



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

Avaliação do Impacto de Novos Empreendimentos nas Inundações Urbanas com o Apoio de Imagens Google Earth – Estudo de Caso em Teresina/PI

Evaluation of the Impact of New Developments in Urban Flooding with Google Earth Images Support - Case Study in Teresina / PI

Roberto José A. R. Fernandes; Josélia de C. Leão; Alfredo Ribeiro Neto; José Almir Cirilo

Centro de Tecnologia e Urbanismo/UESPI, rjarf.pi@gmail.com; Centro de Tecnologia e Urbanismo/UESPI; Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Hidráulica/UFPE; Centro Acadêmico do Agreste, Núcleo de Tecnologia/UFPE

Palavras-Chave: Inundações Urbanas; Sensoriamento Remoto; Google Earth.

Key Words: Urban Flooding; Remote Sensing; Google Earth.

1. INTRODUÇÃO

A construção de novas unidades habitacionais à montante de áreas já consolidadas tem provocado aumento de inundações urbanas em Teresina/PI, com o estabelecimento de conflitos entre a população residente e os novos empreendimentos. Como exemplo o evento do dia 07/04/2013 no bairro Santa Maria da Codipi, região norte da cidade, onde uma grande inundação urbana colocou em choque os moradores da área urbana já consolidada com os empreendedores de quatro novos conjuntos habitacionais financiados no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida.

A avaliação do impacto dos novos empreendimentos na área afetada passa, necessariamente, pela identificação da alteração do uso do solo na bacia ao longo do tempo. Uma ferramenta imprescindível para tal finalidade é o sensoriamento remoto a partir de imagens satelitais. Utilizando como fontes imagens de satélite, fotografias aéreas e até imagens obtidas de balões (Taylor, 2008), o Google Earth revolucionou o acesso a dados cartográficos ao permitir o acesso gratuito a imagens de alta resolução de diversas partes do globo, inclusive séries históricas (Oliveira et al., 2009).

O objetivo do presente trabalho é avaliar, por meio da interpretação das imagens Google Earth de outubro de 2005 e fevereiro de 2013, o impacto dos novos empreendimentos implantados na área por meio da simulação do comportamento hidrológico da bacia para o evento chuvoso do dia 07 de abril de 2013 considerando as condições de ocupação em 2005 e na situação atual.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia de contribuição no local de interesse foi delimitada a partir de dados SRTM refinados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE e disponibilizados no formato de modelo digital de elevações (MDE) com 30 m de resolução (Valeriano, Rossetti e Albuquerque, 2009), com o auxílio do software ArcGIS 9.3. A Figura 1 apresenta a área em estudo com a delimitação da bacia e de suas três sub-bacias principais, além de identificar os diversos empreendimentos implantados ou em implantação na bacia desde 2005, ano tomado como referência para avaliação do impacto.



Figura 1 – Áreas urbanizadas ou em processo de urbanização: 1 – área consolidada do bairro Santa Maria da Codipi; 2 – Conjunto Jacinta Andrade; 3 – Vila Dilma Rousseff; 4 – Loteamento Leônidas Filho I (Residencial Edgar Gayoso); 5 - Loteamento Leônidas Filho II; 6 - Loteamento Canaã I; 7 – Loteamento Canaã II.

Foram utilizadas imagens históricas disponibilizadas pelo Google Earth com as datas de 14/10/2005 e 23/02/2013. Foram capturadas, para cada ano, 20 imagens com a altitude do ponto de visão em 1,7 km (escala aproximada de 1:7.300), permitindo visualizar a individualização dos telhados. Para a mosaicagem, georreferenciamento e classificação assistida das imagens foi empregado o ENVI 4.7. Elas foram recortadas pelo contorno da bacia e divididas em duas partes: uma representando a porção já urbanizada, e outra a porção rural. Para a “zona urbana” foram utilizadas as seguintes classes de uso: 1 – Telhado; 2 – Árvores; 3 – Asfalto; 4 - Cimentado/Calçamento; 5 - Solo exposto; 6 - Vegetação rasteira; e 7 - Vegetação densa. Para a “zona rural” foram adotadas três classes: 1 - Vegetação densa; 2 - Vegetação rasteira; e 3 - Solo exposto.

Foi utilizada a metodologia do *Curve-Number* (CN) do *Soil Conservation Service* – SCS para a determinação da precipitação efetiva, associada ao Hidrograma Triangular, também do SCS, para a transformação da chuva efetiva em vazão. O hietograma utilizado foi estimado a partir de dados da estação automática do INMET localizada próxima da área, e de dados de pluviômetro existente no empreendimento Canaã I, chegando-se a uma chuva de 113,7 mm distribuídos ao longo de 3 h de duração cujo tempo de recorrência é da ordem de 14,3 anos.

Para ponderar o impacto dos novos empreendimentos foi avaliada a resposta da bacia ao evento chuvoso considerando três cenários: i) os novos empreendimentos não existiriam e a bacia se manteria nas condições de ocupação de 2005 (cenário de controle); ii) considerando as condições de ocupação observadas no dia 7/04/2013 (cenário “atual”); iii) considerando toda a bacia urbanizada, com ocupação semelhante ao observado na Sub-bacia 3 (cenário de prognóstico sem a adoção de técnicas de controle do impacto da urbanização).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a evolução do uso do solo na bacia segundo a interpretação das imagens Google Earth entre 2005 e 2013, enquanto a Figura 3 demonstra a variação do parâmetro CN no mesmo período, tanto para a bacia total quanto para suas sub-bacias.

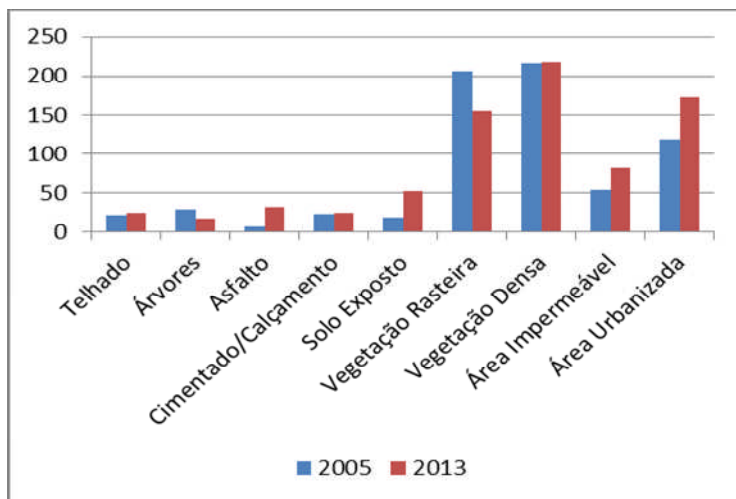


Figura 2 - Variação do uso do solo da bacia.

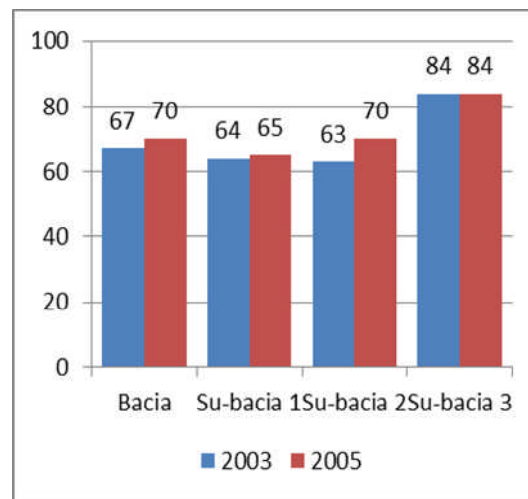


Figura 3 - Variação do CN.

A partir da simulação da área no programa ABC6, foram obtidos os hidrogramas de cheia para os três cenários. As vazões de pico geradas estão mostradas na Tabela 1. Verificou-se que os empreendimentos implantados, total ou parcialmente, no intervalo 2005-2013 provocaram um aumento da resposta da bacia de 4,43 m³/s para a vazão de pico (acréscimo de 15,8%), em maior grau decorrente das alterações na Sub-bacia 2, cuja vazão máxima variou de 9,66 m³/s para 13,26 m³/s. Caso a ocupação da bacia continue sem que sejam tomadas medidas de controle da urbanização, a situação ficará ainda mais crítica, com a vazão de pico aumentando em mais de 52% em relação ao cenário “atual”, chegando a 49,43 m³/s.



16, 17 e 18 de setembro de 2014
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

Tabela 1 – Vazões de pico simuladas por Cenário

Bacia	Vazão de Pico no Cenário (m ³ /s)		
	Referência	"Atual"	Prognóstico
Sub-bacia 1	10,43	10,95	20,51
Sub-bacia 2	9,66	13,26	19,93
Sub-bacia 3	8,96	8,96	8,96
Total	27,96	32,38	49,43

4. CONCLUSÃO

A utilização de imagens de alta resolução disponibilizadas pelo Google Earth mostrou-se muito eficiente para avaliação do uso do solo e seu impacto na drenagem urbana. Destaca-se o fato das imagens serem gratuitas, de boa qualidade e cobrirem diferentes datas, permitindo acompanhar a dinâmica do uso do solo no meio urbano.

A inundação verificada no dia 7 de abril de 2013 no entorno da Escola Municipal da Santa Maria da Codipi foi decorrente de um evento com tempo de retorno estimado em, aproximadamente, 14 anos. A alteração da ocupação da bacia com a presença dos empreendimentos supracitados em seu estágio atual de desenvolvimento (2013) provocou um aumento da vazão de pico em 15,8%, atingindo o valor de 32,38 m³/s.

Infelizmente não foi possível fazer uma avaliação da adequação dos valores obtidos para o parâmetro CN e para os tempos de concentração dada a não disponibilização de informações sobre níveis de inundação na área estudada. Para evitar o agravamento do quadro com a urbanização das áreas livres da bacia, é imprescindível que sejam adotadas medidas de controle do impacto no escoamento nos novos empreendimentos, inclusive naqueles em implantação, de forma a minimizar e mitigar impactos negativos nas áreas de jusante, conforme preconiza o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Marcelo Z. de; VERONEZ, Maurício R.; TURANI, Marcos; REINHARDT, Alessandro O. Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009, INPE. p. 1835-1842.

TAYLOR, Frank. About Google Earth Imagery. Artigo digital, 2008. Disponível em <http://www.gearthblog.com/blog/archives/2008/02/about_google_earth_imagery.html>. Acessado em 07/10/2013.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F.; ALBUQUERQUE, P. C. G. Topodata: desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. Anais..., São José dos Campos, SP : INPE, 2009. v. CD-ROM. p. 1-8.