

DELIMITAÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI-PB ATRAVÉS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM ORBITAL¹

Mônica Maria Ferreira Teles²
Albericio Pereira de Andrade³
Paulo Roberto de Oliveira Rosa⁴

RESUMO: A demanda mundial de lenha para os mais diversos usos afeta o ambiente pela retirada gradativa de áreas de florestas nativa. Atualmente, com o avanço das técnicas de sensoriamento remoto, é possível mapear áreas de florestas de forma rápida e com baixo custo. O objetivo deste trabalho foi analisar as condições atuais da cobertura vegetal de São João do Cariri, distrito municipal da Paraíba – Brasil, através de uma classificação de imagem orbital assistida por computador. A classificação foi realizada através do SPRING, pelo método supervisionado clássico, com o classificador de máxima verossimilhança. Adotaram-se cinco classes referentes à dominância do porte da vegetação: C₁ - Caatinga Arbórea - Savana Estépica Florestada e Arborizada (> 3m de altura), C₂ - Caatinga Arbustiva - Savana Estépica Parque (> 1,5 m de altura), C₃ - Caatinga Subarbustiva + Cultivos - Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa (< 1,5 m de altura), Solo Exposto, e Águas superficiais. O resultado indica que, em termos de abrangência, as vegetações de porte baixo (< 3 metros) predominam em 63% da área. A caatinga de porte mais alto ocorreu principalmente em áreas de relevo acidentado. Nesta pesquisa foi possível observar que o uso deste instrumental na produção de recursos para a gestão ambiental é um artifício eficaz na tomada de decisões sobre o manejo de recursos naturais.

Palavras-chave: classificação de imagem orbital, cobertura vegetal, caatinga, savana estépica.

SPACE DISTRIBUTION OF THE VEGETATION IN SÃO JOÃO DO CARIRI-PB DISTRICT THROUGH ORBITAL IMAGE CLASSIFICATION

ABSTRACT: The world need of firewood to several uses harms the environment due to removal of the native vegetation. Nowadays, with the progress of the remote sensing techniques it is possible to map areas of forests in a fast way and with low cost. The objective of this work was to analyze the current conditions of the vegetable covering of the São João do Cariri, a district of the Paraíba – Brazil, through a classification of orbital image assisted by computer. The classification was accomplished using SPRING, by the classic supervised method, with the classifier of maximum likelihood. Five classes of reference were adapted to the predominant vegetation: C1 - arboreal savanna (> 3 m of height), C2 - shrub (bush) savanna (> 1,5 m of height), C3 - sub-shrub (bush) savanna + crops (<1,5 m of height), Exposed Soil, and Superficial Waters. The result showed that short vegetations (<3 meters) are present in 63% of the area. The arboreal savanna is mainly in areas with rough relief. In this research was possible to observe that the use of this approach in the production of data for the environmental administration is a way to take decisions about how to deal with natural resources.

Keywords: orbital image classification, vegetable covering, caatinga, savanna.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Agradecimentos à CAPES pelo apoio financeiro.

² Geógrafa. Mestre em Agronomia pela UFPB - Areia. E-mail: monifpb@ig.com.br

³ Agrônomo. Mestre em Irrigação e Drenagem. Doutor em Agronomia (Univ. Córdoba, Espanha). Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus III (UFPB - Areia). E-mail: andrade@cca.ufpb.br

⁴ Geógrafo. Mestre em Gestão e Políticas Ambientais. Professor Assistente do Departamento de Geociências, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, Campus I (UFPB - João Pessoa). E-mail: labema2002@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas e quase todo o semi-árido apresentam problemas estruturais quanto à sustentabilidade dos processos produtivos em decorrência do déficit hídrico. As atividades econômicas são geralmente caracterizadas pela baixa produtividade e conseqüentemente pelos dividendos econômicos insuficientes para reposição do capital empregado e da força de trabalho, levando a população local à busca de alternativas que, quase sempre, geram um desempenho econômico situado no limite da sobrevivência humana e muitas vezes sequer isso é atingido, a contento. Neste caso, a sociedade passa a exigir mais das matrizes ambientais já bastante escasseadas, utilizando-as de forma tão intensa a exercer uma pressão maior do que sua capacidade de recuperação.

No caso do Estado da Paraíba o setor florestal tornou-se uma alternativa de renda para a população rural, passando a ser um segmento econômico importante, gerando cerca de 48.000 empregos diretos e indiretos. Sua matéria-prima, derivada da biomassa vegetal vem sendo utilizada como insumo energético em cerca de 85% dos estabelecimentos dos setores industrial e comercial, quer de forma isolada ou combinada com outras fontes energéticas (LIMA, 1998), tendo como principais consumidores deste setor unidades produtivas como casas de farinha, cerâmicas, caieiras e indústrias de panificação. A necessidade de energia térmica oriunda da biomassa vegetal para os setores industrial, comercial e domiciliar, torna-se uma preocupação efetiva, pois tem ocorrido na paisagem natural um déficit acentuado de reposição de vegetação. Acredita-se que, com a constante demanda de lenha para geração de energia térmica, ocorrerá aumento nos processos de degradação ampliando os vazios na cobertura vegetal, acarretando maior déficit na matriz ambiental relacionada à vegetação principalmente nas áreas próximas aos locais que apresentam maior consumo de lenha.

A observação sobre o uso da madeira lenhosa da caatinga como fonte energética no município de São João do Cariri vem sugerir a necessidade de uma gestão destes recursos na localidade. Contudo, o estabelecimento de uma gestão eficiente exige maiores informações sobre os usuários e como são utilizados os recursos, de tal modo a subsidiar o planejamento de uma utilização que não provoque desequilíbrios ambientais, como também desequilíbrio econômico na região. A gestão ambiental é vista aqui como uma forma de viabilizar uma utilização sustentável da natureza pelo homem, sabendo que sua escassez pode impossibilitar a vida humana, assim como da sociedade nestes ambientes de clima seco e muito frágil ao uso inadvertido. Esta iniciativa possui um viés social e outro ambiental consoante com economia local, considerando-se que a gestão ambiental não é um instrumento separado da sociedade. Deste modo, é importante

relacionar a gerência desses recursos dentro de um contexto social onde campeia a pobreza, preconceitos e impotência dos poderes locais para superar as limitações. Este trabalho analisou as condições atuais da cobertura vegetal do município de São João do Cariri – PB através de uma classificação de imagem orbital assistida por computador. O uso destas novas tecnologias, longe de ser um modismo tecnicista oferece, decerto, instrumentos de análise capazes de construir e desconstruir cenários onde sociedade e natureza estão *vis-a-vis* ao cenário da economia internacional em conflito com os conceitos mais modernos de sustentabilidade.

METODOLOGIA

O município selecionado para o estudo foi São João do Cariri. Localizado no semi-árido paraibano (Figura 1), apresenta uma população de 5.002 habitantes distribuída nas áreas rural e urbana (DATASUS, 2003).



Figura 1 - Localização do município de São João do Cariri.

A renda da população é derivada de uma base econômica gerada principalmente da agropecuária e de outras atividades primárias, bem como dos recursos do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), repassado pelo Governo Federal. Desta forma, pela natureza primária das atividades econômicas desenvolvidas neste ambiente, a caatinga passa a ser o elemento de suporte das atividades econômicas desta parte do semi-árido paraibano.

Para a realização da delimitação espacial da vegetação do município foi utilizado o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING disponibilizado gratuitamente pelo INPE através do site <http://www.dpi.inpe.br>. A função para a determinação de classes através de MAXVER utilizada no SPRING é $g_i(x) = - \ln \left| \sum_j \right| - (x - m_i)^t \sum_j^{-1} (x - m_j)$, onde, m_i e \sum_j são o vetor médio e a matriz de covariância dos dados em determinada classe; x é a posição do *pixel*. Com esse classificador considera-se a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais das classes (RICHARDS, 1995). A imagem utilizada foi obtida do satélite LANDSAT 5 – TM 215/65, datada de 18 de Junho de 1999. Na combinação das bandas gerou-se uma composição colorida, atribuindo às bandas: 2, 3, e 4 as cores: vermelho, verde e azul, respectivamente. Com esta combinação obteve-se uma nova imagem com uma composição de cores onde foi possível identificar com mais nitidez as diferentes classes. O levantamento da vegetação teve como base classificatória e de suporte conceitual Silva (2002), de acordo com a qual foram adotadas três classes referentes à dominância do porte vegetal, a saber: Caatinga Arbórea (> 3m de altura), Caatinga Arbustiva (> 1,5 m de altura), e Caatinga Subarbustiva + Cultivos (< 1,5 m de altura) e, adicionadas a estas classes, as categorias: Solo Exposto e Águas Superficiais. Foram consideradas como pertencentes à categoria “Solo Exposto” as áreas com ausência de vegetação ou solos degradados. As águas superficiais são os açudes, rios, lagos, lagoas, etc. que, na data da imagem, continham água em sua superfície. As denominações para cada tipo de vegetação são as seguintes:

- C₁ - Caatinga Arbórea (> 3 m de altura);
- C₂ - Caatinga Arbustiva (> 1,5 m e < 3 m);
- C₃ - Caatinga Subarbustiva + Cultivo (<1,5 m);
- Solo - Solo Exposto/Rios Temporário;
- Água - Águas Superficiais.

Vale salientar que as características do porte das classes de vegetação Caatinga Arbórea (C₁), Arbustiva (C₂) e Subarbustiva (C₃) concordam, respectivamente, com as classes do sistema universal de classificação da vegetação proposto por Veloso *et al.*

(1991), onde a vegetação da caatinga recebe a seguinte classificação: Savana Estépica Florestada e Arborizada, Savana Estépica Parque e Savana Estépica Gramíneo-Lenhosa.

No que se refere ao tipo de vegetação identificado como Cultivo, não foi objetivo deste trabalho indicá-lo. As possíveis áreas definidas como tal foram inseridas na classe Subarbusiva. Os primeiros procedimentos se deram em campo onde foram feitos reconhecimentos da área com a localização de pontos amostrais (através de GPS) para cada uma das cinco classes estabelecidas. Foram feitas medições diretas para confirmação das alturas dos diferentes portes de vegetação estabelecidos. A determinação dos pontos amostrais serviu de guia para a obtenção das áreas representativas de cada classe durante o procedimento de treinamento.

Os pontos coletados foram dispostos sobre a imagem, daí foi feita uma verificação visual levando em consideração respostas espectrais semelhantes dos *pixels* representativos de cada classe. Pode-se dizer que nesta etapa obteve-se um tipo de chave de interpretação onde se associou a cada classe uma quantidade de *pixels* com semelhantes respostas espectrais. Richards (1995) considera para a obtenção de classes estatisticamente confiáveis um número de dez a cem *pixels* de treinamento por classe. Com este número de *pixels* amostral há um aumento na precisão do reconhecimento das classes. Foram tomados cuidados na aquisição das amostras durante o processo de treinamento, pois este é um fator importante para diminuir o índice de confusão entre as classes (RICHARDS, 1995). Existe um limiar de aceitação disponível no SPRING que indica a porcentagem de *pixels* da distribuição de probabilidades de uma classe que será classificada como pertencente a esta classe. Neste trabalho optou-se por um limiar de 100%, que resultou numa imagem onde todos os *pixels* foram classificados, ou seja, não houve rejeição. O índice de confusão entre as classes foi acompanhado através da análise das amostras ou da matriz de classificação das amostras. Depois de realizados todo o procedimento da classificação previsto no SPRING obteve-se um mapa de *pixels* classificados, ou seja, um mapa temático de vegetação, onde as classes são diferenciadas e representadas através de cores.

RESULTADOS

Sabe-se que o processo histórico de ocupação de terras se deu principalmente em extensões de terras próximas aos vales de rios. Estes espaços em geral apresentam melhores condições às atividades agrícolas, lugar onde os recursos tornam-se fartos na proximidade dos rios ou onde os solos mantêm-se mais úmidos, como também, pela sedimentação em constante renovação. Além disso, fatores como vias de acesso e relevo

menos acidentado podem favorecer a ocupação humana em determinadas áreas. As paisagens destas áreas acabam por receber influências dos processos econômicos modificando-se através das atividades como pastoreio de gado, agricultura, retirada de lenha, onde a ausência de vegetação natural torna-se um dos primeiros aspectos percebidos quando da observação desta paisagem.

Como resultado do levantamento da situação da vegetação de São João do Cariri por meio de classificação automática foi obtido um mapa temático (Figura 2) com as classes de vegetação especificadas: C₁ (> 3m de altura), C₂ (< 3 e > 1,5m de altura), C₃ (< 1,5m de altura), Solo e Água, e foram obtidos resultados quantitativos com relação as suas áreas de abrangência dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativa da ocupação espacial da vegetação da caatinga, solo exposto e águas superficiais no município de São João do Cariri-PB.

Tipos	Denominação	Sub-área (Km ²)	Sub-área (%)
Caatinga arbórea	C ₁	258.529	37 %
Caatinga arbustiva	C ₂	328.074	47 %
Caatinga subarbustiva + cultivo	C ₃	77.578	11 %
Solo exposto	Solo	30.594	4,6 %
Águas superficiais	Água	3.204	0,4 %
Área Total		697.979	100 %

O resultado da classificação indica que em termos de abrangência as vegetações de porte baixo (< 3 metros) predominam em 63 % da área. Este dado é preocupante principalmente porque as áreas mais indicativas de vegetação dos tipos C₂ e C₃ estão em locais de maior densidade populacional. Esta predominância do tipo C₂ é também confirmada por Chaves *et al.* (2002) que obteve resultados aproximados na quantificação da ocupação da vegetação em hectares, realizada na bacia hidrográfica do açude Namorado em São João do Cariri.

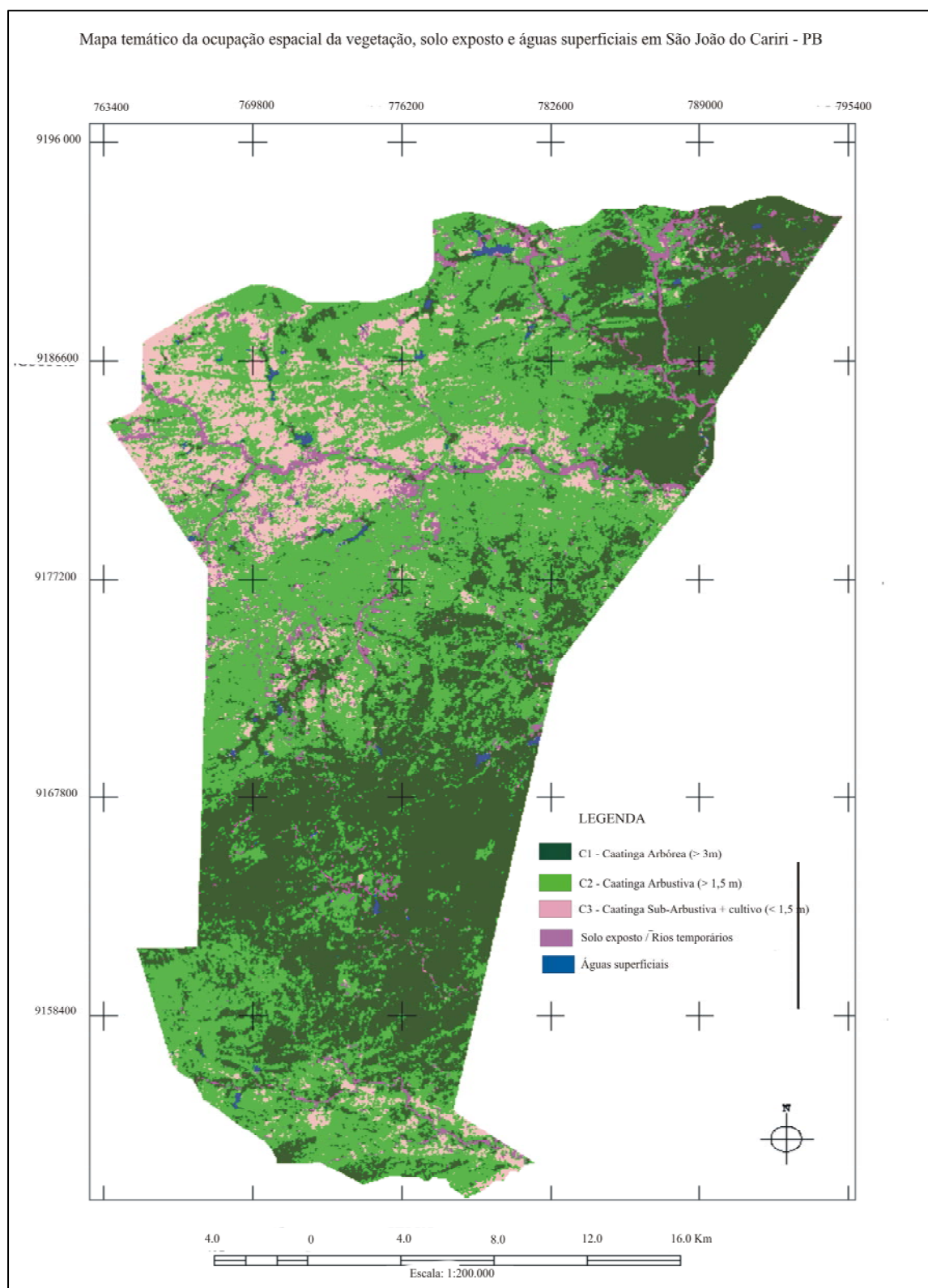


Figura 2 - Mapa temático da ocupação espacial da vegetação, solo exposto e águas superficiais em São João do Cariri-PB.

Segundo a Tabela 2, que apresenta a matriz de confusão entre as classes, C₁ e C₂ apresentam valores aproximados de confusão entre si, com 7,9 e 9,5% dos *pixels* confundidos.

Tabela 2 - Matriz de confusão das classes (%).

Classes	C ₁	C ₂	C ₃	Solo	Água
C ₁	90,8	9,5	0	0	9,3
C ₂	7,9	87,2	17,9	0	5,2
C ₃	0,5	3,2	80,6	6,6	5,8
Solo	0,7	0	1,4	93,3	0
Água	0	0	0	0	79,5

O tipo C₁ apresenta-se com maior frequência na área centro-sul do município, sendo esta a área onde ocorrem os menores indícios de antropismo. Em São João do Cariri há a ocorrência de serras que fazem parte do conjunto das que compõem os divisores de águas de duas importantes bacias hidrográficas da Paraíba, a bacia do rio Paraíba e a sub-bacia do rio Taperoá, sendo essa uma bacia tributária da margem esquerda do rio Paraíba. São João do Cariri está inserido nessas duas bacias hidrográficas. O rio Paraíba passa na parte sul, próximo ao limite territorial do município e, o rio Taperoá adentra o território na parte noroeste e se estende por aproximadamente metade da área do município (Figura 3) exercendo grande influência na forma de ocupação e utilização das terras em algumas áreas. Quanto às espécies vegetais predominantes na área, de acordo com a listagem florística para São João do Cariri, elaborada por Silva (2002) destacam-se como espécies predominantes da área da bacia hidrográfica do açude Namorado, a Algaroba - *Prosopis juliflora* DC., a Catingueira - *Caesalpinia pyramidalis* Tul., o Pereiro - *Aspidosperma pyrifolium* Engl., o Xique-Xique - *Pilosocereus gounellei* (Weber ex. K. Schun) Byl. et Rowl., o Marmeleiro - *Croton sonderianus* Müll. Arg. e o Pinhão - *Jatropha mollissima* (Pohl.) Müll. Arg.

A porção nordeste do município apresenta em menor quantidade a vegetação classificada como C₁, nestas áreas há a presença de algumas serras, onde ocorrem nascentes de alguns afluentes intermitentes; além disso, com exceção do distrito de Malhada da Roça, nesta porção do município não existem povoados com adensamento populacional. Em outras áreas onde o tipo C₁ apresenta-se com menor frequência são

verificadas porções isoladas desta tipologia próximas às nascentes ou acompanhando as extensões dos rios em decorrência do maior conteúdo de água nas áreas ribeirinhas e dos solos destas áreas.

A classe C_2 ocupa 47 % da área total do município e ocorre com mais frequência nas áreas de relevo mais dissecado das bacias do rio Paraíba e do rio Taperoá. Essas áreas constituem-se áreas agrícolas historicamente utilizadas (ENCICLOPÉDIA..., 1976) denotando a predominância deste tipo de vegetação (< 3 metros) que pode ser indicador de áreas em processo de regeneração. No processo de classificação do tipo de vegetação C_2 houve uma confusão de 3,2% com a classe C_3 , fato este verificado pela semelhança espectral entre os *pixels* dessas duas classes. De acordo com a distribuição espacial das tipologias classificadas, verificadas no mapa temático da Figura 2, pode-se notar claramente uma intrínseca associação entre as classes C_2 e C_3 , com a segunda quase que absolutamente contida na primeira.

A classe C_3 (<1,5 m), onde estão inseridas também as áreas agrícolas, apresentou 11 % da área total, com sua distribuição espacial principalmente nas vazantes, às margens dos rios dispostos nas duas bacias hidrográficas. Este percentual indica um baixo índice de áreas de culturas nesta época. Silva (2002) encontrou também índices baixos de áreas de cultivo em estudo semelhante na área da bacia do açude Namorados em São João do Cariri, destacando que as culturas de sequeiro praticamente estão extintas na área, sendo substituídas por palma forrageira e campos de algaroba, utilizadas como reserva para a alimentação do gado. Esta classe tem uma condição de recobrimento vegetal que pode favorecer o surgimento de áreas com erosão, pois o espaçamento entre as espécies acarreta áreas de exposição dos solos, favorecendo o fenômeno. De acordo com Chaves (2002) a classe Caatinga Subarbustiva (< 1,5 m de altura) representa a pior condição de recobrimento vegetal, apresentando erosão severa a extremamente severa. A dificuldade de regeneração da vegetação é intensificada pelas características dos solos, pressão antrópica através de retirada de lenha, utilização das áreas para pastejo de gado, associando-se a alta intensidade das precipitações pluviométricas e de sua variabilidade temporal. Este último fator pode ser bem compreendido se for considerado o fato de os solos desta região serem rasos e a perda de vegetação facilita a desagregação desta camada superficial que em condições de preservação reduzem a denudação por erosão pluvial e favorecem a reposição de nutrientes, bem como favorecem a germinação o repovoamento natural de espécies vegetais. Segundo a matriz de confusão das classes, durante a análise desta classe (C_3) 17,9% dos *pixels* foram confundidos com os da classe arbustiva (C_2). Salientando-se, também que durante a análise da classe C_2 houve uma confusão de 3,2% com os *pixels* da classe C_3 .

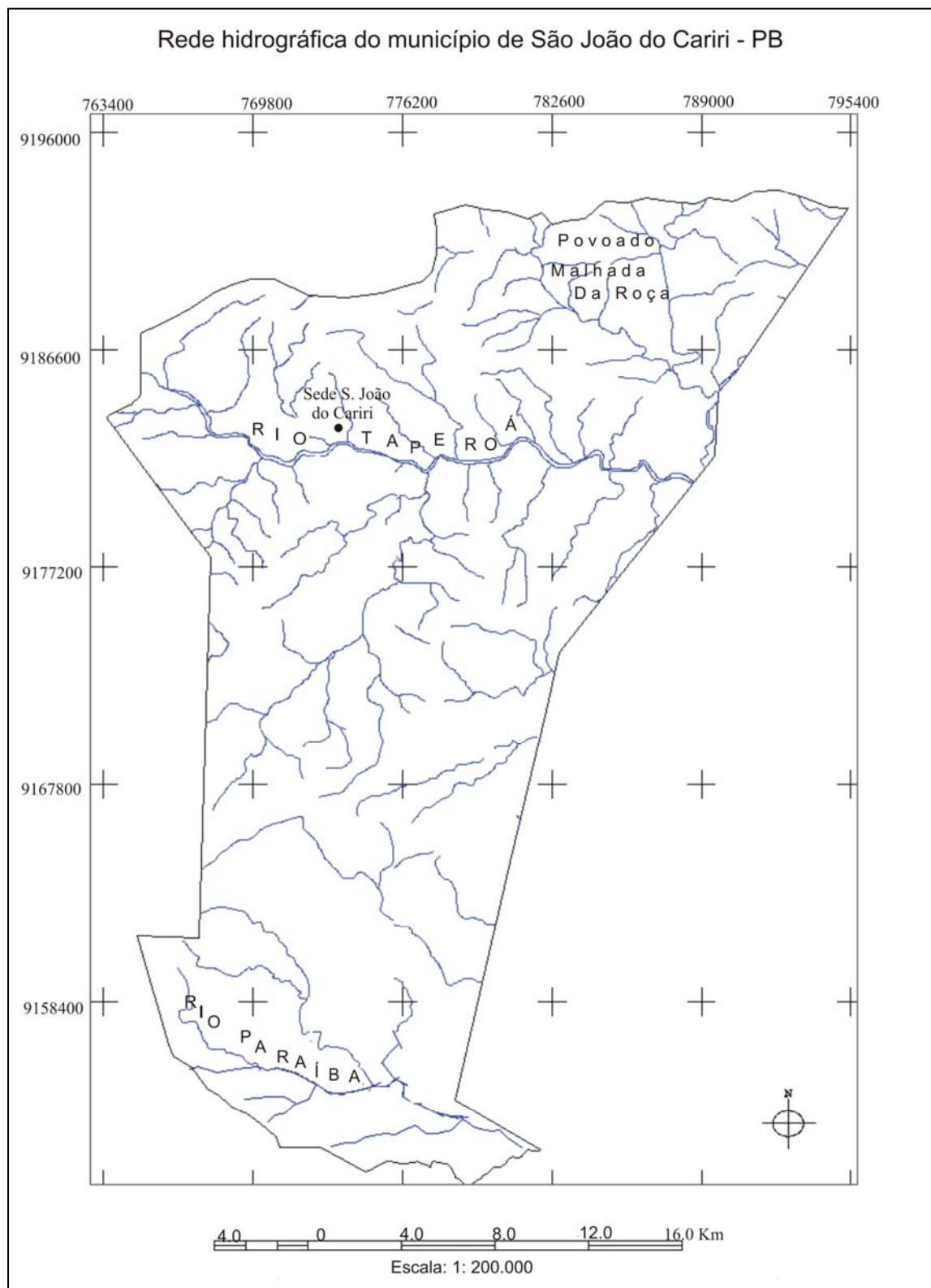


Figura 3 - Rede hidrográfica de São João do Cariri-PB.

Este índice de 17,9% de confusão na classificação dos *pixels* da classe C₃ e C₂ pode ser decorrente do fato de que não foram levados em consideração os aspectos referentes à estrutura horizontal (espaçamento entre os indivíduos); considerou-se apenas a estrutura vertical da vegetação ou a altura dos indivíduos vegetais. Deste modo, é possível que algumas amostras da classe C₂ (Caatinga Arbustiva), devido ao espaçamento acentuado entre seus indivíduos, apresentem alguns *pixels* com respostas espectrais semelhantes aos da classe C₃ (Caatinga Subarbustiva ou < 1,5 m).

A tipologia de denominação Águas Superficiais apresentou um total de 20,3% de seus *pixels* confundidos com as outras classes, exceto com o Solo Exposto. Neste caso, a confusão entre os *pixels* não comprometeu a classificação, pois, a quantidade de *pixels* que podem ter sido inseridos em cada uma das outras classes foi pequena não interferindo na área total das referidas classes. No caso do comprometimento da própria classe água, com relação à sua área total, o que pode ter ocorrido foi uma não identificação de corpos d'água muito pequenos que não interferiu de forma significativa na identificação e na quantificação destas áreas.

Quanto às dúvidas sobre a precisão na classificação dos *pixels*, ressaltadas através da matriz de confusão, disponível durante os procedimentos classificatórios no sistema, convém destacar que outros tipos de classificação também estão sujeitos a imprecisões e dúvidas. Nascimento e Garcia (2004) destacam impossibilidade na separação de tipologias vegetais através de interpretação visual diretamente na tela do computador, devido às respostas espectrais semelhantes. Este problema pode ser amenizado através da classificação automática, pois, diferentemente dos parâmetros subjetivos, muitas vezes considerados durante a classificação visual, na classificação automática há parâmetros matemáticos na diferenciação dos *pixels*. Outros problemas são também apontados na classificação visual, como falta de clareza nos limiares entre as classes ou pequenas dimensões de polígonos que podem vir a ser desconsiderados, podendo alterar os resultados dos totais de áreas das classes. Coutinho (1997) levanta também a limitação no uso de classificações analógicas em interpretações de imagens pela baixa resolução espectral apresentada. Deve-se destacar, no entanto, que os diferentes tipos de classificação, seja visual ou automática, supervisionada ou não-supervisionada, apresentam aspectos positivos e se adequam perfeitamente a aplicações específicas de acordo com os objetivos a serem buscados, a escala de trabalho, bem como aos equipamentos e recursos materiais disponíveis.

CONCLUSÕES

Numa referência ao uso deste instrumental e no ensejo de produzir recursos para a gestão ambiental, verifica-se como um artifício eficaz na tomada de decisões sobre o manejo de recursos naturais. Sem dúvida que não se pode prescindir de um levantamento de campo e de comparação com outros materiais produzidos. Entretanto, após a efetivação de um acervo destas classificações e de intensificação de trabalhos com objetivos semelhantes, poderão pesquisadores, gestores e entidades disporem de dados de forma mais econômica e prática do que no passado. A tecnologia aqui não representa uma panacéia sem contestação, mas sim a composição de um mosaico de interações entre a sociedade e natureza que não podem ser relegadas ao acaso de decisões particulares, inconstantes e fragmentadas. A compreensão da delicadeza destes ambientes naturais e a interpretação e reinterpretação das imagens aqui utilizadas ainda são materiais potenciais para uma gama de estudos que não foram objetivados aqui. Nota-se, por fim, que o desenvolvimento tecnológico e os acervos de imagem das novas gerações de satélite permitirão maior grau de acuramento dos dados espaciais, seja por quanto tempo ainda se perdure a incapacidade dos gestores públicos na solução ou diminuição dos impactos no ambiente. Foi exposto, portanto, um material de imediata serventia para os gestores, bem como um indicativo do papel da ciência na construção do bem estar das futuras gerações no que se refere aos ativos ambientais.

REFERÊNCIAS

- CHAVES, Iêde Brito *et al.* **Salinidade das águas superficiais e suas relações com a natureza dos solos na bacia escola do açude namorados e diagnóstico do uso e degradação das terras.** Relatório técnico. Convênio Banco do Nordeste do Brasil/UFPB/FINEP. Campina Grande, 2002. 114 f.
- COUTINHO, Alexandre C. **Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento de uso da terra.** 1997. 157 f. Dissertação (Mestrado em ciências) Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 1997.
- DATASUS. **Indicadores demográficos.** 2000. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/fqa11.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2003.
- ENCICLOPÉDIA dos Municípios Paraibanos. **São João do Cariri – PB.** João Pessoa, 1976.
- LIMA, Carlos Roberto. Políticas e diretrizes para a biomassa florestal no Estado da Paraíba: Aspectos da reposição florestal obrigatória. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 3, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBPE, 1998. CD-ROM.
- NASCIMENTO, Paulo S. de Resende; GARCIA, Gilberto José. Atualização do mapa de vegetação natural e do uso da terra na Sub-bacia do Baixo Piracicaba (SP) com auxílio de imagens TM/LANDSAT-5. **Estudos geográficos**, Rio Claro, ano 2, n. 2, p. 31-45,

dez. 2004. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.html>. Acesso em: 16 dez. 2004.

RICHARDS, John A. **Remote Sensing Digital Image Analysis**. Berlin-Heidelberg: Springer/Verlag, 1995. 340 p.

SILVA, Albanita Peixoto. **Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do Açude Namorado no Cariri Oriental Paraibano**. 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2002.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antônio L. Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.