

Análise das alterações ocorridas no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia

Pedro Henrique Bagnara Fistarol¹
Emilayne Cristina Viana de Magalhães¹
José Yure Gomes dos Santos¹

¹ Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB
Rua Prof. José Seabra de Lemos, 316 – 47.808-021 – Barreiras – BA, Brasil
pedrofistarol@outlook.com; emilayneviana16@gmail.com; joseyure.santos@ufob.edu.br

Abstract: This study carried out an analysis of the changes in land use and occupation of the Ondas River Basin, State of Bahia, through the use of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing techniques. To perform the analysis of changes in land use and occupation of the Ondas River Basin, supervised classification of satellite images of two different periods (1975 and 2015) was carried out. In the supervised classification the Support Vector Machine classifier (SVM) and images of the Landsat 1 (scenario of 1975) and Landsat 8 (scenario of 2015) were used. In the scenario of 1975 there was the predominance of the native vegetation with the registration of some burned areas. Already in the scenario of 2015 a significant reduction of the native vegetation area was identified due to the agricultural expansion in the region, which already occupies 45% of the area of the basin. Agriculture predominates in the western region of the basin. This is mainly because it is a flat area with high rainfall levels, which allows the development of crops such as soybean, corn and cotton, which predominate in this region. The SVM classifier presented a good result in the classification of the use and soil cover of the Ondas River Basin, making it possible to verify that the basin underwent an intense modification in its use and occupation of the soil, with the expansion of agricultural areas to the detriment of native vegetation areas, which can cause numerous impacts and imbalances in the environment.

Palavras-chave: Remote sensing, orbital images, land use, supervised classification, sensoriamento remoto, imagens orbitais, uso do solo, classificação supervisionada.

1. Introdução

Os solos representam a base de sustentação das atividades agropecuárias e dos núcleos urbanos, além de conterem toda a vegetação natural, possuindo relação direta com a biodiversidade da Terra (Silva, 2008). Lelis e Calijuri (2010) enfatizam que a preservação dos recursos naturais e a identificação dos problemas ambientais de uma área devem preconizar o planejamento do uso e ocupação do solo.

O monitoramento do uso e ocupação do solo é um fator imprescindível na análise dos processos de degradação da vegetação natural, expansão de áreas agrícolas e pecuárias e fiscalização das mesmas, além de outros inúmeros processos e estudos que podem ser aplicados através dele (Fistarol, 2016).

Este monitoramento é facilitado pela utilização de ferramentas e tecnologias disponíveis atualmente, como imagens de satélite de alta resolução e sistemas computacionais modernos e acessíveis, que fazem do Sistema de Informações Geográficas (SIG) um instrumento facilitador para análise espaço temporal de fenômenos que ocorrem na superfície terrestre (Silva, 2010).

Através do grande acervo de imagens de satélite disponíveis, associadas ao processamento do SIG, os estudos das mudanças no uso e ocupação do solo se tornaram mais eficientes, permitindo uma melhor análise espacial e o cruzamento de informações, diminuindo a dificuldade na obtenção de dados tornando os estudos menos onerosos se comparado à aplicação de mensuração direta (Silva, 2010; Gomide, 2012).

Diante do avanço tecnológico dos sensores remotos, Pinheiro-Sommer *et al.* (2009) frisam que o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento permitem a realização de análises espaço-temporais, possibilitando o acompanhamento das mudanças do uso e ocupação do solo, bem como vários outros fatores que ocasionam modificações na vegetação.

A mesorregião do Extremo Oeste Baiano tornou-se a principal fronteira agrícola do Estado da Bahia. Mendonça (2006) afirma que nas décadas de 80 e 90, a região iniciou sua expansão agropecuária sem precedentes, e devido ao acréscimo significativo nas áreas de grãos, cultivos perenes e na agricultura irrigada, produziram-se importantes transformações, principalmente no que se refere ao uso e ocupação da terra.

A Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas, que esta inserida na mesorregião do Extremo Oeste Baiano, também tem sido cada vez mais atingida por um processo de modernização, fruto da expansão de relações de produção tipicamente capitalistas. A migração sulista desde a década de 1970 para essa região impulsionou a criação de novas fronteiras agrícolas, ampliando o uso e a degradação dos recursos naturais (Fistarol *et al.* 2015).

A agricultura, principal atividade da região, ocupa grandes áreas e expandiu-se para atender as necessidades de uma população e de um modo de produção em crescimento.

Segundo Troeh (2007), o aumento da produção vem na sua maioria do aumento dos rendimentos e do aumento da intensidade de utilização do solo. Esse aumento do uso do solo pode causar erosão e outros problemas que danificam o solo e conseqüentemente altera a sua bacia hidrográfica.

Não obstante, a Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas é uma das principais sub-bacias do Rio Grande, que por sua vez é o último grande tributário da margem esquerda do Rio São Francisco, constituindo uma de suas principais sub-bacias. Desta forma, os impactos causados na Bacia do Rio de Ondas refletem-se no Rio Grande e, por conseqüência, no Rio São Francisco.

Desta forma, o presente estudo objetivou realizar uma análise das alterações ocorridas no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia, através da utilização de técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

A Bacia do Rio de Ondas possui uma área de drenagem de aproximadamente 5.465 km², o que corresponde a 7,3% da área de drenagem da Bacia do Rio Grande e está localizada na região extremo oeste do estado da Bahia, entre as coordenadas de 11°55' e 12°34' de latitude sul e 46°23' e 45°0' de longitude oeste, conforme apresenta a Figura 1.

Os municípios contidos nessa bacia são Barreiras e Luís Eduardo Magalhães (Figura 1), importantes polos agropecuários do Nordeste Brasileiro. O Município de Barreiras possui uma população de 137.427 habitantes e o Município de Luís Eduardo Magalhães, 60.105 habitantes (IBGE, 2010). O Município de Barreiras, além de ser um importante polo agropecuário, é o principal centro urbano, político, educacional, tecnológico, econômico, turístico e cultural da região Oeste da Bahia.

2.2. Análise das alterações ocorridas no uso e ocupação do solo

A delimitação automatizada da Bacia do Rio de Ondas foi realizada a partir da utilização de um MDE da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), liderada pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial e pela NASA dos Estados Unidos da América, no ano de 2000. O MDE utilizado possui resolução espacial de 30 m (nativo) e é disponibilizado pelo *United States Geological Survey* (USGS) no seguinte endereço: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para realizar a análise das alterações no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas foi realizada a classificação supervisionada de imagens de satélite de dois períodos distintos (1975 e 2015), possibilitando a análise da distribuição espacial dos diferentes usos e ocupação do solo para épocas distintas.

Na classificação supervisionada utilizou-se o classificador *Support Vector Machine* (SVM), pois segundo Almeida (2010) é uma técnica de fácil aplicação e que traz resultados consistentes quando aplicada na Bacia do Rio de Ondas, necessitando apenas de pequenos ajustes na reclassificação.

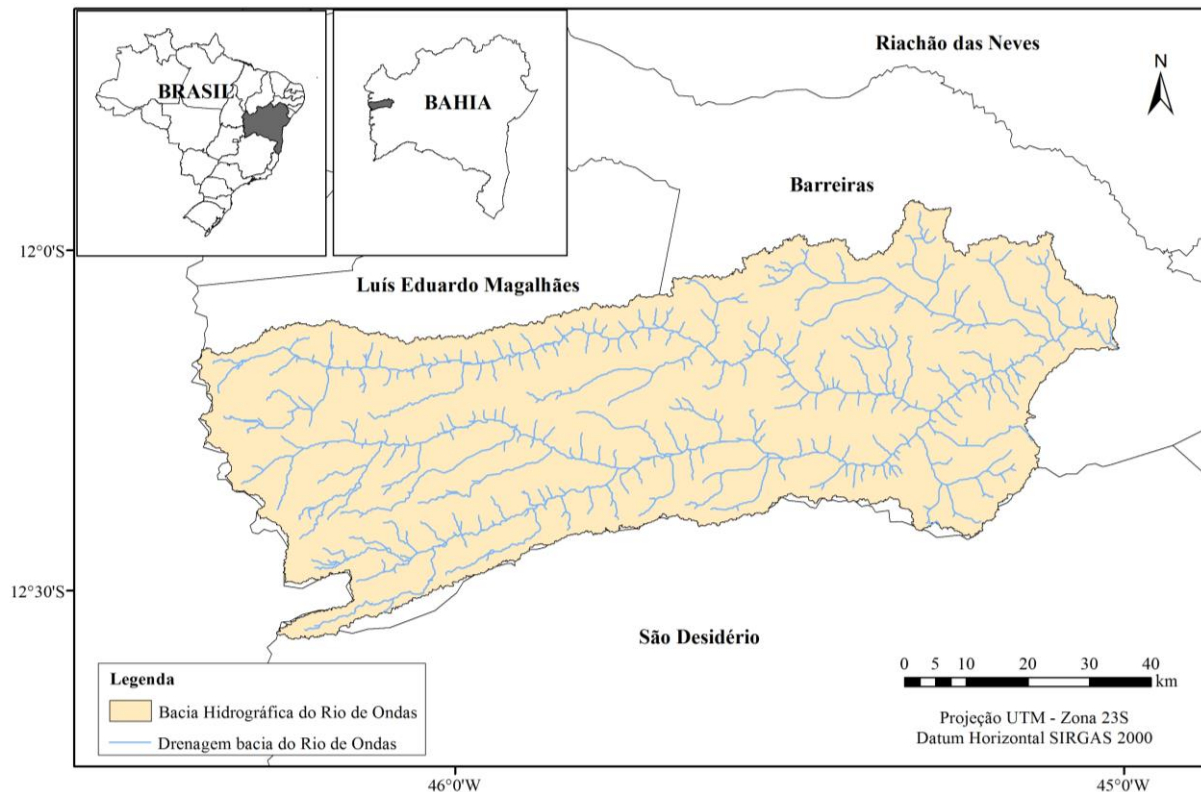


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia do Rio de Ondas.

As quatro imagens utilizadas para caracterizar as classes de uso e ocupação do solo foram obtidas pelos sistemas Landsat. Duas pelo Landsat 1, com data de 10/05/1975 e orbita ponto WSR1, 236, 68-69, e duas pelo Landsat 8, com data de 29/08/2015 e orbita ponto WRS2, 220, 68-69.

Para a classificação supervisionada da imagem de 1975, utilizando o SVM, inicialmente foi possível à identificação das classes de Cerrado, veredas e queimadas. Outras classes poderiam existir na bacia, como pequenas áreas de agricultura ou ainda áreas urbanas, porém, pelo fato de a imagem ser de meados dos anos 1970 e possui resolução espacial de 80 metros, não foi possível identificar essas possíveis ocorrências, que caso existissem, ocupavam pequenas áreas que pelas limitações do sensor não foram identificadas.

Já para a imagem de 2015, foram identificadas nove classes: agricultura irrigada, agricultura irrigada verde, agricultura de sequeiro, agricultura de sequeiro verde, água, área urbana, cerrado, queimada e vereda. Para o mapa final uniu-se as classes de agricultura irrigada e agricultura de sequeiro, totalizando-se sete classes.

O MDE da SRTM também serviu para a análise da declividade da Bacia do Rio de Ondas.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta o uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas para o ano de 1975.

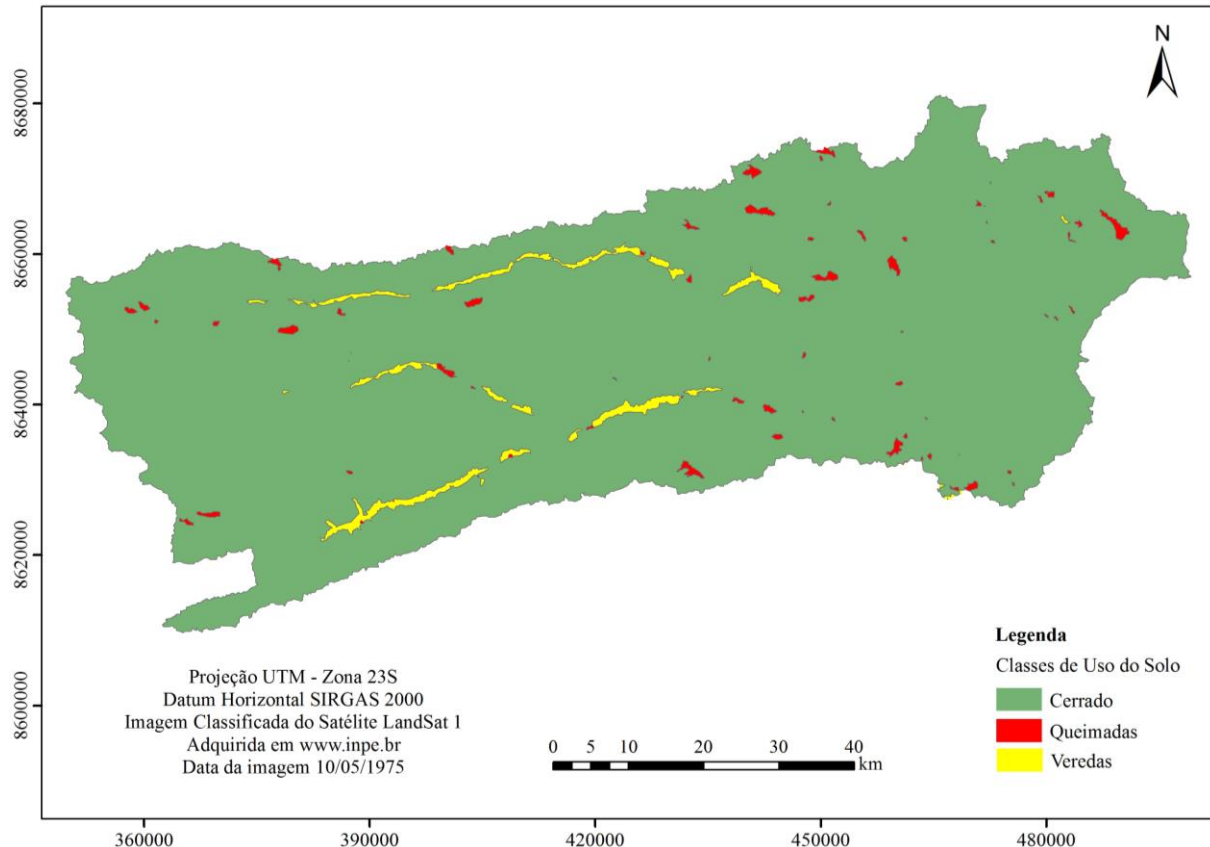


Figura 2 – Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas para o ano de 1975.

Observa-se que a classe cerrado domina toda a área da Bacia do Rio de Ondas, pois o início do desenvolvimento agrícola e pecuário na região Oeste da Bahia ocorreu em meados dos anos 1970, não havendo ainda nenhuma modificação significativa no cenário da região na época em que foi capturada a imagem de satélite utilizada para esta análise (Figura 1).

Ainda com base na análise da Figura 1 pode-se observar que há a ocorrência de áreas de veredas e queimadas. As áreas de queimadas ocorrem na maioria das vezes em áreas de vegetação nativa. Desta forma, pode-se considerar que havia o predomínio de vegetação nativa em praticamente toda a bacia.

A Figura 3 apresenta o mapa de uso e ocupação do solo para a Bacia do Rio de Ondas no ano de 2015.

Observa-se na Figura 3, que no cenário do ano de 2015, a agricultura predomina na região oeste da bacia. Isso ocorre principalmente por se tratar uma área plana e com índices pluviométricos elevados, o que possibilita o desenvolvimento de culturas como soja, milho e algodão, que predominam nessa região.

A espacialização da declividade na Bacia do Rio de Ondas pode ser observada na Figura 4.

Com base na Figura 4, pode-se observar que a porção oeste da Bacia do Rio de Ondas, onde concentram-se os cultivos em larga escala, apresenta uma pequena declividade, classificada como relevo plano (0 a 3%) de acordo com a classificação proposta pela Embrapa (2004).

Em contrapartida, as áreas de vegetação nativa estão localizadas em sua grande parte nas regiões de declive mais acentuado, onde o maquinário, necessário para a produção da agricultura em larga escala não consegue operar. Nas áreas classificadas como suave ondulado (3 a 8% de declividade) já há o predomínio da vegetação nativa (Figura 4).

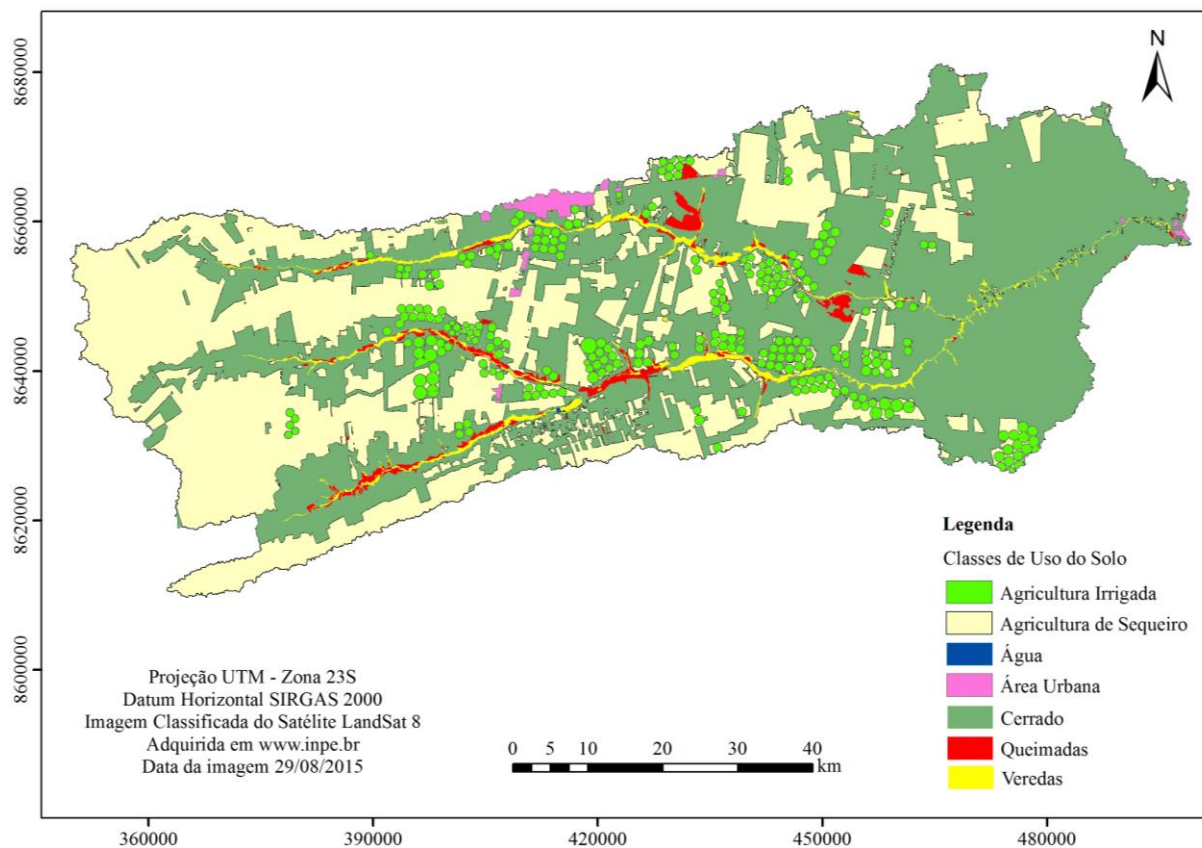


Figura 3 – Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas para o ano de 2015.

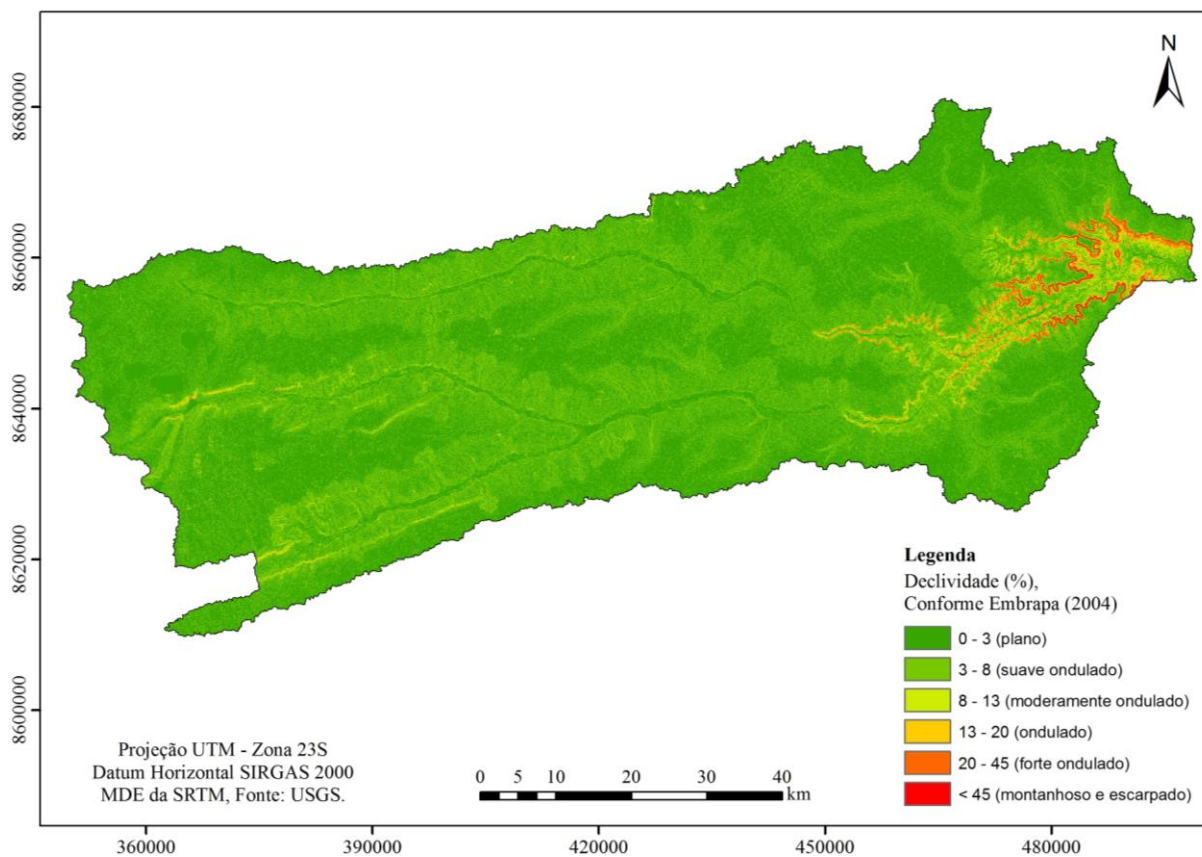


Figura 4 – Declividade da Bacia do Rio de Ondas.

O índice pluviométrico que incide na porção oeste da Bacia do Rio de Ondas foi analisada nos estudos de Nakamura *et al.* (2015) e Nakamura *et al.* (2016), que constataram que a precipitação na porção oeste da bacia é superior em até 25% quando comparada com a porção leste, conforme pode-se observar na Figura 5.

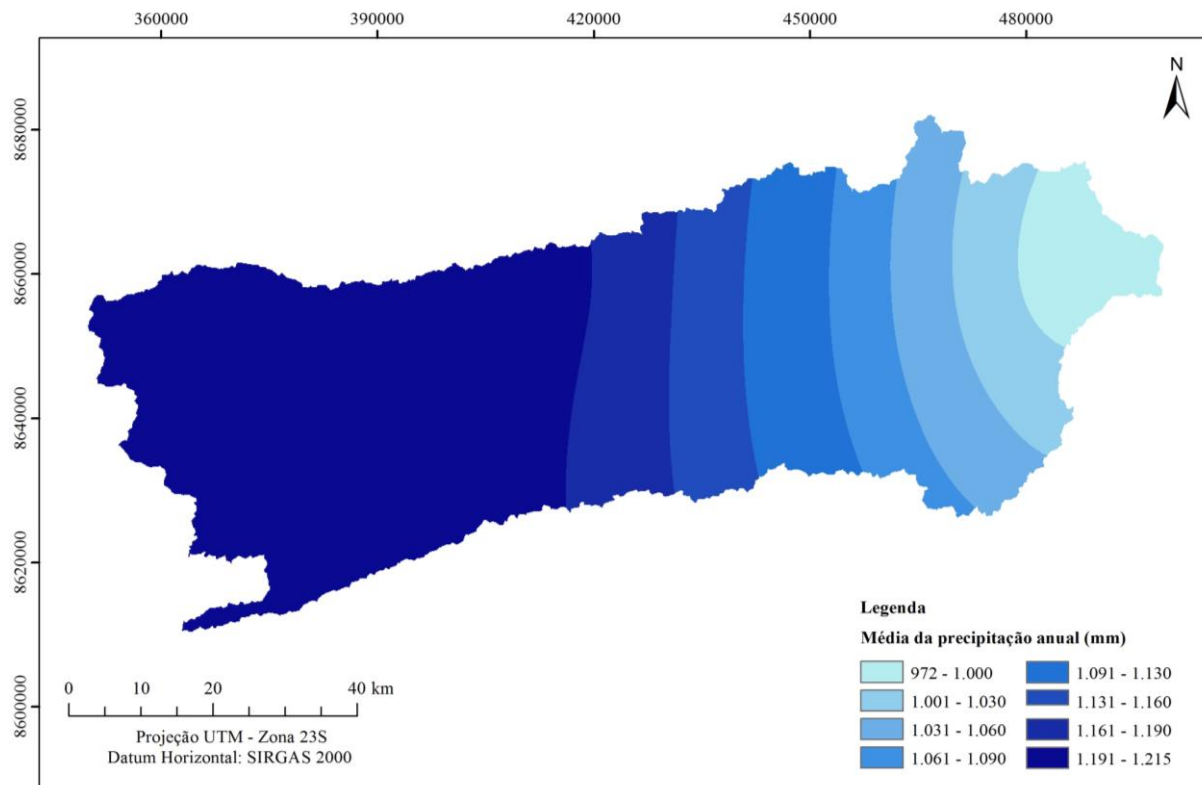


Figura 5 – Variabilidade espacial da precipitação média anual da Bacia do Rio de Ondas no período de 1978 a 2013. Fonte: Nakamura *et al.* (2015).

A Tabela 1 apresenta a área ocupada por cada classe de uso e ocupação do solo nos dois períodos de análise.

Tabela 1 – Área de cada classe de uso do solo presente na Bacia do Rio de Ondas.

Uso e Ocupação do solo	Ano de 1975		Ano de 2015		Diferença % por classe
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	
Agricultura Irrigada	-	-	298,36	5,40	+100%
Agricultura Sequeiro	-	-	2221,86	40,23	+100%
Água	-	-	0,96	0,02	+100%
Área Urbana	-	-	38,38	0,69	+100%
Cerrado	5.385,15	97,58	2.784,87	50,43	-51,67%
Queimada	45,66	0,83	81,87	1,48	+44,23%
Vereda	87,7	1,59	96,48	1,75	+9,10%

Pode-se observar, com base na análise da Tabela 1, que as classes de cerrado e veredas, que representam a porção de vegetação nativa ainda existente na bacia, correspondem a 52% da cobertura total da área, nos dias atuais.

Considerando as classes de agricultura, observa-se a ocupação de 45% da área total, sendo que há predominância da agricultura de sequeiro, que representa mais de 88% das áreas de cultivo.

Ainda com base na Tabela 1 pode-se observar que a classe água representa uma porcentagem pouco significativa de área, o que decorre da não existência de grandes reservatórios na área da Bacia do Rio de Ondas. Essa não existência de reservatórios se deve à perenidade e vazão dos rios, que permitem a captação a fio d'água, tanto para consumo humano e dessedentação animal quanto para irrigação de grandes áreas.

A classe de área urbana também representou pouca significância de área dentro da Bacia do Rio de Ondas, pois esta bacia possui uma área muito extensa e apesar do grande crescimento dos centros urbanos da Região Oeste da Bahia, principalmente os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras, que estão contidos na área da bacia, esta classe não teve grande representatividade de área.

A principal alteração no uso e ocupação do solo na Bacia do Rio de Ondas, quando comparados os períodos de 1975 e 2015, decorre do surgimento da agricultura em larga escala em detrimento das áreas de vegetação nativa.

Por ter como característica predominante o relevo plano, a Bacia do Rio de Ondas favorece a aplicação dessa prática de uso intensivo do solo. Outro fator também importante são as chuvas que têm uma sazonalidade adequada para o cultivo de diversas culturas, conforme análise de Nakamura *et al.* (2015) e Nakamura *et al.* (2016).

A expansão agrícola causou e causa um grande impacto no uso e ocupação do solo da bacia, representando um desmatamento de 48% da área de vegetação nativa existente num período de aproximadamente 40 anos.

As outras classes presentes na Bacia do Rio de Ondas no ano de 2015 têm menor significância de área, porém não podem ser desprezadas.

4. Conclusões

O classificador SVM apresentou um bom resultado na classificação do uso e cobertura do solo da Bacia do Rio de Ondas, nos dois períodos distintos (1975 e 2015), permitindo assim constatar que a Bacia do Rio de Ondas passou por uma intensa modificação no seu uso e ocupação do solo, com a expansão de áreas agrícolas em detrimento das áreas de vegetação nativa.

Essa crescente supressão de áreas de vegetação nativa para a expansão agropecuária na Bacia do Rio de Ondas pode ocasionar inúmeros impactos e desequilíbrios no meio ambiente, tanto na fauna e flora, na intensificação de processos erosivos, bem como impactos nos recursos hídricos, seja pela demanda cada vez maior de água para irrigação, desmatamento das áreas de nascente e cabeceiras dos rios (ocasionando a morte das nascentes), quanto pelo assoreamento dos rios da região.

Esses inúmeros impactos ambientais que podem ser gerados dessa intensa expansão agrícola na Bacia do Rio de Ondas merecem atenção especial e devem ser objeto de análise de outros estudos que venham a ser desenvolvidos na bacia.

Para uma melhor acurácia do uso e ocupação do solo da bacia faz-se necessário à realização de visitas a campo para realizar a verificação e validação do mapa de uso e cobertura do solo produzido no presente estudo.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Ciências e Tecnologia (CNPq) em parceria com a Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) pela bolsa de iniciação científica do primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Almeida, R. S. **Mudanças no uso e cobertura do solo na bacia do rio de Ondas no período de 1984 a 2009.** Monografia de Graduação (Geografia), Universidade Federal da Bahia, Barreiras, 2010. 86p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Agropecuária. **Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica.** Documentos 43. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36p.
- Fistarol, P. H. B. **Implicações das alterações no uso e ocupação do solo nas perdas de solo da Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia.** Monografia de Graduação (Engenharia Saminária e Ambiental), Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2016. 58p.
- Fistarol, P. H. B.; Brandolff, R. S.; Santos, J. Y. G. Análise Fisiográfica da Bacia do Rio de Ondas - BA. In: **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE: João Pessoa, 2015. pp. 5469-5476.
- Gomide, I. S. **Modelagem da perda de solo de pequenas bacias hidrográficas de Amazônia via modelo USLE.** Dissertação de Mestrado, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 27/10/2014.
- Lelis, T. A.; Calijuri, M. L. Modelagem hidrossedimentológica de bacia hidrográfica na região sudeste do Brasil, utilizando o SWAT. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, 2010.
- Mendonça, J. O. O. (2006). Potencial crescimento da produção de grãos do Oeste da Bahia. **Bahia Agrícola**, 7(2), pp. 38-46.
- Nakamura, T. C.; Fistarol, P. H. B.; Brandolff, R. S.; Santos, J. Y. G. Análise da variabilidade espacial da precipitação na Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia. In: **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, ABRH: Brasília, 2015. pp. 1-8.
- Nakamura, T. C.; Santos, J. Y. G.; Fistarol, P. H. B. Análise da variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio de Ondas (BA) a partir de diferentes métodos de interpolação. In: **Anais do XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, ABRH: Aracaju, 2016. pp. 1-10.
- Pinheiro-Sommer, J. A.; Saldanha, D. L.; Sommer, C. A.; Pinter, P. Análise temporal para detecção de mudanças no uso e cobertura do solo dos Campos de Cima da Serra-RS com o uso de imagens multiespectrais do Sistema Landsat. In: **Anais do VI Congresso de meio Ambiente da AUGM**. UFSCAR: São Carlos, 2009. v. 5.
- Silva, R. M.; Santos, C. A. G. Estimativa da produção de sedimentos mediante uso de um modelo hidrossedimentológico acoplado a um SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 5, p. 520-526, 2008.
- Silva, R. M.; Silva, L. P.; Montenegro, S.M.G.L.; Santos, C.A.G. Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na Bacia do Rio Tapacurá, Pernambuco. **Sociedade & Natureza**, Edição 22 (2), p 357-372, 2010.
- Troeh, F. R.; Thompson, L. M. **Solos e fertilidades do solo.** São Paulo: Organização Andrei Editora LTDA, 2007. cap. 18, p. 519-550.