da associação V₁₃. indiscriminada, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano, o qual é associado de vertissolo com A moderado, fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado + **LUVISSOLO CRÔMICO ÓRTICO VÉRTICO**, com A fraco, textura argilosa, fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado + **NEOSSOLO EUTRÓFICOS**, com A fraco, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa, caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado e ondulado, substrato gnaisse e granito.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

Na utilização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, produtos cartográficos, mapas temáticos, suporte computacional.

No tocante aos dados bibliográficos inclui-se pesquisa à internet, livros e publicações concernentes ao tema e à área de estudo, além de mapas, com destaque para os aspectos regionais.

O Suporte computacional utilizado foi o software Mapinfo versão 7.0. Também foi utilizado o GPS navegação Garmin 76CS.

Como fonte de pesquisa importante para o desenvolvimento deste trabalho, foram os dados obtidos junto a AESA (Agencia Executiva de Gestão das Águas da Paraíba), a COOPACNE (Cooperativa de Projetos e Assistência Técnica do Nordeste Ltda) e o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

5.2 Métodos

Para realizar a análise dos padrões encontrados, utilizou-se o método de Ramalho Filho et. al (1978). A metodologia aplicada consistiu na identificação dos grupos, subgrupos e graus de limitação do solo por meio do levantamento das características fisiográficas do mesmo.

Este desenvolveu um caráter interpretativo com bases em componentes ambientais, entre os quais solo, clima, geomorfologia entre outros.

Já para a determinação das classes e subclasses de capacidade de uso de cada área, foram obedecidos os critérios estabelecidos para cada fator limitante. A classe de maior fator limitante corresponde à classe de capacidade de uso daquela área. As subclasses também foram definidas em função das limitações de uso e estão contidas no Manual para levantamento do meio físico e classificação da capacidade de uso das terras (Lepsch, et al., 1991).

As regiões de Capacidade de Uso e Terras Irrigáveis da área estuda foram obtidas a partir dos mapas existentes nos arquivos da AESA e da Coopacne, e em seguida através do comando de editoração do Mapinfo foi feito consultas pertinentes as informações da área.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Capacidade de Uso das Terras

A partir da análise do mapa temático gerado foi possível identificar 03 (três) tipos distintos de classes de capacidade de uso das terras na área de estudo: Classe III (Terras regulares, que podem ser cultivadas sem riscos de erosão desde que sejam empregadas as práticas agrônômicas de terraço ou plantio em faixas), Classe IV (Terras íngremes mais susceptíveis a erosão, próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica) e Classe VI (Terras próprias para culturas permanente principalmente pastagem ou reflorestamento).

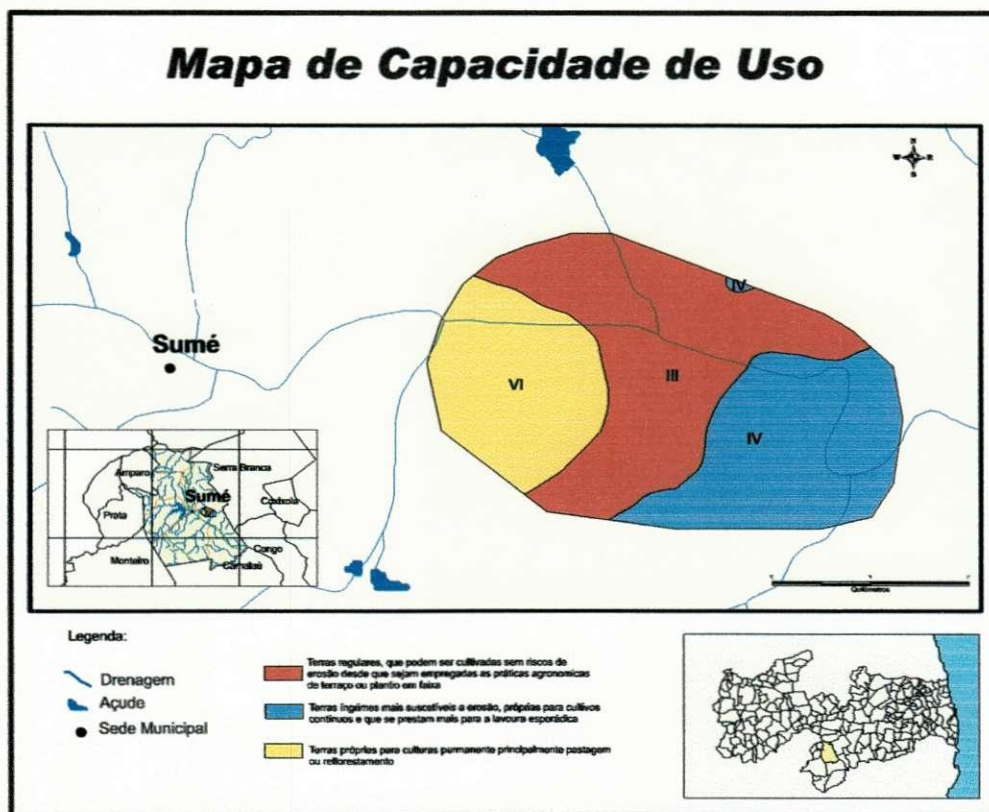


Figura 07 – Mapa de Capacidade de Uso
Fonte: AESA-PB.

Classe III

Nesta área foram diagnosticados solos com características do Grupo A o qual apresenta terras íngremes mais susceptíveis a erosão, sendo estas mais apropriadas para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica. Também são encontrado faixas de solo com características moderadamente boa para cultivos. Pode ser usada para culturas, mas por causa de suas restrições naturais, necessita um tratamento intensivo sob todos os aspectos.

Algumas das terras da classe III apresentam declives moderados, onde deve haver intenso cuidado para controlar a erosão, se usadas com culturas de rotação regular. Outra variação desta classe é aquela que requer movimentação da água proveniente da pobreza de drenagem que apresenta. Em algumas regiões desprovidas de água, como nas semi-áridas pode-se dizer que apesar da umidade adquirida nesta região ser baixa, mas é considerado o bastante para brotar as culturas, muito embora requeira um cuidado muitíssimo especial. Esta classe de terras necessita de medidas complexas ou intensas para que produza boas colheitas.

Os fatores que limitam o uso desta terra são a presença de pedregosidade ou **drenagem** deficiente, baixa produtividade, o que requer práticas especiais de melhoramento do solo, além de praticas comuns. Aparece no mapa a cor Vermelha.

Desta forma foi possível ter uma boa associação que de principio não se poderá se ter um bom aproveitamento desta área para culturas que venham a cultivadas durante um longo periodo de tempo.

Classe IV

Outra classe de solo encontrada foi a de Classe IV que segundo Vieira, (1988) é uma terra relativamente boa para cultivos ocasionais, sob cuidadosa administração, porém torna-se inconveniente para a produção regular de culturas. Grande parte é inteiramente declivosa, o que a faz imprópria pelo perigo à erosão que oferece. Dos fatores limitantes podem ser citados o declive acentuado, erosão severa ou drenagem deficiente, obstáculos físicos tais como pedregosidade, baixa produtividade ou qualquer outra condição que torna a terra imprópria ao cultivo regular.

Considerando de um modo geral sua qualidade, a terra pode ser cultivada de seis em seis anos. Grandes áreas encontram-se secas, com problemas de irrigação, o que torna a classe IV apta somente para a produção de pastagens. Em geral esta terra apresenta-se apta para pastos e onde a queda pluviométrica torna-se regular, para florestas.

As terras desta classe são aconselhadas para cultivos contínuos ou regulares, mas se tornam apropriadas quando adequadamente protegidas.

Classe VI

As terras enquadradas na Classe VI apresentam fortes limitações principalmente pela escassez de precipitação, pequena profundidade dos solos, muita pedregosidade, relevo movimentado. Estas terras são mais indicadas para culturas permanentes, em particular para pastagem ou reflorestamento.

6.2 Terras Irrigáveis

O sistema de classificação das terras para irrigação, proposta pelo “U.S. Bureau of Reclamation” 1953, toma por base a economia da produção. Possui 6 classes, embora o número das classes mapeadas em qualquer levantamento específico esteja na dependência de várias condições das terras identificadas e outros requisitos ditados pelo objetivo do levantamento. Normalmente são consideradas quatro classes aráveis, que estão em conformidade com a sua aptidão para a agricultura irrigada, uma classe provisória e uma classe de terras não-aráveis:

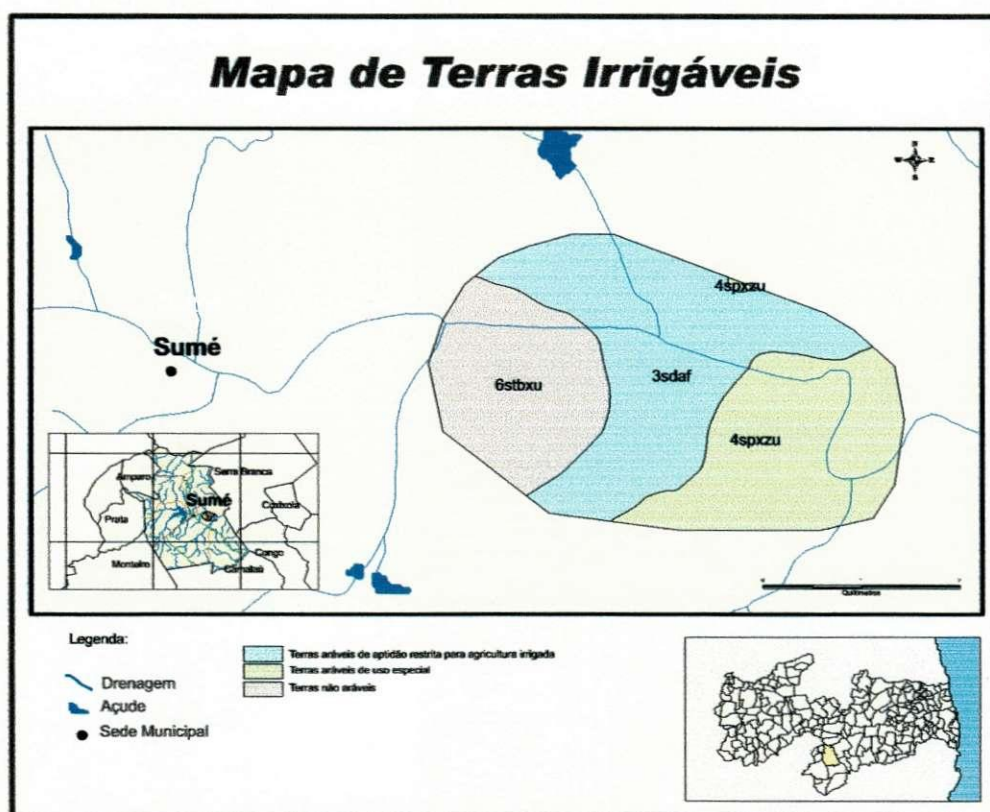


Figura 08 – Mapa de Irrigação
Fonte: AESA - PB

As quais são as seguintes: Classe 1, Classe 2, Classe 3, Classe 4, Classe 5 e Classe 6, sendo que estaremos voltando a atenção apenas para as classes encontradas na área estuda que são a Classes 3, 4 e 6.

Como forma de diferenciar e ter uma maior detalhamento sobre esta classificação existem ainda as sub-classes que servem para fazer parametrizações mais incisivas e detalhadas sobre aquela área como veremos a seguir segundo (Vieria, 1988)

Analisando a Classe 3 foi possível verificar que esta é uma terra arável, que compreende terras com aptidão marginal para irrigação. São menos adequadas que as classe e normalmente apresentam uma limitação severa ou uma combinação de varias limitações moderadas quanto ao solo, a topografia ou a drenagem. A classificação encontrada 3sdaf, pode retratar uma terra com as seguintes características além da citadas acima que são: terras com deficiência no solo; terras com uma deficiência de drenagem; com solos de um teor de salinidade e alcalinidade; propicias apenas a drenagem superficial. Podemos dizer que como uso potencial estes solos são utilizados praticamente com culturas de subsistência, pastagem natural e artificial, horticultura e fruticultura. Apresentam boas propriedades físicas e químicas, tendo como principais limitações o excesso de umidade (inundação), durante certas épocas do ano e baixos teores de fósforo sendo ainda necessário se ter um manejo eficiente para evitar a salinização e/ou sodificação.

Em outro momento encontramos terras da Classe 4 a qual já é de uso especial, nela estão as terras adaptadas somente a um numero limitado de culturas. Ex.: terras so utilizáveis com arroz, com pastagem, com frutíferas, etc. Esta classe possui capacidade de pagamento muito variável.

Classificação encontrada 4spxzu, o que pode retratar uma terra com as seguintes características além da citadas acima que são: deficiência de permeabilidade no solo; com ausência de nivelamento; terras com alto índice de pedregulhos; além de um solo pobre, mas que para culturas de ciclo vegetativo curto ainda pode-se desenvolver algo como: feijão, milho, mandioca, etc.

E por fim em outro momento tivemos a presença de terras da Classe 6 é composta por terras não aráveis devido as condições econômicas existentes ou projetadas de acordo como os propósitos do projeto de desenvolvimento. Normalmente a Classe 6 apresenta terras declivosas, rochosas, muito arenosas, muito erodidas, com drenagem inadequada, ou outras deficiências.

Classificação encontrada 6stbxu, o que pode retratar uma terra com as seguintes características além da citadas acima que são: Com deficiência no solo apresentando uma pequena profundidade efetiva, restringindo assim a penetração das raízes; Com deficiência de drenagem; Com topografia irregular; Com alto índice de pedregulhos e susceptível a erosão. Para as áreas de Bruno não Cálculo vértico além destes fatores limitantes, verifica-se ainda problemas relacionados com o manejo, em função da presença de argilas

expansivas (2:1), estrutura prismática, moderada a fortemente desenvolvida. A reunião de todos estes fatores constituem as principais restrições ao uso com agricultura irrigada. Logo são solos praticamente utilizados com pastagens artificiais, observando-se poucos cultivos com culturas de subsistência. O aproveitamento mais adequado destes solos se prende à pecuária e ainda para exploração com culturas permanentes (fruticultura), devendo ser contida a erosão

7 CONCLUSÃO

Desta maneira a partir do estudo foi possível verificar através dos mapas de Capacidade de Uso agrícola e de Terras Irrigáveis que a aptidão encontrada para a área de estudo pode ser passível na sua grande maioria de solos com características para serem exploradas por culturas perenes, pastagens ou florestamento, sendo ainda necessário haver todo uma preocupação com seu manejo por se tratarem também de uma área com solos rasos.

Também foi possível verificar a boa funcionalidade do Mapinfo para constatar através dos seus módulos para georreferenciamento, classificação digital e geração do modelo temático a capacidade de se ter uma maior rapidez e uma maior confiabilidade sem ser necessário ter gastos muito onerosos em pré-análises.

8 BIBLIOGRAFIA

AMORIM, R. S. S.; GRIEBELER, N. P.; GONÇALVES, F. A. Comparação de métodos de interpolação para espacialização de dados climáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA A AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. *Fundamentals of Remote Sensing and GRÍCOLA*, 2003, Goiânia, GO. *Anais...* Goiânia: SBEA, 2003. CD-ROM

BELTRÃO, Valdir de Araújo & LMOUR, Carlos. *Uso Atual e Pontencial dos Solos do Nordeste*. Recife, SUDENE, 1985. 136 p. il. 5 (Projeto Nordeste, 6)

BELTRAME, L. F. S.; LOUZADA, J. A. S.; LANNA, A. E. L. **Evapotranspiração potencial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1994. 49 p. (Recursos hídricos, 31).

BLANC, P.; BLUS, T.; RANCHIN, T.; WALD, L.; ALOISI, R. Using interated rational filter banks within the ARSIS concepts for producing 10 m Landsat multispectral images. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke, v.19, n.12, p.2.331-43, 1998.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Apresentação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. (Org.). **Introdução à ciência da geoinformação**. 2002. Cap. 1. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 02 julho 2009.

CARPER, W.J.; LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. The use of intensity-hue-saturation transformations for merging SPOT panchromatic and multispectral image data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v.56, n.4, p.459-67, 1990.

CASTANHO, R.B.; BEZZI, M.L.; CASSOL, R. Geoprocessamento x planejamento físico territorial: o caso do distrito de São Bento (Palmeiras das Missões/RS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005 p.21943-1950.

CHUNG, H. W.; CHOI, J. Y.; BAE, S. J. Calculation of spatial distribution of potential evapotranspiration using GIS. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 1997, Minneapolis, Minnesota. **Paper...** Minneapolis: American Society of Agricultural Engineers, 1997. 9 p.

COOPER, M.; MENDES, L.M.S.; SILVA, W.L.C. & SPAROVEK, G. A national soil profile database for Brazil available to international scientists. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69:649-652, 2005.

COSTA, D.T.M.A.; ARGENTO, M.S.F.; REIS, C.H. Caracterização do uso da terra da Bacia de Sepetiba com vistas a subsidiar projetos de gestão ambiental em âmbito municipal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: INPE, 2005. p.2129-2136.

CURI, N.; FRANZMEIER, D.P. Toposequence of Oxisols from the Central Plateau of Brazil. *Soil Science Society American Journal*, v.48, p.341-346, 1984.

DUTRA, G.C. **Estratificação ambiental visando à recuperação da vegetação ciliar no entorno do lago da Usina Hidrelétrica do Funil, em Minas Gerais.** 2005. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ENDEREN, J.L. Van. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. *International Journal of Remote Sensing*, Basingstoke, v.19, n.4, p.823-54, 1998.
POLITANO, W.; CORSINI, P.C.; VASQUES, J.G. Ocupação do solo no município de Jaboticabal - SP. *Científica*, São Paulo, v.8, n.1/2, p.27-34, 1980/98.

Evlyn M. L. de Moraes Novo. **Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações 2ª Edição.** Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo - 1993.

FERREIRA, V.M. et al. The erosive process in Nazareno, Minas Gerais State, Brazil: a New approach to understand soil degradation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LAND DEGRADATION AND MEETING OF THE IUSS SUBCOMMISSION C. SOIL AND WATER CONSERVATION, 3., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA & SBCS, 2001. 1CD-ROM.

Florinsky, I.V.; Kuryakova, G.A. Influence of topography on some vegetation cover properties. *Catena*, Amsterdam, v.27, p.123-141, 1996.

FRANÇA, G.V. de; DEMATTE, J.A.M. Levantamento de solos e interpretação fotográfica dos padrões desenvolvidos em solos originados do arenito de Bauru. *Science Agricultural*, Piracicaba, v.50, n.1, p.77-86, Feb./May 1993.

FREITAS FILHO, M.R.; MEDEIROS, J.S. Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe- CE, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993. p.73-80.

GALETI, P.A. **Conservação do solo-reflorestamento-clima.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989. 286p.

GARCIA, Gilberto José, 1944 – **Interpretação de imagens / Gilberto J. Garcia.** – São Paulo: Nobel, 1982.

GEOGRAPH. **Map Info Professional.** Disponível em: < <http://www.geograph.com.br/> >. Acesso: 18 de junho de 2009.

GIAROLA, N.F.B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do Reservatório de Itutinga/Camargos (MG).** 1994. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

GOMES, D.C.H. et al. Levantamento de solos como subsídio ao diagnóstico sócio-ambiental: A bacia do ribeirão das Anhumas, Campinas (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 6., 2004, Goiânia. **Textos...**Disponível em: <<http://www.igeo.uerj.br/VICBG->

2004/Eixo2/e2_textosnu4.htm#_edn1>. Acesso em: 04 julho, 2009.

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CAPACIDADE DE USO DE UMA MICROBACIA. Francisco Antônio Galatti Filho; Sérgio Campos.

Geoprocessamento aplicado na distribuição espacial da capacidade de uso de uma microbacia, Francisco Antonio Galatti Filho; Sérgio Campos. Acesso em <http://www.google.com.br/search?gbv=2&hl=pt-BR&q=geoprocessamento%20aplicado%20NA%20Distribui%C3%A7%C3%A3o%20espacial&ie=UTF-8&sa=N&tab=iw>, acesso 26 de julho

GUIMARÃES, R.F., BAPTISTA, G.M., JÚNIOR, O.A.C. IDRISI: Um sistema acessível. **Fator Gis: A Revista do Geoprocessamento**, Curitiba, n. 9. Abr/Mai/Jun/1995.

HASHMI, M. A.; GARCIA, L. A.; FONTANE, D. G. Spatial estimation of regional crop evapotranspiration. **Transaction of the ASAE**, Saint Joseph, v. 38, n. 5, p. 1345-1351, Sept./Oct. 1995;

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and imageinterpretation**. 4.ed. New York: J. Wiley, 2000. 724p.

LEPSCH, J.F.; BELLINAZZI JÚNIOR; R, BERTOLINI, D.; ESPINDOLA, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1991. 175p.

WACHHOLZ, F.; PEREIRA FILHO, W. Mapeamento do uso da terra na bacia hidrográfica do Arroio Barriga - RS, utilizando o sensoriamento remoto. In: JORNADA DA EDUCAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO NO ÂMBITO DO MERCOSUL, 4.,2004, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: RIMA, 2003. 140p.

WIKIPEDIA. Geoprocessamento. <http://www.satimagens.com/geoprocessamento.htm> ; acesso em 10 de Maio de 2009.

WIKIPEDIA. Sensoriamento Remoto. http://pt.wikipedia.org/wiki/Sensoriamento_remoto ; acesso em 10 de Maio de 2009.

WIKIMAPIA. <http://wikimapia.org/2590841/pt/Sum%C3%A9-Para%C3%ADba-Brasil>, acesso em 15 de junho de 2009

PINTO, G. C.; NUNES, D. D.; ASSUNÇÃO, A. G.; BORGES, L.R. M.; WATANABE, M.; CRUZ, M. L. **Avaliação da aptidão agrícola dos solos do distrito de Mutumparaná Rondônia.** Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7333_Pinto_Gizele_Carvalho.pdf.

POHL, C.; G PIROLI, E.L. **Geoprocessamento.** Disponível em: http://www.pirolis.hpg.ig.com.br/Ciencia_e_Educacao/1/interna_hpg1.html Acesso em: 4 julho, 2009.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E.G; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das Terras.** Brasília, SUPLAN/EMBRAPA. 1978. 70p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para a distinção de ambientes.** 4.ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p.

REZENDE, A.C.P. *Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas ao Sistema Brasileiro de Previsão de Safras.* 2000. 98 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2000.

RÖHM, S.A., CALIJURI, M.L., **Sistemas de informações geográficas.** Viçosa: Imprensa Universitária da FV, 1994. 34 p.

SANTOS, M.L.M.; MATTOS, M.M.; PIRES, I.O.; BROWN, I.F.; ASSIS, W.S. Utilização de imagens de satélite no mapeamento preliminar do uso da terra e na capacitação de agricultores do médio Rio Capim - Paragominas - PA, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, São José dos Campos. *Anais...* São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993. 15 p.

SILVA, A.C. **Relação entre voçorocas e solos na região de Lavras (MG).** 1990. 124p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG VIEIRA, N.M. *Estudo geomorfológico das voçorocas de Franca - SP.* 1978. 225 f. Tese (Doutorado em História) - Instituto de História e Serviço Social, Universidade Estadual Paulista, Franca, 1978.

Sistema de Gerência Rodoviária. Apostila do Curso de Sensoriamento Remoto & SIG – UFPB – Prof. Carlos André Bulhões Mendes (Ph.D. – UFRGS), Prof. Lucilene Antunes C. M. de Sá (D.S. – UFPE), Prof. Marx Prestes Barbosa (Ph.D. – UFPB), Profª. Maria José dos Santos (M.Sc. – UFPB)

SOLOS: Propriedade, Classificação e manejo, por Lúcio Salgado Vieira, Paulo Cezar Tadeu C. dos Santos e Maria de Nazareth S. Vieira. Brasília, MEC/ABEAS, 1988. 154 P. (Programa Agricultura nos trópicos. V. 2).

TSO, B.; MATHER, P.M. **Classification methods for remotely sensed data.**

New York: Taylor and Francis, 2001. 332p.

TU, T.; SU, S.; SHYU, H.; HUANG, P.S. Efficient intensity-hue-saturation-based image fusion with saturation compensation. *Optical Engineering*, Redondo Beach, v.40, n.5, p.720-8,2001.

VIEIRA, Lúcio Salgado. Manual de Morfologia e Classificação de Solos.

Editora Agronômica Ceres Ltda. – S. Paulo. 2^a edição 1983.

VIEIRA, Lúcio Salgado. Manual da ciência do solo: com ênfase aos Solos Tropicais, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1988.