

Gestão de Recursos Naturais: Estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, Sergipe

BEATRIZ BRITO TELES

(Universidade Tiradentes Aracaju, Brasil) bia_teles21@hotmail.com

TATIANE BARRETO DE CARVALHO

(Universidade Federal de Sergipe São Cristovão, Brasil) taty-carvalho15@hotmail.com

ROBSON BATISTA DOS SANTOS

(Universidade Federal de Sergipe São Cristovão, Brasil) rob.dja@bol.com.br

JEISIKAILANY SANTOS PEIXOTO

(Universidade Federal de Sergipe São Cristovão, Brasil) kailany_peixoto@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Jacaré. Para isso, foi realizada a delimitação automática da bacia hidrográfica através de técnicas de geoprocessamento aplicadas aos dados SRTM. As classes de uso e ocupação do solo foram determinadas através do método de classificação não supervisionado K-Means e Isso Cluster Unsupervised Classification, utilizando imagens orbitais de sensores do satélite RapidEye, com cinco bandas espectrais: Red (630-685), Green (520-590), Blue (440-510), Red Edge (700-750), Near IR (690-730), e resolução espacial de 5 metros, após correção radiométrica e geométrica. Os resultados mostraram que a bacia do Rio Jacaré possui 30,7% de suas terras ocupadas pela agropecuária e 21,8% do solo encontra-se exposto, tornando esta região susceptível a alterações na dinâmica dos recursos hídricos, principalmente devido à fragilização dos leitos dos rios, com a predominância da caatinga arbustiva, solo exposto e atividades agropecuárias em substituição à cobertura vegetal.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Cobertura vegetal. Gestão de bacias.

Natural Resource Management: A case study in the hydrographic Basin in Jacaré River, Sergipe

Abstract: The aim of this study was to evaluate the use and occupation of land in the basin of the river Alligator. For this was held automatic delineation of the watershed through geoprocessing applied to the SRTM data. Land use and occupation classes were determined by the classification method unsupervised K-Means and Cluster This Unsupervised Classification, using satellite images from satellite sensor RapidEye five spectral bands: Red (630-685), Green (520-590), Blue (440-510), Red Edge (700-750), Near IR (690-730), and spatial resolution of five meters, after radiometric and geometric correction. The results showed that the Alligator River basin has 30.7% of its land occupied by agriculture and 21.8% of the soil is exposed, making this region susceptible to changes in the dynamics of water resources, mainly due to weakening of beds rivers with the dominance of the shrub savanna, bare soil and agricultural activities to replace the vegetation.

Keywords: GIS. Vegetation cover. Watershed management.

INTRODUÇÃO

O Brasil, ao longo dos anos, vem apresentando perdas do solo por erosão nas proximidades dos rios, devido ao tipo de clima ou de solo, porém esse processo vem se agravando com o crescimento agrícola, no qual são utilizados recursos naturais de forma intensiva, sem o planejamento adequado, diminuindo com isso a cobertura vegetal nativa dos mananciais. Com a falta da vegetação nativa, o processo de carreamento do solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito do rio irá aumentar, principalmente no período de chuva, causando o assoreamento do rio.

O processo de assoreamento causa problemas na qualidade da água, que será prejudicada, assim como a fauna e a flora. Além disso, a velocidade da água do rio diminui devido ao assoreamento, que causa acúmulo de sedimentos no seu leito, provocando decréscimo na disponibilidade hídrica (VANZELA et al., 2010). Vale salientar que, além de assoreamentos nos rios, a baixa disponibilidade hídrica está relacionada também com a distribuição inadequada dos recursos hídricos, principalmente na região Nordeste, onde há áreas com alta demanda hídrica devido ao aumento populacional, e baixa oferta, por apresentar baixa quantidade de descargas de rios, sendo esta elevada em áreas com contingente populacional baixo (REBOUÇAS, 1997).

É possível observar como o uso e a ocupação do solo vêm sendo utilizados de forma desordenada graças a uma deficiência no gerenciamento como um todo, onde áreas que já apresentam escassez de água para abastecimento apresentam cada vez mais urbanização e indústrias, prejudicando a qualidade da água devido ao lançamento de esgotos domésticos e industriais (REBOUÇAS, 1997). Oliveira et al. (2011) também afirmam que a ocupação desordenada das áreas próximas a rios, devido à retirada da vegetação nativa para implementar agricultura, pastagens e urbanização, provoca problemas como erosão, assoreamento, degradação ambiental, desaparecimento de espécies e fenômenos de desertificação, principalmente na região semi-árida do Nordeste, prejudicando a região como um todo.

Para melhorar esse quadro, é necessário realizar um zoneamento do local através de tecnologias avançadas, a fim de implementar políticas de conservação nos mananciais, sendo a cobertura vegetal o fator de maior influência sobre a perda do solo e da água, influenciando na qualidade e disponibilidade hídrica. Sendo assim, a relação do uso e ocupação do solo com os recursos hídricos passam a ser uma informação primordial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica (OLIVEIRA et al., 2011; VANZELA et al., 2010).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso e a ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré, localizada na região semiárida do Estado de

Sergipe, Nordeste do Brasil, gerando informações para melhor subsidiar a gestão e o planejamento dos recursos hídricos da região.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Poço Redondo está situado no Estado de Sergipe, às margens do Rio São Francisco. Tem área total de 1.212 Km², faz divisa com os municípios de Canindé de São Francisco e Porto da Folha, está situado a 140 km da capital Aracaju e é caracterizado pelo grande número de assentamentos rurais, com grandes áreas demarcadas no território. As precipitações médias anuais de Poço Redondo são de 535,20 mm, sendo este valor obtido em um período de 1963 a 2005. A sub-bacia do Rio Jacaré orienta-se no sentido norte-nordeste, seus tributários da margem esquerda são: Riacho Novo, Córrego Santa Maria e o Riacho do Brás, sendo este o mais importante da margem esquerda. Na margem direita, encontram-se: Riachos do Boqueirão, da Guia, São Clemente e o Riacho Caibreiro (SANTANA, 2007).

A delimitação da sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré foi feita inicialmente com base na metodologia de Sobrinho et al. (2010), utilizando dados da missão SRTM. Esta metodologia foi realizada no software ArcGis 10 com procedimentos em quatro etapas: preenchimentos de falhas; direção de fluxo; fluxo acumulado e delimitação de bacia.

A obtenção dos planos de informação das classes de uso e ocupação do solo foi mediante processamento digital de mosaicos de sete imagens orbitais de sensores do satélite RapidEye, datadas de setembro e dezembro de 2012, fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Este satélite é capaz de apresentar imagens com cinco bandas espectrais e resolução espacial de 5 metros, após correção radiométrica e geométrica. Estas bandas espectrais e suas respectivas faixas – Red (630-685), Green (520-590), Blue (440-510), Red Edge (700-750) e Near IR (690-730) – cobrem uma grande faixa do espectro e dispõem da banda Red Edge, localizada entre o vermelho e o infravermelho próximo, auxiliando na discriminação da vegetação e de corpos aquáticos.

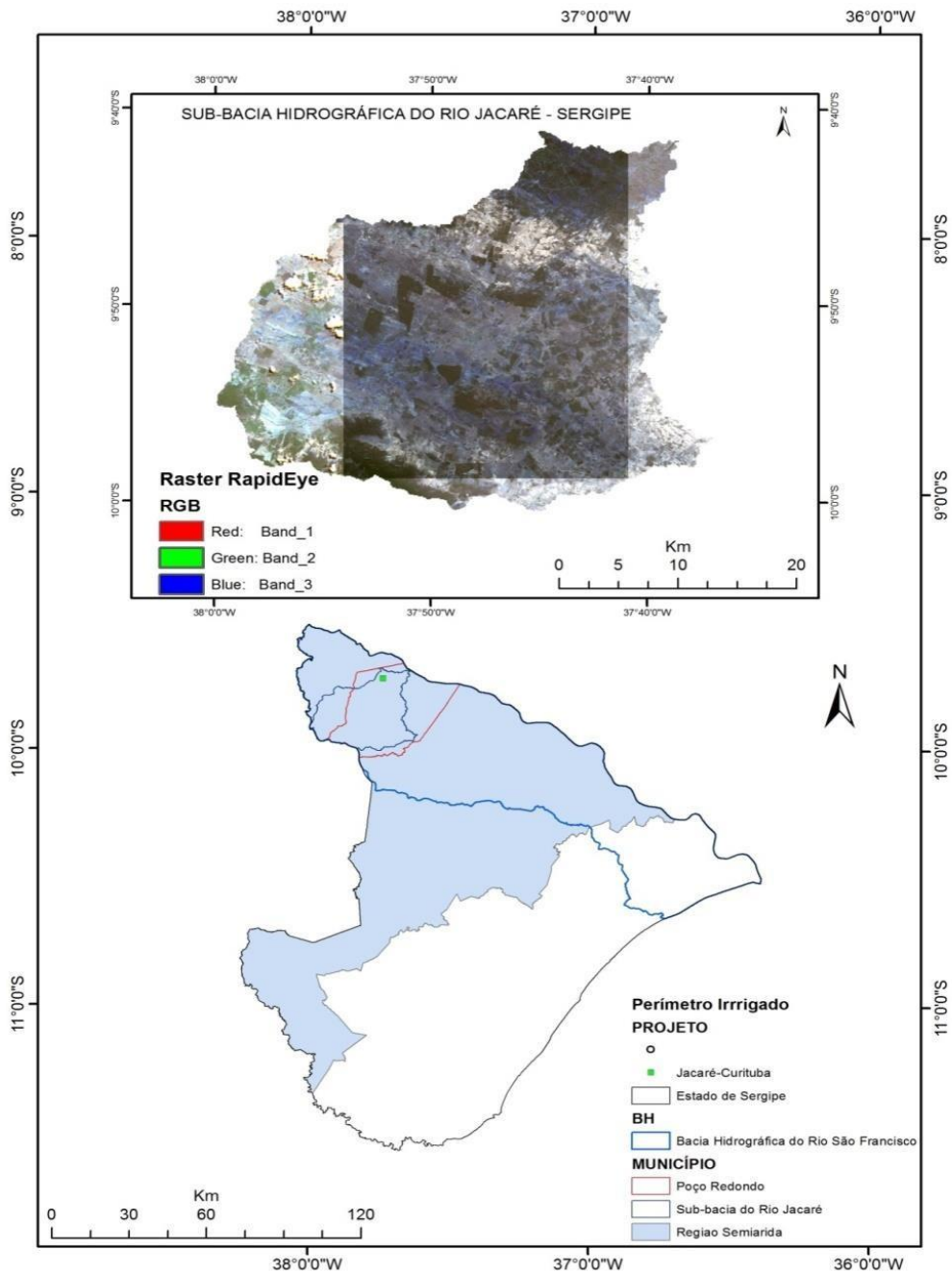


FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ

Foram utilizados dois softwares para o processamento das imagens, ArcGis 10.0 e Envi 5.0, adotando-se o método de classificação não supervisionado K-Means e Isso Cluster Unsupervised Classification. Estes métodos permitem diagnosticar principalmente a situação atual de uso e ocupação do solo, especificamente a identificação das principais classes de cobertura vegetal.

A estruturação, cálculos e integração dos dados, quantitativos totais, percentuais de superfície relativos a cada classe de uso e produção de mapa temático final foram realizados utilizando-se o software ArcGIS 10. Foi necessário o uso de sete imagens para poder cobrir toda a área da sub-bacia do Rio Jacaré, tendo como critérios de seleção a datação recente, menor quantidade de nuvens e menor número de ruídos ou erros. As características do sensor RapidEye e suas faixas espectrais estão especificadas na Tabela 1.

Número de satélites	5
Altitude de Órbita	630 Km (Órbita síncrona com o sol)
Velocidade	27.000 m/h
Largura da imagem	77 Km
Tempo de revisita	Diariamente (<20° off-nadir), em qualquer latitude)
Tipo de sensor	Multiespectrais (pushbroomimager)
Bandas espectrais	5 (Red, Green, Blue, Red Edge, Near IR)
Resolução espacial (NADIR)	6,5 m
Tamanho do pixel (Ortorretificado)	5 m

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS DO SENSOR RAPIDEYE UTILIZADO PARA OBTENÇÃO DAS IMAGENS RASTER

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré ocupa uma área de 939 km², perímetro de 207,7 km, declividade média de 4,8 m/km, índice de compactidade igual a 1,89. O município de Poço Redondo ocupa a maior parte da bacia e uma pequena parte o município de Canindé do São Francisco.

Segundo o Atlas de Recursos Hídricos de Sergipe, os tipos de solo presentes na bacia do Rio Jacaré são: Bruno não cálcio (1017,29 Km² - Vermelho), Regossolos (718,21 Km²-Azul), Planossolos (640,84 Km²-Roxo) e Solos litólicos (137,91 Km²-Verde), apresentados na Figura 2.

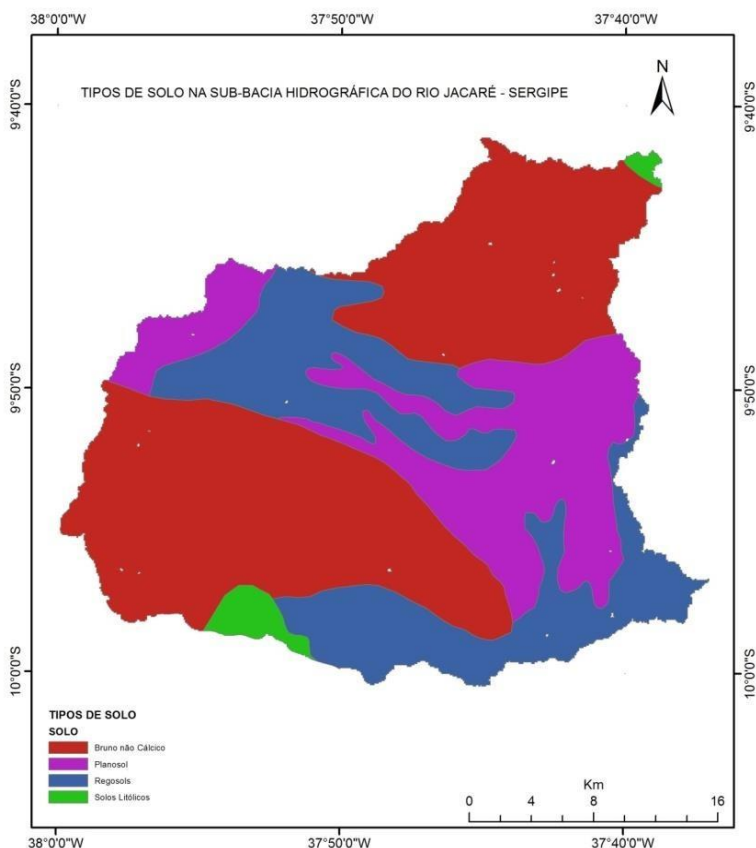


FIGURA 2. MAPA DE TIPOS DE SOLO ENCONTRADOS NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ/ SE

Para Brito, (2009), estes solos estão presentes em boa parte do alto sertão sergipano, sendo característicos por apresentarem elevada taxa de potássio e fertilidade natural. Trata-se, portanto, de faixas de solos rasos (70 cm), uma vez que os mesmos dificultam a mecanização, logo, propensos a erosão.

No processamento das imagens, foi possível identificar quatro classes de cobertura vegetal e uso do solo, a saber: Classe I – Agropecuária; Classe II – Caatinga Densa; Classe III – Caatinga arbustiva; Classe IV – Solo Exposto (Tabela 2, Figura 3).

Classe	Área (Km ²)	%
Agropecuária	288,45	30,71442
Caatinga densa	137,25	14,61482
Caatinga arbustiva	308,44	32,8431
Solo exposto	204,99	21,82765

TABELA 2. CLASSES DE USO DO SOLO E PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DA ÁREA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ - SERGIPE

A maior porcentagem do uso do solo correspondeu à vegetação da caatinga arbustiva (32%). Esta vegetação apresenta, em alguns trechos, uma mata rala ou mais arbustiva e, em outros, fragmentos isolados de aparência árida, principalmente na estação seca. São áreas fragmentadas com pastagens degradadas e cobertura arbustiva escassa

pertencentes provavelmente a pequenos e médios produtores, que podem também utilizá-las para a criação de gado na região.

Em contrapartida, a caatinga densa apresentou uma porcentagem relativamente baixa (14%) em relação à caatinga arbustiva, mostrando que nessa sub-bacia muitas áreas já foram desmatadas, o que torna preocupante a situação dos recursos hídricos. A Caatinga hiperxerófila arbustiva-arbórea ou densa é caracterizada pela predominância do extrato arbustivo, que não ultrapassa em média os 3 metros de altura, com uma flora composta por braúna, aroeira, imburama vermelha, angico de casca, entre outros (LIMA, 1998). Algumas espécies de frutíferas presentes neste tipo de vegetação são utilizadas na alimentação local, como araticum, pitomba, umbu, aracá, quixaba, fruto do mandacaru, juá e outros (LIMA, 1998).

A sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré é caracterizada por ter múltiplas nascentes, porém, a vegetação ciliar desta sub-bacia encontra-se reduzida e com poucos remanescentes. Além da pouca vegetação nativa encontrada, há também a presença de espécies arbóreas exóticas como a algaroba, que margeia os principais afluentes do Rio Jacaré (SANTANA, 2007). Em decorrência do des-

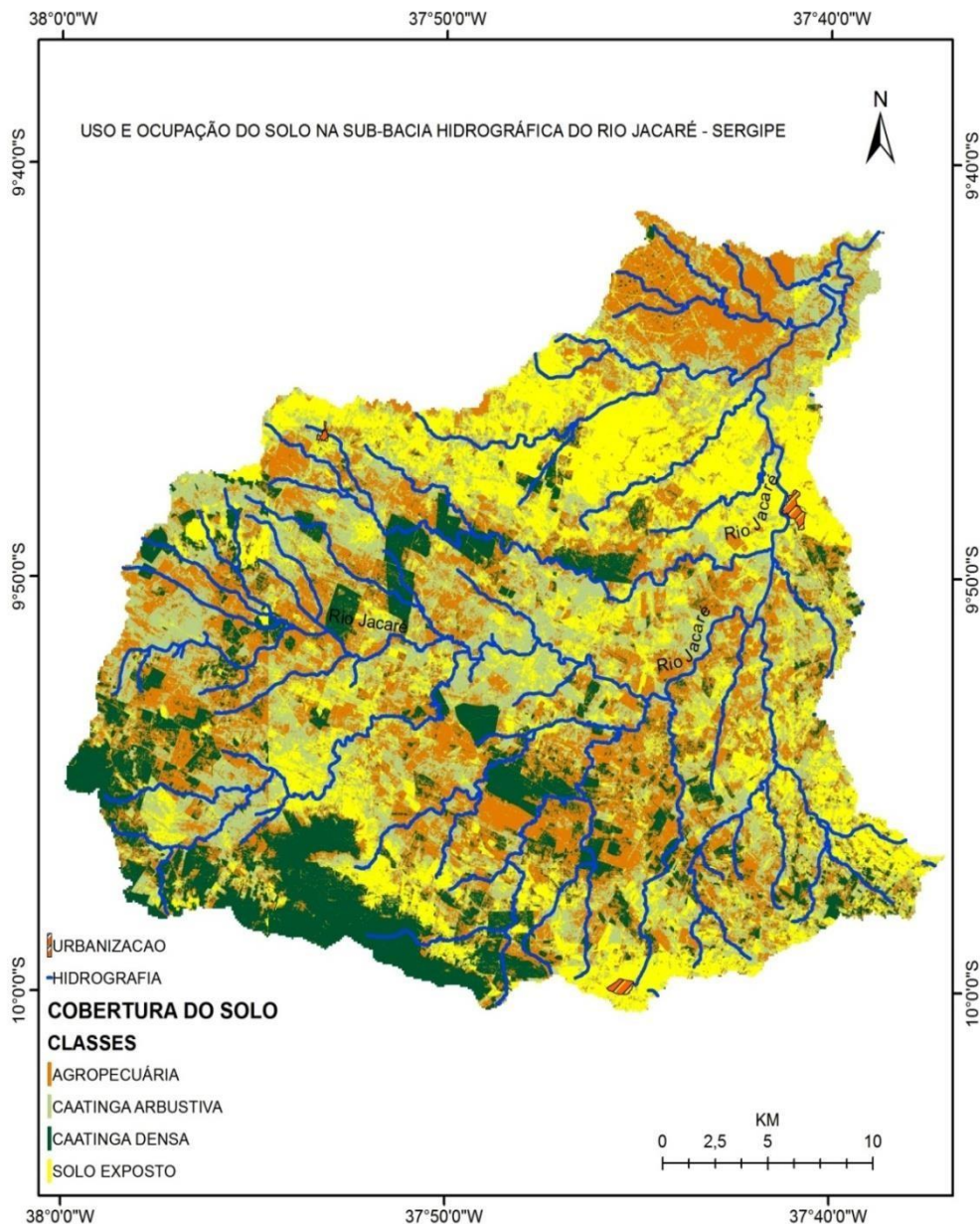


FIGURA 3. MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ - SERGIPE

matamento, supressão da vegetação ciliar, construção de aguadas, tanques e barragens, os fluxos naturais dos córregos e minadouros que formam os mais importantes riachos são impossibilitados, dificultando sua contribuição para o rio principal (SANTANA, 2007).

No Rio Jacaré, a atividade agropecuária corresponde à classe de segunda maior abrangência espacial (30%), compreendendo pastagens para pecuária, agricultura de sequeiro no período chuvoso e agricultura irrigada. É possível visualizar esta atividade em muitas áreas próximas aos leitos dos rios, numa distância inferior à regulamentação federal (Código Florestal). A área correspondente a esta classe de cobertura vegetal pode ainda ser maior, pois Bertol et al.

(2004) afirmaram que o preparo convencional do solo por arações e gradagens é caracterizado pela quase completa ausência de cobertura vegetal, baixa rugosidade superficial e maior quantidade de partículas prontamente disponíveis para o transporte, além da maior susceptibilidade do solo à erosão em sulcos.

Com isso, aumenta a refletividade das áreas com solos preparados, em que a fotointerpretação das imagens inclui sua classificação como solo exposto, quando, na verdade, é área destinada à agropecuária. Corroborando com o IBGE (2011), na avaliação espacial do uso neste território dominam as áreas de pastagens, embora essa região se constitua como uma das mais importantes áreas agrícolas do Esta-

do, em função do grande quantitativo de assentamentos, de projetos de irrigação e da área ocupada com culturas temporárias de sequeiro.

Santana (2007) destaca a agricultura, pecuária, suinocultura e avicultura como atividades predominantes nesta bacia. Nesta região encontram-se assentamentos rurais do INCRA, onde cerca de 3.138 famílias se encontram estabelecidas, alocadas nos seguintes assentamentos: Jacaré Curitiba I e II, Agrovila Tiradentes no Município de Poço Redondo, onde se pratica a agricultura diversificada de sequeiro e plantios irrigados de culturas permanentes (goiaba e acerola). Culturas temporárias como Fava, Feijão, mandioca e milho também predominam como unidade simples em áreas próximas aos rios Curitiba, Jacaré e São Francisco, nos Municípios de Canindé e Poço Redondo (IBGE, 2011).

A economia da região se baseia no setor primário, destacando-se a pecuária leiteira e a agricultura. Dependendo da forma de manejo, a atividade agropecuária pode afetar de modo negativo o solo e acarretar problemas como escoamento superficial da água e erosão, podendo, desta forma, prejudicar qualitativa e quantitativamente a água dos mananciais (SILVA et al., 2009).

A pecuária, de forma mais específica, pode gerar a compactação do solo, devido ao pisoteio dos animais, o que contribui para a diminuição da infiltração e otimização do escoamento superficial da água da chuva (SILVA et al., 2009). Da mesma forma acontece com atividades relacionadas à agricultura, devido à utilização de maquinários pesados. A atividade agropecuária pode ainda ocasionar eutrofização do rio, devido à grande quantidade de matéria orgânica depositada pelos animais do pasto, assim como fertilizantes providos da agricultura e dos distritos irrigados, que são fontes difusas de poluição, que chegam ao leito do rio por escoamento, tanto superficial quanto sub-superficial. Conforme Santana (2007), a grande quantidade de nutrientes na água está associada à estagnação da mesma, devido à baixa vazão no período seco, o que, somado com os esgotos domésticos e despejos provenientes de suínos, caprinos e outros animais do sertão, provoca a contaminação da água.

Além dos problemas na bacia em função do clima, tipo de solo e a hidrogeologia, há também os relacionados à antropização, em que são desmatadas tanto regiões de nascentes quanto o leito dos rios. Esta bacia caracteriza-se ainda por suas múltiplas nascentes, apesar de possuir uma principal, porém estas encontram-se desprotegidas e desmatadas em virtude da supressão da mata ciliar. Junto a este problema está a presença de tanques e barragens que impedem o fluxo natural dos córregos e minadouros que formam os principais riachos e contribuem para o rio principal (SANTANA, 2007).

Segundo Batista et al. (2013), a vegetação nativa dominante da sub-bacia hidrográfica do Rio Jacaré é a caatinga hiperxerófila, que pode ser encontrada em porte arbóreo, isolada ou em pequenos grupos, ou na forma predominante

de arbustos e árvores baixas, além de grandes quantidades de cactáceas e bromeliáceas.

O solo exposto correspondeu a uma porcentagem de 21,8%, sendo esta classe considerada de alta intensidade para potencial natural de erosão. O período de seca no baixo São Francisco dura de sete a oito meses, contra quatro meses de chuva. Por causa dessa irregularidade pluviométrica, da baixa pluviosidade e principalmente da alta densidade de chuva em curtos períodos de tempo, o solo da região torna-se propício à aridez e erosão, prejudicando até mesmo obras hidráulicas. Oliveira et al. (2009) observaram que a erosão, em muitos trechos da margem direita do baixo São Francisco, se configura como um impacto irreversível e permite apenas medidas de atenuação.

A maior parte dos leitos dos rios nesta bacia apresenta cobertura vegetal de caatinga arbustiva e solo exposto. Isto pode estar relacionado ao extrativismo vegetal praticado na região como fonte para o aumento da renda do pequeno produtor, o qual vende madeira para lenha e carvão vegetal (LIMA, 1998). A destruição da vegetação nativa compromete a fauna silvestre, a qualidade da água e do solo, o equilíbrio do clima e o regime hídrico da bacia (SANTANA, 2007).

A supressão da vegetação também influencia nos processos de evapotranspiração da região. Batista (2011), estimando a evapotranspiração regional na bacia hidrográfica do Rio Jacaré, encontrou as menores taxas de evapotranspiração diária ($ET_{diária} < 1,0$ mm/dia) em áreas de vegetação nativa muito rala e/ou solo exposto e as maiores nas áreas com boa disponibilidade hídrica. Além disso, a retirada da vegetação favorece o processo de erosão hídrica (BATISTA et al., 2013). De acordo com Davide et al. (2000), as matas ciliares apresentam um importante papel, reterendo uma grande quantidade de sedimentos, agrotóxicos e nutrientes, como fósforo e nitrogênio. Estas áreas cobertas por vegetação podem conseguir reter cerca de 80% do fósforo e 89% do nitrogênio oriundos do escoamento superficial das áreas adjacentes.

A sub-bacia do Rio Jacaré não apresenta alta aglomeração urbana, tendo vários núcleos populacionais pequenos difíceis de mensurar sua área total. Os principais núcleos habitacionais são Poço Redondo, Capim Grosso, Santa Rosa do Ermírio, Jacaré, Pedras Grandes e Nova Vida. As maiores povoações, no entanto, estão concentradas nos leitos dos rios, o que provoca desmatamento e poluição do mesmo, infringindo o Código Florestal, que só permite ocupação após 30 metros do seu leito.

Santana (2007) relata a ocorrência de desmatamento e supressão da vegetação nas margens e nascentes do rio em estudo. A população no meio rural, ao utilizar os recursos hídricos existentes de um determinado local, ou de uma bacia hidrográfica por meio dos seus usos múltiplos, de forma desordenada por falta de orientação, tem como consequência o comprometimento da qualidade das águas e dos recursos hídricos, além de outros recursos naturais

existentes no meio ambiente das localidades. As alterações no regime hidrológico e a falta de educação ambiental auxiliam na disseminação de doenças, expandindo os vetores de veiculação hídrica e entérica, além de elevar o grau de toxidade e contaminação dos recursos hídricos.

A gestão ambiental e o planejamento de ações que contemple recursos naturais e o meio ambiente são essenciais aos seres vivos, em especial ao homem. O processo de gestão dos recursos naturais pressupõe conhecimento específico sobre elementos naturais (SANTANA, 2007). Neste contexto, fatores como clima, tipo de solo, relevo e cobertura do solo têm influência no aporte de sedimentos em bacias hidrográficas.

Dentre estes, o uso e a ocupação do solo é o que tem maior influência nas perdas de solo e água, tendo em vista que a cobertura vegetal adequada tem capacidade de dissipar a água da chuva antes de esta atingir a superfície, diminuindo com isso o impacto das gotas de chuva no solo, e como consequência observa-se uma menor desagregação das partículas de solo e uma menor quantidade desses sedimentos nas enxurradas.

Outra importância da cobertura do solo é que esta pode ser um obstáculo mecânico no escoamento e velocidade da água, que transporta sedimentos e agregados do solo provenientes da superfície, diminuindo, assim, a presença desses sedimentos no leito do rio e aumentando a velocidade da corrente, reduzindo a perda do solo da superfície via erosão (SILVA et al., 2005).

Para uma gestão de bacia adequada, é necessário um controle rigoroso da cobertura vegetal em torno do rio para proteção das águas e dos solos, melhorando com isso sua qualidade e diminuindo possíveis doenças de veiculação hídrica por parte da poluição. Uma alternativa para a gestão dos rios se dá em desenvolver projetos que trabalhem com a percepção e sensibilização dos moradores da cidade de Poço Redondo, na zona rural e urbana, para melhorar a educação ambiental, buscando a preservação do recurso hídrico e garantindo à presente e às futuras gerações a utilização do mesmo.

CONCLUSÕES

O mapeamento de uso do solo através de técnicas de sensoriamento se mostrou eficiente, apresentando 30,7% da bacia do Rio Jacaré, composta por agropecuária, e 21,8% de solo exposto, tornando esta região susceptível a alterações na dinâmica dos recursos hídricos, com a diminuição na taxa de infiltração, aumentando o escoamento, a erosão e o assoreamento dos rios.

A maior parte dos leitos dos rios encontra-se fragilizada devido à predominância da caatinga arbustiva, do solo exposto e das atividades agropecuárias em substituição à cobertura vegetal.

O uso de ferramentas de sensoriamento remoto permite quantificar uso e ocupação do solo, subsidiando informa-

ções para o diagnóstico e a tomada de decisões na gestão das bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, W. R. **Balço de Radiação e Evapotranspiração na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-se Mediante Imagens orbitais**. 2011. 80p. Dissertação (Mestrado) – UFS, São Cristóvão, 2011.
- BATISTA, W. R.; NETTO, A. O. A.; SILVA, B. B.; SOUZA, A. I. F.; VASCO, A. N. Determinação do balanço de radiação com auxílio de imagens orbitais na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, Sergipe. **Scientia Plena**, v.9, p.1-10, 2013.
- BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J.; BARBOSA, F.T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.485-494, 2004.
- BRITO, V. A. O Espaço Agrário da Ovinocaprinocultura no Sertão Noroeste Sergipano no período de 1980 a 2003. **Revista GeoNordeste**, ano XVIII, n. 2, p. 86-87, 2009.
- DAVIDE, A.C.; REBOUÇAS, A.C. **Águas doces no Brasil - capital Ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Ed. Escrituras, 2000.
- IBGE. **Projeto Levantamento e Classificação do Uso da Terra - Uso da Terra no Estado de Sergipe**. Relatório Técnico, Rio de Janeiro, 2011. 195 p.
- LIMA, J. H. **Estudos interdisciplinares da bacia hidrográfica do Rio Jacaré (região do baixo são Francisco no sertão noroeste de Sergipe)**. Geoprocessamento informatizado. Relatório de pesquisa, UFS. São Cristóvão, p.72, 1998.
- OLIVEIRA, V.S.; BARRETO JUNIOR, E.R.; HOLANDA, F.R.S. Os efeitos naturais, econômicos e sociais da erosão na margem direita do rio são francisco na sustentabilidade dos agroecossistemas **Revista Agrogeoambiental**, v.1, p. 63-72, 2009.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J.D. Uso e cobertura do solo em áreas semiáridas do Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)**, v.28, p.120-133, 2011.
- REBOUÇAS, A.C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos avançados**, v.11, p.127-154, 1997.
- SANTANA, J. L. S. Impacto da precipitação e de vazão máximas em obras de infra-estrutura em uma sub-bacia do semi-árido de sergipe. **Ciências ambientais & Desenvolvimento**, v. 8, p. 795-796, 2007.
- SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W.N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.409-419, 2005.
- SILVA, L. C. N.; FERNANDES, A. L.V.; IZIPPAT, F. J.; OLIVEIRA, W. Uso do Solo no Manejo de Bacias Hidrográficas: O Caso da Microbacia Córrego Prata, Três Lagoas MS. **RBGf-Revista Brasileira de Geografia Física Recife-PE**, v.2, p.1-13, 2009.
- SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.1, p.46-57, 2010.
- VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.55-64, 2010.