



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BELÉM DE SÃO FRANCISCO – PE NOS ANOS DE 1985 E 2010

Janaina Maria Oliveira de Assis¹; Ludmilla de Oliveira Calado¹, Werônica Meira de Souza²; Maria do Carmo Sobral³

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil/UFPE, Recife, Pernambuco - Brasil. Email: jmoassis@gmail.com Autor correspondente ludmillacalado@gmail.com

² Professora da Unidade Acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE, Garanhuns, Pernambuco - Brasil. Email: veronicameira@gmail.com

³ Professora do Programa de Pós-graduação do Departamento de Engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco – Brasil. Email: msobral@ufpe.br

Artigo recebido em 20/10/2014 e aceite em 09/12/2014.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo mapear o uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco, localizado na mesorregião do São Francisco, Pernambuco, na porção semiárida do nordeste brasileiro. Foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e técnicas de sensoriamento remoto. Foi realizada uma classificação não-supervisionada do uso e ocupação do solo, onde foi feita a identificação de quatro temas: corpos d'água, vegetação densa, vegetação rasteira e solo exposto/área urbana, nos diferentes anos de 1985 e 2010. As imagens utilizadas foram do sensor Landsat 5 TM, coletadas no acervo de imagens do INPE. Os mapas foram elaborados no software ArcGIS 10.1, utilizando o sistema de coordenadas Sirgas2000, no fuso 24S. Os resultados mostraram diferentes fases de uso e ocupação do solo, apresentando diferentes causas de sua variação espaço-temporal, incluindo mudanças nos recursos hídricos, na vegetação e consequentemente na ocupação urbana do município.

Palavras-chave: Uso e cobertura do solo, sensoriamento remoto, sistema de informação geográfica.

MAPPING THE USE AND OCCUPANCY IN TOWN OF BELÉM FROM SAN FRANCISCO - PE IN YEARS FROM 1985 AND 2010

ABSTRACT

This article aims to map the use and occupation of land in the city of Bethlehem in San Francisco, located in the middle region of the San Francisco PE in semiarid northeastern part of Brazil. Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing tools were used. Water bodies, dense vegetation, low vegetation and bare soil / urban area in different years 1985 and 2010: methodology as a non-supervised classification of the use and occupation of land, where the identification of four themes was done. The images used were from Landsat 5 TM, collected in the collection of images from INPE. The maps were drawn with ArcGIS 10.1 software, using SIRGAS2000 coordinate system, the spindle 24S. The results showed different phases of use and occupation of land, with different causes of their spatio-temporal variation, including changes in water resources, vegetation and consequently the urban occupation of the city. **Keywords:** Use and land cover, remote sensing, geographic information system.

Introdução

A forma atual de uso e ocupação do solo tem provocado diversos tipos de impactos em níveis variados ao meio ambiente. A impermeabilização do solo, decorrente da crescente urbanização e expansão das áreas urbanas, a poluição que se torna cada vez mais evidente, a erosão do solo devido ao manejo inadequado, a poluição dos corpos hídricos por despejo de dejetos e efluentes, o desmatamento em função da exploração cada vez maior dos recursos, como a madeira, a perda da biodiversidade, entre muitos outros são exemplos destes impactos que degradam o meio ambiente e diminuem a sua capacidade de regeneração e convivência salutar com a espécie humana.

De acordo com Santos e Santos (2010), o mapeamento do uso e cobertura do solo tem sido considerado por muitos autores uma importante ferramenta para um melhor conhecimento dessas rápidas transformações da paisagem, porque permite a obtenção de informações para construção de cenários ambientais e indicadores, que servirão de subsídios práticos à avaliação da capacidade de suporte ambiental, proporcionando assim o direcionamento de práticas conservacionistas aliadas a um conjunto de diferentes estratégias de manejo a serem empregadas, com vista ao desenvolvimento sustentável de determinada região.

A expressão uso do solo pode ser compreendida como a maneira pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente. Os processos de erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água são consequências do mau uso deste solo (FERREIRA et al, 2005).

Dessa maneira, o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal, mediante a utilização de técnicas de geoprocessamento, representa importante instrumento para o planejamento e administração da ocupação do meio físico, possibilitando a avaliação e o monitoramento do mesmo, a fim de garantir a conservação de seus recursos naturais (BORGES et al, 2008). Nessa mesma conjuntura, a evolução dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) possibilitou sua crescente utilização como ferramenta de auxílio à análise espacial, tornando possível avaliar cenários geográficos com rapidez e conseqüentemente tornar mais ágil as tomadas de decisão tanto em nível governamental assim como no gerenciamento de recursos hídricos, dentre outras utilizações.

De acordo com Vanzela et al., 2010, com a utilização das técnicas de geoprocessamento, que permitem a interpretação e o tratamento de imagens de satélite, é possível obter informações atualizadas inerentes a determinada área de forma precisa, possibilitando a elaboração de mapas temáticos atualizados das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de uso e ocupação do solo.

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto podem auxiliar no planejamento e no controle ambiental. Decisões estratégicas exigem uma grande quantidade de informações que podem ser facilmente analisadas com o uso destas ferramentas, tais como: o uso do solo e a influência do relevo, do clima e da hidrografia nas características físicas e ocupacionais de uma dada região. A utilização destas vem se tornando uma alternativa viável e confiável nas metodologias de aquisição de dados e classificação do solo, reduzindo consideravelmente as deficiências relativas ao cumprimento das leis (Nascimento et al., 2005; Ribeiro et al., 2005). Por ser uma geotecnologia de baixo custo e relativamente de fácil acesso, essas técnicas vêm sendo empregadas na tomada de decisões sobre o planejamento ambiental.

De fato, tem havido um desenvolvimento marcante das geotecnologias que disponibilizam uma série de ferramentas que auxiliam sobremaneira a investigação da adequação do uso do solo (Aulicino et al., 2000; Costa et al., 1996). Essas ferramentas de mapeamento e classificação do uso do solo, como no presente estudo, tornam-se cada vez mais úteis em análises das mais diversas finalidades.

Os estudos de mapeamento do uso e ocupação do solo exercem também influência bastante marcante sobre os recursos hídricos, uma vez que, dentre outros problemas, apontam o aporte de sedimentos no leito dos mananciais, o que altera a qualidade e sobretudo a disponibilidade da água no solo. A região abordada neste estudo possui grande potencial hídrico, primeiramente porque abrange uma quantidade considerável de ilhas fluviais formadas pelas águas do rio São Francisco e posteriormente porque fica localizado próximo ao lago de Itaparica, formado em decorrência da construção de uma hidrelétrica. Parte do potencial hídrico do município de Belém de São Francisco é responsável pela alimentação da produção agrícola ribeirinha e por projetos de irrigação no município.

Diante deste contexto, o presente artigo tem por objetivo realizar o mapeamento do uso e cobertura do solo no município de Belém de São Francisco – PE durante os anos de 1985 e 2010, através da utilização

de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, utilizando o software ArcGIS 10.1.

Materiais e Métodos

Caracterização da área de estudo

O município de Belém de São Francisco está localizado a 455,8 km a Sudoeste da cidade de Recife (capital de Pernambuco), na mesorregião do São Francisco e na microrregião de Itaparica. Limita-se a Norte com o município de Salgueiro, a Sul com a

margem esquerda do Rio São Francisco, a Leste com o município de Itacuruba e Carnaubeira da Penha e a Oeste com o município de Cabrobó. Possui uma área total de total de 1.830,32 km², o que corresponde a 7,48% da área total da mesorregião do São Francisco. O município de Belém de São Francisco encontra-se totalmente inserido na porção do semiárido nordestino entre as coordenadas 8°45'57" de latitude Sul e 38°57'45" de longitude Oeste (Figura 1).

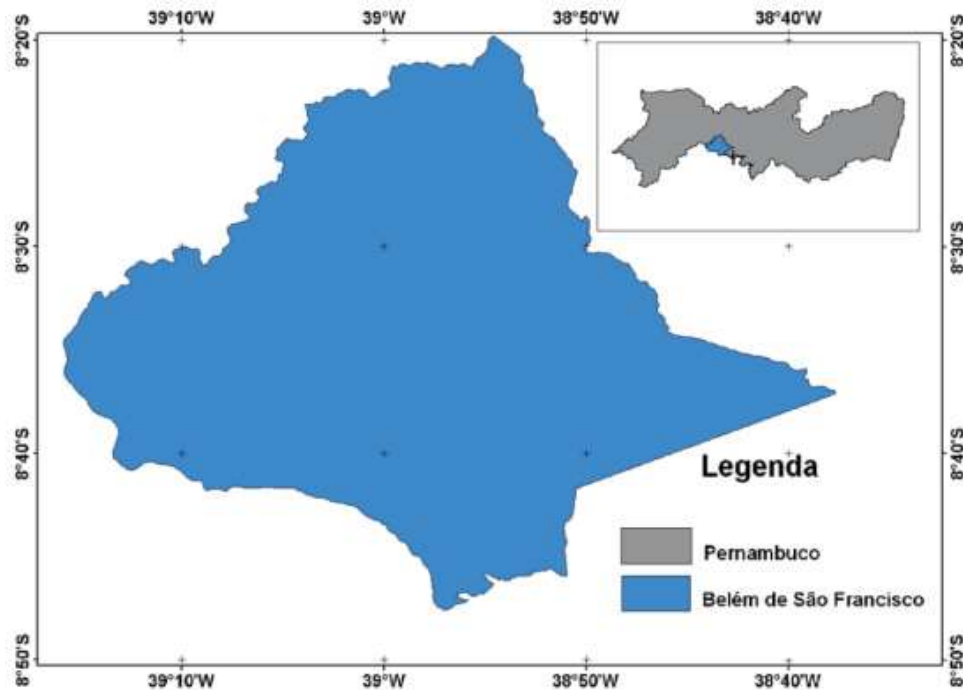


Figura 1. Mapa de localização do município de Belém de São Francisco – PE.

Está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (CPRM, 2005).

O solo é um dos mais importantes elementos naturais da paisagem do semiárido. O município de Belém de São Francisco, assim como todo o sertão de Pernambuco apresentam, de maneira geral, solos rasos, com baixa fertilidade natural, baixo teor de matéria orgânica, drenagem limitada, baixa capacidade de infiltração e de retenção de umidade e apresentam grande potencial para a erosão hídrica. A classe de solos predominante no sertão pernambucano são os

tipos Planossolos, com extensas manchas de Luvisolos e Neossolos. De acordo com Coelho et al. (2002), os Planossolos são solos com horizontes superficiais arenosos e maior teor de argila em profundidade, apresentam uma susceptibilidade mediana à erosão nas condições climáticas do semiárido nordestino, enquanto que os Luvisolos, em geral com maiores conteúdos de argila, apresentam alta susceptibilidade e, os Neossolos, são os que apresentam maior potencial de erosão devido à presença de conteúdos significativos de areia, associado, em alguns casos, a relevos dissecados.

A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia e o clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão (CPRM, 2005).

Do ponto de vista climático, a área de estudo é caracterizada pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas e apresenta como principal período chuvoso os meses de janeiro a abril.

As chuvas que ocorrem no Sertão de Pernambuco tem sua origem nas frentes frias, nos vórtices ciclônicos de ar superior (VCAS) e na zona de convergência intertropical (ZCIT). O início das chuvas no Sertão de Pernambuco ocorre em dezembro (extremo oeste) e está associado às instabilidades das frentes frias e aos VCAS. A partir de fevereiro ou março, dependendo do ano, a ZCIT começa a atuar em todo o Sertão, que já se encontra em seu principal período chuvoso. A média pluviométrica anual do município é de 432 mm (ASSIS et al, 2012).

O Semiárido é um sistema complexo e que apresenta tendências observáveis na sua variabilidade climática ao longo do tempo, em várias escalas no tempo e no espaço. A variabilidade climática se dá de forma sazonal, entre os meses com precipitação e os meses sem precipitação significativa durante o ano. Ainda apresenta variabilidade com os grandes ciclos, com os períodos de anos de grandes secas. A

variabilidade se dá em escalas de tempo ainda maiores ao longo de décadas e séculos (BARRETTO, 2010).

2.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste trabalho foram divididos nas seguintes etapas:

- i) Aquisição dos materiais cartográficos, softwares e informações;
- ii) consulta ao acervo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- iii) download das imagens;
- iv) composição das bandas;
- v) classificação do uso do solo;
- vi) elaboração dos mapas;
- vii) cálculo de áreas;
- viii) interpretação dos dados.

O procedimento para classificação da imagem, ilustrado na Figura 2, seguiu as seguintes etapas:

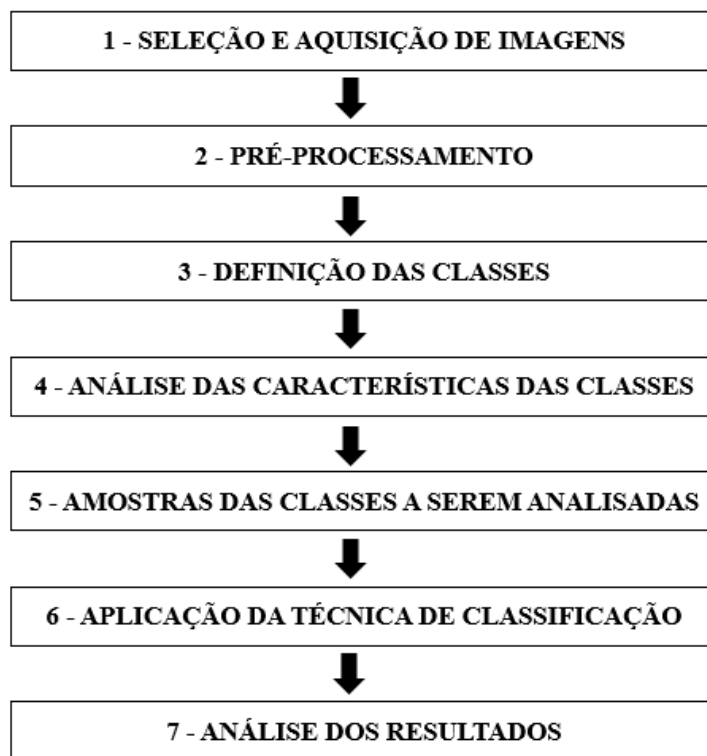


Figura 2. Procedimentos realizados para a classificação não supervisionada do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco.

Foi realizada uma busca de imagens Landsat 5 TM para a área de análise, considerando o menor índice de cobertura de nuvens como um critério decisivo na escolha. As imagens foram também escolhidas com base na mesma estação do ano e no mesmo mês, pois a

vegetação poderia apresentar diferenças bruscas na classificação. As imagens foram cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Em seguida foi feito download das imagens, onde foram selecionadas as cenas

LANDSAT_5_TM_19851001_216_066_L2 e LANDSAT_5_TM_20101006_216_066_L2, de dois anos distintos (01/10/1985 e 06/10/2010).

Foram escolhidas as bandas 3, 4 e 5 para composição de cada imagem por período e, na sequência, a elaboração do registro, onde foram utilizadas como base, cenas previamente georreferenciadas. As cenas foram georreferenciadas no Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, Zona 24 Sul, com Sistema de Referência (SIRGAS 2000) – South American.

Com as imagens fusionadas e georreferenciadas, foi realizado o procedimento de classificação não supervisionada, onde foi feita a identificação de 4 temas: corpos d'água, vegetação densa, vegetação rasteira e solo exposto/área urbana. Estas classes foram escolhidas uma vez que são as de maior destaque na região. Após o procedimento de classificação não-supervisionada, foram elaborados mapas para a visualização dos resultados e também foi realizado o cálculo das áreas de cada tema analisado. O cálculo das áreas foi feito com base nos polígonos resultantes da classificação.

O software computacional utilizado para visualização, análise e digitalização das classes de uso do solo foi o ArcGIS, versão 10.1. A análise da

imagem foi realizada através de interpretação visual. Este procedimento interpreta a imagem diretamente na tela do computador, utilizando elementos básicos de interpretação, como cor, textura, forma, tonalidade, tamanho, sombra, padrão, adjacências e localização geográfica (LOCH, 1993; TEMBA, 2000; GOMES, 2001; FLORENZANO, 2002; MOREIRA, 2003).

Complementarmente foi realizada um diagnóstico mais profundo dos recursos hídricos através da comparação e análise de frequência da distribuição dos totais mensais da precipitação. Foram utilizados dados mensais de precipitação pluviométrica dos anos de 1985 e 2010, do posto pluviométrico localizado no município de Belém de São Francisco. Estes dados de precipitação foram coletados junto à Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC. Por meio desses dados, foram elaborados gráficos com a variabilidade anual das precipitações assim como uma análise do desvio-padrão relativo dos anos de 1985 e 2010.

Segundo Meis *et al.* (1981), podem-se analisar as precipitações no decorrer do tempo de diferentes maneiras, possibilitando o reconhecimento do seu comportamento geral, dos seus padrões habituais e extremos.

mudanças nos recursos hídricos à vegetação e conseqüentemente na área urbana do município. A Tabela 1 apresenta a quantificação e percentagem das classes de uso e cobertura do solo na área estudada, segundo a classificação adotada.

Resultados e Discussão

Ao longo de 25 anos, o município de Belém de São Francisco atravessou diferentes fases de uso e ocupação do solo, apresentando diferentes causas de sua variação espaço-temporal, incluindo desde

Tabela 1. Classificação de uso e ocupação do solo nos anos de 1985 e 2010.

Ano	Classes de uso e ocupação do solo							
	Vegetação rasteira		Solo exposto /área urbana		Vegetação densa		Corpos d'água	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
1985	860,9	47,0	376,7	20,6	548,5	30,0	44,3	2,4
2010	868,1	47,4	440,3	24,1	451,6	24,7	70,3	3,8
Área total (km²)	1830,3							

Vegetação rasteira

A área total do município de Belém de Belém de São Francisco é de aproximadamente 1830 km² e a forma de uso predominante no município é a vegetação rasteira, tanto no ano de 1985 quanto no ano de 2010.

Essa vegetação rasteira pode ser entendida também como fragmentos florestais no município, que teve um acréscimo na análise do intervalo desses 25 anos estudados, passando de um percentual de 47% para 47,4% da área total do município.

De acordo com Calegari et al (2010), os fragmentos florestais são área de vegetação natural interrompidas por barreiras antrópicas, capazes de reduzir significadamente o fluxo de animais, pólen ou sementes, sendo o tamanho e a forma dos fragmentos os fatores principais a serem considerados, uma vez que, a expansão do uso da terra, que acompanha o crescimento da população humana, resulta na fragmentação dos habitats naturais, com a formação de fragmentos florestais de diferentes tamanhos e formas. Ainda de acordo com o mesmo autor, este aumento na fragmentação das florestas com o passar dos anos é um efeito das atividades madeireiras, pecuárias, industriais, da construção de rodovias e linhas de transmissão de energia, oleodutos e gasodutos.

Vegetação densa

Na análise da vegetação densa, que aqui neste estudo foi classificada como a vegetação mais preservada, sem sinais claros de desmatamento, apresenta uma diminuição de 30% para 24,7% da área total do município, nos anos de 1985 e 2010, respectivamente. Esta diminuição, embora amena e pouco significativa, pode ser justificada, em parte pela expansão da agropecuária, que passa a desmatar uma parte da vegetação nativa para o cultivo de determinadas culturas ou para a expansão das áreas de pastagem.

O processo de ocupação da caatinga, no município de Belém de São Francisco, remonta a introdução da agricultura de sequeiro e pecuária extensiva no semiárido nordestino. Desse modo, o desmatamento dessa vegetação mais densa está associado à expansão das atividades produtivas na região. Estudos de Brasileiro, 2009, mostram resultados similares na análise do processo de degradação da caatinga que vem ocorrendo no semiárido nordestino, a partir das práticas de desenvolvimento rural sustentável. Ainda segundo Brasileiro, 2009, “a retirada da cobertura vegetal do bioma caatinga coloca em risco toda a biodiversidade existente na região, pois, além de interferir nas condições físicas, afeta o desenvolvimento e a manutenção de atividades ligadas ao social, econômico, cultural.”

Solo exposto/área urbana

Em relação ao solo exposto / área urbana, observa-se um aumento de 3,5% entre os anos de 1985 e 2010. Essa classe foi definida com esses parâmetros tomando-se por base o tipo de classificação que foi feita, a classificação não-supervisionada, que não difere completamente estes dois tipos de uso do solo, desse modo, estas duas classes (área urbana e solo exposto) formam uma única classe uniforme.

Conforme se observa, esse é o terceiro uso predominante no município de Belém de São Francisco, onde o solo exposto corresponde a áreas onde a cobertura vegetal foi retirada em sua totalidade e onde há incidência de processos erosivos. Esses processos podem ocorrer por fenômenos naturais, mas as intervenções antrópicas são as maiores responsáveis por esse tipo de fenômenos. A salinização do solo é uma consequência disto, visto que, sendo o solo da caatinga raso e pedregoso e o clima muito quente, colaboram para o processo de salinização. Mas as ações humanas têm influenciado negativamente com as práticas de manejo inadequado da água, desmatamento da vegetação original que deixa o solo exposto a altas temperaturas da região forçando a ocorrência da salinização.

De acordo com Silva et al (2005), em Pernambuco, o problema da salinização atinge as áreas irrigadas às margens do rio São Francisco e o processo é comum na mesorregião do São Francisco Pernambucano, incluindo o município de Belém de São Francisco, onde foi delimitada a área de estudo da presente pesquisa. Neste município, o processo de salinização se encontra bastante avançado, levando os agricultores a abandonarem as áreas, quando as crostas de sal se formam na superfície dos solos, ou quando as culturas não conseguem mais se estabelecer. Essas áreas já atingem centenas de hectares no município.

O processo de desertificação é um outro problema que tem aumentado ao longo dos anos no município de Belém de São Francisco, em decorrência principalmente da pressão exercida pelas atividades humanas sobre os ecossistemas da região, que possuem baixa capacidade de regeneração. Esse processo de desertificação acarreta, ao município, impactos sociais e econômicos devido à perda progressiva das condições de agricultura, prática econômica predominante na área de estudo, principalmente a agricultura de sequeiro, que por não possuir técnicas modernas de irrigação, fica inteiramente dependente das condições ambientais.

Lopes e Moura (2013), encontraram resultados semelhantes em estudos de índice de umidade do solo utilizando imagens do sensor *modis*, também para o município de Belém de São Francisco. De acordo com o mesmo estudo, o índice de umidade do solo variou com a cobertura da vegetação e a temperatura da superfície e, as áreas de solo exposto e vegetação degradada tiveram evolução bastante expressivas.

Além das práticas agrícolas, os desmatamentos são igualmente responsáveis pelo processo de desertificação na área de estudo, uma vez que, de acordo com Sampaio et al, 2005, a retirada da cobertura original do solo do bioma caatinga é um dos primeiros indicadores dos processos de degradação e desertificação da região. Se a cobertura vegetal nativa é mantida, a possibilidade de qualquer degradação é

pequena e, a degradação por causa antrópica é menor ainda. Portanto a desertificação tende a começar com o desmatamento.

Em relação à área urbana, este corresponde à superfície antropizada correspondente a construções e solo pavimentado, sendo uma justificativa para o aumento desta classe, o aumento do contingente populacional e a migração das populações rurais para as cidades, em função dentre outros motivos, ao desenvolvimento de atividades secundárias nos centros urbanos, proporcionando maiores oportunidades de emprego do que na área rural.

Corpos d'água

Na análise da última classe de uso do solo, destacamos os corpos d'água que passou de um percentual de 2,4% para 3,8% da área total do município de Belém de São Francisco. Esta variação espaço temporal nos recursos hídricos do município é devido, sobretudo, ao reservatório de Itaparica que abrange o sul do município de Belém de São Francisco, onde muitos hectares foram inundados com a instalação do reservatório na década de 1980. O reservatório foi projetado com a finalidade prioritária de geração de energia, mas atualmente apresenta múltiplos usos, sendo também utilizado para abastecimento humano, industrial e irrigação.

Contraopondo-se ao cenário de escassez hídrica do Sertão de Pernambuco, Belém de São Francisco, juntamente com alguns municípios também localizados às margens do rio São Francisco (Petrolândia e Itacuruba), se diferem do restante dos municípios dessa região. A maior parte da zona semiárida do estado de Pernambuco tem apresentado menor potencial hídrico ao longo dos anos, processo esse que vem desencadeando sucessivas secas nos últimos 30 anos. De acordo com o SIAGAS (Banco de dados do Serviço Geológico do Brasil), o estado de Pernambuco lidera o ranking dos piores com disponibilidade de água inferior a 1.500 m³/habitante/ano (CPRM, 2014).

Corroborando com os dados correlatados, Assis (2014), em estudo sobre disponibilidade hídrica no solo do semiárido de Pernambuco, encontrou resultados que constaram um déficit hídrico, juntamente com as altas taxas de evapotranspiração na região. Para obtenção desses resultados, o estudo realizou o balanço hídrico climatológico utilizando um período de 40 anos de dados observados e estimados de precipitação e temperatura, respectivamente. Medeiros et al (2012) em estudo realizado no semiárido paraibano também constatou uma situação crítica das condições dos recursos hídricos na região.

Estas comparações da situação hídrica do município de Belém de São Francisco em relação aos demais municípios do semiárido de Pernambuco mostra o grande potencial, dentre outras atividades, da prática da agricultura sustentável nesta região, visto a grande disponibilidade hídrica e o favorecimento ambiental.

Uma vez que foi feita a comparação dos recursos hídricos do município de Belém de São Francisco entre os anos de 1985 e 2010, julgou-se necessário fazer uma comparação também do comportamento pluviométrico entre os diferentes anos.

Conforme se observou, no ano de 1985, toda a quadra chuvosa (janeiro a abril) e também a pré-estação chuvosa (dezembro), ficou com precipitação acima da média histórica, se destacando o mês de abril, com 315,6mm. Diferentemente, o comportamento da precipitação no período seco se mostrou abaixo da média histórica em todos os meses, com exceção do mês de junho.

O ano de 2010 apresentou índices pluviométricos bem abaixo e relação ao ano de 1985, com o maior índice pluviométrico também no mês de abril, entretanto com apenas 127,4 mm, mais de 100 mm a menos do que no ano de 1985. Os totais pluviométricos mensais da quadra chuvosa do ano de 2010 ultrapassaram a média histórica apenas em dois meses (fevereiro e abril).

Em análise climatológica da quadra chuvosa do município de Belém de São Francisco, entre os anos de 1962 a 2009, Barbosa Jr. e Galvínio (2009) utilizaram metodologia que classificam os anos em função do total pluviométrico do período chuvoso do ano. Nessa metodologia, os anos que apresentam total pluviométrico da quadra chuvosa até 269,6 mm são caracterizados como secos, os que apresentam até 345,3 mm são classificados como normais e os que apresentam acima 567 mm são classificados como chuvosos.

Estes resultados corroboram com os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que, adaptando a metodologia para os dados pluviométricos utilizados, verifica-se que o ano de 1985 apresentou precipitação da quadra chuvosa de 961,8 mm, sendo classificado como ano chuvoso. Já o ano de 2010 apresentou precipitação de 312,4 mm, sendo classificado como ano seco a normal. A Figura 3 apresenta a distribuição da precipitação anual nos anos de 1985 e 2010.

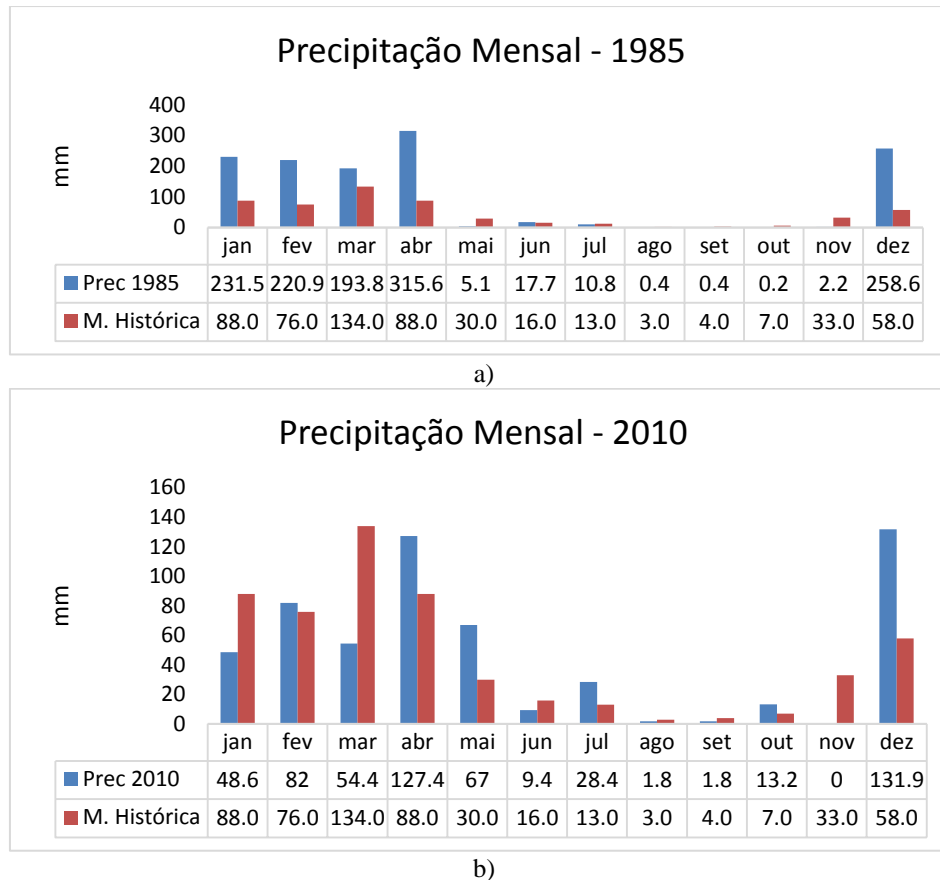
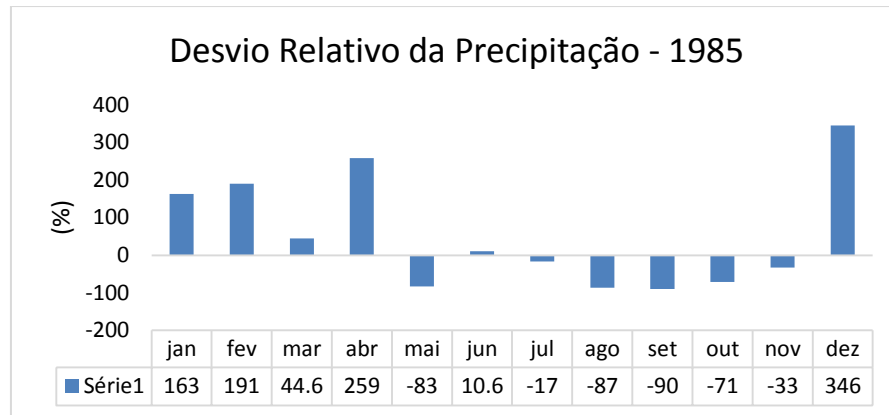


Figura 3. Distribuição anual da precipitação. a) 1985 b) 2010. Fonte: APAC, 2014.

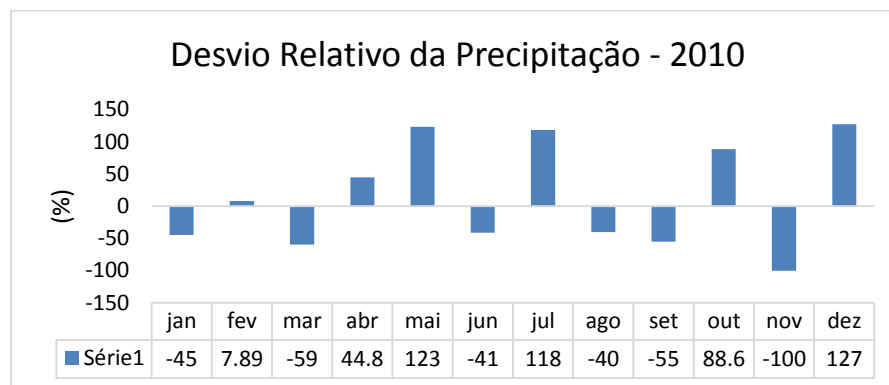
Diante do exposto, verifica-se que, embora os recursos hídricos do município de Belém de São Francisco tenham apresentado aumento de 2,4% para 3,8% entre os anos de 1985 e 2010, isso não está refletido nos padrões pluviométricos. A variabilidade da precipitação no município resulta em notáveis desvios relativos mensais. Nos anos de 1985 e 2010, ocorreram, igualmente, seis variações negativas em relação à normal climatológica. Porém, verifica-se no ano de 1985, desvios negativos durante o período seco e desvios positivos em relação à normal, nos meses mais chuvosos do ano. O fato de a maioria dos meses

chuvosos apresentarem variações positivas de mais de 100% reflete que o ano de 1985 se classificou como um ano chuvoso.

Já no ano de 2010 verifica-se um comportamento incomum da precipitação. Os desvios relativos em relação à normal ocorreram distribuídos ao longo do ano, tanto no período chuvoso, quanto no período seco. Apenas os meses de fevereiro e abril apresentaram variação positiva em relação à normal climatológica, sendo dessa forma classificado como ano normal a seco. A Figura 4 apresenta o desvio da precipitação mensal em relação à média histórica.



a)



b)

Figura 4. Desvio relativo da precipitação em relação à normal climatológica a) 1985 b) 2010.

A Figura 5 apresenta os mapas de uso e ocupação do solo para o município de, onde podem ser verificadas as informações sobre cada classe de solo discutida acima.



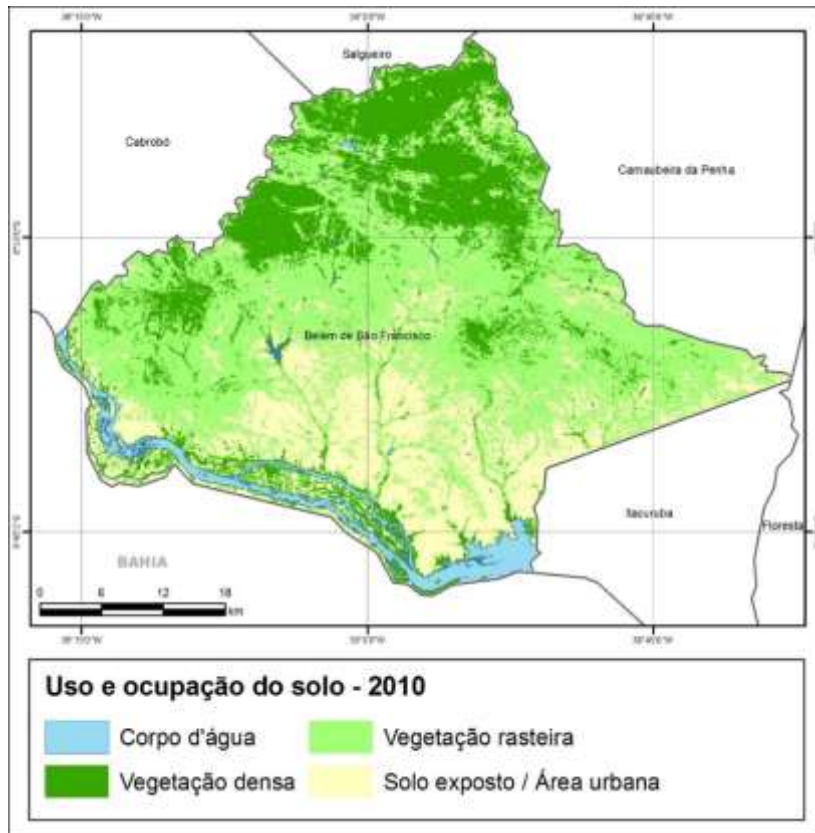


Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE, nos anos de 1985 e 2010.

Conclusões

O mapeamento do município de Belém de São Francisco demonstrou que ao longo de 25 anos ocorreram modificações no uso e ocupação do solo tanto em relação à vegetação, quanto em relação à ocupação urbana e recursos hídricos. As classes de uso e ocupação do solo: vegetação rasteira, solo exposto / ocupação urbana e corpos d'água apresentaram um aumento entre os anos de 1985 e 2010 e apenas a classe de vegetação densa mostrou diminuição de área.

As técnicas dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG permitem a realização de diversas análises integradas, onde o uso de imagens orbitais, como o sensor TM / Landsat 5 representa uma ferramenta de extrema importância na análise espaço temporal dos recursos naturais. Dessa maneira, a utilização destas técnicas contribuem tanto em nível de planejamento e gerenciamento do município quanto em pesquisas relacionadas às potencialidades e fragilidades da área, com a possibilidade de contínuo monitoramento.

Referências

- Assis, J. M. O., Sobral, M. C., Souza, W. M. 2012. Análise de Detecção de Variabilidades Climáticas com Base na Precipitação nas Bacias Hidrográficas do Sertão de Pernambuco. *Revista Brasileira de Geografia Física*. V. 5, n°3, Recife.
- Assis, J. M. O., Sobral, M. C. 2014. Impactos das projeções das mudanças climáticas na deficiência hídrica do solo no semiárido de Pernambuco. In: XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Natal.
- Aulicino, L. C. M.; Rudorff, B. F.T.; Moreira, M. A.; Medeiros, J. S.; Simi Júnior, R. 2000. Subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do Rio Una através de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto. In: Simpósio Latinoamericano de Percepção Remota. Puerto Iguazu, Misiones, Argentina. Anais... Argentina.

- Barbosa JR, E. V.; Galvínio, J. D. 2009. Análise climatológica da quadra chuvosa do município de Belém de São Francisco – PE, para o período de 1962 a 2009. *Revista Brasileira de Geografia Física*. V. 2, nº 2, Recife.
- Barreto; P. C. A. 2010. Avaliação hidrológica de microbacias de nascentes de rios: Contribuições para a gestão de recursos ambientais no semiárido pernambucano. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 196 p.
- Borges, R. F.; Borges, F. A.; Costa, F. P. M.; Nishiyama L. 2008. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da porção de alto curso da bacia do rio Uberabinha – MG. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação, Recife.
- Brasileiro, R. S. 2009. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Revista Scientia Plena*. V. 5, nº 5. Aracaju.
- Calegari, L.; Martins, S. V.; Gleriani, J. M.; Silva, E.; Busato, L. C. 2010. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.871-880.
- Coelho, M. R. et al. 2002. O Recurso Natural Solo. In: Manzatto, C. V. *et al.* *Uso Agrícola dos Solos Brasileiros*. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, p. 1-12.
- Costa, T.; Souza, M.; Brites, R. 1996. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). *Revista Árvore*, v. 20, n. 1, p. 129-135.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005. Diagnóstico do município de Belém de São Francisco, estado de Pernambuco / Organizado por João de Castro Mascarenhas, J. C. Recife: CPRM/PRODEEM.
- Ferreira, A. B., Santos, C. R., Brito, J. L. S., ROSA, R. 2005. Análise comparativa do uso e ocupação do solo na área de influência da Usina Hidrelétrica Capim Branco I a partir de técnicas de geoprocessamento. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais... Goiânia.
- Florenzano, T. G. 2002. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos.
- Gomes, J. C. 2001. Fotointerpretação I. Guaratinguetá: Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica, Guaratinguetá.
- Loch, C. 1993. Noções básicas para interpretação de imagens aéreas, bem como algumas de suas aplicações nos campos profissionais. Florianópolis, UFSC 3ª ed rev. e. ampl.
- Lopes, P. M. O. Moura, G. S. S. 2013. Estudo de caso: índice de umidade do solo utilizando imagens do sensor *modis* para o município de Belém do São Francisco, PE. In: I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro. Anais... Campina Grande.
- Medeiros, R. M.; Francisco, P. R. M.; Bandeira, M. M. 2012. Balanço Hídrico Climatológico, em Decorrência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano. *Revista Brasileira de Geografia Física*. V. 1, Recife.
- Moreira, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 2ed. Viçosa: UFV, 2003.
- Nascimento, M. C.; soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, E. 2005. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Goiânia. Anais... Viçosa.
- Ribeiro C. A.; Soares, V. P.; Oliveira, A. M. S.; Gleriani, J. M. 2005. Desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, v. 29, n. 2, p. 203-212.
- Sampaio, E. V. S. B.; Araújo, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. 2005. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 22, nº 1.
- Santos, A. L. C.; Santos, F. 2010. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris, Sergipe. *Revista Multidisciplinar Da Uniesp: Saber Acadêmico*, nº 10 - Dez.
- SIAGAS – 2014. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>. Acessado em: 19 de maio de 2014.
- Silva, B. C. G.; Maciel, L. N. Q.; Araújo, M. S. B. 2005. Limitações ao cultivo em áreas irrigadas de Belém de São Francisco, Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 27, n. 2, p. 343-347.
- Temba, P. 2000. Fundamentos da fotogrametria. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia, Minas Gerais.
- Vanzela, L. S., hernandez, F. B. T., Franco, R. A. M. 2010. Influência do uso e ocupação do solo nos

recursos hídricos do Córrego Três Barras,
Marinópolis. Revista Brasileira de Engenharia

Agrícola e Ambiental. v.14, n.1, p.55-64.