

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM (BA), BRASIL

Sirius Oliveira **Souza**¹, Felipe de Souza **Reis**²

(1 – Universidade Federal do Vale do São Francisco, docente do curso de licenciatura em Geografia, sirius.souza@univasf.edu.br, <https://orcid.org/0000-0001-8831-5709>; 2 – Universidade Federal do Vale do São Francisco, discente do curso de licenciatura em Geografia, felipesouzareis01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3650-350X>).

Resumo: A compreensão das mudanças do uso e cobertura da terra associada à crescente demanda de recursos naturais consolida relações de causa e efeito em uma ampla escala espaço-temporal. Dessa forma, a compreensão e monitoramento do uso e cobertura da terra é fundamental para o entendimento dos padrões de organização do espaço e para o planejamento sustentável dos ambientes e definição de políticas públicas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é diagnosticar os principais tipos de uso e cobertura da terra no município de Senhor do Bonfim - BA ao longo dos anos de 1986, 1996, 2009 e 2017. Para este diagnóstico utilizou-se como base as imagens orbitais do Satélite *LANDSAT*, integradas e processadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, por meio da classificação supervisionada híbrida. Os resultados obtidos atestam a predominância da Caatinga Arbustiva e comprovam o gradativo crescimento dos cultivos agrícolas, das áreas urbanas e das florestas em encostas. Ao final, o trabalho realizado pretende colaborar aos estudos de evolução da paisagem e auxiliar melhores propostas de planejamento do uso e cobertura de municípios situados em regiões semiáridas tropicais.

Palavras-chave; Dinâmica espacial. Sensoriamento remoto. Cobertura e uso da terra.

MULTITEMPORAL ANALYSIS OF LAND USE AND COVERAGE IN THE MUNICIPALITY OF SENHOR DO BONFIM (BA), BRAZIL

Abstract: Understanding the changes in land use and coverage associated with the growing demand for natural resources consolidates cause and effect relationships on a wide space-time scale. Thus, the understanding and monitoring of land use and coverage is fundamental for

understanding the patterns of space organization and for the sustainable planning of environments and the definition of public policies. The change in the coverage of environments associated with the growing demand for natural resources induces terrestrial ecosystems to undergo several changes, consolidating cause and effect relationships on a wide space-time scale. Thus, the understanding and monitoring of land use and coverage is fundamental for understanding the patterns of space organization and for the sustainable planning of environments. In this sense, the objective of this work is to diagnose the main types of land use and coverage in the municipality of Senhor do Bonfim - BA over the years 1986, 1996, 2009 and 2017. For this diagnosis, orbital images were used as a basis of the LANDSAT Satellite, integrated and processed in a Geographic Information System environment, through the hybrid supervised classification. The results obtained attest to the predominance of the Caatinga Shrub and demonstrate the gradual growth of agricultural crops, urban areas and forests on hillsides. In the end, the work carried out intends to collaborate to studies of landscape evolution and to help better planning proposals for the use and coverage of municipalities located in tropical semi-arid regions.

Keywords: Spatial dynamics. Remote sensing. Coverage and use.

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE USO DE LA TIERRA Y COBERTURA EN EL MUNICIPIO DE SENHOR DO BONFIM (BA), BRASIL

Resumen: Comprender los cambios en el uso de la tierra y la cobertura asociados con la creciente demanda de recursos naturales consolida las relaciones de causa y efecto en una amplia escala de espacio-tiempo. Por lo tanto, la comprensión y el monitoreo del uso de la tierra y la cobertura son fundamentales para comprender los patrones de organización espacial y para la planificación sostenible de los entornos y la definición de políticas públicas. En este sentido, el objetivo de este trabajo es diagnosticar los principales tipos de uso de la tierra y la cobertura en el municipio de Senhor do Bonfim - BA durante los años 1986, 1996, 2009 y 2017. Para este diagnóstico, se utilizaron imágenes orbitales como base del satélite LANDSAT, integrado y procesado en un entorno de sistema de información geográfica, a través de la clasificación híbrida supervisada. Los resultados obtenidos atestiguan el predominio del arbusto Caatinga y demuestran el crecimiento gradual de cultivos agrícolas, áreas urbanas y bosques en las laderas. Al final, el trabajo realizado pretende colaborar en los estudios de evolución del paisaje y ayudar a mejorar las propuestas

de planificación para el uso y la cobertura de los municipios ubicados en regiones tropicales semiáridas.

Palabras clave: Dinámica espacial. Detección remota. Cobertura y uso de la tierra.

Introdução

Os ambientes naturais têm sido alterados pelas atividades antrópicas em um ritmo mais pujante que aquele habitualmente produzido pelos ambientes. Quando não planejadas, tais alterações provocam uma sequência de desequilíbrios funcionais que, regularmente, ocasionam drásticas consequências à sociedade (ROSS, 2006).

Neste contexto, a ocupação antrópica dos ambientes e a intensa exploração dos recursos naturais têm levado a distintas mudanças no uso e cobertura da terra designando relações de causa e efeito em uma ampla escala espaço-temporal (MEIRELES, et al., 2007). Considerando o uso e cobertura da terra enquanto a ocorrência de distintas formas de utilização, transformação e ocupação da terra pelas sociedades humanas (IBGE, 2013), evidencia-se que a complexidade dos padrões de uso e cobertura surge da variabilidade de fatores naturais, sociais, econômicos, políticos e culturais que atuam enquanto vetores operacionais da dinâmica de uso e cobertura, originando distintos padrões de paisagem, muitas das vezes, comprometidos e/ou em estado de desequilíbrio (VITOUSEK et al., 1997).

No cenário do comprometimento dos ambientes naturais, exemplos desses desequilíbrios podem ser visualizados na maioria dos municípios situados no semiárido tropical brasileiro. Estes, nas últimas décadas, subsistiram a implantação imprópria de novos tipos de uso e cobertura da terra. O desmatamento, o lançamento de efluentes nos cursos fluviais perenes, o aterramento e a construção em canais fluviais intermitentes denunciam a falta de preocupação com o planejamento do uso e cobertura da terra, ocasionando, muitas das vezes, danos irreversíveis aos ambientes naturais presentes (BRANQUINHO e FELZENSZWALB, 2007).

Enquanto alternativa ao diagnóstico dessas alterações da paisagem e suas possíveis repercussões espaço-temporais, os mapeamentos de uso e cobertura tem se destacado ao evidenciar mudanças e fundamentar propostas de planejamento, tendo em vista o equilíbrio entre as fragilidades e potencialidades dos recursos naturais. Quanto aos mapeamentos de uso e cobertura em ambiente semiárido em âmbito internacional, pode-se mencionar a análise de

autores como Jhon (2009), Wang et al., (2010) e Shirmohammadi et al., (2020) que realizaram mapeamentos de uso e cobertura em distintos ambientes semiáridos do globo terrestre.

No contexto no semiárido brasileiro, Oliveira e Galvíncio (2010) realizaram o mapeamento do uso e cobertura do município de São José do Sabugi (PB), utilizando imagens do Landsat e o método da Máxima Verossimilhança (MAXVER), estes autores diagnosticaram cinco classes com destaque para a classe da Caatinga Arbustiva. Ainda no estado da Paraíba, Lima et al., (2019) analisaram o uso e cobertura das bacias hidrográficas do rio Paraíba e do Taperoá com base em imagens MSI do satélite Sentinel 2 e evidenciaram também a maior ocorrência da Caatinga Arbustiva. No semiárido baiano, em recente pesquisa Carvalho (2019) discute a dinâmica de alteração do uso e cobertura da terra no município de Itatim e demonstra o avanço da agricultura e pastagens em função da redução de áreas de vegetação de Caatinga.

Sobre a devastação da Caatinga, Accioly (2017) acrescenta que a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) no mapeamento do uso e cobertura da terra torna-se um dos maiores suportes para a observação do processo evolutivo da degradação das regiões semiáridas brasileiras (CGEE, 2016), constituindo-se um dos principais aliados na tentativa de preservação e planejamento do uso e cobertura deste ambiente (FARIAS et. al 2013).

Desta forma, o planejamento e a gestão dos recursos naturais do semiárido constituem-se na contemporaneidade uma necessidade, para se evitar o comprometimento destes recursos e a potencialização ou o desencadeamento de processos morfogenéticos negativos. Ao passo que, a degradação dos ambientes semiáridos brasileiros torna-se preocupante, haja vista que tais ambientes apresentam elevados níveis de ocupação, associados a estruturas geológicas e geomorfológicas cuja natureza e evolução favorecem a atuação de processos complexos e dinâmicos (JATOBÁ, 1994).

Nesse âmbito, para este estudo foi selecionada enquanto área o município de Senhor do Bonfim (BA) que até o momento não detém de uma proposta de mapeamento de uso e cobertura da terra. Desta forma, este trabalho se justifica inicialmente pela ausência de estudos que versem sobre esta temática para a área em estudo. Ao passo que também se justifica com base nos instrumentos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), constituída pela lei Federal 12.608/2012 (BRASIL, 2012), que contempla, entre

seus princípios fundamentais, as ações de prevenção e mapeamento de áreas de uso e cobertura, com vistas a contribuir às demais políticas setoriais, como as de planejamento territorial, desenvolvimento urbano e meio ambiente.

Além disso, a compreensão do uso e cobertura do município de Senhor do Bonfim (BA) poderá legitimar a proposta da Área de Proteção Ambiental da Serra de Jacobina (BA) além de contribuir para as tomadas de decisões implícitas ao planejamento e preservação ambiental de outras unidades de conservação associadas à área em estudo, tais como o Parque Nacional da Chapada Diamantina e o Parque Estadual das Sete Passagens (CONCEIÇÃO, et. al, 2007).

Nesse contexto, considerando a relevância da temática e a problemática expressiva na degradação dos ambientes semiáridos brasileiros, esta pesquisa tem o objetivo de analisar os principais tipos de uso e cobertura da terra no município de Senhor do Bonfim - BA, ao longo dos anos de 1986, 1996, 2009 e 2017.

Materiais e Métodos

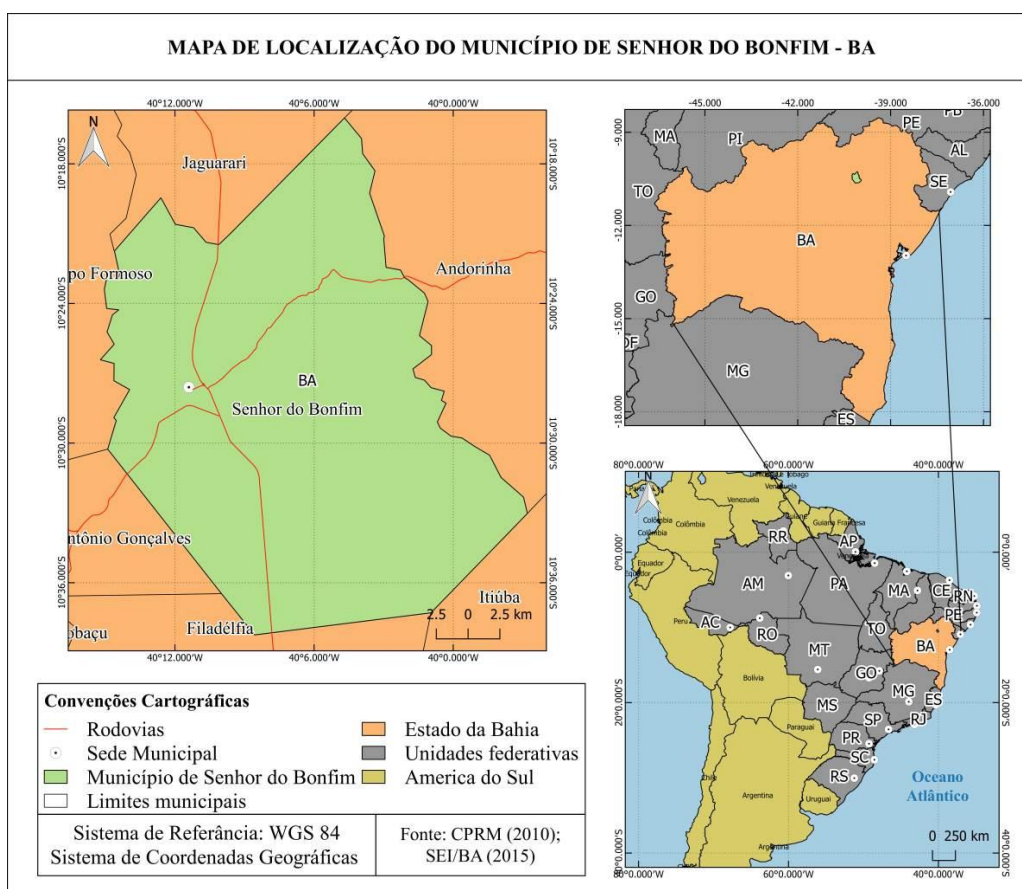
Caracterização da área em estudo

Ao longo do semiárido brasileiro, optou-se por estudar o município de Senhor do Bonfim (Figura 1), localizado entre os paralelos 10°25'56.37"S e 10°32'36.87"S e os meridianos 40°11'27.97"O e 40°14'55.88"O de Greenwich, situado no centro norte do estado do estado da Bahia. Este município limita-se ao norte com os municípios de Jaguarari, Filadélfia e Itiúba ao sul, Campo Formoso e Antônio Gonçalves a oeste e Andorinha a leste e compõe o município pólo do Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru (SEI, 2018).

No que se refere ao contexto geológico, Senhor do Bonfim estrutura-se sobre o domínio geotectônico da Bahia Oriental, inserido no Cráton do São Francisco, ao qual associam-se terrenos do arqueozoico e paleoproterozoico do tipo granito-greenstone e cinturões móveis de médios e altos graus metamórficos (CBPM, 2003). Com predominância das unidades litológicas saúde e fáceis do Itapicuru, compostas principalmente por quartzitos que são abundantes desde o norte ao sul do município, bordejando a leste a Serra da Jacobina (SEIXAS, 1980).

Tais estruturas condicionaram a origem de diferentes formas de relevo do semiárido, com destaque para a presença de pediplanos, pedimentos, inselbergues e tálus (MACHADO, 1993). Nestas unidades, ocorreram processos pedogenéticos que deram origem aos Argissolos, Latossolos, Neossolos e Planossolos, com destaque para o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que ocupa 70% da área total do município (CPRM, 1998).

Figura 1 – Senhor do Bonfim (BA): Mapa de Localização do Município, 2018.



A formação geológica citada associada a condicionante da localização regional reafirma o clima semiárido que recobre o município, marcado pela irregularidade das precipitações e escassez hídrica. As temperaturas médias são elevadas, em torno de 27° C e a amplitude térmica média anual é em torno de 5° C (IBGE, 2007). Drenam o município os rios do Prata, Itapicuru Mirim e Coité, de características intermentes e, ademais, a bacia que compreende a faixa territorial é a Bacia do rio Itapicuru. O município ainda possui barragens de grande relevância, a exemplo de Andorinha II e Quicé, e do açude do Sohen, que fomenta a economia local dos povoados que cercam o mesmo (SEI, 2018).

Senhor do Bonfim possui uma localização privilegiada dentro do estado baiano, fator que influenciou intrinsecamente o seu desenvolvimento socioeconômico. Por conectar a capital ao interior da Bahia, o município tornou-se um entreposto comercial, tendo sido um importante aliado na histórica interiorização do Brasil, nos ciclos do Gado, e local de passagem de tropeiros e garimpeiros que iam em direção à cidade de Jacobina (MACHADO, 1993).

Atualmente, a área em estudo consta com cerca de 789,361 km² de área e população estimada de 79.015 habitantes (Tabela 1), com economia voltada para o setor comercial e de serviços e destaque para a feira-livre, que por extensão (cerca de 2 km) é a maior da região e a segunda maior do Nordeste. Este município ainda consta com os distritos de Igara, Carrapichel, Tijuacu, Quicé e Missão do Sahy (IBGE, 2019).

Tabela 1 – Evolução populacional do município ao longo das últimas décadas

Ano	População
1980	55.311
1991	83.257
2000	67.676
2010	74.419
2019	79.015

Fonte: IBGE (2019).

Procedimentos Metodológicos

O trabalho foi dividido em três principais etapas: a primeira composta de revisão bibliográfica acerca do uso e da cobertura da terra em ambientes semiáridos tropicais; a segunda, composta pela aquisição, correção e processamento digital das imagens *LANDSAT* e a terceira etapa caracterizada pela integração dos dados levantados em campo com os dados orbitais em ambiente SIG, com uso do plug-in ‘*SCP Dock*’ do *software QGIS* (versão 2.18.22). Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos à segunda e à terceira etapa.

Para a elaboração deste trabalho, foram utilizadas as imagens referentes à órbita de número 217 e ponto 067 dos sensores *Thematic Mapper (TM)*, *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)* e *Operational Land Imager (OLI)* pertencentes respectivamente aos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, disponibilizadas gratuitamente pelo catálogo de imagens do






















Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com datas de passagem relativas ao período de estiagem (inverno) dos anos de 1986, 1996, 2009 e 2017. Tais imagens foram escolhidas com base na menor quantidade possível de nuvens, menor excesso de brilho e maior normalidade espectral.

Após a seleção das imagens, estas foram georreferenciadas, usando como base a carta topográfica da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI, 2015), que cobre a área em estudo, na escala 1:100.000 em formato digital. Posteriormente realizou-se a correção radiométrica das imagens com base na metodologia indicada por Xaud e Epiphanyo (2014) e correção atmosférica conforme descrito por Sanches et al., (2011). Seguidamente, optou-se pela composição RGB das bandas relativas ao infravermelho médio em cada sensor, que ao serem submetidas ao processo de empilhamento espectral para a composição colorida, facilitam a interpretação e percepção ao olho humano.

Em sequência, iniciou-se a coleta das amostras através de polígonos e selecionou-se a opção '*Semi-automatic Classification plugin*' que faz uso do algoritmo de máxima verossimilhança ou *Maximum Likelihood*. Sobre este algoritmo, Pereira e Guimarães (2018) acrescentam que ao se basear nos conjuntos de dados inseridos pelo pesquisador, a máxima verossimilhança apresenta o melhor desempenho na classificação supervisionada, alcançando acurácia quase perfeita.

As classes de uso e cobertura da terra presentes na área em estudo foram observadas nas imagens e registradas durante os trabalhos de campo realizados, com base em uma ficha de descrição de pontos amostrais, elaborada com base no Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Posteriormente em ambiente SIG, com base no manual supracitado, seguiu-se a construção de chaves amostrais para as classes de uso e cobertura expostas na Figura 2. Por fim, converteram-se os rasters para a modalidade vetorial, realizou-se algumas correções necessárias editando a tabela de atributos e calculou-se os respectivos valores em área utilizando-se a calculadora de campo da tabela de atributos.

Figura 2 – Classes amostrais de uso e cobertura utilizadas neste trabalho.

Classe	Imagem de Satélite	Fotografia em campo	Cor referente a categoria
Água Continental			
Área Urbana			
Caatinga Arbustiva			
Cultivos Agrícola			
Florestas			
Solo Exposto			
Vegetação Herbácea			

Resultados e Discussões

Mediante a análise do comportamento espectral dos alvos tornou-se possível constatar o uso e cobertura da terra dentro do intervalo preestabelecido. Apresenta-se a seguir os resultados espacializados nas Figuras 3, 4, 5 e 6, com base nas categorias estabelecidas na Tabela 2, por ordem de predominância, relacionando-os aos contextos ambientais onde estão inseridos e explicitando as principais mudanças.

Com base nas categorias apresentadas na Tabela 2, depreende-se a abundante presença da caatinga arbustiva em todos os anos, fato que se explica pelo contexto climático, geológico, geomorfológico, dentro outros, no qual a área em estudo se encontra. Esta classe,

ocupou em 1986 uma área de 486,96 km², cerca de 59,67% da área do município, quase metade de toda a faixa territorial. Em 2017 (Figura 6), três décadas depois, um total de 51,52%, o que evidencia uma paulatina redução destes ambientes.

Figura 3 – Senhor do Bonfim (BA): Mapa de uso e cobertura, 1986.

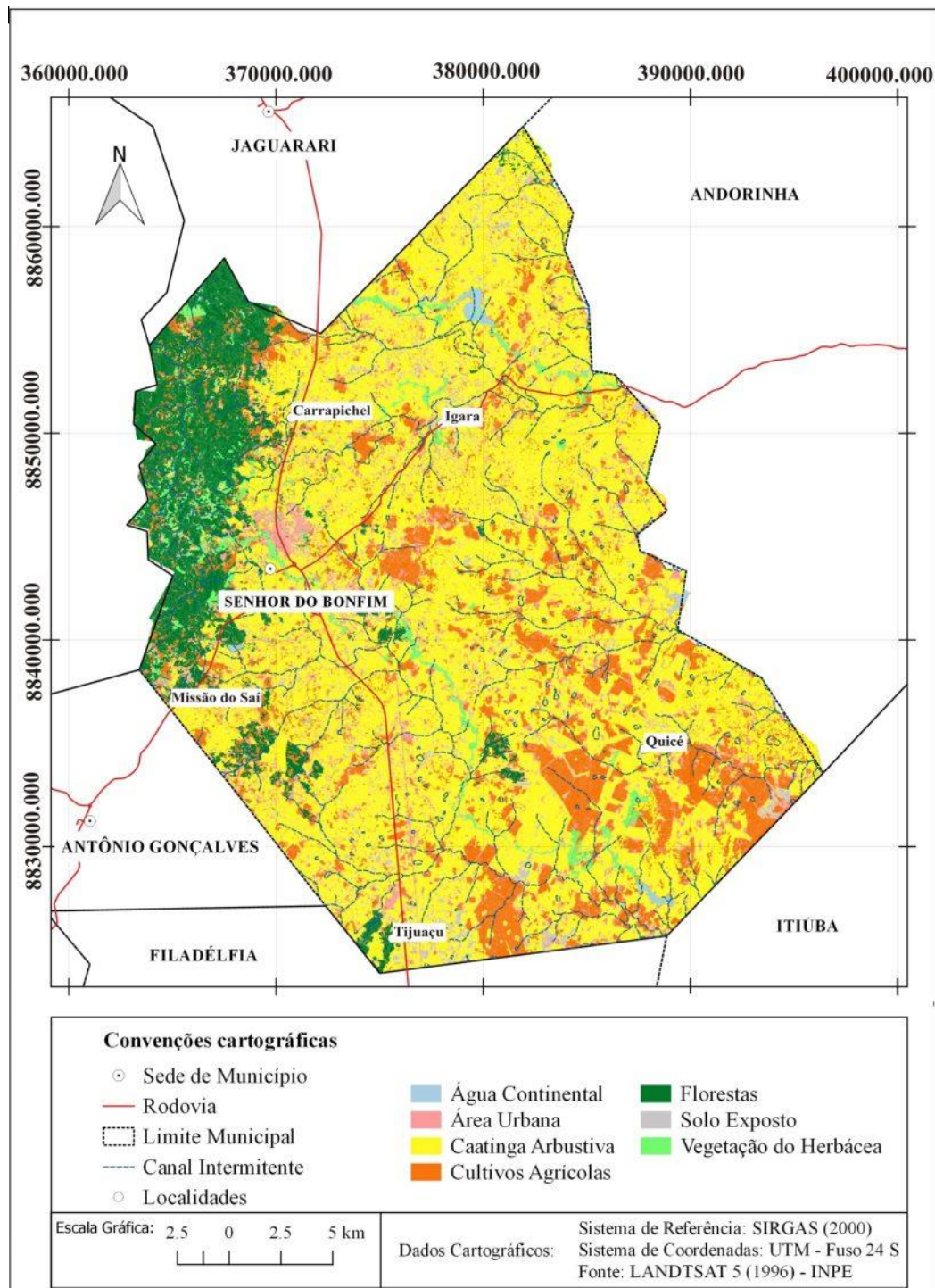


Figura 4 – Senhor do Bonfim (BA): Mapa de uso e cobertura, 1996.

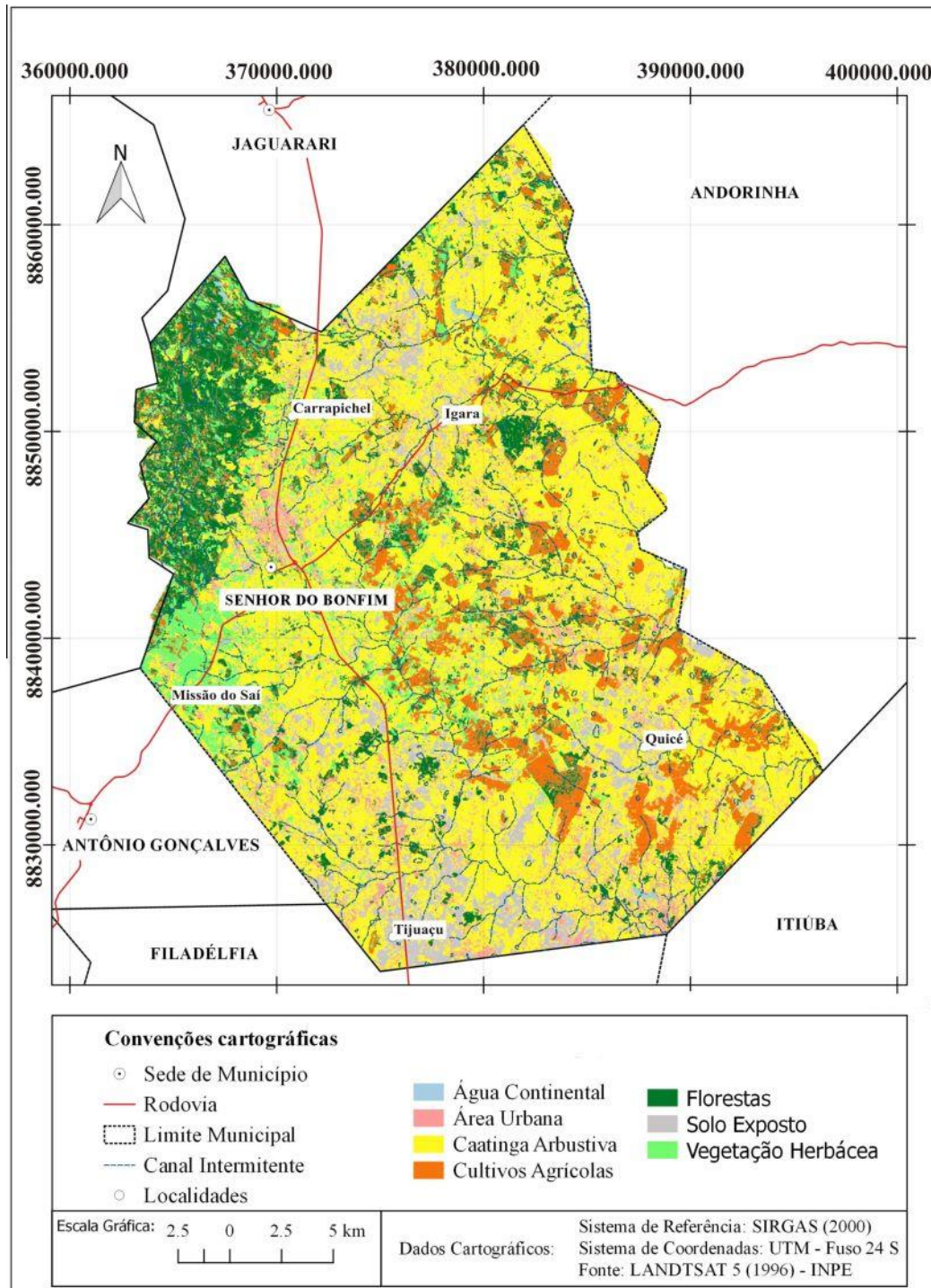


Figura 5 – Senhor do Bonfim (BA): Mapa de uso e cobertura, 2009.

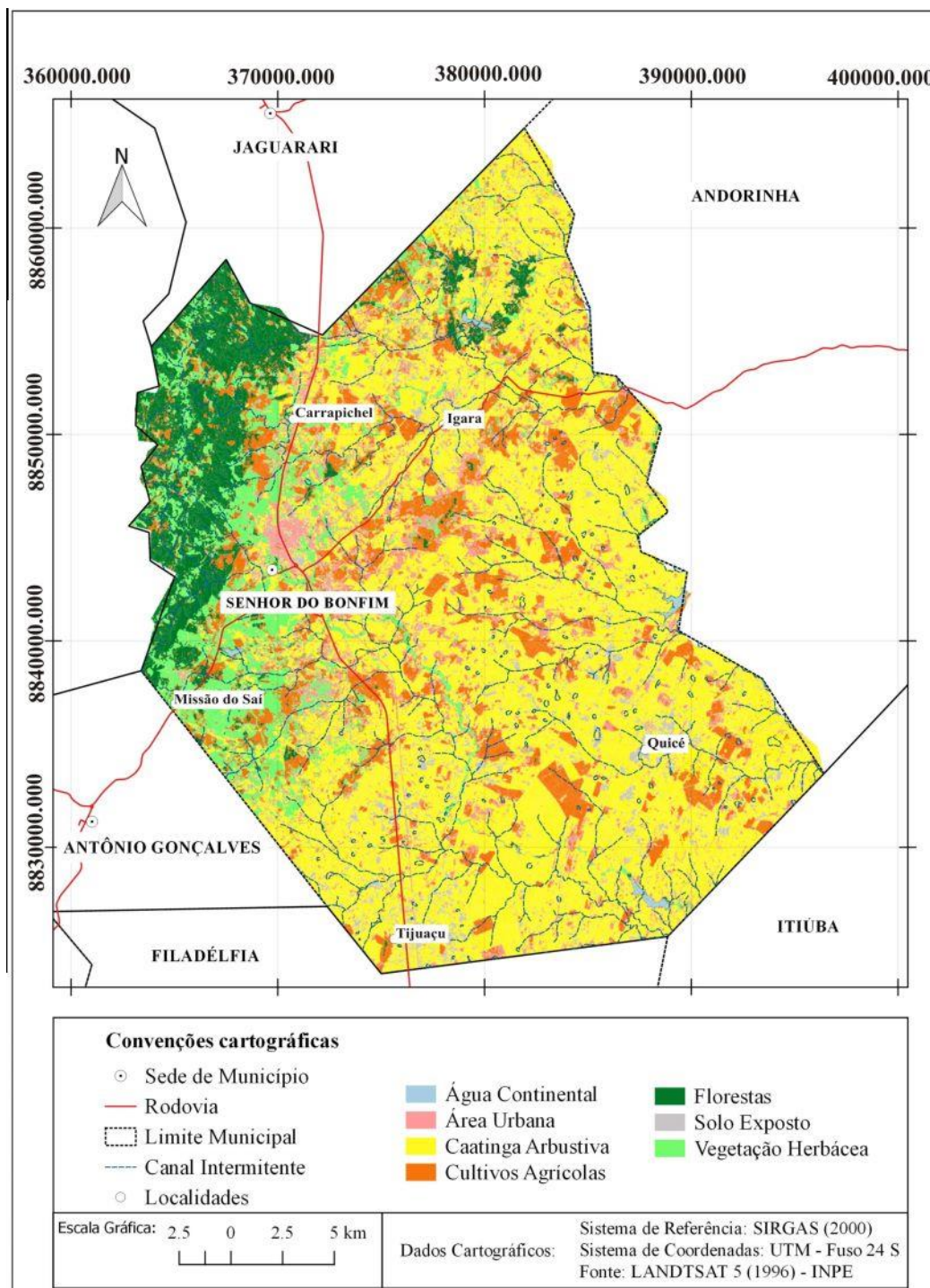
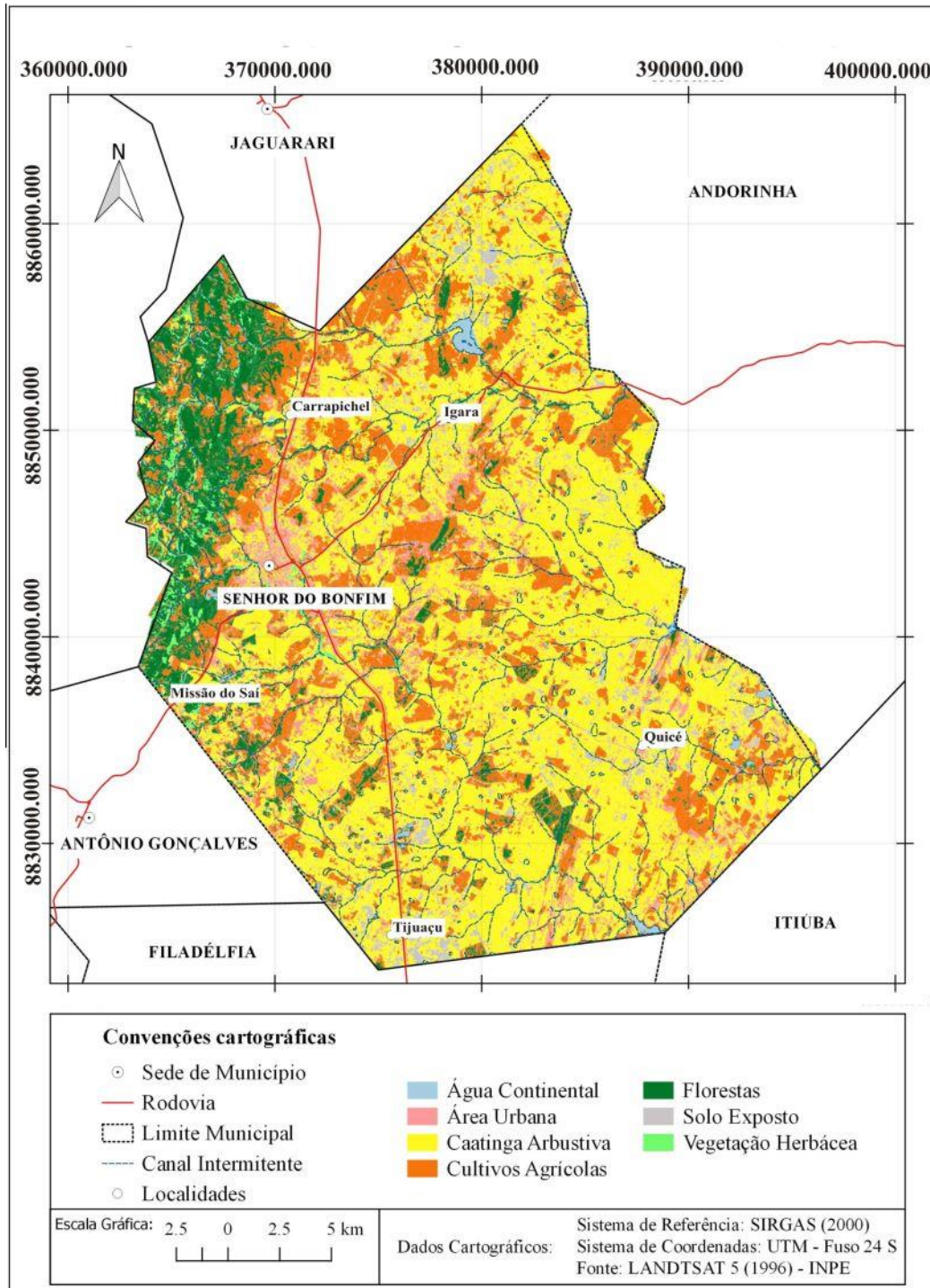


Figura 6 – Senhor do Bonfim (BA): Mapa de uso e cobertura, 2017.



Classes	1986		1996		2009		2017	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Água Continental	2,58	0,32	1,62	0,20	2,00	0,25	5,69	0,70
Área Urbana	76,90	9,42	76,21	9,34	94,92	11,63	87,19	10,68
Caatinga Arbustiva	486,96	59,67	406,40	49,80	434,94	53,29	420,50	51,52
Cultivos Agrícolas	134,19	16,44	57,04	6,99	112,46	13,78	190,35	23,32
Florestas	80,89	9,91	95,55	11,71	68,40	8,38	70,08	8,59
Solo Exposto	13,49	1,65	71,25	8,73	25,16	3,08	25,87	3,17
Vegetação herbácea	21,11	2,59	108,05	13,24	78,24	9,59	16,45	2,02
Total=	816,13	100,00	816,13	100,00	816,13	100,00	816,13	100,00

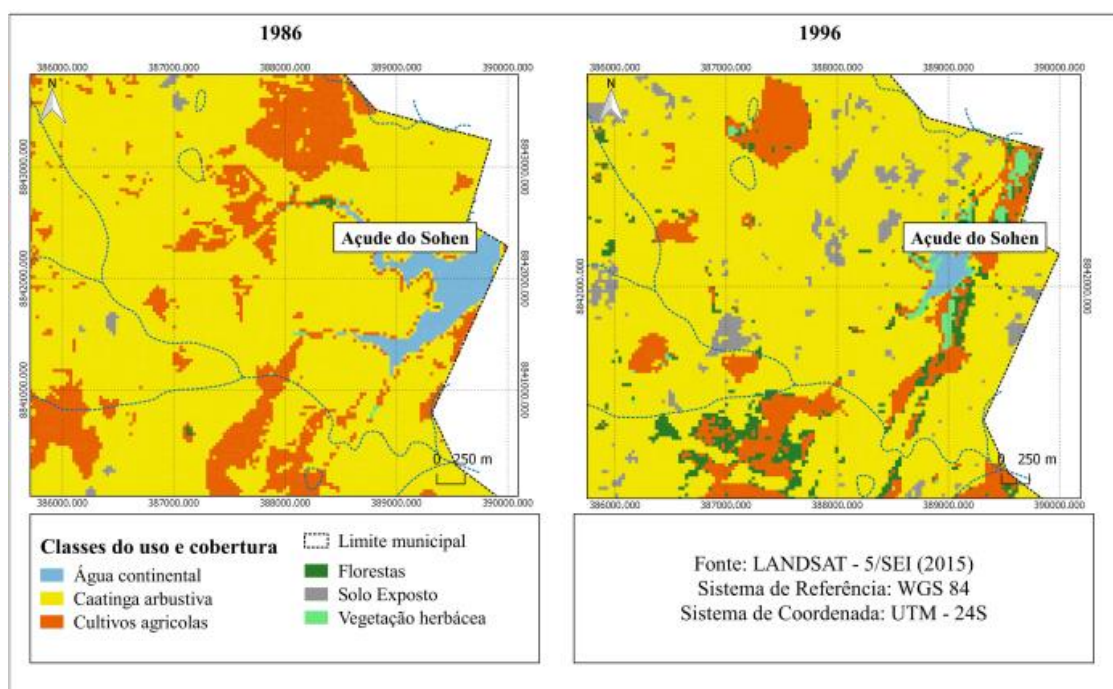
Ao predominar na área em estudo, tornando-se a matriz espacial do município, a classe da Caatinga arbustiva se configura enquanto um mosaico de plantas caducifólias xerófilas, com destaque para as famílias *Anacardiaceae*; *Vachellia*, *Senegalia*, *Mimosa*, *Chamaecrista* e outros da família *Fabaceae* (IBGE, 2012), em distintos estágios de supressão. Dentre os fatores relativos a redução dos ambientes de Caatinga Arbustiva, autores como Leal et al., (2005), Gioda (2019) e Lima et al., (2019) indicam que o corte ilegal de madeira para lenha e/ou carvão, a caça de animais e a continua supressão da vegetação para a criação de bovinos e caprinos tem propiciado diferentes níveis de fragmentação do ecossistema da Caatinga e posterior redução/supressão. Cabe ressaltar que a fragmentação da Caatinga desequilibra o funcionamento e estrutura do cenário biótico existente, propiciando elevada suscetibilidade a distúrbios externos e até extinção de espécies nativas, caso o processo de fragmentação não seja adequadamente retido (FONSECA, 2017).

Quanto a classe de cultivos agrícolas, verifica-se um aumento de cerca de 6,88% em área ocupada ao longo de todo o período estudado, ocupando em 2017 cerca de 190,35 km² da área em estudo. Fato que se relaciona a redução das áreas ocupadas pela vegetação de Caatinga e a expansão de áreas de plantio de palma forrageira (*Opuntia ficusindica*). e outros

cultivos, tais como: feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), e mandioca (*Manihot esculenta*) (IBGE, 2017). Nota-se, que entre 1986 e 1996 esta categoria demonstrou uma drástica queda em seu nível de cultivo, fato que pode estar interligado a redução da categoria água continental neste mesmo intervalo, tendo em vista que em ambiente semiárido, de modo geral os cultivos são efetuados por meio de sistemas de irrigação artificial, demandantes de abundantes quantidades de recursos hídricos provenientes de barragens, açudes e rios efêmeros. Entretanto, esta categoria voltou a crescer entre 2009 e 2017 cerca de 9,64%.

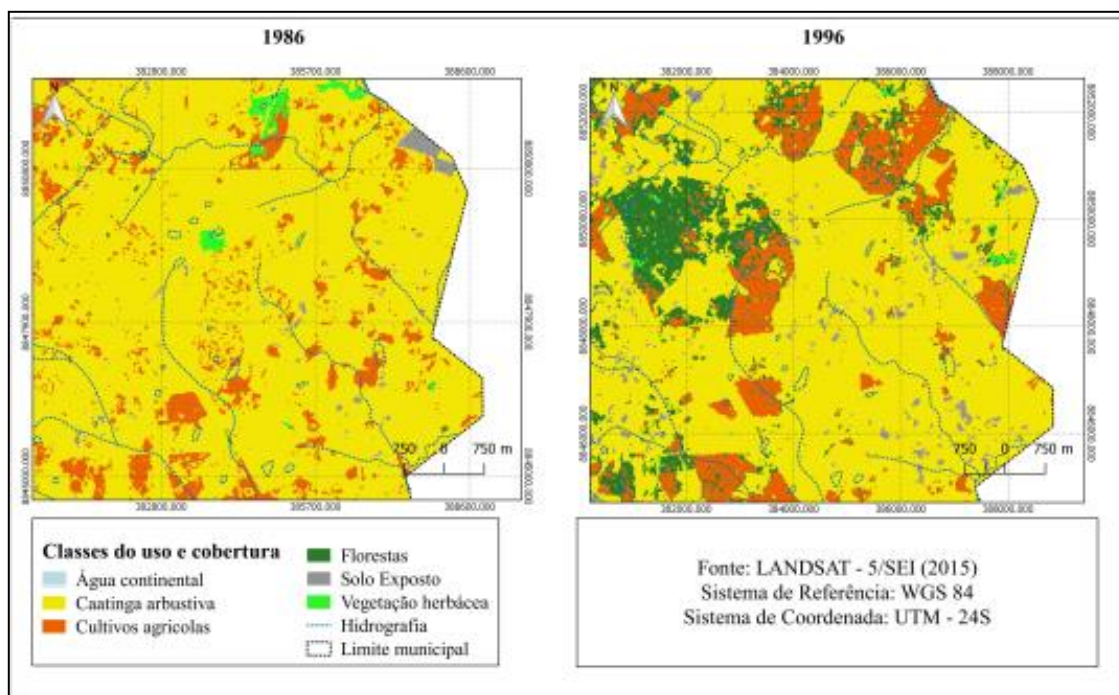
Em campo, pode-se perceber a expressiva presença dos cultivos de feijão, (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), mamona (*Ricinus communis*) e da palma (*Opuntia ficus-indica*). Esta classe apresenta tendência de expansão, uma vez que os cultivos presentes tanto se adaptam ao ambiente semiárido, quanto são ricos alimentos para os rebanhos bovinos e caprinos locais. Cabe ainda destacar, conforme exposto na Figura 7, a forte relação espacial entre as áreas de cultivo agrícola e a localização das principais barragens e açudes, como no caso do distrito de Igara, localizado ao norte do município, onde se associam áreas de mecanização da agricultura familiar para comercialização no distrito e sede municipal (IBGE, 2017).

Figura 7 – Destaque para áreas de cultivos próximos a açudes no trecho leste da área em estudo.



A classe de florestas, representadas na área em estudo principalmente pela presença das florestas estacionais decíduais e semidecíduais em diferentes estágios de antropização, apresentam em todo o período estudado uma redução de 10,81 km² em relação a sua extensão territorial inicial, conforme exposto na Tabela 2 e nas Figuras 3, 4, 5 e 6. Entre 1986 e 1996 percebe-se um aumento de cerca de 14 km² de área ocupada por esta classe, possivelmente associado a recuperação de trechos dispostos em Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais instituídas pela Lei 4.771/65 (Código Florestal vigente até 2012), conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Destaque para alterações na classe de Florestas e cultivos agrícolas entre o ano de 1986 e 1996.



No que se refere a classe de vegetação herbácea, esta demonstrou diminuição de 0,57% ao longo das três décadas mapeadas. Contudo, da mesma forma que a classe de florestas, entre os anos de 1986 e 1996 a vegetação herbácea apresentou um crescimento absoluto de cerca de 86,94 km² provavelmente relacionado a concomitante redução dos ambientes ocupados por cultivos agrícolas ou corpos d'água e a sua recorrente ocupação por vegetação herbácea. Visto que este processo de competição de matas ciliares herbáceas em margens de corpos d'água em período de estiagem é comum em regiões semiáridas tropicais (QUEIROZ, 2014).

Evidencia-se que tanto a classe de florestas quanto a de vegetação herbácea sofrem a redução gradativa de suas áreas ocupadas entre 1986 e 2017. Durante os trabalhos de campo, observou-se a forte correlação espacial entre estas classes e a alteração topográfica do trecho oeste do município, com maiores cotas de altitude e declividades associadas ao limite norte da cadeia do espinhaço, denominado de Serra da Jacobina (PINHEIRO, 2004). Reitera-se a necessidade da criação da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Jacobina (BAHIA, 2019) enquanto alternativa viável para a recuperação da vegetação nativa e preservação das nascentes situadas.

Quanto as áreas urbanas, denota-se um finito aumento gradual, representado na expansão de 10,29 km² entre 1987 e 2017. Ao se referir a classe de uso urbano da área em estudo, cabe ressaltar a complexa dinâmica populacional deste município. Conforme indicado na Tabela 1 a população total da área em estudo passou por uma grave queda entre os anos de 1991 e 2000, reduzindo em cerca de 15.581 habitantes (IBGE, 2018). Acerca desta involução populacional, autores como Salim (1992), Lopes (2010) e Rufino e Silva (2020) justificam esta ocorrência em razão de fortes fluxos migratórios associados a desigualdades socioeconômicas e desequilíbrios ambientais (EBANKS, 1993; DE SOUZA, 2018).

Na interface destes fenômenos demográficos da área em estudo, o mapeamento realizado indica entre os anos de 2009 e 2017 a redução da área urbana em cerca de 0,95%, ou seja 7,73 km² de área. Em razão da escala adotada neste trabalho (1:100.000) acredita-se que esta leve redução possivelmente esteja relacionada aos fortes processos migratórios ocorridos entre 1991 e 2000, que resultaram no abandono de inúmeros loteamentos, propriedades e edificações. Todavia, indica-se a necessidade de maiores estudos que versem sobre a evolução/involução urbana do município.

Quanto à categoria solo exposto, houve considerável aumento entre 1986 e 2017, totalizando cerca de 12,38 km². Este acréscimo pode estar associado à expansão do desmatamento da caatinga arbustiva que, como visto anteriormente, impele ao processo de degradação dos solos e ao consequente esgotamento dos ecossistemas (ACCIOLY, 2017). Tal indício confirma a preocupante tendência de desmatamento da Caatinga por meio do uso indiscriminado de queimadas e justifica a proposição de medidas que venham a recuperar estas áreas de solo exposto e/ou mitigar sua tendência a expansão, entendendo que tais áreas,

se não forem bem manejadas, poderão ser suscetíveis ao processo de desertificação (D'ODORICO, et al., 2013).

Ao final, indica-se a classe de água continental, representada principalmente na presença de açudes, barragens e corpos d'água superficiais perenes. Esta classe apresentou a menor ocorrência no município de Senhor do Bonfim, com crescimento de cerca de 3,11 km² entre 1986 e 2017, totalizando em 2017 o recobrimento de cerca de 0,70% da área em estudo. Dentre os dados analisados, cabe destaque a forte correlação espacial encontrada entre a classe de água continental e cultivos agrícolas, fato evidenciado na construção de sistemas de irrigação artificial, comuns ao desenvolvimento agrícola do semiárido brasileiro. Neste contexto, tendo em vista a segurança hídrica do município, reitera-se a necessidade de conservação e preservação das classes de florestas, vegetação herbácea e Caatinga, que contribuirão para a manutenção e equilíbrio hidrológico local/regional.

Considerações finais

- Os procedimentos utilizados neste trabalho, pautados em rotinas de SIG e interpretação de imagens orbitais, não dispensaram a prática de trabalhos de campo. Ainda que o geoprocessamento exponha índices confiáveis, a quantificação associada à escala em que o trabalho foi desenvolvido poderia camuflar fenômenos específicos e suas peculiaridades. Considera-se, todavia, que as técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas se saíram hábeis para a escala de estudo proposta (1:100.000) e que os trabalhos de campo, somados ao *software* empregado, mostraram-se eficazes, comportando a integração dos mapas temáticos e ampliando horizontes de compreensão do que é a utilização da terra, principalmente em ambientes semiáridos tropicais.
- Quanto à evolução do uso e cobertura da terra nos últimos 30 anos, ficou constatado a predominância da caatinga arbustiva, cuja existência se explica pelo contexto climático onde o município está inserido, apresentando paulatina redução de 66,46 km². Verificou-se ainda aumento considerável do solo exposto, totalizando 12,38 km², bem como da vegetação herbácea, que aumentou cerca de 4,66 km² ocupando principalmente áreas anteriormente ocupadas por água continental. As áreas urbanas apresentaram um estado moderado de expansão.

- Face ao exposto, a investigação da evolução do uso e cobertura da terra do município de Senhor do Bonfim admitiu constatar mudanças, tanto abruptas, no caso dos cultivos agrícolas quanto sutis, referentes às áreas urbanas, e, além disso, permitiu perceber que as alterações espaciais ocorridas ao longo das três décadas tiveram transformações em escalas locais e/ou regionais. Ademais, o estudo possibilita inferir que o contexto geral do município se encontra intrinsecamente conectado, e que remodelação do uso da terra de um lugar influencia veementemente a modificação de outro.
- O exame da trajetória do município também fomenta e concede ao estudo específico de mapeamento insumos que servem de material para pesquisas posteriores, partindo do princípio da inexistência de documentos voltados a observação da evolução do uso e cobertura da terra em Senhor do Bonfim. Percebe-se a premência de pesquisas nesta área, visando à valorização e conservação tanto do ambiente natural quanto do patrimônio histórico-cultural, alicerçadas em instrumentos que colaborem com a minimização das repercussões negativas da atuação antrópica.
- Torna-se evidente a exigência de estudos mais detalhados, com imagens orbitais de maior resolução, para se obter uma delimitação de uso mais precisa, que vise atender à conservação dos recursos naturais e às necessidades antrópicas. Este trabalho se torna importante na medida em que pode ser aproveitado como um norteador das políticas públicas de ordenamento e planejamento dos ambientes semiáridos tropicais, de forma que as futuras ocupações e o desenvolvimento social e econômico possam ser compatíveis com as fragilidades e potencialidades do ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio científico e financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ACCIOLY, L.J de O., et al. (2017) Mapeamento do uso e cobertura das terras do Semiárido pernambucano (escala 1: 100.000). *Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* INFOTECA-E.

BAHIA – Secretaria do Meio Ambiente. *Criação de APA propõe preservação das nascentes da Serra da Jacobina*, Salvador – 2019. Disponível em

:<<<http://www.meioambiente.ba.gov.br/2019/08/11806/Criacao-de-APA-propoe-preservacao-das-nascentes-da-Serra-da-Jacobina.html>>>. Acesso em 20 de jun. 2020.

BRANQUINHO, F.; FELZENSZWALB, I.(org.) *Meio Ambiente: experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores*. Rio de Janeiro: MauadX- FAPERJ, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF.2012.

CARVALHO, L. C. F. F. (2019) *Dinâmica das alterações de cobertura e uso do solo em Itatim-BA: um estudo aplicado de geoprocessamento com dados de fontes abertas*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial - UEFS. Feira de Santana -BA.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. *Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil*. Brasília – DF, 2016.

COMPANHIA BAIANA DE PESQUISA MINERAL - CBPM. *Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia: geologia e potencialidade econômica*. Salvador, 2003.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. – *Folha Serra da Jacobina - BA*. Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil. São Paulo, DNPM /CPRM /Min. Minas e Energia, 1998.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M.; & MEIRELLES, S. T. (2007) Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. v. 21, n. 2, p. 335-347, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000200008>

D’ODORICO, P.; BHATTACHAN, A.; DAVIS, K .F.; RAVI, S.; & RUNYA, C.W. (2013) Global desertification: drivers and feedbacks. *Advances in Water Resources*, v.51, p.326-344, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.01.013>

DE SOUZA, A. R.; & DA SILVEIRA, M. C. P. (2018) O fluxo migratório de venezuelanos para o Brasil (2014-2018). *Cadernos Prolam/USP*, v. 17, n. 32, p. 114-132, 2018. <https://doi.org/10.11606/issn.1676-6288.prolam.2018.144270>

FARIAS, C. A. F.; RIOS, M. L.; ROCHA, A. A. (2013) Uso da terra e degradação ambiental nas subbacia do Riacho do Quirino-Caculé, BA. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 215-233.

FONSECA, M. A. *Fragmentação, conservação e restauração da caatinga..* 103f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

GIODA, A. (2019). Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. *Estudos Avançados*, 33(95), 133-150. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0009>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Climas do Brasil*. Rio de Janeiro – RJ, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2012. 2ª Edição. Rio de Janeiro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Manual técnico de Uso da Terra*. 2013. 3ª Ed. Rio de Janeiro.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, *Produção Agrícola Municipal*, Bahia. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Cidades*. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/> />. 2019. Acesso em: 12 jan. 2020.

JATOBÁ, L. *A Geomorfologia do Semiárido*. Universidade Federal de Pernambuco, 1994.

JOHN, R.; CHEN, J.; LU, N.; & WILSKE, B. (2009) Land cover/land use change in semi-arid Inner Mongolia: 1992–2004. *Environmental Research Letters*, v. 4, n. 4, p. 045010. <https://doi:10.1088/1748-9326/4/4/045010>

LEAL, I. R.; SILVA, J. M.; TABARELLI, M.; & LACHER JR., T. (2005) Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 139-146.

LIMA, V. R. P.; SILVA-SEABRA, V.; XAVIER, R. A.; & DORNELLAS, P. C. (2019) Análise do Padrão Espacial do Uso e Cobertura do Solo e da Fragmentação e Conectividade da Vegetação no Semiárido do Nordeste Brasileiro: Bacias Dos Rios Taperoá e Alto Paraíba-Pb. *Revista de Estudios Andaluces*, 37, 25-49. <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i37>

- LOPES, D. M. F. Cidades pequenas do semiárido: dinâmicas sociodemográficas e marginalização. *Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso*. Salvador: SEI, 2010.
- MACHADO, P. B. (1993) *Cartilha Histórica sobre as origens de Senhor do Bonfim*. Salvador: Universidade do Estado da Bahia.
- MEIRELLES, M. S. P.; JONATHAN, M.; FERRAZ, R. D.; & ARVOR, D. (2007) Subsídios da Geomática para a Avaliação da Influência da Dinâmica do Uso do Solo nos Serviços Ecosistêmicos. IN: BRANQUINHO, F.; FELZENSZVAL, I. *Meio Ambiente: Experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores*. Ed. Mauad Ltda, Rio de Janeiro, p. 113-130, 2007.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNIO, J. D. (2011) Uso e cobertura do solo em áreas semiáridas do Nordeste do Brasil. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 28, n. 1, p. 120-133.
- PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F. (2018) Mapeamento multicategórico do uso/cobertura da terra em escalas detalhadas usando Semi-automatic Classification Plugin. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 3, n. 4, p. 379-385. <https://doi.org/10.24221/jeap.3.4.2018.2016.379-385>
- PINHEIRO, C.F. *Avaliação geoambiental do município de Jacobina-BA através das técnicas de geoprocessamento: um suporte ao ordenamento territorial*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2004.
- QUEIROZ, C. A. C. *Caracterização da vegetação ciliar em rios temporários de uma região do Semiárido da Bahia*, Brasil. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2014.
- ROSS, J. L.S. *Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental*. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2006.
- RUFINO, I. A. A.; & SILVA, S. T. (2017) Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: uma abordagem metodológica. *Bol. Ciênc. Geod.*, Curitiba , v. 23, n. 1, p. 166-181, mar. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702017000100011>.
- SALIM, C. (1992) Migração: o fato e a controvérsia. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS*, 8., *Anais...* Brasília: Abep, v. 3, p. 119-143, 1992.
- SANCHES, I. D.; ANDRADE, R. G.; QUARTAROLI, C. F.; & RODRIGUES, C. A. G. (2011) Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat5–

TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR). Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE.

SEIXAS, S. R. M.; LOUREIRO, H. S. C.; AZEVEDO, R. R. (1980) *Projeto Mundo Novo*. Relatório de Progresso. CPRM, Salvador, v. 3.

SHIRMOHAMMADI, B. MALEKIAN, A.; SALAJEGHEH, A.; TAHERI, B.; AZARNIVAND, H.; MALEK, Z.; & VERBURG, P. (2020) Impacts of future climate and land use change on water yield in a semi-arid basin in Iran. *Land Degradation & Development*. <https://doi.org/10.1002/ldr.3554>

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Perfil dos Territórios de Identidade*. (Série territórios de identidade da Bahia, v. 3). Salvador: SEI, 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. *Perfil dos Territórios de Identidade*. (Série territórios de identidade da Bahia, v. 1). Salvador: SEI, 2015

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. (1997) Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, v. 277, n. 5325, p. 494-499.

WANG, L.; WANG, Z.; KOIKE, T.; YIN, H.; YANG, D.; & HE, S. (2010) The assessment of surface water resources for the semi-arid Yongding River Basin from 1956 to 2000 and the impact of land use change. *Hydrological Processes: An International Journal*, v. 24, n. 9, p. 1123-1132. <https://DOI.10.1002/hyp.7566>

XAUD, M. R.; & EPIPHANIO, J. C. N. (2014) Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças. *Acta amazônica*, v. 44, n. 1, p. 107-120. <https://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672014000100011>.