



## IV-019 - ANÁLISE COMPARATIVA DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÕES, COM O PLANO DIRETOR, NA BACIA DO CÓRREGO BOTAFOGO EM GOIÂNIA

### Hugo José Ribeiro<sup>(1)</sup>

Tecnólogo em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Mestrando em Engenharia do Meio Ambiente pela Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Área de concentração: Engenharia de recursos hídricos e de sistemas urbanos de água (PPGEMA/UFG).

### Karla Emanuela Ribeiro Hora<sup>(2)</sup>

Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela UCG (2001), mestrado em Geografia pela UFG (2003) e Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela UFPR (2009). Desenvolve pesquisas na área de Planejamento Urbano Ambiental com interfaces em Planejamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. As pesquisas centram-se na relação campo-cidade e estudos de gênero.

**Endereço<sup>(1,2)</sup>:** Praça Universitária s/n – Setor Universitário – Goiânia-GO. hgribeirogeo@gmail.com; karlaemmanuela@gmail.com

### RESUMO

O presente artigo propõe a determinação de locais susceptíveis a inundações e a comparação destas áreas com a ocupação urbana e a legislação do plano diretor. Cinco planos de informação foram compilados em ambiente SIG para gerar o mapa de susceptibilidade, posteriormente houve a sobreposição dos limites das áreas de proteção ambiental, pontos de inundação cadastrados na defesa civil, e shape de loteamento da bacia. Os resultados mostraram que dos cinco locais analisados, quatro possuem loteamentos irregulares em áreas de APPs.

**PALAVRAS-CHAVE:** Susceptibilidade, Inundação, Ocupação Urbana, GIS.

### INTRODUÇÃO

O processo de intensificação de urbanização nas cidades tem contribuído para a existência de diversos problemas de ordem socioambiental. Dentre estes, destacam-se alguns de maior importância pela vulnerabilidade do meio ambiente agredido por parte da sociedade. Neste contexto, inserem-se principalmente à degradação dos recursos hídricos, os deslizamentos de terra e as inundações, que são frequentes nos ambientes das cidades (MENDONÇA, 2004).

Estudos sobre vulnerabilidade socioambiental (Alves, 2006; Deschamps, 2004), indicam forte correlação entre a condição social de uma população e áreas ambientalmente frágeis. A população, sem condições de arcar com o pagamento único da terra já dotada de infraestrutura busca os locais mais periféricos que em geral não oferecem condições mínimas de ocupação, como: fundos de vales, margens de rios, locais com declividade acentuada, aterros e outras situações que inviabilizam a permanência destas famílias.

Muitos estudos (Faxina et al. 2013; Coelho, 2013; Scherer e Rosele, 2013) apontam a urbanização intensa como fator de alteração do uso do solo por meio de remoção da vegetação e impermeabilização. Estas ações somadas ao depósito inadequado dos resíduos sólidos e o desrespeito às leis ambientais, intensificam as inundações urbanas, que atingem com mais agressividade a parcela da população que habita os locais mais susceptíveis a estes eventos.

Partindo desta premissa, torna-se essencial um mapeamento criterioso de regiões consideradas inadequadas à moradia, para subsidiar o planejamento urbano e alertar à população dos perigos de ocupação destas áreas. Segundo Carvalho e Bayer (2008), a partir de 1970 houve um avanço significativo nas pesquisas ambientais por meio das geotecnologias que fornecem uma base de dados espaciais com agilidade e precisão.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) inserem-se no contexto das Geotecnologias. A concepção dos (SIGs) consiste de um conjunto de rotinas computacionais. A quantidade de recursos de cada programa desenvolvido determinava a sua significância na época. Com o aumento de demanda para aplicações de alto nível na engenharia, o mercado SIG teve um crescimento entre 1970 e 1980. A partir deste momento surge a necessidade de uma maior interação usuário/programa por meio de linhas de comandos para consulta de atributos de um dado, ou mesmo para combinação de camadas de informação (LONGLEY, et al. 2005, p. 158-159).

Atualmente, o grande avanço desta área relaciona-se com a interação do usuário/programa por meio da internet. Este formato permite ao usuário o uso das funções (SIG) para diversas análises espaciais (LONGLEY, et al. 2005, p. 159). Na hidrologia os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem sido fortemente utilizados e vem expandindo os limites de análises hidrológicas (FERRERO, 2004 p. 9).

Um dos principais insumos utilizados nos (SIGs) e na modelagem hidrológica é o modelo digital de terreno. Ao trabalhar este dado é possível extrair diversas informações sobre a topografia e morfologia do local analisado (declividade, relevo, drenagem, fluxo acumulado, delineamento de bacias hidrográficas, hipsometria, etc). No entanto, como afirmam Ferreira et al. (2011) a aplicação destes dados em escala geográfica maior pode acarretar problemas, tanto pela resolução espacial que limita a escala de uso, quanto pelas interferências da densidade urbana e vegetação que superestimam a informação correta de altitude do terreno.

Janke (2013) comparou a elevação, declividade, aspecto, sombreado e curvatura feitos por LIDAR (resolução espacial 1 m) e DEM (resolução espacial 10 m) do Serviço Geológico dos EUA (USGS), no Parque Nacional Rock Mountain no Colorado, sendo que um mapeamento foi feito para rocha e outro para gelo. A conclusão deste estudo mostra que os dados DEM são adequados para escala regional, enquanto o levantamento por LIDAR se mostra adequado para estudos em escala macro, no entanto, os custos ainda são muito elevados. Dehvari e Heck (2012) detectaram que na ausência ou impossibilidade do uso de dados LIDAR, o DEM baseado em aerofotogrametria pode ser um bom substituto para análises de terreno, já que o mesmo teve baixos erros espaciais. Para os produtos Aster e SRTM, Mukherjee et al. (2013) confirmaram em seus estudos um erro altimétrico na ordem de 12,62 e 17,76 m respectivamente. Concluiu-se que a acurácia dos DEMs é afetada diretamente pelas características morfológicas e rugosidade do terreno.

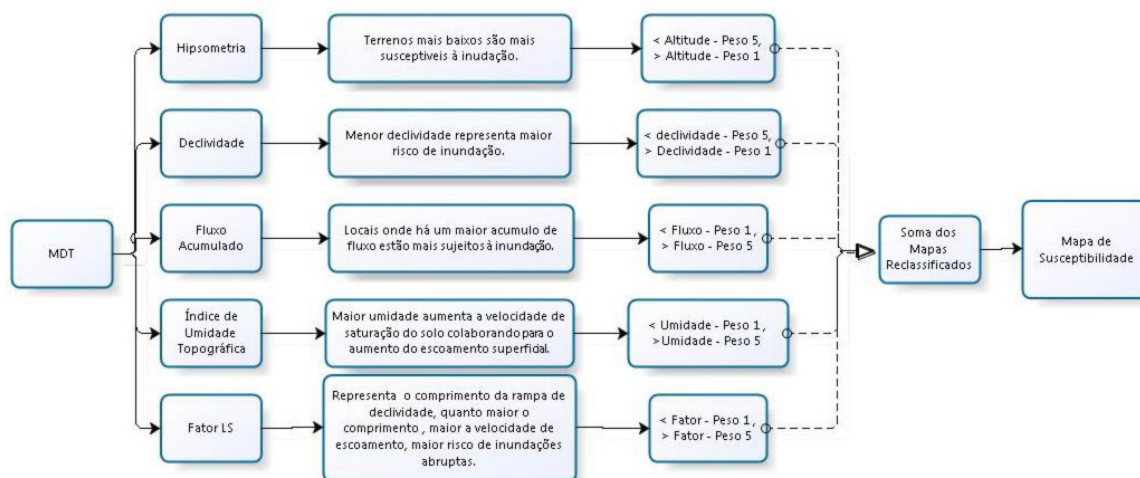
É possível perceber pelos estudos realizados recentemente que o uso dos DEMs tem as suas limitações, porém é importante ressaltar que em estudos mais generalizados podem-se obter bons resultados com MDEs de média resolução espacial. O presente artigo tem por objetivo a determinação de locais susceptíveis a inundações e a comparação destas áreas com a ocupação urbana e o plano diretor. Como objetivos específicos espera-se identificar pontos críticos no mapa de susceptibilidade e verificar se, a ocupação dos locais considerados críticos estão de acordo com o plano diretor vigente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados compreendem um MDE (Modelo Digital de Elevação), o Mapa Urbano Digital de Goiânia, pontos de inundação cadastrados pela Defesa Civil e Plano Diretor.

Foram extraídos parâmetros (hipsometria, declividade, fluxo acumulado, índice de umidade topográfica, fator LS) relacionados ao mapa de susceptibilidade a inundações por derivação do MDT nos programas *System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) 2.1* e *ArcGis 9.3*.

Cada parâmetro foi reclassificado em uma escala variando de 1 a 5, sendo 1 o valor com menor peso e 5 o de maior peso. A escolha dos pesos será mais bem explicada no decorrer do texto. Por fim, foi usado o conceito de álgebra de mapas para compilar os mapas e assim obter o produto final. Este processo pode ser mais bem visualizado na figura 1.



**Figura 1 - Geração do Mapa de Susceptibilidade a Inundações.**

Após a determinação das classes de susceptibilidade, utilizou-se o Mapa Urbano Digital de Goiânia sobreposto ao mapa de susceptibilidade a fim de detectar irregularidades, como construções, principalmente com finalidade habitacional que estão em áreas susceptíveis a inundações além dos limites definidos no plano diretor de Goiânia.

### Área de Estudo

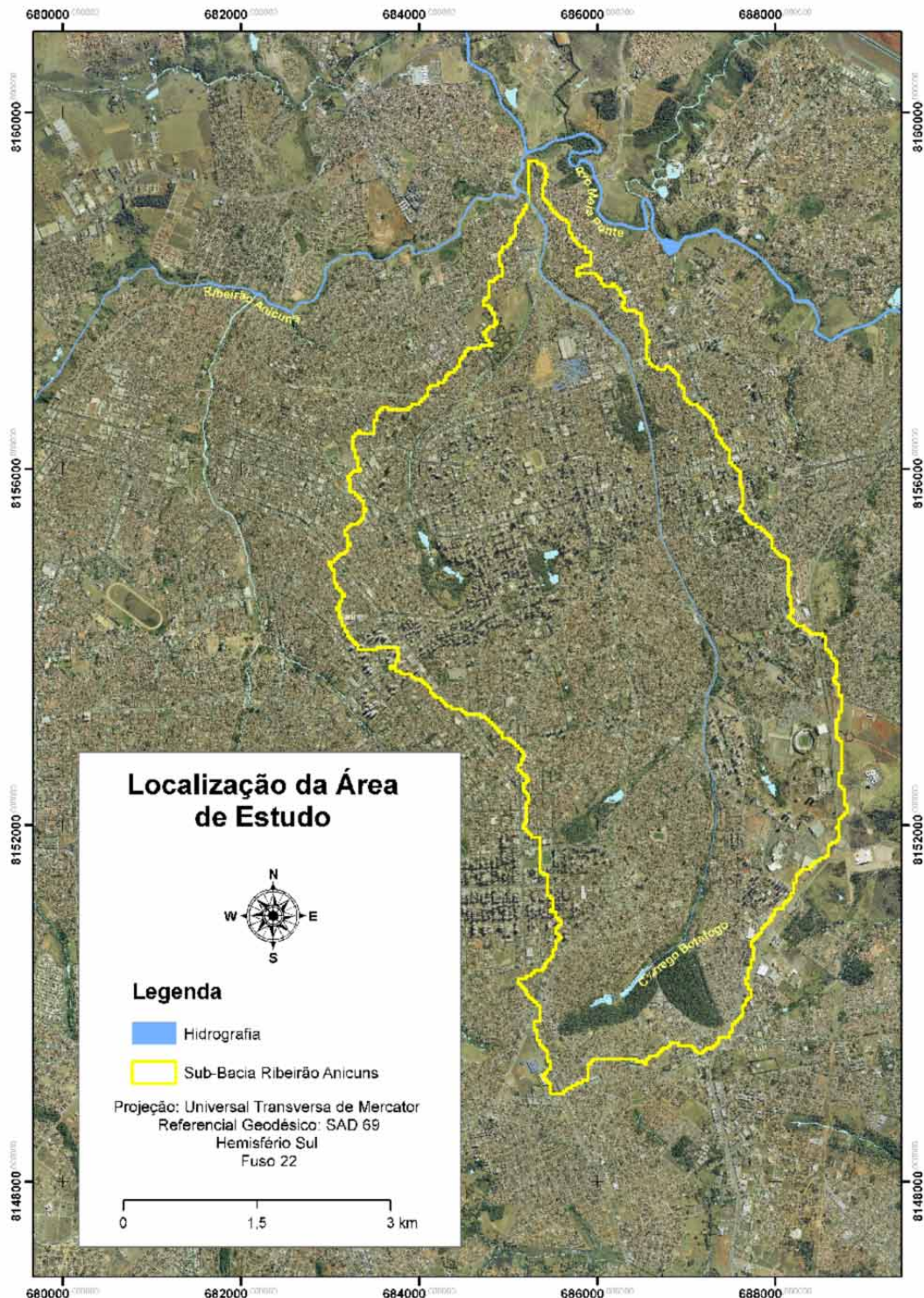
A bacia hidrográfica de estudo (figura 2) está localizada no município de Goiânia, estado de Goiás. É densamente urbanizada e abrange a região central da cidade. O principal curso d'água da bacia deságua no Ribeirão Anicuns, que é um tributário do Rio Meia Ponte.

Segundo Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHGO) o clima da região é caracterizado por duas estações bem definidas, uma seca, no período de abril até a primeira quinzena de outubro e uma chuvosa que começa na segunda quinzena de outubro e segue até meados de abril do ano seguinte. Durante a estação chuvosa é frequente a ocorrência do fenômeno Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que geralmente gera acumulados significativos de precipitação no local onde ocorre.

Goiânia foi uma cidade planejada e projetada para 50.000 mil habitantes. Em 1937 houve a mudança definitiva da capital de Goiás para Goiânia, cinco anos depois a cidade já contava com 15.000 habitantes. Na década de 40 foi observado um crescimento populacional acelerado no Estado de Goiás, em virtude do aumento da imigração e altas taxas de natalidade, em torno de 4,6%. Em comparação com o Brasil, neste mesmo período registrou-se 4,3%. Em 1970 Goiânia já contabilizava aproximadamente 400.000 habitantes (PALACÍN e MORAES, 2008, p. 159, 167, 173).

A partir de 1970, segundo dados do Censo do IBGE, o crescimento populacional de Goiânia seguiu em ritmo exponencial. Em 1980 sua população quase dobrou atingindo o número de 738.117 habitantes, que em 1991 chegou a 920.840, aumentando em 2000 para 1.090.737, atingindo 1.302.001 habitantes de acordo com o último Censo do IBGE em 2010.





**Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Córrego Botafogo**

### Modelo Digital de Terreno

Neste trabalho utilizou-se o MDE disponível pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) denominado TOPODATA, que fornece Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações básicas com resolução espacial de 30m interpolados para o território brasileiro, elaborados a partir de dados SRTM originais da agência NASA.

Para se chegar nesta resolução o dado SRTM com 90m passou por algumas etapas de processamento como: preenchimento de falhas, conversão de formato, interpolação. Os arquivos processados e seus derivados podem ser baixados no site <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>, os dados podem ser utilizados desde que cite a sua fonte.

### Derivações do MDE

Na produção do mapa de susceptibilidade foram compilados cinco mapas derivados do MDE, são eles: fator LS, hipsometria (altitude do terreno), declividade, índice de umidade topográfica, fluxo acumulado, sendo que cada camada reflete um comportamento físico da área de estudo.

### Fator LS

Este fator é usado na equação universal para cálculo de perda de solo (USLE). A equação original do fator LS (equação 1) utiliza como parâmetros a inclinação (S) e comprimento da rampa (L) para calcular a perda de solo (WISCHMEIER e SMITH, 1978). Estes fatores foram substituídos em uma nova equação (equação 2) adaptada para cálculo de perda de solo por MDEs em ambiente SIG (MITASOVA et al. 1996).

$$A = RKLSCP \quad (\text{Equação 1})$$

Onde  $R$  é o fator de intensidade da chuva,  $K$  é o fator solo,  $LS$  é o fator topográfico (declividade-comprimento),  $C$  é o fator de cobertura e  $P$  é o fator de práticas de prevenção.

$$LS(\mathbf{r}) = (m+1) [A(\mathbf{r})/a]^m [\sin b(\mathbf{r})/b0]^n \quad (\text{Equação 2})$$

Onde  $m$  e  $n$  são parâmetros,  $a$  é o comprimento e  $b0$  é a declividade.

### Declividade

A declividade (figura 3) é a razão entre a distância plana e a altura de uma rampa. A declividade pode ser expressa por meio de ângulos ou porcentagens. O cálculo da declividade pela ferramenta *slope* em um SIG leva em consideração a taxa de variação máxima de inclinação entre cada célula e seus vizinhos. Pode-se citar como exemplo a alteração máxima em elevação ao longo da distância entre a célula e seus oito vizinhos. Na saída do *raster* cada célula tem um valor de inclinação, a representação do terreno para valores que variam de menores a maiores seguem a escala de terrenos mais planos aos mais íngremes respectivamente (ESRI, 2008).

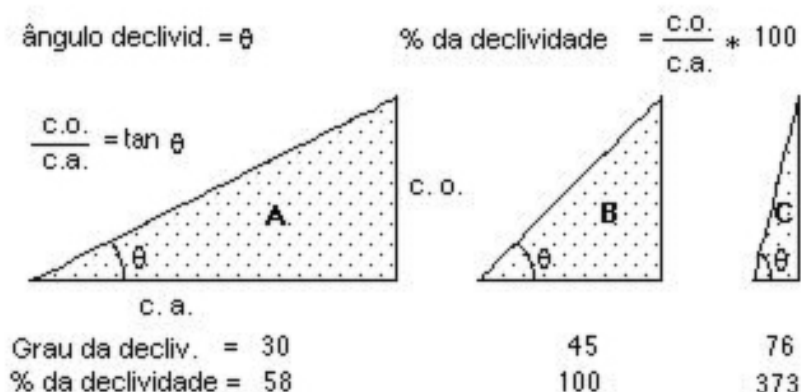


Figura 3 - Representação do cálculo de declividade  
Fonte: Adaptado de (ESRI, 2008)

### Índice de Umidade Topográfica (TWI)

O índice de umidade topográfica do comando *topographic* é calculado com a equação 3:

$$W = \frac{a}{\ln S} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde  $a$  é a área da bacia específica,  $S$  é a inclinação do terreno e  $\ln$  é a transmissividade do solo. O índice de umidade topográfica vem do modelo hidrológico TOPMODEL de (Beven e Kirby, 1978) e está relacionado com as condições de umidade do solo, indicando as tendências de saturação. Assim, quanto mais elevado for o valor desse índice em um pixel mais elevada será a umidade encontrada.

### Fluxo Acumulado

O cálculo de fluxo acumulado (figura 4) por célula baseia-se na quantidade de células que contribuem na célula de saída. O programa considera que as células de saída com valores elevados representam áreas de fluxo concentrado que podem ser usadas na definição de canais de transmissão. Por outro lado as células de saída com valores próximos ou iguais a zero representam as elevações do local e podem ser utilizadas para definir cumes (ESRI, 2008).

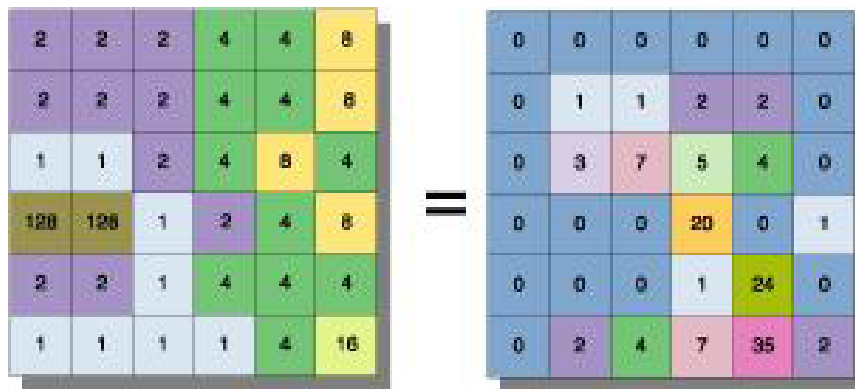


Figura 4 - Grid representando os valores de fluxo acumulado  
Fonte: Esri (2008)

### Limites de Ocupação

A seção seis do capítulo um do plano diretor de Goiânia traz parâmetros ambientais que visam proteger as áreas de patrimônio natural que são constituídas por unidades de conservação limitando o acesso urbano. O artigo 104 revela a lei federal de nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (GOIÂNIA, 2013).

O art. 105 prevê a preservação da natureza, admitindo o uso indireto das Unidades de Proteção Integral, exceto as Áreas de Preservação Permanentes (APP's) no território. No inciso 1º do art. 106 tem-se o conceito do que se considera APP:

§ 1º Entende-se por Área de Preservação Permanente - APP, os bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, a fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas[...]

Em Goiânia são consideradas como APP's as "faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água temporários e permanentes, com largura mínima de 50m (cinquenta metros), a partir das margens ou cota de inundação para todos os córregos; de 100m (cem metros) para o Rio meia Ponte e os Ribeirões Anicuns e João Leite." Além destes limites a seção seis indica uma nota para os casos excepcionais onde o limite de fundo do lote coincida com a margem do rio, neste caso deve-se manter uma distância de no mínimo 30m (trinta metros) a partir da margem do curso d'água (GOIÂNIA, 2013).

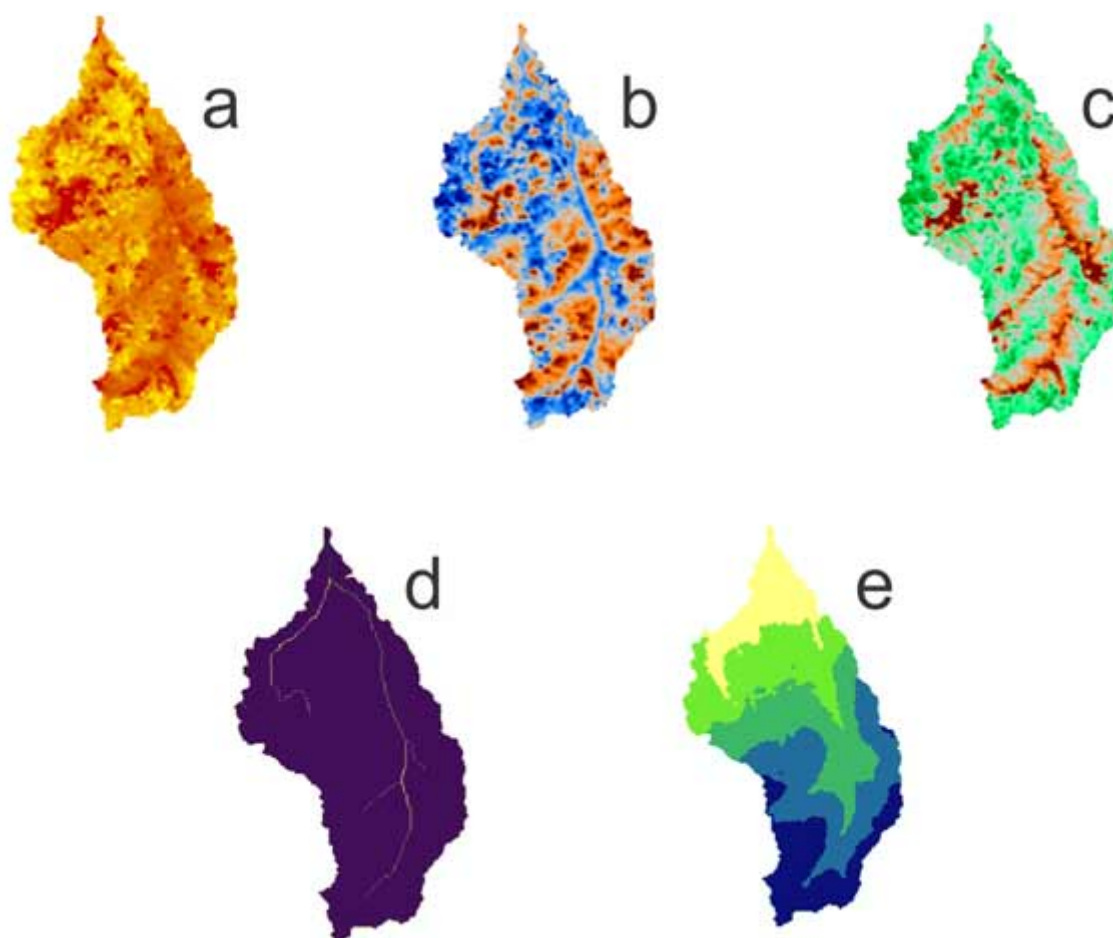


Em relação às nascentes, a distância estabelecida no plano diretor é de 100m (cem metros), podendo esta ser ampliada conforme entendimento do órgão municipal competente sobre a necessidade de proteção da faixa de afloramento do lençol freático. Para lagos, lagoas e reservatórios d'água naturais a distância é de 50m (cinquenta metros) desde seu nível mais alto (GOIÂNIA, 2013).

Estes limites foram plotados no mapa de susceptibilidade com o propósito de analisar a existência de áreas de inundação fora ou dentro destas regiões, comparando-as com as áreas críticas do mapa.

## RESULTADOS

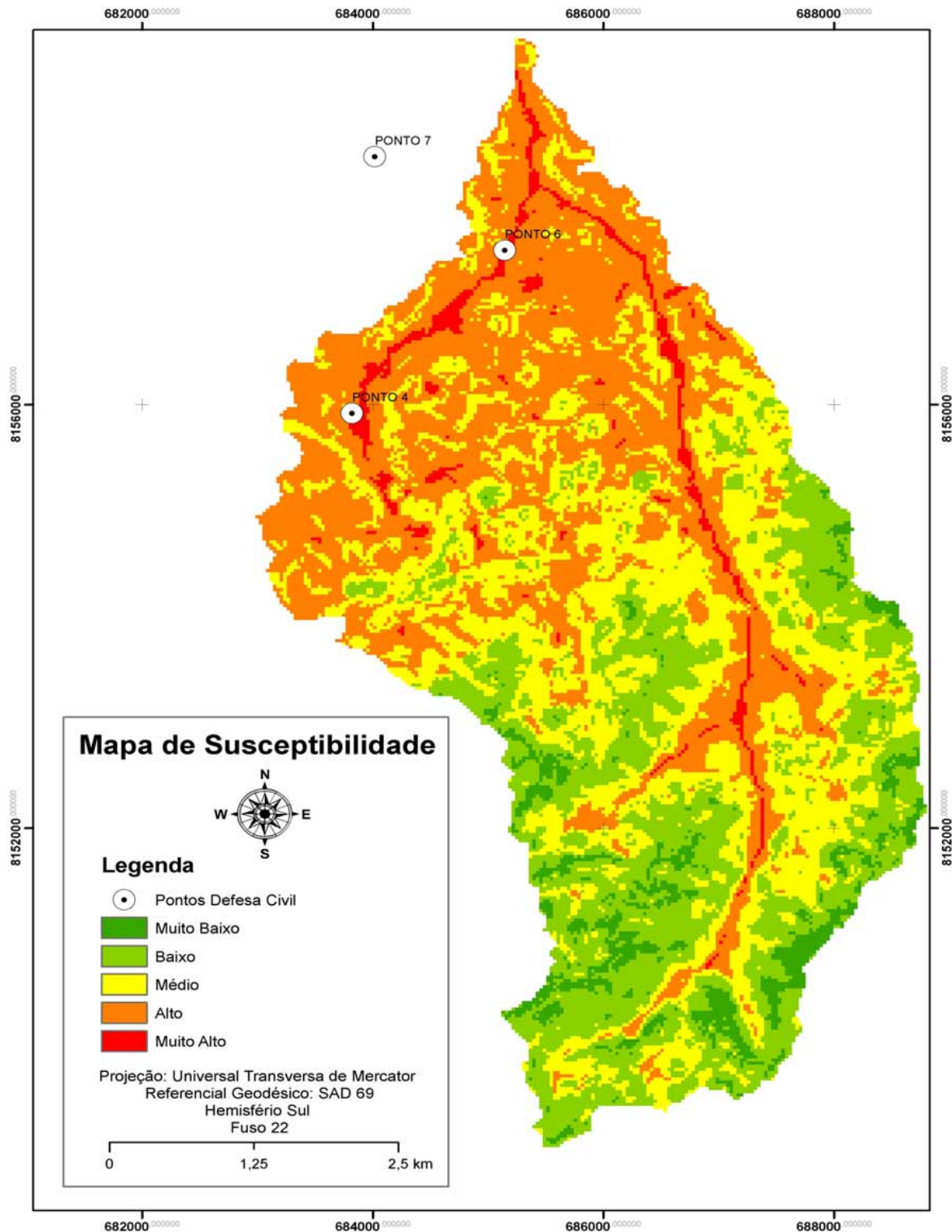
Os mapas intermediários produzidos (figura 5) foram parte essencial do processo para composição do mapa de susceptibilidade. Cada um contribuiu com uma característica física específica do local.



**Figura 5 - Mapas intermediários (a) declividade; (b) índice de umidade topográfica; (c) fator Ls; (d) fluxo acumulado; (e) hipsometria.**

Realizou-se a composição do mapa de susceptibilidade (figura 6) por meio da soma dos mapas intermediários, pela ferramenta raster calculator. Na sequência este mapa foi reclassificado pela ferramenta *reclassify* e foram extraídas cinco classes de susceptibilidade: muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto.

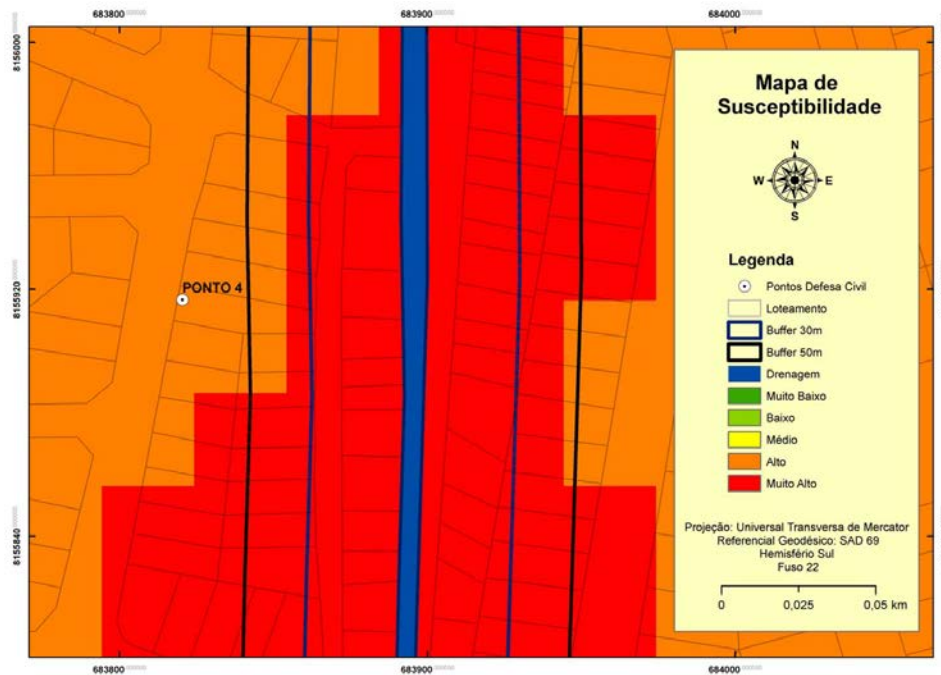
A priori pode-se observar que os pontos cadastrados pela defesa civil da cidade localizaram-se nas áreas de alta e muito alta susceptibilidade a inundações, e os pontos críticos da bacia estão representados pela cor vermelha no mapa, como ilustra a figura 6.



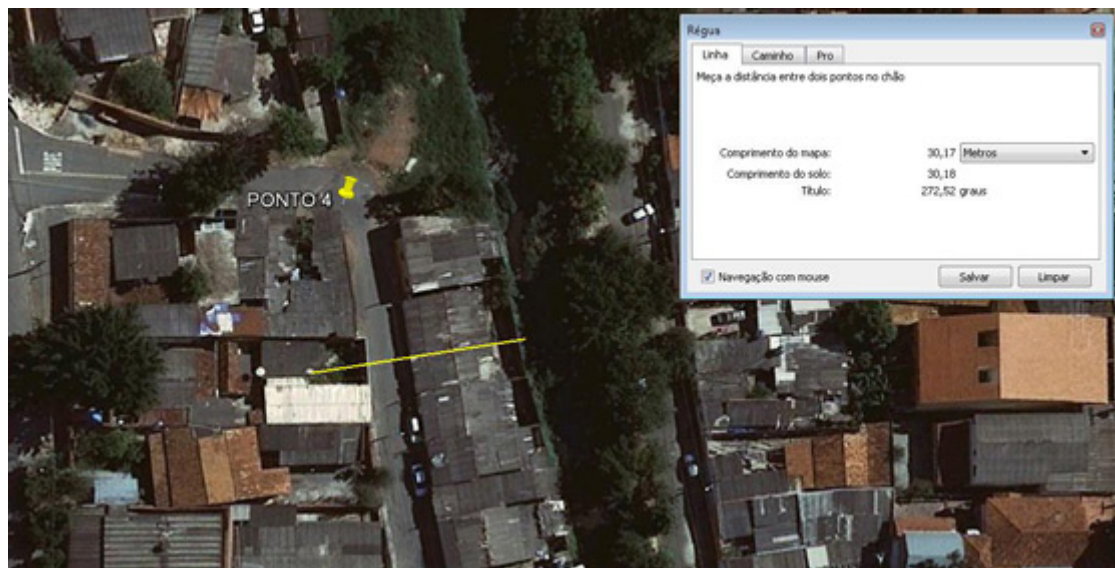
**Figura 6 - Mapa de susceptibilidade a inundações com os pontos cadastrados pela defesa civil.**

Para analisar a ocupação urbana no local inseriram-se no mapa os limites mencionados no plano diretor, e por meio destes pode-se comparar as regiões dadas como críticas no mapa de susceptibilidade com a ocupação urbana, os pontos cadastrados pela defesa civil e a legislação vigente, (figuras 7a, 7b, 8a, 8b).





**Figura 7a - Comparação do mapa de susceptibilidade, shape de lotes, distâncias determinadas no plano diretor e o ponto 4 cadastrado na defesa civil.**



**Figura 7b- Imagem do software Google Earth ilustrando a região do ponto 4, o final da linha amarela determina os 30m previstos no plano diretor.**

Buscou-se analisar os locais validados pelos dois pontos disponíveis para esta bacia. Na figura 7a percebe-se que o ponto de inundação cadastrado pela defesa civil encontra-se além do limite determinado pelo plano diretor de 50m, ilustrado pela linha de cor preta. A inundação na área de APP é previsível, no entanto se ela ultrapassa este limite tem-se um problema que precisa ser resolvido.

O loteamento não está em conformidade com o plano diretor, como é possível perceber na figura 7b existe uma quadra totalmente dentro do limite de 30m. Conforme visto anteriormente, lotes que tenham seus limites de fundo coincidentes com as margens de rios tem que respeitar a distância mínima de 30m. Neste caso, como o loteamento é existente em um local onde não deveria haver ocupação, pode-se inferir que a gestão pública a

priori determine a não ocupação destas áreas, porém sem uma fiscalização eficaz, não há como impedir o acesso destes locais.

Para o ponto 6 (figuras 8a e 8b) nota-se que o ponto de inundação está localizado dentro do limite da APP, no entanto o loteamento naquele local encontra-se estabelecido de forma irregular, como o limite de fundo não termina na margem do rio, a legislação prevê que a área a ser respeitada como limite é de 50m, ou seja, a área de APP. Tem-se na figura 8b uma ilustração da situação da área, em que quadras encontram-se em desconformidade com a legislação, esta situação persiste ao longo do curso d'água.

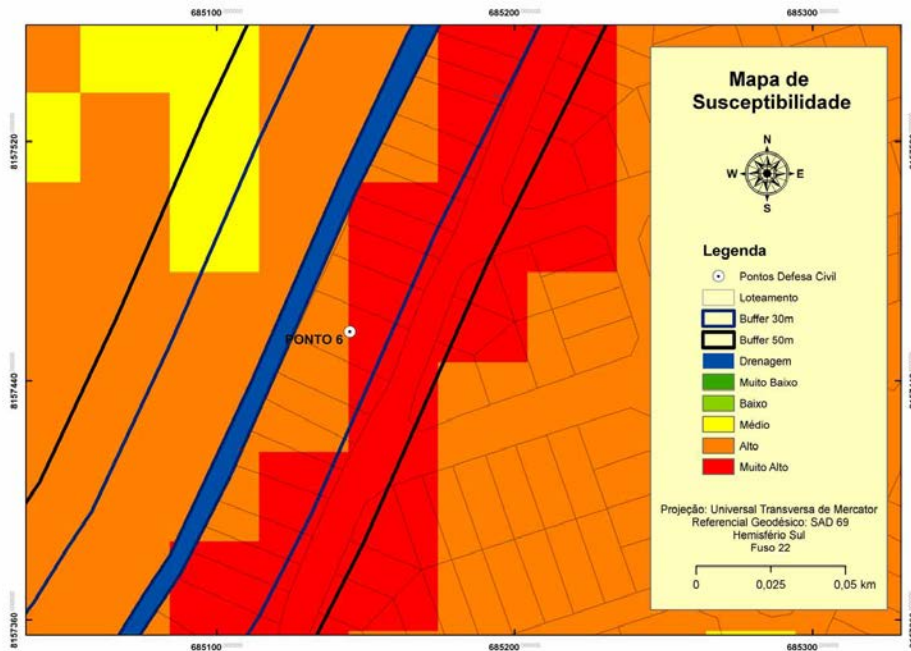


Figura 8a - Comparação do mapa de susceptibilidade, shape de lotes, distâncias determinadas no plano diretor e o ponto 6 cadastrado na defesa civil.



Figura 8b - Imagem do software Google Earth ilustrando a região do ponto 6, o final da linha amarela determina os 50m (APP) previstos no plano diretor.



Foram analisados outros pontos na bacia (figura 9), verificados no mapa de susceptibilidade, porém sem a validação da defesa civil. Entretanto, estes locais determinados pelo mapa merecem uma atenção do poder público, pois se encontram nas classes de alta a muito alta susceptibilidade a inundações, e havendo um aumento no volume do escoamento superficial, possivelmente estes, serão os locais sujeitos às inundações além dos limites das APPs.

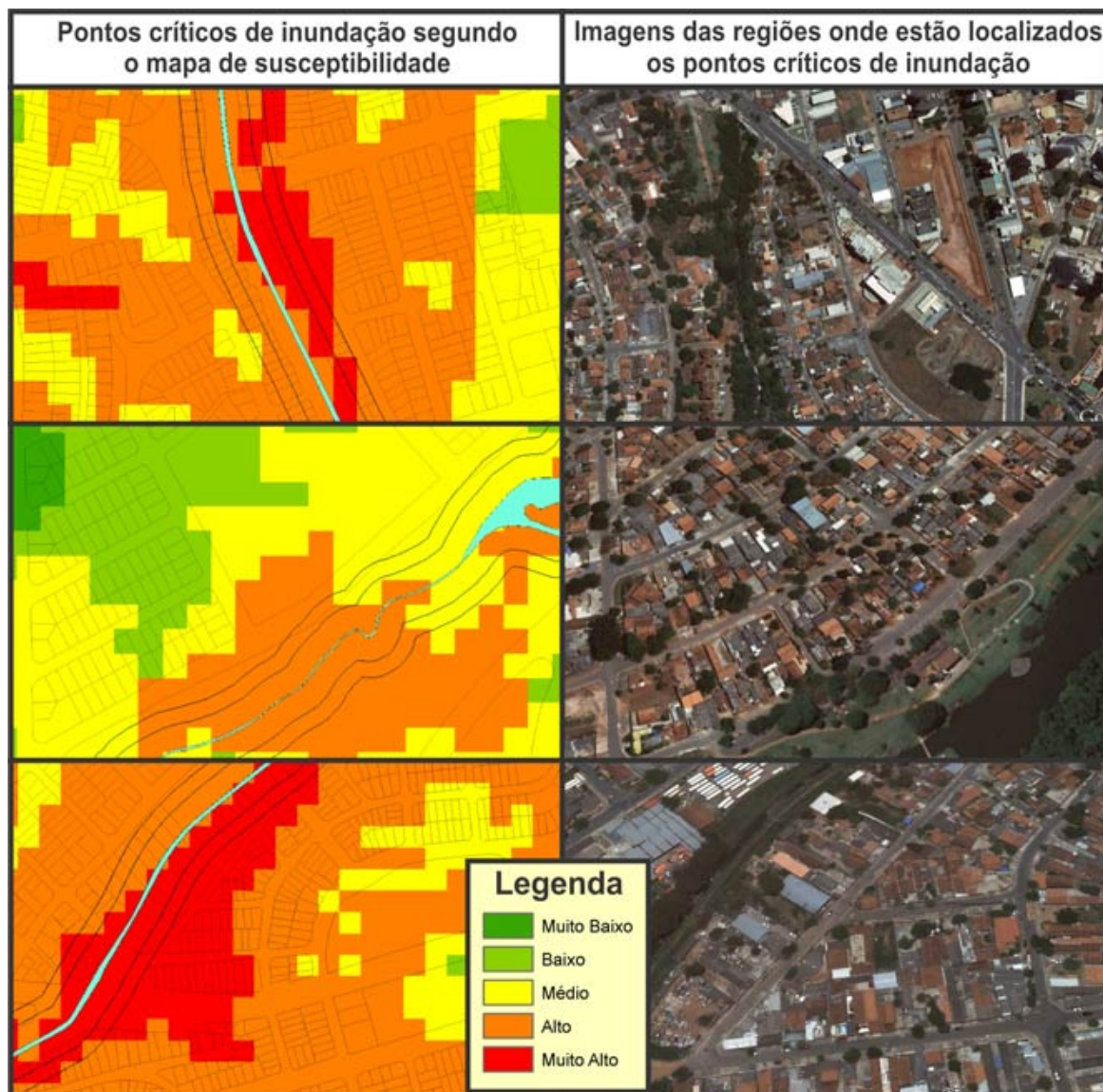


Figura 9 - Possíveis pontos de inundação analisados no mapa de susceptibilidade.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível chegar as seguintes conclusões:

- Além dos pontos cadastrados pela defesa civil de Goiânia, existem pelo menos outros cinco pontos que merecem a atenção do poder público.
- Os locais dados como críticos, na sua maior parte, não atendem as distâncias de APPs e limites de fundo dos loteamentos que terminem nas margens de rios, estabelecidos pelo plano diretor.
- Os loteamentos irregulares encontrados neste trabalho refletem um problema que ocorre em geral nas grandes cidades brasileiras, com a particularidade destes se encontrarem na região mais central da cidade.





## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a CAPES pela concessão da bolsa de Mestrado, e a defesa civil de Goiânia, que contribuiu com dados para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. *Rev. bras. estud. popul.*, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.
2. BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. *Hydrological Sciences Journal*, v. 24, n. 1, p. 43-69, 1979.
3. CARVALHO, Thiago Morato de; BAYER, Maximiliano. Utilização dos Produtos da “SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION”(SRTM) no Mapeamento Geomorfológico do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 9, n. 1, 2010.
4. COELHO, Andre Luiz Nascentes. Impactos ambientais decorrentes do processo de urbanização na região metropolitana de Belo Horizonte (MG): o caso de Ribeirão das Neves. *Anais: Encontros Nacionais da ANPUR*, v. 10, 2013.
5. CONRAD, O. SAGA 2.0. 0b (System for Automated Geoscientific Analyses)[computer program]. GNU, General Public License (GPL). Geographisches Institut, Göttingen, 2005.
6. DE CAMARGO FAXINA, Rudmir Rogerio et al. Urbanização e alterações morfométricas e hidrológicas na bacia hidrográfica do Córrego dos Pires, Jaú, São Paulo. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 3, n. 2, p. 57-72, 2013.
7. DEHVARI, Abdolhamid; HECK, Richard John. Removing non-ground points from automated photo-based DEM and evaluation of its accuracy with LiDAR DEM. *Computers & Geosciences*, v. 43, p. 108-117, 2012.
8. DESCHAMPS, M. V. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR. Curitiba, 2004. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná.
9. ESRI, INC. ArcGIS 9.3. Environmental Systems Research Institute, Redlands, 2008.
10. FERREIRA, N. C. ; WELLINGTON NUNES DE OLIVEIRA ; LINO, N. C. Avaliação da Qualidade de Modelos Digitais de Elevação Para Delineamento Automático de Bacias Hidrográficas no Município de Goiânia - GO. In: XIX Simpósio Brasileiro dos Recursos Hídricos, 2011, Maceió. XIX Simpósio Brasileiro dos Recursos Hídricos, 2011.
11. FERRERO, O. V. Hidrología Computacional y Modelos Digitales de Terreno: Teoría, práctica y filosofía de una nueva forma de análisis hidrológico. 2004.
12. GOIÂNIA. Lei Complementar Nº 171/07 de 29 de maio de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências. Disponível em: [http://www.goiania.go.gov.br/sistemas/sileg\\_PLANO\\_DIRETOR\\_DO\\_MUNICIPIO\\_DE\\_GOIANIA\\_2007.pdf](http://www.goiania.go.gov.br/sistemas/sileg_PLANO_DIRETOR_DO_MUNICIPIO_DE_GOIANIA_2007.pdf) <Acesso em 05 jun. 2013.
13. GRAZIA, G.; QUEIROZ, L. L. et al. O desafio da sustentabilidade urbana. Rio de Janeiro: FASE/IBASE, 2001. (Série Cadernos Temáticos, n. 5).
14. IBGE. Séries Históricas e Estatísticas. Disponível em: < <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD79>> Acesso em: 15 jul. 2013
15. JANKE, Jason R. Using airborne LiDAR and USGS DEM data for assessing rock glaciers and glaciers. *Geomorphology*, 2013.
16. LONGLEY, Paul (Ed.). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons, 2005.
17. MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: Planejamento urbano no Brasil. 1999. Disponível em: < <http://labcs.ufsc.br/files/2011/12/07.-MARICATO-E.-As-id%C3%A9ias-fora-do-lugar-e-o-lugar-fora-das-id%C3%A9ias.pdf>> acesso 12 de mai. 2013
18. MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba1 Risks, vulnerability and urban socio-environmental approach: a reflection on the CMA and Curitiba. 2004.
19. MITASOVA, Helena et al. Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *International Journal of Geographical Information Systems*, v. 10, n. 5, p. 629-641, 1996.
20. MUKHERJEE, Sandip et al. Evaluation of vertical accuracy of open source Digital Elevation Model (DEM). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 21, p. 205-217, 2013.



21. PALACÍN, L.; MORAES, S. A. M.; História de Goiás. 7ª ed. Goiânia: Editora Vieira, 2008. 184 p.
22. REYDON, B. P.; BUENO, A. K. S.; GONÇALVES, J. C. As áreas de mananciais e o mercado de terras, 2004.
23. SAULE J. N.; CARDOSO, P. M. O Direito à Moradia no Brasil. São Paulo: Instituto Pólis, 2005. 160p. Disponível em< <http://www.polis.org.br/uploads/911/911.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2013.
24. SCHERER, Rosângela Bianca; DOS SANTOS, Rosele Clairete. INUNDAÇÕES EM CENTROS URBANOS: IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO CRESCIMENTO POPULACIONAL. Revista Brasileira de Gestao Ambiental ISSN 2317-3122, v. 6, n. 1, p. 42-45, 2013.
25. SIMEHGO. Disponível em: < <http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/>> Acesso em: 15 jul. 2013
26. VALERIANO, Márcio de Morisson. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 12, p. 3595-3602, 2005.
27. WISCHMEIER, Walter H. et al. Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning. Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning, 1978.