



Caracterização ambiental espaço-temporal da Bacia Hidrográfica do Rio Pontal no Estado de Pernambuco

Spatial-temporal environmental characterization of the Pontal River Basin in the State of Pernambuco

Iug LOPES^{1*}; Clovis Manoel Carvalho RAMOS²; Brauliro Gonçalves Leal³; Douglas Alberto de Oliveira SILVA⁴

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. iuglopes@hotmail.com. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52.171-900, Recife-PE.

² Universidade Federal do Vale do São Francisco, Docente do Colegiado de Engenharia Agrícola. clovis.manoel.ramos@gmail.com. Avenida Antonio Carlos Magalhães, 510, Country Club, CEP 48.9002-300, Juazeiro-BA.

³ Universidade Federal do Vale do São Francisco, Docente do Colegiado de Engenharia da Computação. brauliro.leal@gmail.com. Avenida Antonio Carlos Magalhães, 510, Country Club, CEP 48.9002-300, Juazeiro-BA.

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Mestrado em Engenharia Agrícola. E-mail: douglasalbertosilva@hotmail.com.

*E-mail do autor principal: iuglopes@hotmail.com

Resumo - As zonas rurais e urbanas estão passando por transformações do uso do solo de forma significativa. Estas mudanças têm afetado o uso da terra, principalmente nas áreas marginais às urbanas. É ao longo destas áreas onde o processo de expansão urbana entra em conflito com o uso da terra para fins agrícolas. Um recurso inestimável neste contexto é o sensoriamento remoto, que aparece como uma ferramenta de avaliação dos processos de transformação territorial. Técnicas de observação de dados adquiridos por satélites em variação temporal e espacial possuem potencial de detectar, identificar e mapear as mudanças no uso da terra. O objetivo do trabalho foi realizar uma caracterização atual do uso da terra e análise espaço-temporal das modificações ao longo dos períodos de 2000 a 2010, 2010 a 2015 e 2000 a 2015, na Bacia do Rio Pontal, usando dados Landsat Thematic Mapper (TM). De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que na região estudada houve um crescimento considerável de área destinada à agricultura irrigada, redução das áreas de caatinga densa ou substituição da mesma por caatinga aberta e solo exposto e por fim se observou a redução dos corpos hídricos da região.

Palavras-chave: Análise fisiográfica. Uso da terra. Sensoriamento Remoto.

Abstract - Rural and urban populations have undergone a significant transformation. These changes have affected land use, especially in the marginal to urban areas. It is the largest number of areas that the urban sprawl process conflicts with land use for agricultural purposes. An invaluable application to the context is the remote sensor, which appears as a tool to evaluate the processes of territorial change. Techniques for probing data acquired by satellites in temporal and spatial variation can be identified, identified and mapped as changes in land use. The objective of this work was to perform a current characterization of land use and space-time analysis of the long-term stages from 2000 to 2010, 2010 to 2015 and 2000 to 2015, in the Pontal River Basin using data from the Landsat Thematic Mapper (TM).



According to the results obtained, it can be determined that the region studied for the growth of the area destined to irrigated agriculture, the reduction of health areas of the same species or in the same way water bodies of the region.

Keywords: Physiographic analysis. Land use. Remote sensing.

Introdução

Um dos mais importantes recursos naturais é o solo. O seu padrão de uso e suas distribuições espaciais são os requisitos básicos para uma estruturação política de uso da terra de modo eficaz para o planejamento e gerenciamento adequado (Kikon, 2014). Informações de cobertura da terra são importantes também para a observação e planejamento de pesquisas geoespaciais dos ambientes naturais. Em um período de tempo mais recente estão começando a ser utilizada progressivamente esse essencial método de conhecimento da Terra e aplicadas para monitoramento, melhoria e gestão dos diferentes recursos naturais.

A utilização de sistema de informação geográfica (SIG) e do sensoriamento remoto em informações temporais e espaciais tornaram-se muito importante na investigação de mudanças que verificam as expressões de superfície terra observáveis, ilustrada pela vegetação, aspectos geográficos, águas superficiais e principalmente características antropogênicas (Singh et al., 2012). Uma metodologia bastante utilizada na elaboração de mapas de uso e ocupação da terra é a classificação digital de imagens de sensoriamento remoto (Crósta, 1992).

Segundo Rosa (2009), o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são instrumentos poderosos no levantamento, mapeamento e monitoramento dos recursos naturais. Através de imagens de satélites é possível ter uma visão completa da área de estudo, ter uma atualização frequente das transformações ocorridas na região ao longo dos anos e por fim se tratar de ferramentas viáveis economicamente.

Para amenizar esses problemas e alocar da melhor forma os recursos naturais, torna-se indispensável o levantamento do uso e ocupação da terra, através de informações espaço-temporais detalhadas das modificações ocorridas no ambiente (Jansen e Di Gregório, 2004; Southworth et al., 2004; Mendoza et al., 2011).

O uso da terra e seu planejamento estão diretamente interligados com a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e define que bacia hidrográfica é a unidade territorial para a operacionalização dessa política e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Brasil, 1997).

Na unidade básica de planejamento, a bacia hidrográfica, é afetada principalmente em função da ação antrópica, que com suas necessidades socioeconômicas provocam a redução da qualidade ambiental ao retirar áreas naturais e substituir por outros tipos de uso da terra, ficando a conservação do sistema em segundo plano. Mudanças de padrões climáticos, degradação dos ecossistemas e redução na disponibilidade e qualidade dos recursos naturais são algumas consequências oriundas dessa substituição Christofolletti (1980).

Segundo Mendes e Cirilo (2001), o impacto decorrente da alteração do uso da terra reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos e na qualidade da água.

O mau uso da terra e a modificação da vegetação natural de uma Bacia Hidrográfica aliados com a ausência de políticas públicas voltadas para a conservação dos recursos naturais pode ocasionar uma perda significativa e irreversível da biodiversidade local. O levantamento do uso e ocupação do solo ao longo dos anos torna-se então o primeiro sinal de alerta para que



se busque a preservação ambiental (Silva et al., 2018).

Desta forma, o objetivo foi realizar uma caracterização atual do uso da terra e análise espaço-temporal das modificações ao longo dos períodos de 2000 a 2010, 2010 a 2015 e 2000 a 2015, na Bacia do Rio Pontal, usando dados Landsat Thematic Mapper (TM).

Materiais e Métodos

Área de estudo

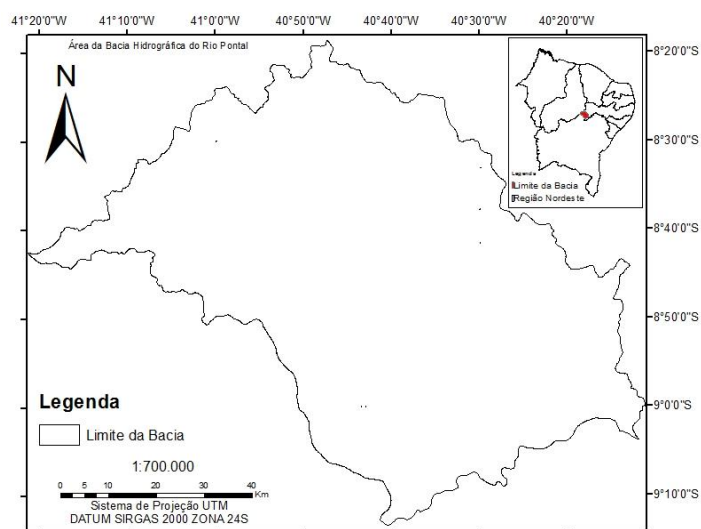
A Bacia do Rio Pontal (Figura 1) está localizada no extremo oeste do Estado de Pernambuco, entre 08°20'00" e 09°13'40" de latitude sul, e 40°11'24" e 41°20'53" de longitude oeste, abrangendo parte dos municípios de Petrolina, Afrânio, Dormentes e Lagoa Grande. Tem uma área de drenagem de 6.046,00 km², 178,62km de comprimento do curso d'água principal e a sua foz é no lado esquerdo do Rio São Francisco. O curso do Rio Pontal tem a direção no sentido noroeste-sudeste.

Dentre os cursos d'água que compõem a Bacia do Pontal, os principais são: os riachos Caieira, Sítio Novo, Terra Nova e Simão (pela margem direita) e os riachos do Caboclo, Caldeirão, Dormente, Baixo, Areial e Serra Branca (pela margem esquerda) (CODEVASF, 2016).

A região está inserida em uma classificação climática de Semiárido quente (BSwh'), apresentando uma precipitação pluviométrica média anual é de 557,7 mm, com concentração das chuvas de dezembro a março (Lopes et al., 2017). A região tem uma alta insolação e baixa umidade relativa do ar. O período seco é predominante, com cerca de 6 a 8 meses (BRASIL, 2004).

A vegetação é do tipo Caatinga e classificada como Savana Estépica Arborizada, alguns trechos de caatinga arbustiva estão associados a alguma ação antrópica anterior (Lopes, 2015).

Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio do Pontal-PE (Próprio autor).





Os solos da Bacia pertencem as classes: Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrofic, Argilossolos Vermelho-Amarelo Eutrofic, Luvisolos Cromicos Palicos, Luvisolos Cromicos Orticos, Planossolos Haplicos Eutrofic e Neossolos Litólicos Eutrofic (EMBRAPA, 2009).

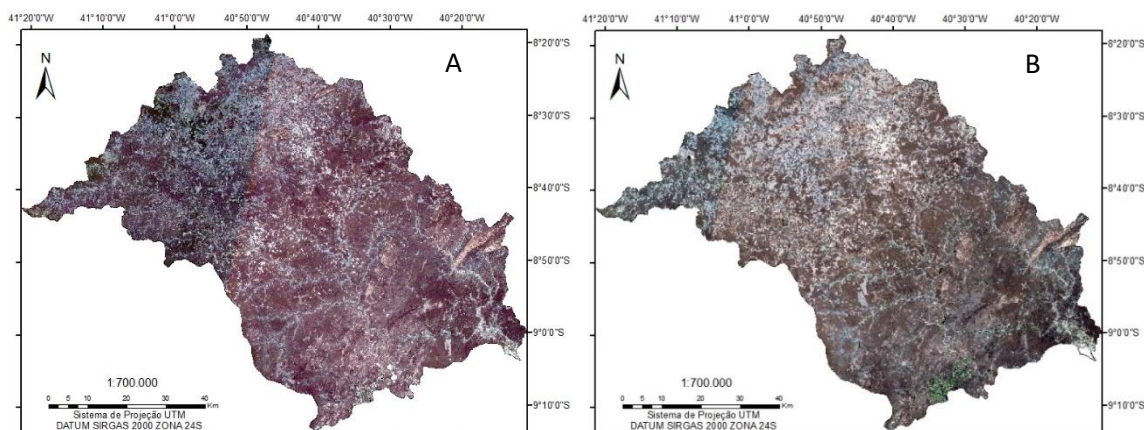
Classificação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pontal

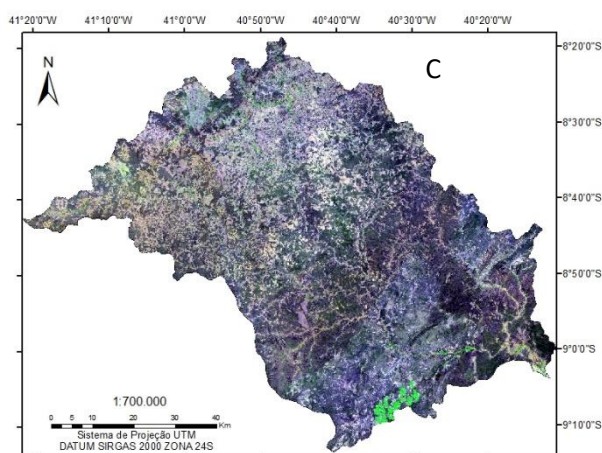
Inicialmente, com o conhecimento da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pontal (BHRP), permitiu a localização da área e assim possibilitando a captação de imagens de satélite disponibilizadas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, dos satélites Landsat 5 e 8, foi possível a classificação do uso da terra para a região da bacia do Pontal.

Para abranger a totalidade da área do estudo, foram utilizadas duas imagens, correspondentes às órbitas 217 e 218, ponto 066. Foram feitos 3 mosaicos temporais com as imagens de satélite captadas nas seguintes datas: 15/10/1999 e 17/09/1999 (Landsat 5), denominado de mosaico do ano 2000; 01/10/2009 e 24/09/2009 (Landsat 5), denominado de mosaico do ano 2010; e 25/08/2015 e 27/07/2015 (Landsat 8), denominado de mosaico do ano 2015. Estas datas coincidem com no final do período de estiagem da região. As imagens têm uma resolução espacial de 30 metros por pixel e foram trabalhadas na escala de 1:100.000.

O processamento digital das imagens (PDI) de satélite foi realizado com o auxílio do software ArcGis 10.3 versão experimental, sendo elaboradas composições coloridas falsa-cor (RGB), por meio de técnicas de PDI, para tratamento de imagens. Esta técnica consisti da seleção de três bandas e a cada uma delas foi atribuído uma das cores primárias RGB (vermelho, verde e azul), bem como o ajuste do histograma para realçar o contraste visual (RODRIGUES et al., 2004). Assim, para o sensor Thematic Mapper do Landsat, definiu-se as composições TM (Vermelho=R), TM4 (Verde=G) e TM3 (Azul=B) (Figura 2).

Figura 2. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio do Pontal-PE referente aos anos 2000 (A), 2010 (B) e 2015 (C) (Próprio autor).





Depois de montados os mosaicos, com a união das duas imagens, foi extraída a área da bacia utilizando o polígono com o limite da Bacia.

De posse dos mosaicos da BHRP, iniciou-se a classificação de uso da terra. O processo inicialmente foi de forma não supervisionada, onde foi solicitado 20 classes. Posteriormente foram realizadas algumas intervenções que se fizeram necessárias para caracterizar duas macro-classes, sendo denominadas Áreas Antropizadas e Áreas Naturais. As micro-classes escolhidas foram semelhantes às de Namdar et al. (2014), que classificou áreas semi-áridas, e de Meira et al. (2016), para a descrição de qualidade ambiental. Sendo descritas e caracterizadas na Tabela 1.

Tabela 1. Macroclasses, microclasses e suas caracterizações na classificação de uso da terra (adaptação de Namdar et al., 2014 e Meira et al., 2016)

Macro-classes	Micro-classes	Caracterização
Área Antropizada	Solo Descoberto	Compreende áreas expostas, estradas e também áreas urbanizadas.
Área Antropizada	Agricultura Irrigada	Áreas antropizadas, ocupadas com qualquer tipo de cultura irrigada.
Área Natural	Água Superficial	Engloba todos os corpos hídricos (rios, açudes e lagos).
Área Natural	Caatinga Densa	Área onde predomina a Savana Estépica (Caatinga) Florestada.
Área Natural	Caatinga Aberta	Área de Savana Estépica (Caatinga) Arbustiva.

Resultados e Discussão

Velocidade do vento

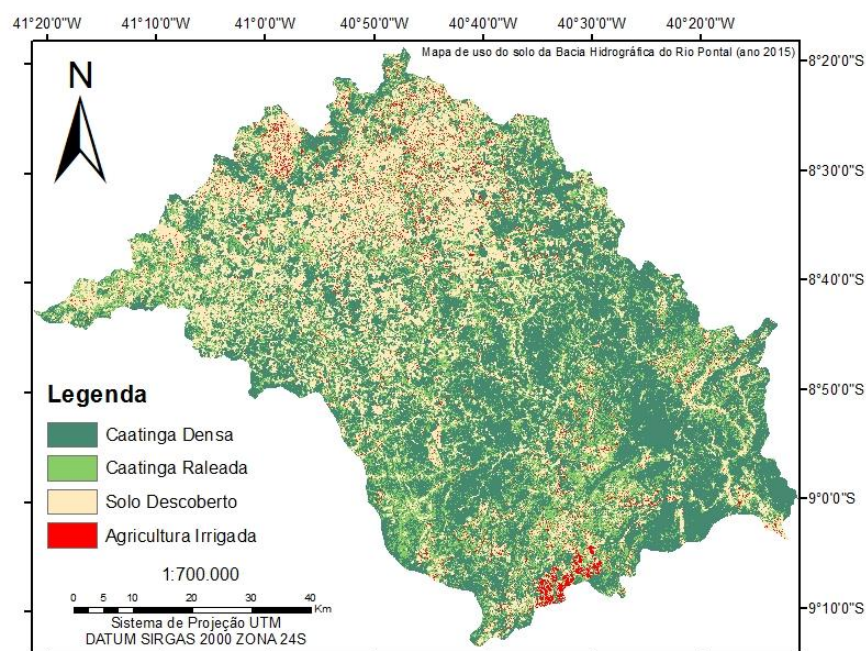


A interpretação das imagens de satélite foi baseada no conhecimento de campo do uso e ocupação do solo na bacia, estas informações subsidiaram o processo de classificação não-supervisionada, com intervenções. O trabalho de intervenção na classificação não-supervisionada relacionou os pixels classificados da imagem a uma determinada classe de uso da terra.

Quando analisado as imagens Landsat/TM, foi observado dificuldades em distinguir a identificação do uso da terra em centros urbanos e em solo descoberto, pois são de difícil discriminação, apresentando-se confusas no momento da interpretação, uma vez que as os valores de pixel são bastante semelhantes. Dessa maneira centros urbanos foram agrupados como solo descoberto.

De acordo com a distribuição das classes de uso da terra identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Pontal (BHRP), a sua caracterização de uso em 2015, é apresentada na figura 3.

Figura 3. Mapa das classes de uso da terra da BHRP no ano 2015 (Próprio autor).



Os dados quantitativos da caracterização do uso da terra no ano de 2015 podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2. Quantificação do uso da terra (Próprio autor)

Micro-classes	%
Água Superficial	0,00
Caatinga Densa	18,81
Caatinga Aberta	49,35
Agricultura Irrigada	3,35

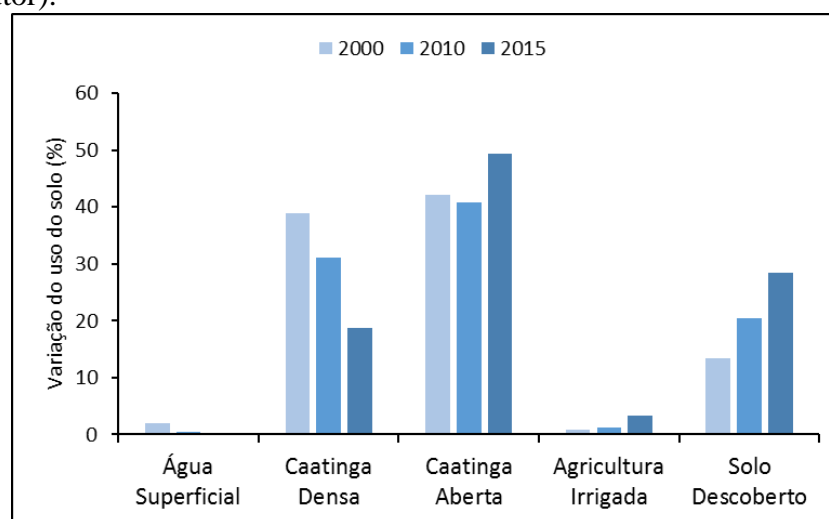


Essa é uma sub-bacia do Rio São Francisco e possui um destaque para a agricultura irrigada, que corresponde a 3,35 % do uso da terra. Apesar dessa importância econômica, observa-se uma contradição, uma vez que não foi possível a observação de água superficial na BHRP. Na área mais ao sul da Bacia a água de irrigação tem origem no Rio São Francisco bombeada e conduzida por canais. Nas regiões ao norte existem alguns poços e açudes que são utilizados para pequenas irrigações.

Como a sua situação atual, também se faz necessário o estudo anos anteriores nas classes de áreas antropizadas e áreas naturais para entender a mudança da terra ao longo do tempo e se estão refletindo na configuração da paisagem das bacias hidrográficas. Assim na Figura 3 consta a variação temporal, na forma quantitativa, em área em %.

As áreas com modificação ambiental caracterizada como área antropizada são destaques quando observadas as áreas naturais, próximo a 50%. Principalmente quando se observa o quantitativo das áreas de solo exposto, correspondendo a resultante mais degradante de forças antrópicas sobre o meio natural. Nessa mesma perspectiva, Oliveira et al. (2010) observaram que as resultantes das ações antrópicas se destacam mais em relação aos demais alvos observados na bacia hidrográfica do rio Moxotó, principalmente quando está associado a umidade do solo.

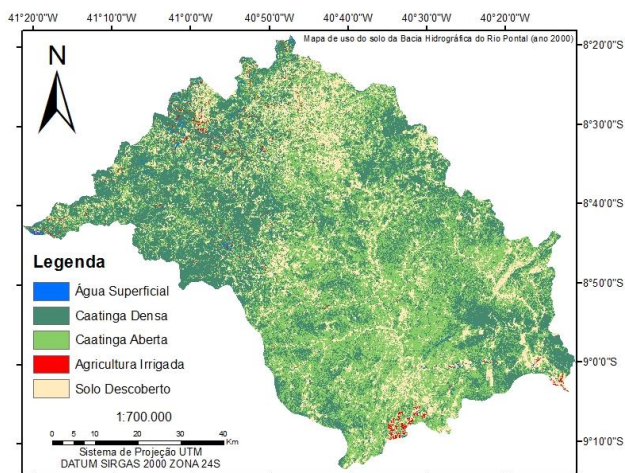
Figura 4. Área de usos das classes de uso da terra da BHRP nos anos de 2000, 2010 e 2015, em % (Próprio autor).



No ano de 2000 (Figura 5) a BHRP possuía em sua maior área a presença da Caatinga, aberta e a densa somadas, correspondiam a próximo de 80% da área da Bacia. A agricultura irrigada correspondia a uma das menores classes, com 3,54%. Essa caracterização da bacia assemelhou-se a classificação de uso da terra para todo o Submédio São Francisco, realizado por CODEVASF (2000), onde foi observado que mais de 70% dessa área encontram-se cobertos por caatinga em diferentes estágios de conservação. Além da agricultura irrigada que apresentou 2,79%, sendo caracterizado pelo autor como os perímetros públicos de irrigação e as propriedades privadas de qualquer porte e com diferentes estágios tecnológicos.

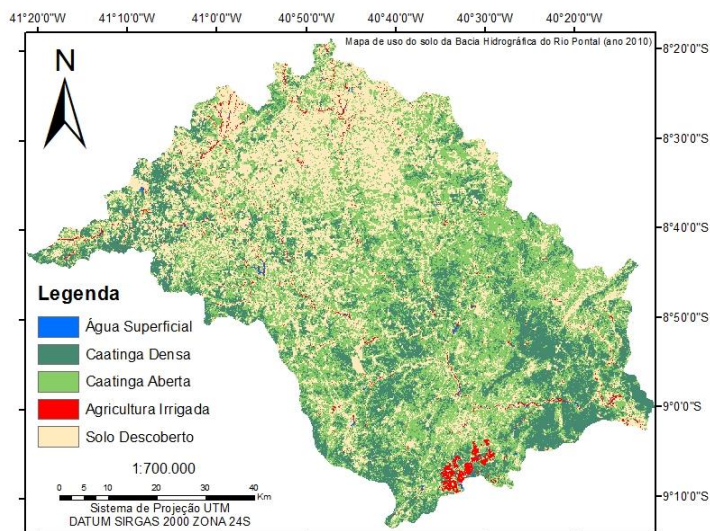


Figura 5. Mapa das classes de uso da terra da BHRP no ano 2000 (Próprio autor).



Quando observado os dados do ano de 2010 (Figura 6), tem-se um destaque para modificações de padrões quantitativos da agricultura irrigada e na Caatinga densa, sendo, respectivamente 1,29% e 31,03% da área. Quando comparados com estudos realizados por Silva et al. (2012) no ano de 2011, para a mesma área, constata-se mudanças significativa nos percentuais encontrados, sendo que os autores relataram que a bacia possuía 11,04% de caatinga densa, 55,89 de caatinga densa degradada e 23,37% de cultivos diversificados, totalizando cerca de 90,4% da área correspondente a da área total da bacia, além dos cultivos irrigados, que são encontrados em sua maior parte no sul da bacia, representando menos de 1% da área total.

Figura 6. Mapa das classes de uso da terra da BHRP no ano 2010 (Próprio autor).

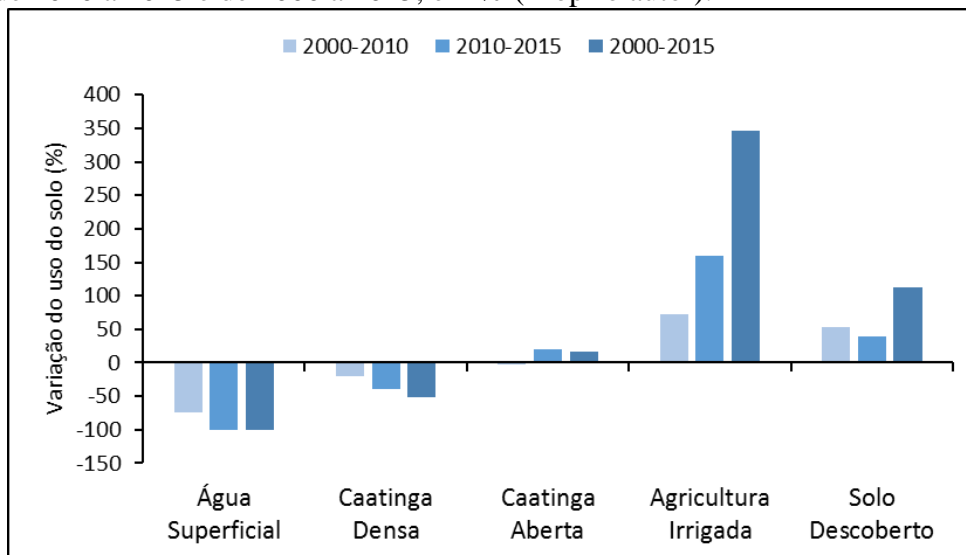


Quando estudado a variação espaço-temporal, pode-se observar transformações do uso da terra da BHRP. Na Figura 7 observa-se as variações em relação a três períodos, sendo de 2000 a 2010, de 2010 a 2015 e de 2000 a 2015. A transformação da terra na BHRP está sendo verificada e os principais impulsionadores da mudança no uso da terra são a cobertura vegetal, pela Caatinga densa, e a produtividade agrícola, pela agricultura irrigada. Esses resultados são



indicadores de que as áreas estão com vegetação bastante rala ou sem vegetação, característica que já são endêmicas do semiárido brasileiro, principalmente em períodos secos (RODRIGUES et al., 2009).

Figura 7. Variação dos usos das classes de uso da terra da BHRP nos períodos de 2000 a 2010, de 2010 a 2015 e de 2000 a 2015, em % (Próprio autor).



Durante 15 anos, houve um crescimento considerável na agricultura irrigada e no solo descoberto, fatos estes que podem estar interligados, sendo o desmatamento a primeira fase na implantação de uma irrigação em uma área natural, resultado similar de aumento da área irrigada nas proximidades do Rio São Francisco foi observado por SILVA et al. (2018). Com relação a água superficial, por ser tratar de períodos secos, alguns pequenos corpos d'água não foram mapeados segundo a escala de trabalho (1:100.000).

Um dos resultados que possui destaque é a água superficial, cujo na verificação do ano de 2015 não foi possível observar nenhum quantitativo de área, ocorrendo uma redução de 100% do observado no primeiro ano de avaliação. Essa redução pode estar associada ao aumento do seu uso na irrigação que teve um aumento de mais de 300% nos últimos 15 anos, ou relacionada a um período de escassez que a BHRP pode estar passando, sendo descrito por Lopes e Leal (2015), que estudou a distribuição anual de chuvas em uma estação localizada próximo à bacia, e observou que nos 5 anos anteriores ao de 2000 foram um muito chuvoso (MC), um chuvoso (C), dois normais (N) e um seco (S). Para os anteriores de 2010 foram um C, dois N, um S e dois muito seco (MS). Já para os anteriores de 2015 foram um N, dois S e dois MS. Assim a junção dos dois fatores potencializa a elevação do uso de água dos corpos hídricos que estão inseridos na BHRP.

O gerenciamento de armazenamento de água, assim como a distribuição espacial, pode ser observado a redução com o passar dos anos. Dessa forma, a técnica de sensoriamento pode ser aplicada para gerenciamento de água não só na BHRP, mais como em quaisquer bacias. Aliado ao conhecimento quantitativo, de forma semelhante, Machado et al. (2016) apresentou uma metodologia de gerenciamento da qualidade de águas em bacias.



Conclusão

As transformações no uso da terra da BHRP estão sendo impulsionadas pela mudança na cobertura vegetal, pela Caatinga densa, e a área antropizada, pela agricultura irrigada.

O uso da terra com agricultura irrigada, que teve o maior crescimento proporcional e atualmente corresponde a 16,35 % do uso da terra.

A associação da redução da precipitação e com intensificação do uso do solo (aumento da área irrigada) proporciona a redução dos corpos hídricos superficiais.

Conflito de Interesse

Os autores não declararam conflito de interesse para esse manuscrito.

Referências

BRASIL. ANA/GEF/PNUMA/OEA. **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do São Francisco**. Subprojeto 4.5C– Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco-PBHSF (2004-2013). 2004.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL / CODEVASF - **Estudo de Impacto Ambiental – Projeto Pontal Norte**. Projetc. Volume 1, estudos preliminares, Brasil, 2007b.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980.

CODEVASF. **Estudo de Impacto Ambiental – Projeto Pontal Norte**. Projetc. Volume 1, estudos preliminares, Brasil, 2007.

CODEVASF. **Mapeamento temático de uso da terra no Submédio São Francisco. (Subprojeto 2.1)**. JUNQUEIRA, R.A.C. (coordenador). In: Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco - ANA/GEF/PNUMA/OEA. Brasília. 65p., 2000.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992.

EMBRAPA. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. 627p.

FELTRAN FILHO, A. F.; LIMA S. C.; ROSA R. **Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT**. 1989.

JANSEN, L. J. M.; DI GREGÓRIO, A. Obtaining land-use information from a remotely sensed land cover map: Results from a case study in Lebanon. **International Journal of**



Applied Earth Observation and Geoinformation, v.5, 2004.
<http://doi.org/10.1016/j.jag.2004.02.001> Acesso em 12/01/2017.

KIKON, N.; SINGH, P. Temporal Analysis of Land use Pattern Changes of Noida, NCR Using Geospatial Tools. In: **15th Esri India User Conference**, 2014.

LOPES, I. **Caracterização morfométrica e uso do solo da Bacia Hidrográfica Do Rio Pontal Dissertação** 2015. 52 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA.

LOPES, I.; LEAL, B. G. Índice de Aridez e Tendência a Desertificação para estações meteorológicas nos estados da Bahia e Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 155-172, 2015. <http://doi.org/10.5380/abclima.v17i0.42413> Acesso em 12/01/2019

LOPES, I.; MELO, J. M. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; GUIMARAES, M. J. M.; LOPES, B. ; LEAL, B. G. Caracterização pluviométrica, precipitações máximas e balanço hídrico para diferentes regimes pluviométricos em mesoregiões de Pernambuco. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, p. 20-33, 2017. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/5557> Acesso em 12/01/2019

MACHADO, M. T. S.; BAPTISTA, G. M. M. Sensoriamento remoto como ferramenta de monitoramento da qualidade da água do Lago Paranoá (DF). **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v. 21, p. 357-365, 2016. [http:// DOI: 10.1590/S1413-41522016141970](http://DOI:10.1590/S1413-41522016141970) Acesso em 12/01/2017.

MEIRA, R. T.; SABONARO, D. Z.; SILVA, D. C. DA C. Elaboração de Carta de Adequabilidade Ambiental de uma pequena propriedade rural no município de São Miguel Arcanjo, São Paulo, utilizando técnicas de geoprocessamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental (Online)**, v. 21, p. 77-84, 2016. <http://DOI:10.1590/S1413-4152201600100133687> Acesso em 12/01/2017.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J.A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p.

NAMDAR, M.; ADAMOWSKI, J.; SAADAT, H.; SHARIFI, F.; KHIRI, A. Land-use and land-cover classification in semi-arid regions using independent component analysis (ICA) and expert classification. **International Journal of Remote Sensing**, 35(24), 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2014.978035> Acesso em 12/01/2017.

PRAFULL SINGH, J. K.; THAKUR, S.; KUMAR, CSINGH, U. “Using Geospatial Techniques in a Semi-arid Region of Madhya Pradesh,India”, **Geospatial Techniques for Managing Environmental Resources**, Springer, 2012, pp 152-163. <https://link.springer.com/chapter/10.1007> Acesso em 12/01/2017.

OLIVEIRA, T. H., MACHADO, C. C. C., SILVA, J. S., GALVÍNIO, J. D., PIMENTEL, R. M. M., SILVA. B. B. Índice de umidade (NDWI) e análise espaço-temporal do albedo da superfície da bacia hidrográfica do rio Moxotó-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.03, p.55 - 69, 2010. <http://www.revista.ufpe.br/rbgefe/index.php/revista/article/view/130/106> Acesso em 12/01/2017.



RODRIGUES, E.; CAINZOS, R. L. P.; QUEIROGA, J.; HERRMANN, B. C. Conservação em paisagens fragmentadas. In: CULLEN JR. L. RUDRAN, R.; VALLADARES-PUDUA. C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR/Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 2004 p. 481-511.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7ªed.Uberlândia: EDUFU, 2009.

SILVA, D. A.; SILVA, J. L. B.; SILVA, T. S. S.; SANTOS, P. R.; LOPES, I.; SANTOS, C. G. Impacto da alteração do uso do solo usando dados orbitais no baixo São Francisco. *Revista Ambientale*, v. 10, p. 71-85, 2018. <https://doi.org/10.17648/ambientale.v10i3.201> Acesso em 12/01/2019.

SILVA M. T., SILVA V. P. R., SOUSA E. S., OLIVEIRA S. O. Análise de Risco de Degradação na Bacia Hidrográfica do Riacho do Pontal – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2012; 5(3):646-660. <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/405/308> Acesso em 12/01/2017.

SILVA, R. M.; SANTOS, S. M.; LOPES, I.; ALBUQUERQUE JUNIOR, E. C. Identificação de conflitos de uso e cobertura da terra na área de proteção ambiental - APA do Lago de Sobradinho, Bahia. *JOURNAL OF HYPERSPECTRAL REMOTE SENSING*, v. 8, p. 67-77, 2018. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/article/view/237481> Acesso em 12/01/2019.

SOUTHWORTH, J., MUNROE, D.; NAGENDRA, H. Land cover and landscape fragmentation-comparing the utility of continuous and discrete analyses for a western Honduras region. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2004. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.011> Acesso em 12/01/2017.