

OS IMPACTOS DA EXPANSÃO URBANA NA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO DE FEIRA DE SANTANA

Caio Macieira de Almeida Aguilár¹; Rosângela Leal Santos²;

1. Bolsista PIBITI/CNPq, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, email:

cmaaguilár@gmail.com

2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, email: Rosângela.leal@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Impermeabilização, SIG, Crescimento Urbano, Enchentes, Feira de Santana

INTRODUÇÃO

Feira de Santana, segunda maior cidade do Estado da Bahia e sexta do interior do país (Wikipedia, 2015), vem sofrendo um acelerado processo de expansão urbana, onde se multiplica os investimentos em edificações de cunho residencial e comercial em diversas regiões da cidade. Apesar de um crescimento ordenado, observa-se que a substituição de pavimentos permeáveis (blocos intertravados, sextavados, etc.) e do solo por pavimentos impermeáveis, tais como concreto e asfalto, e o crescente aumento de edificações tem tornado o solo impermeável, uma vez que a cidade é em grande parte composta por uma topografia plana e carece de um sistema de drenagem que atenda a toda essa transformação urbana.

Temos que o impacto no solo, com o processo de impermeabilização do mesmo, acontece ainda que não esteja propriamente dito pavimentado. Primeiramente, o solo estando exposto com a retirada da vegetação apresenta albedo mais susceptível à concentração de calor do que quando coberto pela vegetação. Segundo porque em se tratando, por exemplo, de solos argilosos a infiltração de água é mínima (SANTOS, 2008).

Quando se tratando de uma cidade predominantemente plana, um desafio aos projetos e obras de infraestrutura de saneamento urbano e com uma população que cresce constantemente em meio a imigrações promovidas por investimentos na região nas áreas de educação, comércio e indústria, situa-se Feira de Santana em meio à problemática da impermeabilização do solo.

METODOLOGIA

O estudo se baseou no método dedutivo, o qual parte das teorias e leis consideradas gerais e universais buscando explicar a ocorrência de fenômenos particulares. O método da dedução parte de enunciados gerais (leis universais) que constituem as premissas do pensamento racional e deduzidas chegam a conclusões. (LAKATOS, 2010, p.63).

Todo grande centro urbano tem problema de impermeabilização.

Feira de Santana é um grande centro urbano.

Logo, Feira de Santana tem problema de impermeabilização.

Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais: imagens dos satélites Landsat e RapidEye e software SPRING nas versões 4.3.3 e 5.2.6 o qual é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

Procedimentos Metodológicos

Para tal, foi necessário a utilização de modelagem do espaço urbano com o uso de séries históricas de imagens do satélite Landsat para balisar o uso da imagem RapidEye, com aplicação de técnicas de pré-processamento (registro, filtragem, realce, composição de bandas) e classificação de imagem (segmentação - Ioseg e Battacharya- e máxima verossimilhança) e técnicas comparativas para identificar as modificações dos sistemas de uso e cobertura do solo. Como área de estudo foi delimitado a área urbana de Feira de Santana (divisão de 2010). Devido a área urbana abranger duas cenas que foram mosaicadas e estas apresentarem diferenças de balanceamento de cores, preferiu-se excluir a cena do extremo oeste para evitar interpretações errôneas por parte dos algoritmos na hora da classificação. Essas análises foram validadas através da avaliação e comparação do crescimento urbano em sua série histórica e pelos dados dos setores censitários do IBGE das últimas duas décadas. A dinâmica atual foi avaliada através de trabalho de campo com caracterização das quadras do solo urbano onde se classificou e categorizou as diferentes áreas da cidade com coeficientes de infiltração e taxa de escoamento específico. Por fim, foram acrescentados os vetores de divisão de bairros da cidade (IBGE, 2010) e, pelo método da tabulação cruzada, se quantificou a taxa de permeabilização de cada um.

RESULTADOS

Após vários testes nas imagens com os métodos de pré-processamento e análise, optou-se pelo uso da imagem RapidEyes (resolução espacial de 5m, com 4 bandas espectrais – azul, verde, vermelho e infravermelho próximo) e pela técnica de classificação: uma por pixel (maxver) e outra por crescimento de regiões (segmentação com processamento de classificação pelos algoritmos Ioseg e Batthacharya).

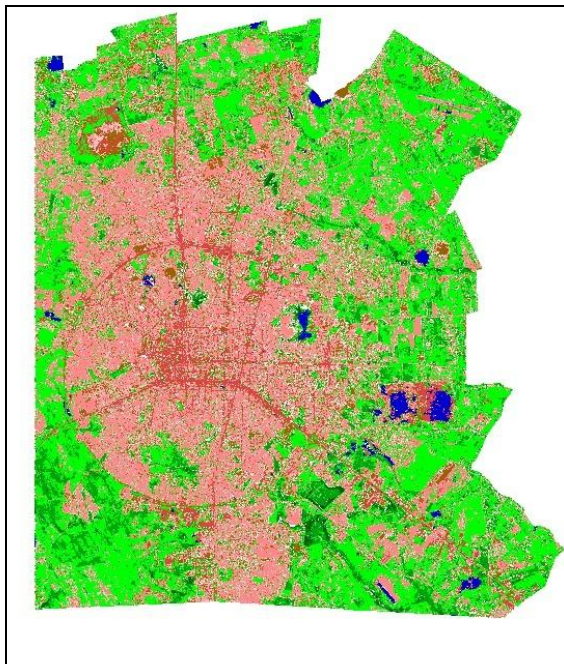
Foram identificadas e selecionadas 08 classes, baseadas no uso e ocupação do solo, a saber:

- ✓ Urbano 1 – Área do centro da cidade, mais densa, alta concentração de edificações, concreto e coberturas de laje, ruas asfaltadas. Poucas ou nenhuma arborização.;
- ✓ Urbano 2 – Área adjacente à área 1. Menor concentração de edificações. Ruas asfaltadas. Maior arborização. Lajes de concreto e telhados cerâmicos. Ruas asfaltadas e pavimentadas de paralelepípedos.;
- ✓ Urbano 3 – Área periférica; predomínio de telhados cerâmicos; casas com 1 ou 2 pavimentos; área construída menor que a área do imóvel, com existência de jardins e quintais; predomínio de ruas sem pavimentação. .
- ✓ Água – Lago de Pedra do Cavalo; Rio Jacuípe; represas e barragens; lagoas urbanas com água.
- ✓ Solo exposto – Áreas sem vegetação perceptível e sem revestimento de qualquer natureza.
- ✓ Vegetação 1 – Vegetação densa às margens de rios e lagoas.
- ✓ Vegetação 2 – Vegetação natural de caatinga.
- ✓ Vegetação 3 – Pastagens.

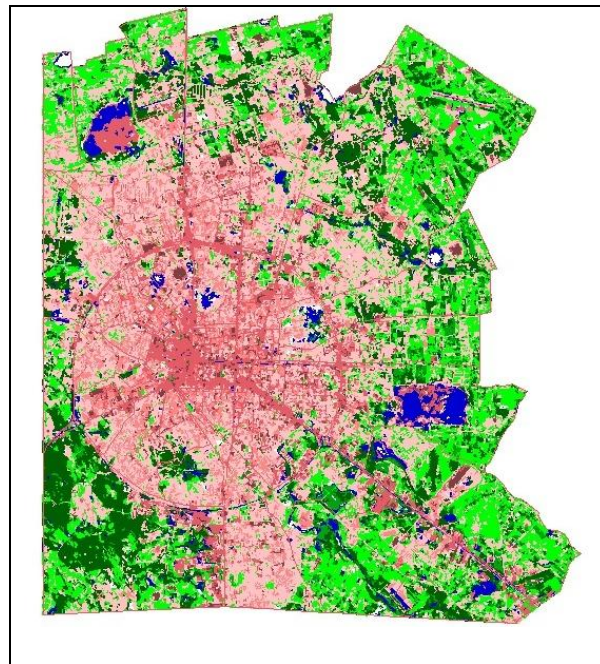
Em seguida foram coletadas as amostras e processada as classificações (Figura 01). Após a validação dos resultados da classificação, realizou-se a reclassificação das classes de uso em classes de permeabilidade, conforme descrito abaixo.

Para a definição das classes dos níveis de impermeabilização, as classes de uso e ocupação obtidas foram reclassificadas segundo os parâmetros:

- ✓ Urbano 1 e 2 como impermeável;
- ✓ Urbano 3 e Solos Exposto como semipermeável;
- ✓ Vegetação 1, 2 e 3 como permeável.



(a)



(b)



(c)

Figura 01 – Classificação de uso e ocupação do solo das imagens RapidEyes. (a) Classificação com o algoritmo Maxver; (b) Classificação com o algoritmo Bathacharya a partir de uma imagem segmentada (similaridade 12; área 50); (c) Legenda das classes adotadas.

Os resultados das classificações, por método, foram expressos em extensão da área de cada classe nas **Tabelas 01 e 02**, apresentadas a seguir:

Tabela 01- Medida de Classes de uso (Maxver)

Classes	Área (kmxkm)	Porcentagem
Água	1.480.225	1%
Solo Exposto	10.243.350	7%
Urbano 1	7.267.100	5%
Urbano 2	40.095.100	29%
Urbano3	16.232.600	12%
Vegetacao 1	964.075	1%
Vegetacao 2	13.595.850	10%
Vegetacao 3	46.888.175	34%
Área total das classes	136.766.475	
Área total não classificada	41.929.975	
Área total do Plano de Informação	178.696.450	

Tabela 02 - Medida de Classes de uso (Bathacharya)

Classes	Área (kmxkm)	Porcentagem
Água	5.064.750	4%
Solo Exposto	4.009.375	3%
Urbano 1	13.312.800	9%
Urbano 2	12.488.475	9%
Urbano 3	53.162.000	38%
Vegetacao 1	20.986.650	15%
Vegetacao 2	4.432.150	3%
Vegetacao 3	27.898.200	20%
Área total das classes	141.354.400	
Área total não classificada	37.342.050	
Área total do Plano de Informação	178.696.450	

A **Figura 02** apresenta as imagens reclassificadas. As quantificações das classes estão apresentadas nas **Tabelas 03 e 04**.

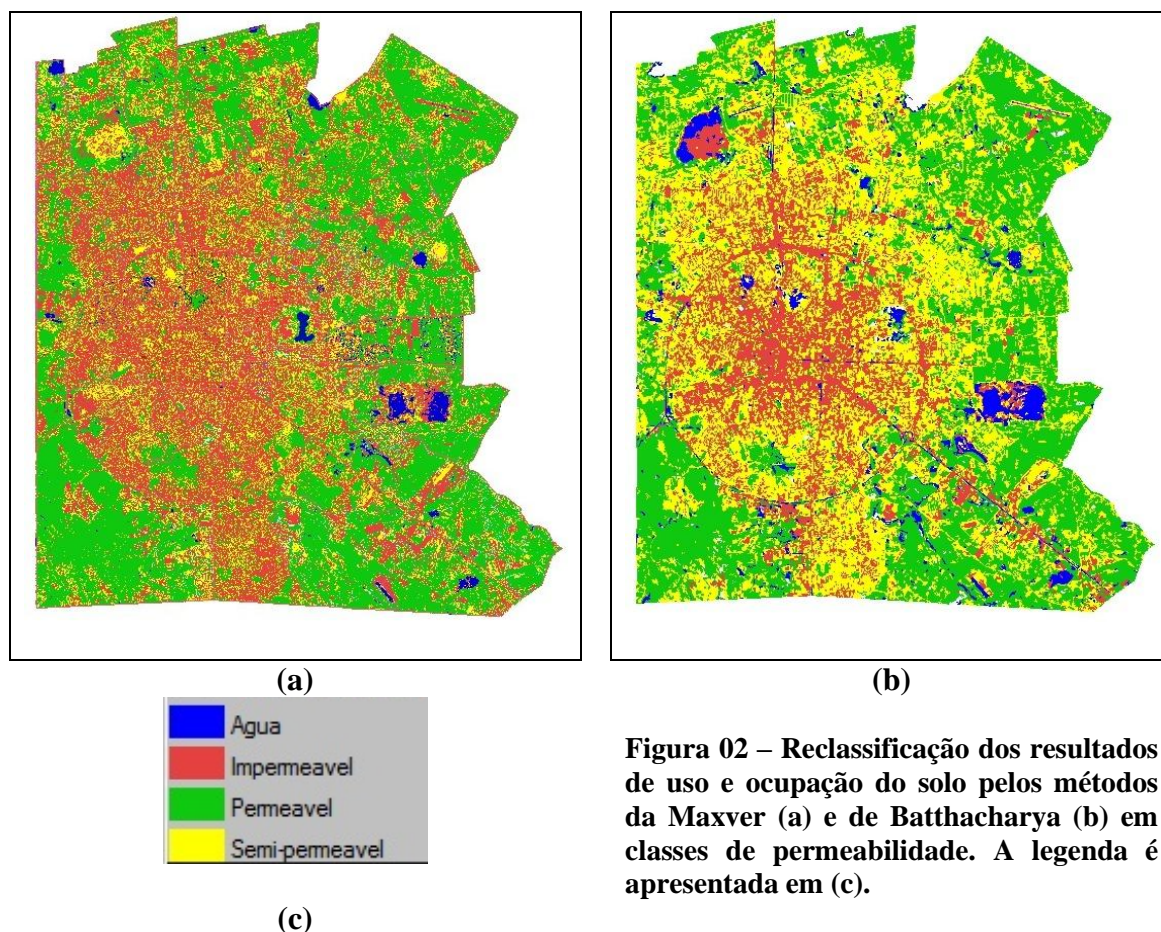


Figura 02 – Reclassificação dos resultados de uso e ocupação do solo pelos métodos da Maxver (a) e de Batthacharya (b) em classes de permeabilidade. A legenda é apresentada em (c).

Os resultados das reclassificações das classes de uso e ocupação do solo em classes de permeabilidade, estão expressão, em área, nas **Tabelas 03 e 04**, apresentadas a seguir:

Tabela 03 - Medida de Classes impermeabilização MaxVer

Classes	Área (kmxkm)	Porcentagem
Impermeavel	47.362.200	35%
Semi-permeavel	26.475.950	19%
Permeavel	61.448.100	45%
Água	1.480.225	1%
Área total das classes	136.766.475	
Área total não classificada	41.929.975	
Área total do Plano de Informação	178.696.450	

Tabela 04 - Medida de Classes impermeabilização (Batthacharya)

Classes	Área (kmxkm)	Porcentagem
Impermeavel	25.801.275	18%
Semi-permeavel	57.171.375	40%
Permeavel	53.317.000	38%
Água	5.064.750	4%
Área total das classes	141.354.400	
Área total não classificada	37.342.050	
Área total do Plano de Informação	178.696.450	

CONCLUSÃO

Os resultados finais obtidos na pesquisa demonstrou que dentro do contorno urbano de Feira de Santana possui 45 % de área permeável, 19% semipermeável e 35% de áreas impermeáveis para a classificação MaxVer e 18% de áreas impermeáveis, 40% semipermeável e 38 % com permeabilidade na segmentação. Resultado otimista diante

da expectativa, porém alarmante devido ao atual contexto de expansão urbana onde a degradação de áreas permeáveis (lagoas, nascentes e áreas vegetadas) chama a atenção.

O presente trabalho foi bastante relevante no que tange a estudos futuros de planejamento urbano e drenagem, propiciou a geração de um primeiro banco de dados para novas pesquisas e análises e apesar de estudos semelhantes já terem sido feitos no Sul do País a partir de outras classificações, este foi totalmente inovador no Estado da Bahia e na Região de Feira de Santana.

REFERENCIAS

FERNANDES, Rosali Braga; SANTO, Sandra Medeiros; SANTOS, Rosangela Leal. **O Sistema de Informação Geográfico (SIG) como subsídio para o planejamento urbano: a ocupação legal e as águas da sub-bacia do Rio Jacuípe, Feira de Santana, Bahia, Brasil.** *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, Vol. XIII, nº 775, 15 de febrero de 2008. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-775.htm>> Acesso em 05 de outubro de 2015.

LAKATOS; Eva Maria, MARCONI; Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica.** 7. Ed. – São Paulo: Atlas, 2010.

SANTO, Sandra Medeiros . **O Desenvolvimento Urbano em Feira de Santana (Ba).** *Sitientibus. Revista da Universidade Estadual de Feira de Santana* , Feira de Santana, Ba, v. n.28, p. 09-20, 2003.. Disponível em: <www2.uefs.br/sitientibus/pdf/28/o_desenvolvimento_urbano.pdf.> Acesso em 08 de agosto de 2015.

Wikipédia, Enciclopédia Livre. **Feira de Santana.** Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Feira_de_Santana > Acesso em 19 de março de 2015.

WOODCOCK, C.E.; COLLINS, J.B.; GOPAL, S.; JAKABHAZY, V.D.; LI, X.;MACOMBER, S.; RYHERD, S.; HARWARD, V.J.; LEVITAN, J.; WU, Y.;WARBINGTON, R. **Mapping forest vegetation using Landsat TM imagery and a canopy reflectance model.** *Remote Sensing of Environment*, New York, v.50, n.3, p.240-254,Dec. 1994