

CRESCIMENTO URBANO DE FEIRA DE SANTANA UMA ANÁLISE INTEGRADA DOS DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE E IMAGENS LANDSAT

Oliveira, A. M.¹, Oliveira, H. F.¹, Aragão, L. N.², Santos, R. L.²

¹Universidade do Estado da Bahia – UNEB Brasil, Brasil.

² Universidade Estadual de Feira de Santana

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

Este artigo corresponde a um capítulo da dissertação de mestrado intitulada: Sensoriamento remoto aplicado à análise da influência das ações antrópicas sobre a cobertura de solo em região de lagoas urbanas. Neste artigo é raizada a correlação do crescimento urbano do município de Feira de Santana a partir de imagens Landsat (processamento Digital de Imagens), sensores: MSS, TM, ETM, com os dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, censos 1970, 1980, 1991, 1996, 2000 e 2010.

Palavras-chave: Processamento Digital de Imagens, IBGE, Feira de Santana.

ABSTRACT

This paper represents a chapter of dissertation entitled: Remote sensing applied to the analysis of the influence of human actions on the ground cover in urban lakes region. This paper is rooted correlation of urban growth of the city of Feira de Santana from Landsat (Digital Image Processing) sensors: MSS, TM, ETM, with census data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE census 1970, 1980, 1991, 1996, 2000 and 2010.

Keywords: Digital Image Processing, IBGE, Feira de Santana.

1- INTRODUÇÃO

O estudo do ambiente é essencial às sociedades, uma vez que estes abordam a natureza, suas interações e ações do homem. As características geoambientais e econômicas aliadas às técnicas de intervenção irão determinar a forma de distribuição das habitações humanas no espaço geográfico, bem como os impactos ambientais por elas causadas. Sendo assim estudos que demonstre padrão de crescimento urbano serve como subsidio para que os planejadores possam tomar decisões mais coerentes. Neste sentido a análise multi-temporal das imagens de satélite correlacionando com os dados censitários de crescimento da população do município de Feira de Santana surge como uma poderosa ferramenta de análise espacial cumprindo a função de ajudar no planejamento do crescimento urbano, pois a partir dos resultados obtidos no processamento digital das imagens em conjunto com os dados censitários é possível inferir sobre o padrão de crescimento urbano, servido como aporte na tomada de decisão.

Este trabalho se divide em três etapas: 1º Processamento Digital de Imagens esta etapa foram utilizadas as imagens de satélite Landsat 2 sensor MSS, Landsat 5 sensor TM, Landsat 7 Sensor ETM⁺,

disponível no período de 1975, 1993, 2000 e 2008; 2º Histórico do Crescimento Urbano de Feira Santana, esta etapa corresponde à utilização dos dados históricos do município aliados aos valores do censo demográfico de 1970,1980, 1991, 1996, 2000 e 2010; 3º Análise do Crescimento Urbano este quesito correlaciona o crescimento urbano do município com o crescimento da população urbana de Feira de Santana.

1.1- LOCALIZAÇÃO

O município de Feira de Santana está localizado no Estado da Bahia (**Fig. 01**), na Região Econômica do Paraguaçu e no território de identidade Portal do Sertão, com uma área de 1350km², situado cerca de 105 km a noroeste (NW) de Salvador, capital do Estado baiano, tendo como retângulo envolvente as coordenadas geográficas 12°09' e 12°20', na latitude Sul e 38°53' e 39°07', de longitude oeste. A população atual é de aproximadamente 550.000 habitantes.

2- ASPECTOS METODOLÓGICOS.

2.1 - GEORREFERENCIAMENTO DAS IMAGENS

Foi georreferenciado a imagem Landsat 5 sensor TM do ano de 2008 em função do vetor dos arruamento urbanos disponibilizado pela CONDER

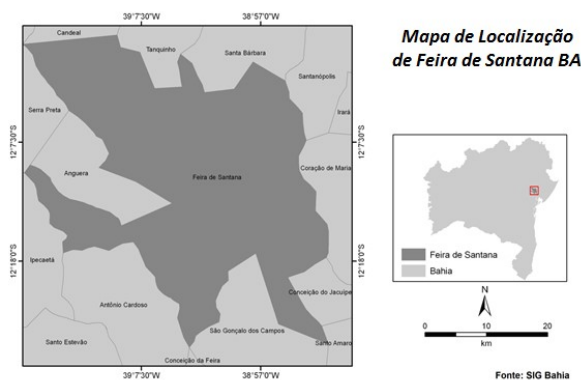


Fig. 01. Localização referente ao município

O vetor dos arruamentos urbanos, disponibilizados pela Companhia Baiana de Desenvolvimento – CONDER, numa escala de 1: 2000 o Datum utilizado foi SAD 69 fuso 24 sul foram adotados 7 pontos de controle e os valores de RMS variavam entre 0,2 a 0,5 aproximadamente. As demais imagens foram registradas em função da imagem Landsat 2008 foram adotados sempre 7 pontos de controle e com valores RMS variando entre 0,05 a 1,6 valores aceitáveis dentro do universo de estudo.

2.. - DETERMINAÇÃO DAS CLASSES

Para a classificação supervisionada faz-se necessário que o usuário conheça a área estudada antes de iniciar o processo, para relacionar áreas da imagem com as classes de cobertura da terra que deseja separar. Neste espaço são selecionadas amostras de treinamento que se constituem no conjunto de pixels considerados mais representativos das classes de interesse (CROSTA, 1993 SCHOWENGERDT, 2007 BUEGER, W. BURGE, M. 2009). Na escolha dessas classes são consideradas alguns aspectos: trabalho de campo, resolução da imagem de satélite e objetivo do trabalho. Com base nessas informações foram delimitadas as seguintes classes temáticas: para a imagem do ano de 1975 devido à inexistência de algumas classes foi delimitada as seguintes classes: Vegetação Rasteira; Vegetação Arbórea; Solo Exposto; Área Urbana; Água, Nuvem Sombra de Nuvem. Devido às mudanças na cobertura do solo, que modificaram as classes temáticas as imagens Landsat dos anos de 1993, 2000 e 2008 foram delimitadas as seguintes Classes Vegetação Rasteira, Vegetação, Densa, Vegetação Aquática, Solo Exposto, Densamente Povoado, Povoado, Água, Nuvem e Sombra de Nuvem. Embora existam classes diferentes entre a imagem Landsat de 1975 e as demais imagens, não dificultaram na análise das mesmas, pois as classes que surgiram foi em decorrentes do crescimento urbano. Sendo assim a classes Urbano se dividiu em densamente povoado e povoado e a classe vegetação aquática não foi verificada na imagem Landsat de 1975.

2.3- CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Para a classificação da imagem utilizou-se o algoritmo supervisionado de Máxima Verossimilhança (*MAXVER*). Este classificador usa como parâmetros os pixels de treinamento, que correspondem às classes analisadas anteriormente. As classes adotadas neste trabalho tiveram as extensões em Km² (**Tabela 01**). O classificador *MAXVER*, considera a ponderação entre as médias dos níveis de cinza das classes estudadas. Para a avaliação da precisão foi adotado o modelo matemático, índice *Kappa*. O índice *Kappa* (K) mede o grau de concordância da classificação digital com o encontrado em campo, pode ser calculado de acordo com a equação a seguir, onde X representa o elemento considerado (LILLESAND & KIEFER, 2000 SCHOWENGERDT, 2007).

$$K = \frac{\sum x_{ij} - \sum x_i \sum x_j}{1 - \sum x_i \sum x_j} \quad (1)$$

O resultado da (**Equação 1**) pode ser comparado com a tabela a seguir que indica o grau de concordância (LILLESAND & KIEFER, 2000 SCHOWENGERDT, 2007). Com base na (**tabela 01**) e sabendo que o *Kappa*

TABELA 01 - GRAU DE CONCORDÂNCIA DO KAPPA ADAPTADO DE GALPARSORO E FERNÁNDEZ (2001)

Valor do Kappa		Concordância
<	0,20	Pobre
0,21	0,40	Fraca
0,41	0,60	Moderada
0,61	0,80	Boa
0,81	1,00	Muito boa

Foi de: 0.8890, para imagem de 1975 pode-se considerar a classificação com o algoritmo *MAXVER* como adequada. Utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (*maxver*) obtiveram-se os seguintes resultados referentes ao tamanho das classes para a imagem 1993 (**tabela 02**). Sabendo que o coeficiente *kappa* foi igual 0.9113, portanto a acurácia da classificação pode ser considerada como adequada. Para a imagem LANDSAT 2000 foram obtidos os seguintes resultados referentes ao tamanho das classes (**tabela 02**). Sabendo que o coeficiente *Kappa* foi de 0.8953, portanto a acurácia da classificação pode ser considerada como adequada. Após a classificação supervisionada pelo algoritmo de máxima – verossimilhança (*MAXVER*) obteve-se o índice *Kappa* de 0.8321, ou seja, um índice satisfatório. Quanto ao tamanho de cada classe pode ser verificado na (**Tabela 02**). A media geral do índice *Kappa* foi de 0,881925 com desvio padrão 0,025

3 - ANÁLISES DE RESULTADOS

3.1-CRESCIMENTO URBANO DA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA

O crescimento urbano de Feira de Santana pode ser explicado em cinco fatores básicos, o anel rodoviário; forte setor comercial, Industrialização,

TABELA 02 – REFERE-SE AO TAMANHO DE CADA CLASSE EM FUNÇÃO DAS IMAGENS CLASSIFICADAS EM CADA ANO EM QUESTÃO.

Extensão em Km ² Ano				
Classes	1975	1993	2000	2008
Água	3.61	2.99	0.93	0.96
Urbano	14.20	-	-	-
Nuvem	3.00	7.03	10.09	3.42
Sombra de Nuvem	2.16	0.30	0.69	0.75
Vegetação Densa	24.19	7.12	8.85	19.76
Vegetação Rasteira	58.37	37.80	66.12	30.68
Solo Exposto	44.20	22.79	7.65	20.85
Vegetação Aquática	-	36.31	5.30	1.67
Povoado	-	-	37.70	53.66
Densamente Povoado	-	23.40	12.46	18.05

migração das cidades vizinhas em direção à cidade de Feira de Santana e êxodo rural. No entanto, dois fatores se destacam em relação às demais, a influencia do setor de serviços – que atraiu a população vizinha interessada nas relações comerciais e a industrialização que a atraiu a população vizinha, bem como os moradores da zona rural em busca de emprego.

Historicamente, a origem do município de Feira de Santana sempre esteve ligada ao comércio, como o próprio nome do município sugere. A sua posição estratégica que servia de ligação entre o litoral e o interior do estado implicando no fator determinante para o desenvolvimento do setor comercial. A facilidade de trocas de bens e serviços foi intensificada com a instalação do anel de contorno rodoviário na década de 30. Com um núcleo de comércio forte e as facilidades para o escoamento de mercadorias favoreceram a implantação do Centro Industrial do Subaé. O setor industrial do município se afirma a partir da segunda metade do século XIX, as atividades desenvolvidas neste setor estavam intrinsecamente relacionadas com o setor agrícola, ou seja, a produção industrial consistia basicamente na transformação das matérias primas agrícolas regionais para o consumo regional ou para exportação. A industrial surge, portanto, em conformidade com o setor primário regional cujos produtos eram comercializados pela população feirense, SILVA, SILVA, LEÃO *apud* Freitas (1998). A implantação da indústria também foi propiciada devido aos incentivos fiscais oferecidos pelo governo

do estado através do programa FINOR – que tinha como objetivo inserir o estado baiano na relação de Estados industrializados.

Impulsionado pelo desenvolvimento comercial e industrial, Feira de Santana tornou-se centro receptor de migrantes das cidades vizinhas. Ressalta-se que a industrialização e comércio da cidade, também contribuiu para significativamente para o êxodo rural, não só do município de Feira de Santana, como também dos municípios vizinhos. A partir da década de 70 ocorreu um acelerado crescimento, a população urbana em 1970 correspondia 70,63% em 1980, após a industrialização esta população correspondia a 80,24% em 1996 este montante corresponde a 87,45% Freitas, (1998) no ano 2000 esse percentual sobe para 89,76% atingindo um total de 91,7% em 2010 segundo o IBGE (Tabela 03).

TABELA 03 - REFERE-SE AO CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA E REDUÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL DO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA ENTRE 1960 – 2010.

Anos	População Total	População Urbana	População Rural
1960	141.757	69.884	71.873
1970	190.076	134.263	55.813
1980	291.504	233.905	57.599
1991	406.447	349.557	56.890
1996	450.487	393.943	56.544
2000	480.949	431.730	49.219
2010	556.642	510.635	46.007

Antes da industrialização na década de 50 a população rural do município correspondia 68% num total de 72.928 habitantes, com o advento da industrialização na década de 70 esta população se reduz atingindo 29,37% num total 55.813 habitantes. Após a consolidação da indústria do município, bem como o fortalecimento do comércio a população rural se reduz drasticamente chegando a 10,24% em 2000 e a 08,30% em 2010 (Fig. 2).

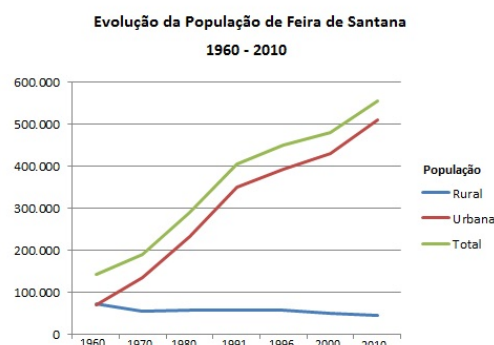


Fig. 2. Gráfico de crescimento da população urbana e a redução da rural de Feira de Santana no período estudado.

3.2 - CRESCIMENTO URBANO X SENSORIAMENTO REMOTO.

Segundo Santos (2009) com advento da industrialização brasileira as cidades sofrem com problemas similares, embora, com intensidades diferentes. Estes problemas variam em função do tamanho da cidade, tipo de atividade desenvolvida e região a qual esta inserida, mas em todas elas ocorrem problemas de habitação, transporte, lazer, água e esgoto educação e saúde, sendo que quanto maior for a cidade maior são as mazelas. As cidades ocupam, de modo geral, vastas superfícies entremeadas de vazios. Nessas cidades espalhadas, característica da urbanização corporativa, ocorre inter-relação das categorias espaciais: tamanho urbano, modelo rodoviário, carência de infraestruturas, especulação fundiária e imobiliária, problemas de transporte, extroversão e periferização da população, gerando, graças as dimensão da pobreza e seu componente geográfico, um modelo de centro – periferia (SANTOS 2009).

“As cidades são grandes porque há especulação e vice-versa; há especulação porque há vazios e vice-versa; porque há vazios e as cidades são grandes” (SANTOS 2009). O processo de urbanização de Feira de Santana seguiu a premissa básica da urbanização dos países subdesenvolvidos, implicando em vários problemas urbanos em especial problemas ambientais. O modelo urbano de centro – periferia foi adotada com a utilização do anel de contorno rodoviário concomitantemente com a industrialização, a partir da década de 70. No entanto, não ocorreu o devido planejamento para comportar o grande crescimento urbano, pois a cidade começa estender-se além do contorno rodoviário, empurrados pela especulação imobiliária e os vazios urbanos. Em Feira de Santana os diversos vazios urbanos são áreas de lagoas, sendo de domínio do município as lagoas começam a serem ocupadas pela população economicamente desfavorecida gerando diversos impactos ambientais nas mesmas. Segundo FREITAS, (1998) as regiões da cidade que possuíam saneamento básico são ocupadas pela população possuidora de melhores rendas, usufruindo assim dos efeitos da infraestrutura básica implantada.

Essa lógica de crescimento pode ser constatada a partir das análises dos gráficos a seguir. Estes gráficos foram construídos utilizando dados do IBGE e o resultado da estatística da classificação supervisionada das imagens Landsat. No eixo das abscissas foram plotados as datas referentes às imagens de satélite, sendo que os dados do censo demográfico foram associados da seguinte maneira Imagem Landsat 1975 censo de 1980 - imagem de 1993; censo de 1991 imagem de 2000; com o censo de 2000; imagem de 2008 com o censo de 2010.

A análise do gráfico (Fig. 3) de crescimento da população urbana em função do tempo bem como redução de aquíferos superficiais dentro do perímetro urbano em função do tempo. Permite generalizar que o

crescimento urbano não respeitou os limites impostos pela natureza, transformando a água superficial em espaço urbano ou solo exposto. Ressalta-se que na construção do gráfico não se levou em consideração eventos de chuvas no período de aquisição das imagens. No entanto todas as imagens são adquiridas em um período climático de deficiência hídrica. Sendo assim a redução dos corpos d'água no perímetro urbano de Feira de Santana é mais consequência do avanço da população sobre os recursos hídricos do que da ausência de chuva.

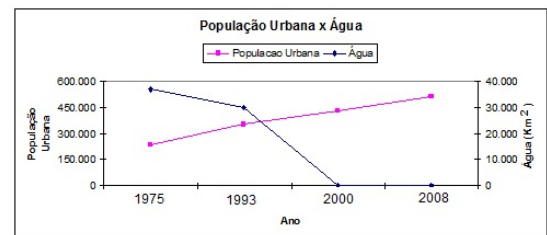


Fig. 3. Refere-se ao gráfico de crescimento da população urbana e da classe água superficial em função do tempo.

A Fig. 4 ocorreu forte crescimento urbano em detrimento das áreas de vegetação densa. No entanto a partir do ano 2000 ocorre rápido crescimento da classe vegetação densa. Este crescimento pode ser atribuído à mudança da classe de água por vegetação densa, isto acontece devido à urbanização de áreas no entorno das lagoas impedindo que a mesma retenha água, porém a região é bastante úmida favorecendo o aparecimento de vegetação densa.

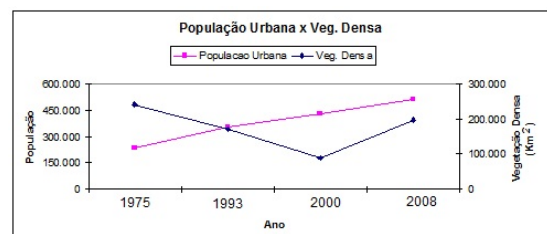


Fig. 4. O gráfico apresenta o crescimento da população urbana e vegetação densa em função do tempo.

O comportamento da vegetação rasteira em função do tempo correlacionado com o crescimento da população urbana pode ser visualizado na Fig. 5. Embora tenha ocorrido um crescimento significativo de vegetação rasteira entre 1993 e 2000, a mesma reduz drasticamente entre 2000 a 2008. No entanto, a população aumenta constantemente.

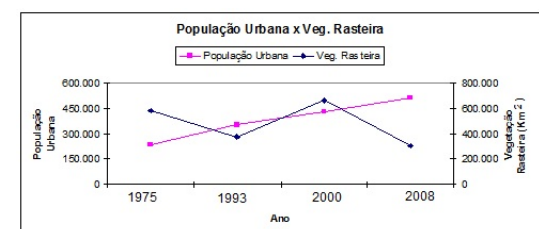


Fig. 5. Refere-se à variação da população urbana e vegetação rasteira em função do tempo.

Na Fig. 6 tem-se a correlação entre crescimento da população urbana e a demanda de solo exposto em função do tempo. É possível observar que houve redução significativa do solo exposto em função tempo, sendo que o mesmo retoma o crescimento a partir do ano 2000. Este decréscimo é resultante da transformação do solo exposto em área urbana, sendo por asfaltamento de rua ou por construção de habitação. No entanto a partir do ano 2000 o solo exposto retoma o seu crescimento, principalmente nas regiões de acúmulos de água do município – lagoas.

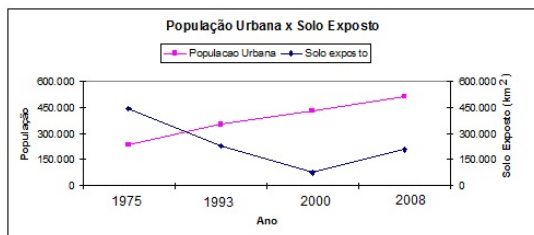


Fig. 6. Relação, solo exposto e a população urbana.

As Classes adotadas (água, vegetação densa, vegetação rasteira, solo exposto e povoado) oscilaram no decorrer do tempo algumas classes foram negativamente como a água que sua extensão chega a ser irrisória outras foram positivamente como foi a classe povoado indicando que a cidade cresce concomitantemente a população, no entanto a estrutura das funções urbanas como: água potável, saneamento básico, calcamento em ruas, prédios escolares, áreas de lazer não acompanham esse ritmo de crescimento, sendo que a população que tem acesso a esses serviços é a população que mora próximo ao centro do município.

4- CONCLUSÃO

Feira de Santana teve seu desenvolvimento populacional atrelado à industrialização, que aos moldes de países subdesenvolvidos, foi considerada tardia. Em meados da década de 60 e principalmente na década de 70, os movimentos migratórios, a revolução médica o forte setor comercial, foram fatores que contribuíram decisivamente para a concentração da população onde hoje é encontrada a sede do município feirense. O acelerado crescimento urbano e o despreparo governamental, para estruturar as cidades com objetivo de receber esta população foi fundamental para o elevado índice de degradação das lagoas urbanas de Feira de Santana. É preciso que os governos consigam quebrar paradigmas e invistam, não só na conservação do ambiente, mas também em estruturação das cidades, com rede de esgotos sanitários; abastecimento de água; planejamento de novas moradias além de emprego e renda para receber uma população urbana que continua a crescer no município de Feira de Santana.

A utilização de imagens orbitais e do processamento digital de imagens foi fundamental para mapear o crescimento urbano do município do município, contudo é necessário fazer algumas

ponderações: é necessário tratamento adequado das imagens para se proceder as análises. Neste trabalho optou-se pela a utilização do algoritmo de máxima verossimilhança, (MAXVER). Esta etapa é fundamental que o pesquisador tenha conhecimento de campo, para que as amostras adquiridas correspondam com a realidade observada, pois sem este conhecimento de campo, embora haja a formação técnica possibilita a análise incoerente dos problemas ambientais. Contudo, a maior dificuldade tenha ocorrido na aquisição das amostras para as classes de densamente povoado e povoado, a maior confusão das classes ocorreu entre sombra de nuvem e água. Isso acontece devido à proximidade dos Níveis de Cinza (NC) das classes envolvidas, além disso, as lagoas urbanas do município, devido alto grau de assoreamento da mesma, possui uma lamina d'água bastante rasa, sendo possível que o sensor remoto consiga captar o fundo das lagoas induzindo a confusão quando classificado as imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRÓSTA, Á. 1993 P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto, Campinas, IG/Unicamp.
- FREITAS, N. B. 1998 Urbanização em Feira de Santana: influencia da industrialização 1970 - 1996. 189 p Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia
- LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. 2000 Remote Sensing and image interpretation. 4th ed. Ed John Wiley & Sons. 724p.
- SANTOS, M. 2009 Urbanização Brasileira. São Paulo, Universidade de São Paulo – USP, 5^o ed. 176p.
- SCHOWENGERDT, R. A. 2007. Remote sensing: models and methods for image processing. 3. ed. Amsterdam: Elsevier.
- TELLES Jr. M. A. B. G. 2008 Super-resolução de imagens de sensoriamento remoto. Brasília UNB.
- Site IBGE disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290070> acessado em 04/09/2012.
- SCHOWENGERDT, R. A. 2007 Remote sensing: models and methods for image processing. 3. ed. Amsterdam: Elsevier.
- BUEGER, W. BURGE, M. 2009 Príncipes off Digital Image Processing. Fundamental Techniques. London Springer-Verlag London. DOI 10.1007/978-1-84800-191-6