



Revista Cerrados (Unimontes)
ISSN: 1678-8346
ISSN: 2448-2692
revista.cerrados@unimontes.br
Universidade Estadual de Montes Claros
Brasil

GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA ANÁLISE DA VEGETAÇÃO NATURAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GAVIÃO (1988 A 2015)

Clemente, Carlos Magno Santos; Santos, Pablo Santana

GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA ANÁLISE DA VEGETAÇÃO NATURAL NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GAVIÃO (1988 A 2015)

Revista Cerrados (Unimontes), vol. 15, núm. 1, 2017

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo_oa?id=576960997006

DOI: <https://doi.org/10.22238/rc24482692v15n12017p98a113>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Este trabalho está sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Não Derivada 4.0 Internacional.

GEOTECNOLOGIAS COMO SUPORTE PARA ANÁLISE DA VEGETAÇÃO NATURAL NA SUBBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GAVIÃO (1988 A 2015)

GEOTECHNOLOGIES AS SUPPORT FOR ANALYSIS OF NATURAL VEGETATION IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF HAWK RIVER (1988 A 2015)

GEOTECNOLOGÍA COMO SOPORTE PARA EL ANÁLISIS DE VEGETACIÓN NATURAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO GAVILÁN (1988 A 2015)

Carlos Magno Santos Clemente
carlosmagnoclemente@gmail.com

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, Brasil

Pablo Santana Santos pablo.srgeo@gmail.com
Universidade Federal da Bahia – UFBA, Brasil

Revista Cerrados (Unimontes), vol. 15,
núm. 1, 2017

Universidade Estadual de Montes Claros,
Brasil

Recepção: 11 Janeiro 2017

Aprovação: 24 Fevereiro 2017

DOI: [https://doi.org/10.22238/
rcc24482692v15n12017p98a113](https://doi.org/10.22238/rcc24482692v15n12017p98a113)

Redalyc: [https://www.redalyc.org/
articulo.oa?id=576960997006](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576960997006)

Resumo: O histórico de ocupação da sub-bacia do rio Gavião passou por transformações socioeconómicas expressivas nos últimos 30 anos. Desse modo, preocupações com preservação ou recuperação da cobertura vegetal influenciam, positivamente, na manutenção do ciclo hidrológico da sub-bacia. A presente pesquisa teve como objetivo analisar a modificação da vegetal natural entre os anos de 1988 a 2015 na sub-bacia hidrográfica do rio Gavião (semiárido brasileiro). Foram utilizados as técnicas sensoriamento remoto e Processamento Digital de Imagens - PDI para aquisição e processamento dos produtos orbitais (satélites landsat5 TM e landsat 8 OLI). E o Sistema de Informações Geográficas – SIG para armazenamento e análise do banco de dados alfanumérico georreferenciado. Os resultados indicam redução da cobertura vegetal de 751,69 km², entre os anos de 1988 a 2015. Também, manchas de desmatamento em áreas de nascentes, na parte alta da rede de drenagem e no dessegue do canal principal. Assim, a presente pesquisa chama atenção para os efeitos da mudança da vegetação natural para outros usos da terra (solo exposto, plantio, entre outros), a concentração do desmatamento em áreas de fragilidade ambiental.

Palavras-chave: Landsat, Desmatamento, Semiárido brasileiro.

Abstract: The occupation history of the Hawk River sub-basin underwent significant socioeconomic transformations in the last 30 years. Thus, concerns for preservation or recovery of vegetation cover positively influence the maintenance of the sub-basin's hydrological cycle. The present research had as objective to analyze the modification of the natural vegetal between the years of 1988 to 2015 in the hydrographic sub-basin of the river Gavião (semi-arid Brazilian). The techniques of remote sensing and Digital Image Processing (PDI) were used for the acquisition and processing of orbital products (landsat 5 TM and landsat 8 OLI satellites). The Geographic Information System - GIS for storage and analysis of the georeferenced alphanumeric database. The results indicate a reduction of the vegetal cover of 751,69 km², between the years of 1988 to 2015. In addition, deforestation patches in areas of springs, in the upper part of the drainage network and in the main canal deregulation. Thus, the present research draws attention

to the effects of changing natural vegetation to other land uses (exposed soil, planting, among others), the concentration of deforestation in areas of environmental fragility.

Keywords: Landsat, deforestation, Brazilian semi-arid.

Resumen: La historia de la ocupación de la sub-cuenca del río Gavião fue sometido a importantes cambios socioeconómicos en los últimos 30 años. De este modo, preocupación por la preservación o restauración de la cubierta vegetal influencia positiva el mantenimiento del ciclo hidrológico de la subcuenca. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la modificación de la vegetación natural entre los años 1988-2015 en la subcuenca hidrográfica del río Gavião (semiárido brasileño). Como apoyo técnico, la detección y la técnica de imagen digital se utiliza Procesamiento - PDI para la adquisición y procesamiento de productos orbitales (satélites Landsat 5 y Landsat TM 8 OLI). Y el Sistema de Información Geográfica - SIG para el almacenamiento y análisis de la base de datos alfanuméricos georeferenciada. Los resultados indican la reducción de la cubierta vegetal de 751.69 km², entre los años 1988-2015. También las manchas de deforestación en la cabecera en la parte superior del sistema de drenaje y desagua el canal principal. Así, esta investigación llama la atención sobre los efectos del cambio de la vegetación natural a otros usos de la tierra (suelo expuesto, plantación, etc.), la concentración de la deforestación en áreas ambientalmente frágiles.

Palabras clave: Landsat, deforestación, semiárido brasileño.

INTRODUÇÃO

A preservação ou recuperação da cobertura vegetal influência, positivamente, na disponibilidade hídrica, conservação dos solos, entre outros fatores ambientais da relação natural água – solos – cobertura vegetal (DUARTE et al., 2009). Além disso, ressalta-se a manutenção do ciclo hidrológico, que compreende desde a precipitação pluviométrica até o direcionamento do alvo de saída em uma bacia hidrográfica (BIAS et al., 2012).

Em relação à ocupação humana, historicamente, os estabelecimentos das populações se desenvolvem próximos aos cursos d'água, devido aos diversos recursos oferecidos por esse componente natural (TORRES, et al., 2010). Isso evidencia a relevância da relação entre homem e ambiente natural.

Nesse contexto social e natural, as bacias hidrográficas tornam-se um relevante mecanismo para gestão territorial, pois configuram - se como uma “unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997).

A conservação da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica se torna essencial para a manutenção de atributos como: percolação, porosidade e a permeabilidade do solo, contribuindo com a redução do escoamento superficial e sustentação da umidade e fertilidade devido à matéria orgânica (BELTRAME, 1995; BIAS, et al. 2012).

Porém, apesar da relevância socioambiental que a vegetação natural em uma bacia hidrográfica possui, de modo geral a cobertura vegetal encontra-se fragmentada, devido ao desmatamento ocorrido ao longo de determinados intervalos temporais. Esses processos são responsáveis por uma série de efeitos diretos e indiretos ao ecossistema, um exemplo é a diminuição da biodiversidade (TEXEIRA, 2015).

No caso da sub-bacia hidrográfica do Rio Gavião, a pesquisa de Oliveira (2015) indicou a presença de desmatamentos provocados por barramentos, fruticultura irrigada e pecuária. Além disso, a sub-bacia hidrográfica do rio Gavião apresenta 75% de sua área no bioma Caatinga e 25% no bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004). Esses biomas tiveram sua vegetação suprimida com proeminência durante os séculos de ocupação territorial no Brasil. Também, a área de estudo tem como contexto socioeconômico o semiárido brasileiro, região brasileira com histórico de descaso em relação às políticas direcionadas para o desenvolvimento socioambiental. Com isso, a presente pesquisa teve como objetivo analisar a modificação da vegetal natural na sub-bacia hidrográfico do rio Gavião, entre os anos de 1988 a 2015.

O estudo ainda destacou a utilização das Geotecnologias como suporte para dinamizar análises espaciais, envolvendo a modificação da cobertura vegetal em determinado período. Essa tecnologia envolve as técnicas do Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento (Sistema de Informação Geográfica - SIG, Cartografia Digital, Processamento Digital de Imagem - PDI), do Sistema de Posicionamento Global, da Aerofotogrametria, da Geodésica e da Topografia Clássica, entre outros. (LEITE; ROSA, 2002).

METODOLOGIA

A redução da vegetação natural ocasiona a diminuição da efetividade das funções ambientais dos ecossistemas florestais (BALBINOT, et al, 2008). Principalmente, impactos negativos para as estabilidades das encostas, das propriedades da água no solo, equilíbrio atmosférico, produção da biomassa, entre outros atributos (BALBINOT, et al, 2008).

Diante da relevância da cobertura vegetal para equilíbrio dos ecossistemas, a área do estudo compreende a sub-bacia do rio Gavião, que se insere entre as coordenadas geográficas O 42° 31' 35"; 15° 12' 10" S e O 40° 48' 46" S. A sub-bacia apresenta 10.262,37 km², com 75% de sua área inserido no bioma Caatinga, 25% no bioma Mata Atlântica e o contexto regional do semiárido baiano (IBAMA, 2004; ANA, 2010; INSA, 2014). A drenagem principal deságua no rio de Contas, entre os municípios de Tanhaçu e Mirante. Ao sul do divisor de água apresenta-se o limite estadual dos estados de Minas Gerais e Bahia. A Figura 01 representa a localização da área do estudo.

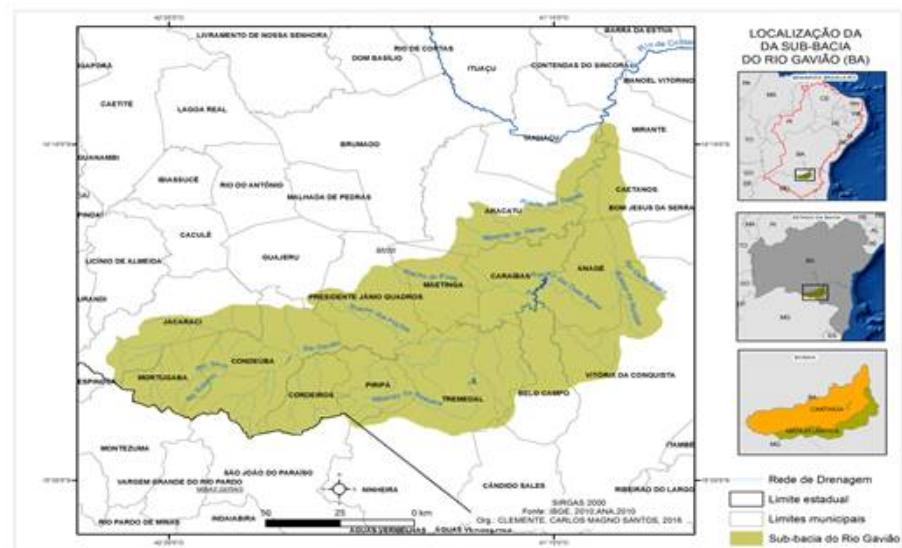


Figura 01
Localização da área do estudo
IBGE, 2010; ANA, 2010 Org.: Autores, 2016

Em relação aos limites municipais inseridos na sub-bacia do rio Gavião, a sub-bacia detém 21 municípios inseridos totalmente e parcialmente. Desse modo, duas municipalidades estão totalmente na área do estudo e treze municípios apresentam entre 10% a 99,62% de áreas municipais localizadas na sub-bacia. Os municípios de Cândido Sales, Guajeru, Montezuma, Ninheira, São João do Paraíso localizam-se no interflúvio da sub-bacia e o município de Mirante apresenta-se no deságue do canal principal, essas municipalidades supracitadas detém menos de 10% de sua área municipal inserido na sub-bacia em foco. O município de Vitória da Conquista detém maior população (urbana e rural) e 85% das municipalidades apresentam população rural maior que a urbana (IBGE, 2010). A tabela 01 demonstra o percentual de limites municipais que compõe a sub-bacia do rio Gavião e os aspectos populacionais. Os dados espaciais foram adquiridos através da interseção entre limite da sub-bacia e os demarcações municipais do IBGE (2015).

Tabela 01
População total e limites municipais inseridos na área do estudo

Municípios	População Total	População urbana	População Rural	Límite municipal inserido na Sub-bacia (%)
Montezuma (MG)	7.464	3.079	4.385	0,28
São João do Paraiso (MG)	22.319	10.235	12.084	0,46
Ninheira (MG)	9.815	2.623	7.192	0,76
Cândido Sales (BA)	27.918	19.286	8.632	1,13
Guajeru (BA)	10.412	2.077	8.335	2,13
Mirante (BA)	10.507	1.809	8.698	3,94
Tanhaçu (BA)	20.013	8.290	11.723	13,56
Vitória da Conquista (BA)	306.866	274.739	32.127	19,27
Aracatu (BA)	13.743	3.938	9.805	37,81
Caetanos (BA)	13.639	3.291	10.348	38,05
Jacaraci (BA)	13.651	4.923	8.728	45,25
Belo Campo (BA)	16.021	9.029	6.992	52,63
Anagé (BA)	25.516	4.924	20.592	67,92
Tremedal (BA)	17.029	3.939	13.090	71,02
Presidente Jânio Quadros (BA)	13.652	4.198	9.454	71,1
Maetinga(BA)	7.038	2.817	4.221	86,63
Condeúba (BA)	16.898	7.462	9.436	94,43
Mortugaba (BA)	12.477	5.887	6.590	99,45
Cordeiros (BA)	8.168	2.551	5.617	99,62
Caraíbas (BA)	10.222	2.513	7.709	100
Piripá (BA)	12.783	6.195	6.588	100

IBGE, 2010; ANA, 2010 Org.: Autores, 2016

Foram utilizadas as Geotecnologias como instrumentos de análise espacial, bem como Sensoriamento Remoto, Processamento Digital de Imagens - PDI e o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os satélites utilizados na pesquisa foram o Landsat – 5(TM) e o Landsat8(OLI). Uma das justificativas do uso desses sensores refere-se à coerência da escala de mapeamento e a viabilidade em analisar intervalos temporais demarcados desde década de 1984 até período atual. A escala temporal da presente pesquisa foram os anos de 1988 a 2015. Essas datas foram demarcadas, principalmente devido à disponibilidade de imagens com nenhuma ou baixa incidência de nuvens. Também, o período anterior a 1990 foi escolhido devido a política ambiental incipiente dessa época.

Após aquisição dos produtos orbitais, foi realizada a correção geométrica das imagens do satélite Landsat5(TM) com base nos produtos orbitais do Landsat 8(OLI). A correção geométrica em análises multi-temporais tem como um dos propósitos a realização dos ajustes espaciais para a interpretação das respostas espectrais entre as imagens (D'ALGE, 2001). O método de classificação empregada foi a categorização supervisionada e o algoritmo Árvore de Decisão (Decision Tree). Este

procedimento é submetido a variados estágios, usando decisões binárias para determinação dos pixels nas classes (PAL & MATHER, 2003; MAEDA, et al., 2011). A utilização de variadas fontes de dados para configuração das classes é um aspecto importante do método, sendo um dos requisitos a configuração da mesma resolução espacial. Nesse contexto, incialmente, foi realizada a preparação dos arquivos para utilização na Árvore de Decisão. Assim, através dos intervalos espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, foi constituído o Índice de Vegetação pela Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI foi um relevante componente aplicado à árvore de decisão, pois auxilia de maneira significativa na categorização da vegetação. Tem como escala de variação entre -1 a +1, sendo “quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal” (ROSENDO, 2005). Outro componente utilizado na árvore de decisão foi o modelo de elevação do Shuttle Radar Topography Mission – SRTM (30 metros). Os radares SRTM tem como característica técnica o recurso interferométrico e foi adquirido através do site norte americano United States Geological Survey – USGS (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS). Para o pós-processamento foi realizada a fotointerpretação e a vetorização das áreas de plantio e das manchas urbanas. Vale ressaltar que foi considerada na classificação somente a vegetação natural, sem categorização dos tipos de fitofisionomias. Também, foram agrupados como outros usos os solos expostos, área de preparo para plantio, plantio, entre diferentes usos da vegetação natural. As manchas urbanas foram categorizadas separadamente dos outros usos. A Figura 2 elucida a imagem utilizada na classificação, dos anos de 1988 e 2015, respectivamente.

Foram adotadas as sugestões de Menor Área Mapeada de Santos et al. (2012). Nesse contexto, foi considerada a unidade mínima de mapeamento de 9,00 ha ou 0,09 km² em uma escala de 1:60.000. Utilizou-se do Sistema de Informação Geográfica – SIG para organização, análise e cruzamento do banco de dados alfanumérico georreferenciado.

Com intuito de verificar a localização da modificação da vegetação natural, em relação à redução dessa categoria supracitada, foi realizada a sobreposição das coberturas vegetais dos anos selecionados e posteriormente feito o cruzamento das bases cartográficas. Nessa etapa, cruzamento das bases cartográficas, foi utilizada a diferença entre as poligonais dos anos analisados (Ferramenta “symmetric difference” do ArcGIS 10.2.2[1]) para identificação das áreas que reduziram cobertura vegetal, posteriormente foram retirados os valores e as representações vetoriais abaixo da escala mínima de mapeamento (9,00 ha ou 0,09 km²). Seguiu-se a metodologia proposta por Ferreira e Sano (2013) para utilização da densidade de kernel como indicador espacial desmatamento. Para utilização do estimador Kernel, foi constituído o centro geométrico e mantidos os valores em metros quadrados das poligonais de desmatamento. Também, realizada a categorização das seguintes faixas: baixa, média, alta, muito alta e extremamente alta (FERREIRA; SANO, 2013).

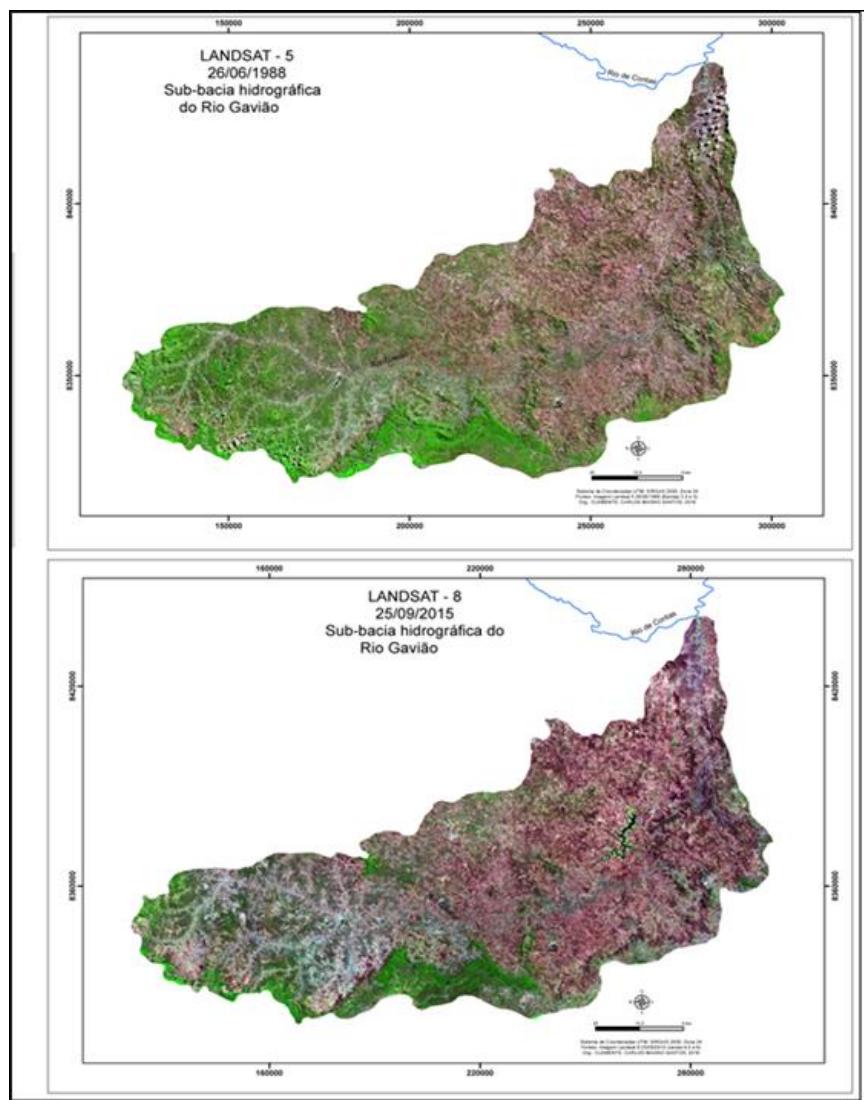


Figura 02

- A) Carta Imagem do ano de 1988 da sub-bacia hidrográfica do rio Gavião;
B) Carta Imagem do ano de 2015 da sub-bacia hidrográfica do rio Gavião

Imagen Landsat5 26/06/1988 (Bandas B 3,G4 e R 5); Imagen Landsat 8 25/09/2015 (canais B4,G5 e R6) Org.: Autores, 2016

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam redução da cobertura vegetal natural de 751,69 km² entre os anos de 1988 a 2015 na sub-bacia do rio Gavião, passando de 6471,233 km² para 5719,542km². Em relação aos outros usos, principalmente solo exposto, área de preparo plantio e plantio, foi detectado aumento 849,35 km² nos 27 anos analisados. A Figura04 apresenta à classificação do ano de 1988 e a figura 05 a categorização da vegetação natural do ano de 2015.

Em relação ao desmatamento da sub-bacia do rio Gavião, representado por meio do estimador de densidade de Kernel, foram notadas manchas expressivas das categorias muito alta e extremamente alta nas municipalidades de Jacaraci (BA), Mortugada (BA) e Condeúba (BA)

(oeste da sub-bacia). Também, a categoria muito alta nos municípios de Caetanos (BA), Tanhaçu (BA), Mirante (BA), Caraíbas (BA) e Tremendal (BA). E nos municípios de Caraíbas (BA) (entre o ribeirão Gentio, a Barragem de Anagé) e Tremendal (BA) (região sul) mancha muito alta. A Figura 04 o mapa da concentração do desmatamento (densidade de kernel).

Desse modo, reflexos relacionados à modificação da vegetação natural são apresentados na sub-bacia do rio Gavião, bem como, a mudança da vegetação natural para outros usos da terra (solo exposto, área de preparo plantio, plantio, entre outros), a concentração do desmatamento na parte oeste, sul e nas proximidades do deságue do canal principal.

O cenário de redução da cobertura vegetal ou desmatamento tem reflexos expressivos na fragmentação dos habitats, pois, entre variados fatores, influência diretamente na redução da biodiversidade e o aumento do efeito de borda nos fragmentos das vegetações naturais. Osefeitos de bordas ocasionam padrões diferenciados físicos e bióticos nas proximidades das bordas dos fragmentos das fitofisionomias, aumentando a turbulência de ventos e alterações microclimáticas, isso reflete negativamente na mortalidade e danos de árvores (MURCIA, 1995; CAMARGO; KPOS,1995; LAURANCE, 1997; LAURANCE ET AL., 1998; NASCIMENTO; LAURANCE, 2006).

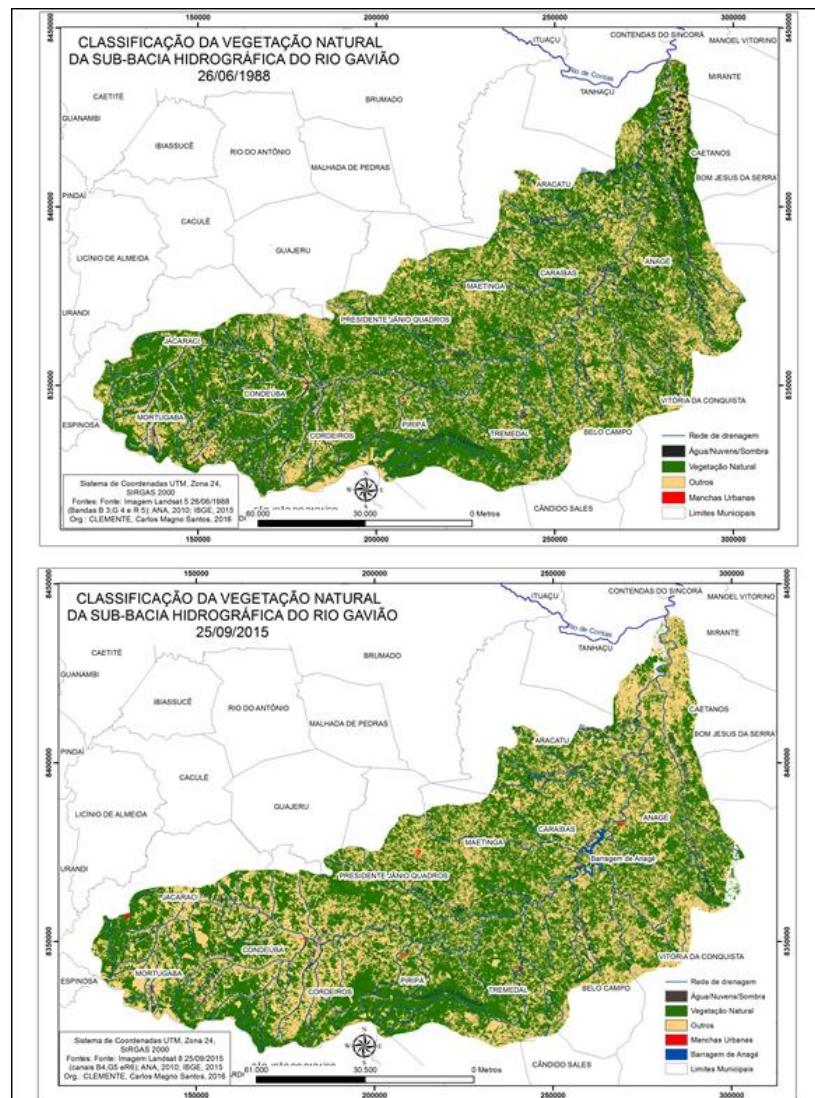


Figura 03

- A) Classificação da vegetação natural do ano de 1988 da sub-bacia hidrográfica do rio Gavião;
 B) Classificação da vegetação natural ano de 2015 da sub-bacia hidrográfica do rio Gavião
 Imagem Landsat5 26/06/1988; Imagem Landsat 8 25/09/2015 Org.: Autores, 2016.

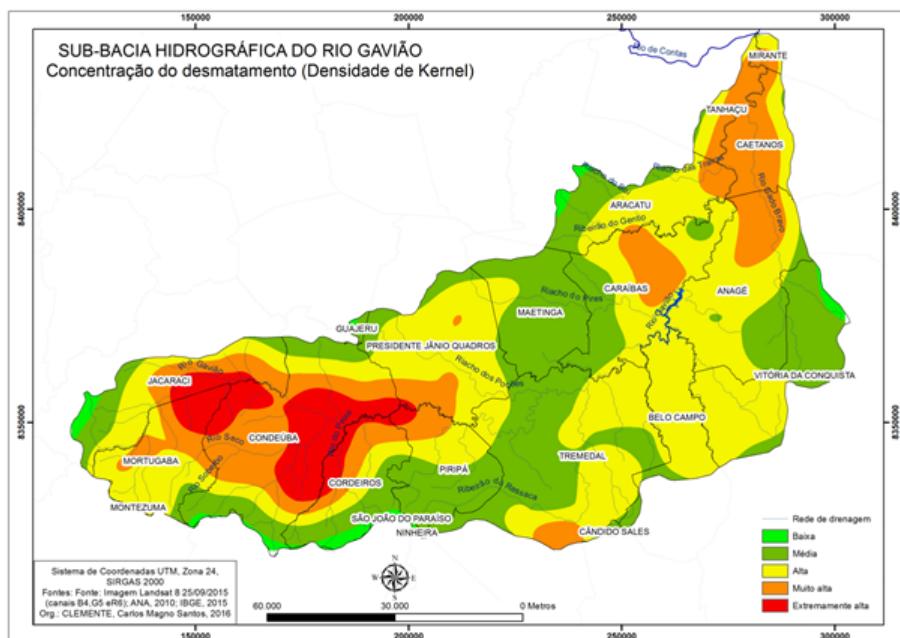


Figura 04
Mapa da concentração do desmatamento (densidade de kernel)
Classificação landsat5 (1988) e landsat 8 (2015) Org.: Autores, 2016

No caso das regiões semiáridas, a perda da vegetação natural associadas com a erosão do solo e a degradação dos recursos hídricos, causam reflexos negativos na “produtividade econômica ou biológica dos ecossistemas secos”, essas que são características de processos de desertificação, peculiares de regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas (CIRILO, 2008). Também, a redução da vegetação natural, danifica a disponibilidade dos recursos hídricos, escoamento superficial, entre outros mecanismos associados ao ciclo da água (SANTOS et al., 2010). No caso da sub-bacia do rio Gavião, o canal principal tem se caracterizado por permanecer seco em grande parte do ano (OLIVEIRA, 2015). Esse fenômeno é otimizado com a gravidade dos danos ambientais nas vegetações naturais remanescentes.

Foi diagnosticado desmatamento em locais de fragilidade ambiental na sub-bacia, bem como, a oeste e a sul da área do estudo. Essas regiões apresentam-se em áreas de nascentes, próximos aos divisores de água (sul) e na parte alta da rede de drenagem da sub-bacia do rio Gavião. A vegetação natural localizadas nas regiões mais elevadas (topo de morro e nascentes) em uma bacia hidrográfica tem uma relevante função eco-hidrológicas para a disponibilidade hídrica, principalmente, para as áreas a jusante da bacia hidrográfica (FALKENMARK et al., 1999; TAMBOSI, 2015). Já o desmatamento na parte alta da rede de drenagem, com manchas das categorias muito alta e extremamente altas (municipalidades de Jacaraci, Mortugada e Condeúba), agrava a disponibilidade dos recursos hídricos na rede de drenagem da área do estudo.

A pesquisa de Oliveira (2015), sobre a sub-bacia do rio Gavião, destaca a diversificação da economia local para pecuária extensiva, a fruticultura

irrigada destinada à exportação, ampliação do comércio, entre outros. Entretanto, apesar da modificação socioeconômica na sub-bacia do rio Gavião, ainda práticas da agricultura de subsistência são notadas na sub-bacia (OLIVEIRA, 2015).

Com isso, a pesquisa ressalta a relevância de outros estudos sobre a sub-bacia do rio Gavião, região de significativas modificações socioeconômicas e ambientais. E recomenda-se a delimitação das bacias hidrográficas como proposta de unidade de gestão e desenvolvimento de pesquisas. As bacias hidrográficas são mecanismos para gestão integrada, pois envolvem os parâmetros bióticos, abióticos e o contexto socioeconômico (PORTO; PORTO, 2008). Também, destaca a utilização do Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento como ferramenta análise das modificações das paisagens. As geotecnologias têm proporcionado informações mais dinâmicas sobre as modificações das paisagens (LINHARES, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sub-bacia do rio gavião foi detectada uma redução de 751,69 km² da cobertura vegetal natural, entre os anos de 1988 a 2015. A redução da vegetação natural acarretou na alteração das fitofisionomias para outros usos da terra (solo exposto, área de preparo plantio, plantio, entre outros). Também, foi diagnosticada a concentração do desmatamento na parte oeste, sul e nas proximidades do deságue do canal principal.

Nesse contexto, a pesquisa uma reflexão para a preservação e recuperação da vegetação natural em áreas de topos de morros, divisores de águas e as matas ciliares na sub-bacia do rio Gavião para melhoria da eficiência da disponibilidade hídrica da sub-bacia principalmente, pelas peculiaridades climáticas que a sub-bacia do rio Gavião apresenta.

Ainda, destaca a utilização do Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento como ferramenta análise das modificações das paisagens e a delimitação da bacia hidrográfica como unidade de gestão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Escola de Engenharia de Agrimensura, Instituto de Qualificação Profissional – IQUALI e ao orientador Dr. Pablo Santana Santos pelo apoio a pesquisa, ensino e orientações acadêmicas. Agradeço aos colegas de pós-graduação Eduardo Souza Moreira, Antônio Gomes Neto e Mateus Barros pelas sugestões de estudos regionais. Somos gratos a Faculdade Guanambi – FG e ao Observatório FG do Semiárido Nordestino pelo apoio técnico científico.

Referencias

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. Limites das bacias hidrográficas brasileira, 2010. Disponível em . Acessado em 11 dezembro de 2016.

- BALBINOT, R; OLIVEIRA, N.K; VANZETTO, S.C; VALERIO, K.P.Á.F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. Ambiência Guarapuava, PR, v.4 n.1 p.131-149, 2008.
- BELTRAME, A. DA V. Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Florianópolis. Ed. da UFSC. 1995. 112 p.
- BIAS, E.S.;PIVEL, L; GUEDES, S.C.; ROCHA, K.C. Análise da eficiência da vegetação no controle do escoamento superficial: uma aplicação na bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu (DF).Geociências, São Paulo.v.31, n.3, p. 411-429. 2012.
- BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 1997. Disponível em . Acessado em 21 dezem. 2016.
- CAMARGO, J. L. C.; KAPOS, V.Complexedgedeffectsonsoilmoistureandmicroclimate in central Amazonianforest.Journalof Tropical Ecology. 11:205-221, 1995.
- CIRILO, J.A.Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estudos Avançados (USP). V.22, n.63, p.61 82. 2008.
- D'ALGE, J.C.L. Cartografia para GeoprocessamentoGeoprocessamento. In:CÂMARA,G; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. Teoria e Aplicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE, 2001. Disponível em www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/. Acesso em 21 Fev. 2017.
- DUARTE, C.C; SOUZA, S.F; GALVÍNCIO, J.D; MELO I.D.F. Detecção de mudanças na cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Tapacurá – PE através da Análise por Componentes Principais. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2009. Natal. INPE.2009.p. 5765-5772.
- FALKENMARK, M.; ANDERSSON, L.; CASTANSSON, R.; SUNDBLAND, K.; BATCHELOR, C.; GARDINER, J.; LYLE, C.; PETERS, N.; PETTERSEN, B.; QUINN, P.; RACKSTROM, J.; YAPIJAKIS, C.. Water a reflection of land use: Options for counteracting land and water mismanagement. Stockholm, Sweden: Swedish Natural Science ResearchCouncil, 1999. 128p.
- FERREIRA, G.P;SANO,E.E. Mapa de densidade de Kernel como indicador de desmatamento futuro na AmazôniaLegal.Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Delimitação do Semiárido Brasileiro. 2014. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/>>. Acessado em 11 dezembro. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2010. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acessado em 11 dezembro. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Biomas Brasileiros, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acessado em 20 set. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Limites municipais, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acessado em 21 dez. 2016.
- NASCIMENTO,H.E. M.; LAURANCE, W.F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. ActaAmazônica.v 36, n.2, p.183 – 192, 2006.

- LAURANCE, W. F. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rain forest reserves in tropical Australia. In: W. F. Laurance, R. O. Bierregaard (eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Landscape. University of Chicago Press, Chicago, 1997. 616 p.
- LAURANCE, W. F.; FERREIRA, L. V.; RANKIN-DE-MERONA, J. M.; LAURANCE, S. G.. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. *Ecology*. 69, 2032-2040. 1998
- LEITE, M.R; ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. Caminhos da Geografia (UFU Online), Uberlândia, v 17, n 1, p.179 – 186, 2002.
- LINHARES, C.A. Influência do desflorestamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do Rio Ji-Paraná / RO. 217 p. Tese (Sensoriamento Remoto). São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE). 2006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Projeto monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA, BRASÍLIA/DF. Disponível em. Acessado em 25 de junho de 2016.
- MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*. 10:58-62. 1995.
- NOVO, E.M.L. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 3º Ed, São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2008.
- OLIVEIRA, M.A. Alterações causadas por reservatórios na bacia do Gavião: ação humana na dinâmica da paisagem. 1º Ed. São Paulo. Novas edições acadêmicas, 2015. p.216.
- PORTO, M.F. A.; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados (USP). V.22, n°63, 2008.
- SANTOS, E.H. M; GRIEBELER, N.P; OLIVEIRA, L.F. C.. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*. Campina Grande, v.14, n.º8, 2010.
- REBOUÇAS, A.C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos avançados (USP). v.11, n°29, p.127-154, 1997.
- ROSENDO, J.S. Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari - MG - utilizando dados do sensor MODIS. (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- TAMBOSI, L. R. VIDAL, M.M. FERRAZ, S.F.B. METZGER, J.P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. Estudos Avançados (USP). v.29, n.84, 2015.
- TORRES, S.E.L.M.G; SOUSA, R.F; SARAIVA, A. G.S.; GUIMARÃES, C.L.; GADELHA, A.G. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010 p. 001 – 008.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. Disponível em . Acessado em 20 de junho de 2016.