



**ANÁLISE TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM BACIA
HIDROGRÁFICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Fernanda Helena Oliveira da Silva¹, Fernando Bezerra Lopes², Valéria Severo de Noronha³,
Eunice Maia de Andrade²

RESUMO: A classificação do uso e da cobertura do solo é vital para diversas aplicações ambientais, como o gerenciamento de bacias hidrográficas. Assim, objetivou-se analisar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do reservatório General Sampaio (CE), durante o período de 2013 a 2016. Para tanto, foi realizada uma classificação supervisionada (máxima verossimilhança) para as classes: vegetação rala, vegetação densa, solo exposto e água. Foram utilizadas 8 imagens do primeiro e segundo semestre para os de 2013 a 2016. Na sequência foi analisada a evolução do uso do solo na bacia hidrográfica. Identificando que as tipologias Solo exposto e Vegetação Rala apresentam uma associação inversamente proporcional. Ademais, essas duas classes estavam mais presentes no terço inferior da bacia, com a Vegetação densa mais destacada no terço superior, como consequência da maior altitude nessa região. E indicando também maior exploração da parte inferior da bacia. Requerendo, assim, maior atenção das autoridades e sociedade quanto à exploração desta área. PALAVRAS-CHAVE: Landsat 8, sensoriamento remoto, manejo de bacias.

**TEMPORAL ANALYSIS OF THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL OF THE
HYDROGRAPHIC BASIN OF THE SAMPAIO RESERVOIR GENERAL**

ABSTRACT: Land use and land cover classification is vital for a variety of environmental applications, such as river basin management. The objective of this study was to analyze the soil use and occupation of the catchment area of the General Sampaio reservoir (CE) during the period from 2013 to 2016. A supervised classification (maximum likelihood) was carried out for the classes: sparse vegetation, dense vegetation, exposed soil and water. Eight images from the first and second semester were used for those from 2013 to 2016. The evolution of land use in the river basin was analyzed. Identifying that the types Solo Exposed and Rala Vegetation present an inversely proportional association. In addition, these two classes were more present in the lower third of the basin, with dense vegetation more prominent in the upper third, as a consequence of the higher altitude in this region. And also indicating further exploration of the lower part of the basin. This requires greater attention from authorities and society regarding the exploitation of this area.

KEYWORDS: Landsat 8, remote sensing, management of watershed

INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são áreas geográficas nas quais a água é drenada para um único ponto, o exutório. Essas áreas são unidades de planejamento territorial. E qualquer atividade

¹Engenheira agrônoma, mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CEP 60326010, Fortaleza, CE. Fone (85) 996122012. e-mail: fernandahelena@alu.ufc.br

²Prof.(a) Doutor(a)., Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

³Estudante de agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.



antrópica exercida em seu território pode afetar consideravelmente a qualidade e quantidade de água dos seus mananciais, pois fenômenos naturais, como a erosão e a inundação, podem ser intensificados devido ao inadequado manejo dos seus recursos naturais (Lopes *et al.*, 2011; Guidolini *et al.*, 2013).

Vista a preocupação crescente com a adequada gestão e manejo do meio ambiente nos dias atuais, estudos de planejamento e monitoramento da ocupação de espaços pela sociedade tornam-se de extrema importância (Kaliski *et al.*, 2010). Nesse cenário, a análise temporal do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas exerce importante função ambiental para a busca da associação entre a exploração dos recursos naturais e a manutenção do equilíbrio ecológico.

O sensoriamento remoto permite o monitoramento dos fenômenos naturais de forma contínua e repetitiva (Lopes *et al.*, 2014; Reis *et al.*, 2017). Esta é uma ferramenta de grande interesse devido sua temporalidade de informação e seu baixo custo quando se busca informações de uso e cobertura do solo (Demarchi *et al.*, 2011). Principalmente, por existir uma necessidade de constante atualização do uso da terra, para que possa-se evitar a ocupação desordenada da mesma.

Dessa forma, objetivou-se analisar as mudanças de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do reservatório General Sampaio, localizada em região semiárida, no período de 2013 a 2016, por meio de sensoriamento remoto, a fim de auxiliar no seu gerenciamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi tomada como área de estudo a bacia hidrográfica do reservatório General Sampaio (BHRGS), localizado na cidade de General Sampaio, nas coordenadas 4° 3'44.62"S e 39°27'12.99"O (Figura 1). O município de General Sampaio se estende por 187,1 km² e conta com o açude General Sampaio como o seu principal reservatório, sendo este também um dos três mais importantes da Bacia do Curu, apresentando capacidade máxima de 322,20 hm³ e vazão de 65 L s⁻¹. A área total da BHRGS é de 1.582,8 km². Pela classificação de Köopen, o clima da BHRGS é do tipo BSh'w', semiárido quente com chuvas de outono e temperaturas médias sempre superiores a 18°C.

Foram utilizadas imagens das datas: 30/05/2013, 19/09/2013, 02/06/2014, 22/09/2014, 28/01/2015, 27/10/2015, 23/06/2016, 26/08/2016. Sendo obtidas da página da United States Geological Survey – USGS. Estas imagens passaram pelo procedimento *Composite Bands* no



software ArcGIS® para serem empregadas na classificação, com a composição de bandas: 4,3,2 (cor natural).

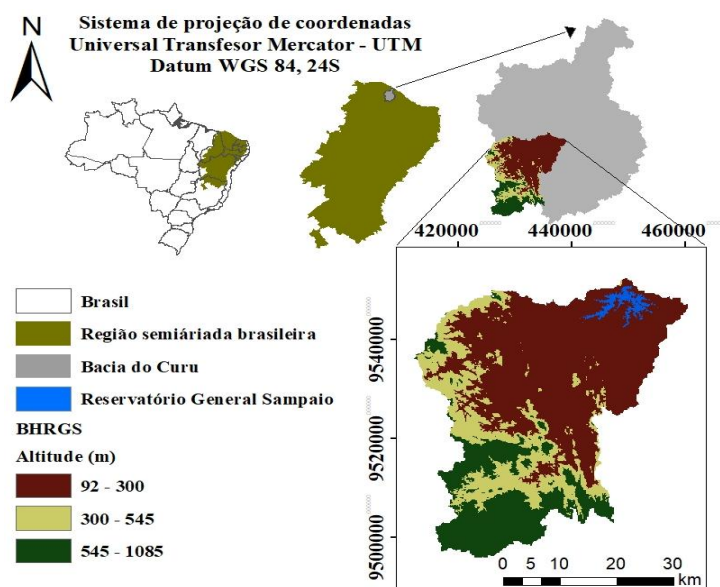


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do reservatório General Sampaio (BHRGS).

Para validar o que foi constatado nas classificações, construiu-se a matriz de confusão com base nas regiões de interesse determinadas para cada imagem. Esta matriz representa a distribuição de percentagens de pixel classificados de forma correta ou erroneamente.

A classificação foi realizada utilizando o software ENVI® 5.1. Sendo determinadas as classes Solo exposto, Vegetação rala, Vegetação densa, Água e Nuvem. Foi utilizada a classificação supervisionada Máxima verossimilhança (MAXVER). De acordo com levantamento feito por Phiri & Morgenroth (2017) o método da MAXVER para classes como Floresta densa, Plantação florestal e Floresta aberta alcançou uma precisão que variou de 61 a 90%, para imagens dos satélites Landsat. Foram obtidos dados de precipitação pluviométrica e volume do reservatório, disponibilizados pela FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualmente é perceptível a redução do volume do reservatório General Sampaio e o destaque da tipologia Solo exposto dentro do período de estudo (Figura 2). Destacando-se que a classe Vegetação rala que está ligada a agricultura, pastagem ou vegetação herbácea se manteve mais constante durante o período do estudo.

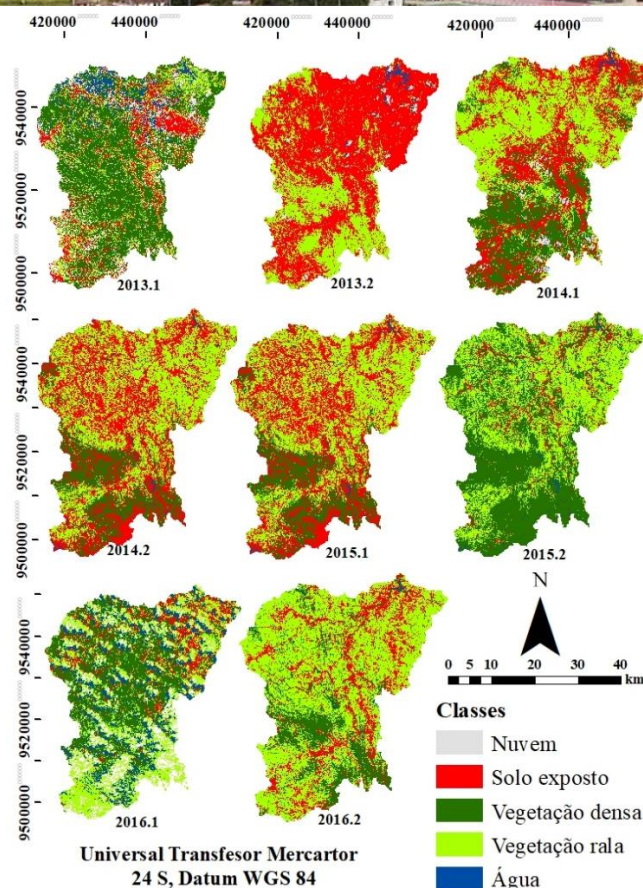


Figura 2. Evolução temporal do uso e ocupação da BHRGS

Pode-se observar que, principalmente nos períodos 2013.2, 2014.1, 2014.2 e 2015.1, para o terço inferior da bacia hidrográfica as classes Solo exposto e Vegetação rala são mais evidentes, representando mais de 70% da área para esses períodos. Indicando que esse terço da bacia é mais explorado. No terço superior da bacia a classe Vegetação densa é a que ganha destaque. Tendo este fato uma forte relação com a elevada altitude neste terço da bacia, chegando a 1085 m, Figura 1.

Elenca-se que o segundo semestre dos anos 2015 e 2016, apresentaram 55,8 e 60, 8% da área total como vegetação rala (Tabela 1). Sendo esses dois semestres os que apresentaram a primeira e terceira menores áreas de solo exposto da bacia. Para 2015.2 foi de 27,2% e para 2016.2 foi 19,4%. Esses períodos foram os que obtiveram pluviometria acumulada superior, chegando a 645 mm para o ano de 2015 e de 599,4 mm para 2016, Figura 3.



Tabela 1. Porcentagem das áreas das classes de uso e ocupação do solo para a bacia hidrográfica do reservatório General Sampaio para o período de 2013 a 2016

Classes	2013		2014		2015		2016	
	Semestre		Semestre		Semestre		Semestre	
	Primeiro	Segundo	Primeiro	Segundo	Primeiro	Segundo	Primeiro	Segundo
Água	5,7	1,2	1,1	0,3	0,8	1,6	15,1	1,4
Nuvem	0,9	2,0	2,5	2,0	1,3	0,0	12,4	0,0
Solo exposto	27,4	65,3	31,5	73,9	23,7	27,2	39,5	19,4
Caatinga Rala	16,9	31,5	39,8	23,7	37,7	55,8	4,3	60,8
Caatinga Densa	49,1	0,0	24,9	0,0	36,5	15,5	28,7	18,4

A tipologia Solo exposto está relacionada a áreas urbanas, estradas e áreas desmatadas ou sem vegetação. Para o segundo semestre de 2014 esta classe se destacou, representando 73,9% da área total da bacia hidrográfica. Guidolini *et al.* (2013) analisaram as mudanças de uso do solo da microbacia do Ribeirão do Feijão no período de 2005 a 2011 em ambiente SIG e identificaram o aumento da área de solo exposto em contrapartida da redução das áreas de mata ciliar na bacia. E destacaram que a exposição do solo favorece processos erosivos que comprometem a qualidade da água e reduz o armazenamento hídrico da bacia hidrográfica.

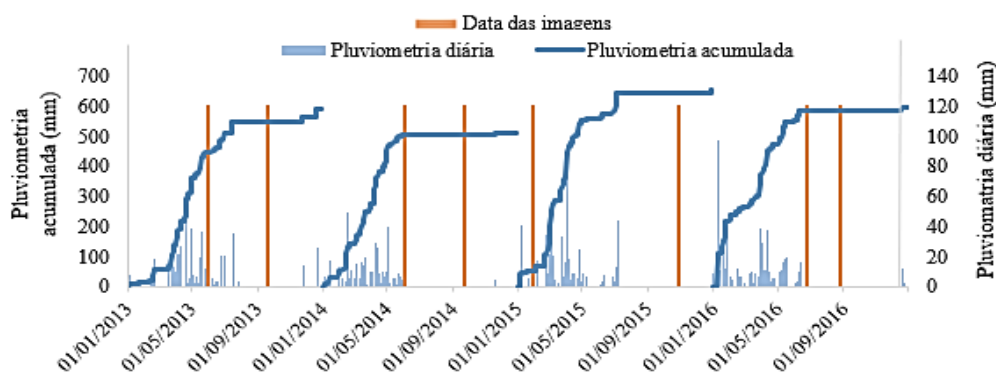


Figura 3. Pluviometria diária e acumulada na BHRGS para o período de 2013 a 2016 com destaque para as datas das imagens classificadas.

Em termos gerais foi observada uma relação inversamente proporcional entre a ocupação do solo por Vegetação rala e Solo exposto, com a Vegetação densa se mantendo mais constante ao longo do período de estudo. Para Kaliski *et al.* (2010); Lopes *et al.* (2011) as informações sobre o uso e a ocupação do solo tornam-se fator importante na implementação de projetos de planejamento, monitoramento, além de apontar as áreas de maior vulnerabilidade do território. Destacando-se que para a BHRGS o uso adequado do solo precisa considerar a pluviometria da região, principalmente devido as características da caatinga.



CONCLUSÕES

A área de Vegetação rala e Vegetação densa apresentaram respostas significativas aos períodos com maiores índices pluviométricos, portanto o conhecimento do comportamento da pluviometria é fundamental para determinar a melhor gestão dos recursos naturais na bacia.

No terço inferior da bacia hidrográfica as áreas de Solo exposto e Vegetação rala se destacaram, indicando maior atividade exploratória nessa área. Requerendo assim, maior atenção das entidades públicas quanto a manutenção do equilíbrio ambiental para essa área.

A caracterização temporal do uso e ocupação do solo é indispensável para a determinação de políticas públicas de gestão territorial.

REFERÊNCIAS

DEMARCHI, J.C.; SARTORI, A.A.C.; ZIMBACK, C.R. Métodos de classificação de imagens orbitais para o mapeamento do uso do solo: estudo de caso na Sub-Bacia do Córrego Três Barras. In: Simpósio Brasileiro de sensoriamento remoto. Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011.

GUIDOLINI, J. F.; PEDROSO, L. B.; ARAÚJO, M. V. N. Análise temporal do uso e ocupação do solo na microbacia do Ribeirão do Feijão, município de São Carlos - SP, entre os anos de 2005 e 2011. In.: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, 2013.

KALISKI, A. D.; FERRER, T. R.; LAHM, R. A. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento – Estudo de caso: Município de Butiá/RS. Para onde?, Rio Grande do Sul, v.4, n.2, 2010.

LOPES, F. B.; BARBOSA, C.C.F.; NOVO, E.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G. Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 13-19, 2014.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; TEIXERA, A. S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Agro@mbiente On-line**, v. 5, p. 88, 2011.

PHIRI, D.; MORGENROTH, J. Developments in Landsat Land Cover Classification Methods: A Review. **Remote Sensing**, v. 9, n. 9, 2017.

REIS, J. B. C.; RENNO, C. D., LOPES, E. S. S. Validation of Satellite Rainfall Products over a Mountainous Watershed in a Humid Subtropical Climate Region of Brazil. **Remote Sensing**, v.9, n.12, 2017.