

Avaliação da Dinâmica do Processo Evolutivo na Voçoroca da Avenida Contorno, Anápolis-GO

Antonio Lázaro Ferreira Santos

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, antoniolazaros@gmail.com

António Joaquim Pereira Viana da Fonseca

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, viana@fe.up.pt

Jaqueline Costa de Souza

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, jaquelinecosta575@gmail.com

Leandro Gonçalves Correa

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, correa_eng.civil@hotmail.com

Marcos Henrique Damasceno da Silva

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, marquedamasceno@hotmail.com

Rafael Veloso de Moura

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, rafaelv.go@gmail.com

Nathália Aparecida Araújo Leão

Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Brasil, nathaliaaaleao@hotmail.com

RESUMO: Em ambientes de clima tropical, os processos erosivos devido a ação da água em movimento são mais intensos. Condicionantes como o clima, o relevo, o tipo, o uso e a ocupação do solo pelo homem são determinantes no entendimento da suscetibilidade de um terreno aos processos erosivos hídricos. Dessa forma, esses condicionantes necessitam ser verificados para analisar a influência de cada um deles neste tipo de processo. A compreensão desta dinâmica, todavia, decorre pelo entendimento dos processos que atuam na formação da erosão linear, como o escoamento superficial e a formação de sulcos, e na caracterização dos ciclos de estabilidade e instabilidade das voçorocas. Os processos erosivos lineares mais avançados, conhecidos como voçorocas, que atingem a cidade de Anápolis por décadas, são responsáveis por importantes perdas de solo e consequentes assoreamentos na rede de drenagem da região, acarretando prejuízos para a infraestrutura local. Este trabalho engloba estudos e pesquisas necessárias à identificação e compreensão dos processos geradores dos riscos com o intuito de desenvolver parâmetros geotécnicos que possam auxiliar a identificação das vulnerabilidades, em áreas de erosão. Buscando melhorar o entendimento da suscetibilidade dos solos locais aos processos erosivos, como subsídios a proposta de soluções. Os Resultados preliminares, apontam para o solapamento da cabeceira dessa voçoroca, que causa o que chamamos de recuo remontante, que aumenta o comprimento das voçorocas, até que atinjam seu limite estável. A base de dados foi elaborada com elementos espaciais e não-espaciais, composta por dados de campo (descrição de afloramentos, levantamento de perfis estratigráficos, topográficos e informações de localização e evolução das erosões, derivadas de fontes analógicas e de sensoriamento remoto (GPS). Os resultados foram obtidos do cruzamento do mapa de ocupação urbana do período entre 2003 a 2015.

PALAVRAS-CHAVE: Erosões lineares, voçorocas, Google Earth.

1 INTRODUÇÃO

Em ambientes de clima tropical, de média a elevada precipitação anual, os processos erosivos devido a ação da água em movimento são mais intensos. Condicionantes como o clima, o relevo, o tipo, o uso e a ocupação do solo pelo homem são determinantes no entendimento da suscetibilidade de um terreno aos processos erosivos hídricos. Quanto ao tipo de solo, a textura, a estrutura do solo e a permeabilidade são consideradas as características mais relevantes na erodibilidade do material. No entanto, alguns estudos mostram a importância do teor de umidade e, conseqüentemente, da sucção na resistência do solo a perda de massa e a desestruturação devido aos processos erosivos (Camapum de Carvalho, et. al., 2009). A compreensão desta dinâmica, todavia, decorre pelo entendimento dos processos que atuam na formação da erosão linear (ravinas e voçorocas), como o escoamento superficial e a formação de sulcos.

A ocupação do meio físico através da expansão urbana tem revelado problemas de relativa gravidade, em função do não conhecimento dos fatores físicos que regem o comportamento frente à ocupação. No caso específico do município de Anápolis, os processos erosivos lineares mais avançados, atingem o município por décadas e são responsáveis por importantes perdas de solo e conseqüentes assoreamentos na rede de drenagem da região, acarretando prejuízos para a infraestrutura local. Em alguns bairros da cidade de Anápolis a intensidade dos processos erosivos, além de gerar riscos de queda de pessoas, também dificulta e/ou inviabiliza o trânsito, prejudicando a acessibilidade dos moradores (Jesus *et al.*, 2009b).

A voçoroca Contorno ilustra muito bem essa realidade. De acordo com Jesus (2007) ela começa por atingir o horizonte C nas vertentes inferiores, pela remoção dos horizontes A+B (solum), ali menos espessos. Erodido o solum, o horizonte C é mais rapidamente erodido por causa da sua maior friabilidade. Com a incisão no horizonte C até o lençol freático, a erosão começa a evoluir de forma remontante, por descalçamento e solapamento dos taludes. Essa

dinâmica evolutiva resultou numa incisão erosiva linear de comprimento com profundidades variáveis e atingindo, aproximadamente, 9 m na cabeceira.

A fim de identificar os mecanismos que determinam o processo erosivo ao longo dos anos, foi feito o mapeamento da Voçoroca Contorno, localizada na margem leste da alta bacia urbana do rio das Antas, no município de Anápolis, utilizando-se das imagens disponíveis no Google Earth Pro.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a evolução da voçoroca frente aos processos erosivos, por meio das imagens do período compreendido entre os anos de 2003 e 2015. Os resultados dos estudos realizados servem também como subsídio a uma adequada gestão da ocupação urbana do solo em Anápolis-GO.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A ocupação do meio físico através da expansão urbana é certamente um problema, em função do não conhecimento dos fatores físicos que regem o comportamento e a resposta desse componente ambiental frente à ocupação. No caso específico do município de Anápolis, segundo o censo demográfico (IBGE, 2010), possuía em 2010 uma população de 334.613 habitantes, sendo que cerca de 97% dessa população habita a área urbana do município.

Segundo Jesus (2013), a certificação dessa relevante concentração populacional na área urbana de Anápolis aponta para a importância da compreensão da apropriação do solo para fins de urbanização, em virtude dos impactos ambientais que atingem a cidade e, mais especificamente no que se refere a erosão. Entretanto, o relevo e a própria forma de ocupação e implantação dos centros urbanos influenciam na intensidade dos processos erosivos que atinge a região. Com isso, a identificação dos mecanismos que determinam sulcos, ravinas e voçorocas é fundamental para a elaboração de projetos de controle de erosão.

2.1 Localização

A Voçoroca Contorno situa-se na margem leste da alta bacia urbana do Rio das Antas, e é assim denominada por atingir rua de mesmo nome, no bairro Polocentro 1, localizado na porção sudoeste da cidade de Anápolis, situada no

estado de Goiás (Figura 1). A região é limitada pelos paralelos $16^{\circ}19'48''\text{S}$ e $48^{\circ}58'23''\text{W}$ de Greenwich, com altitudes entre 800 e 1.160 m na zona fisiográfica do Mato Grosso Goiano, onde se inicia o Planalto Central, no sul do Estado de Goiás.

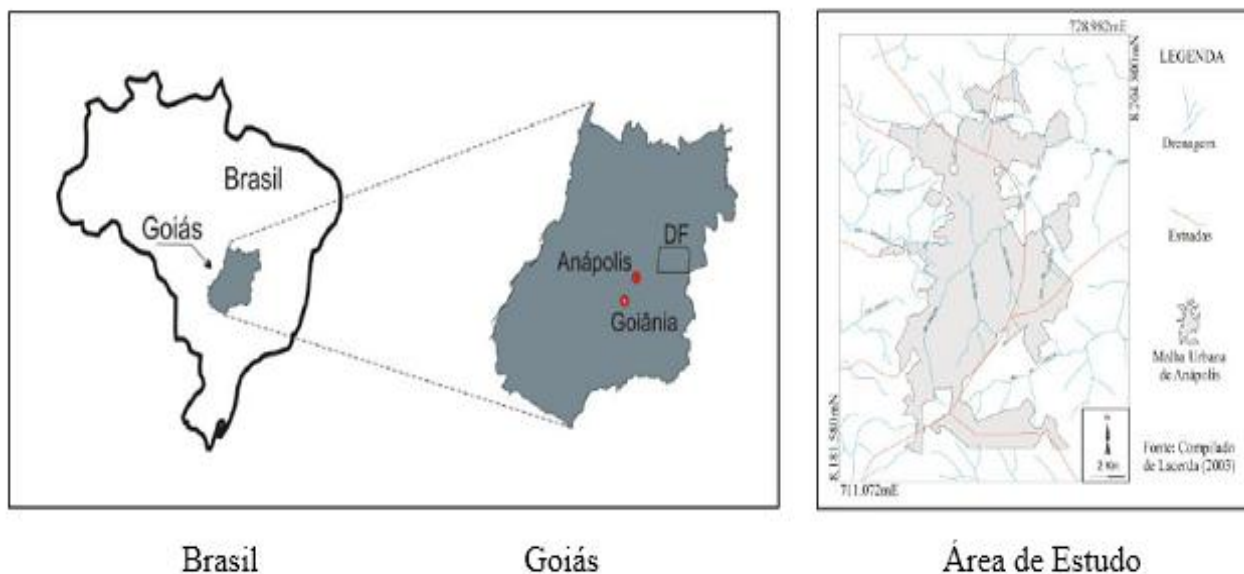


Figura 1 - Localização da área de estudo

3 MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de se avaliar a evolução espacial, no que se refere ao uso e ocupação do solo, elegeu-se como área de estudo, a área da voçoroca da avenida Contorno, situada na zona urbana do município de Anápolis, Goiás.

Para a compreensão do processo evolutivo da Voçoroca Contorno foi necessário o uso dos softwares Google Earth Pro e ArcGIS 10.1, mais especificamente a plataforma ArcMap. Primeiramente selecionou-se imagens no Google Earth Pro em períodos distintos (2003, 2010 e 2015). Com essas imagens de trabalho tornou-se possível fazer o georreferenciamento usando o banco de dados de imagens base do ArcGIS. Posteriormente, delimitou-se três polígonos que compreendem as áreas da voçoroca em estudo nas diferentes datas avaliadas. Com isso, fez-se um cálculo estimado do aumento da erosão em m^2 , levando em consideração o fato de que o Google Earth é

formado por várias imagens de satélite diferentes, o que pode acarretar uma distorção nas imagens, segundo Lopes e Nogueira (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As áreas da Voçoroca Contorno nos períodos já mencionados anteriormente, bem como os seus respectivos perímetros são apresentados na tabela 1, salientando que a estimativa desses valores foi realizada no software Google Earth Pro e que os mesmos foram confrontados com os valores obtidos no ArcMap, apresentando uma reduzida discrepância.

Tabela 1. Área e perímetro da Voçoroca Contorno nos anos de 2003, 2010 e 2015.

Data	Área (m^2)	Perímetro (m)
01/10/2003	2911	2148
12/04/2010	5304	2246
31/08/2015	12968	2340

Com isso, pode-se concluir que do ano de 2003 para 2010 houve um aumento na área de 2393 m² e no perímetro de 98 metros, ou seja, um aumento relativo de 82,2% para a área de voçorocamento em aproximadamente 7 anos. Já no período compreendido entre 2010 e 2015 houve um aumento relativo de 7664 m² em área e de 94 metros em perímetro, o que implica em

um aumento de 144,5% na área em apenas 5 anos.

Ao total, a Voçoroca Contorno teve sua área aumentada em 345,5% em um intervalo de 12 anos, o que corresponde à um aumento de 10057 m² na erosão.

As Figuras 2, 3 e 4 ilustram esse processo evolutivo da Voçoroca Contorno.

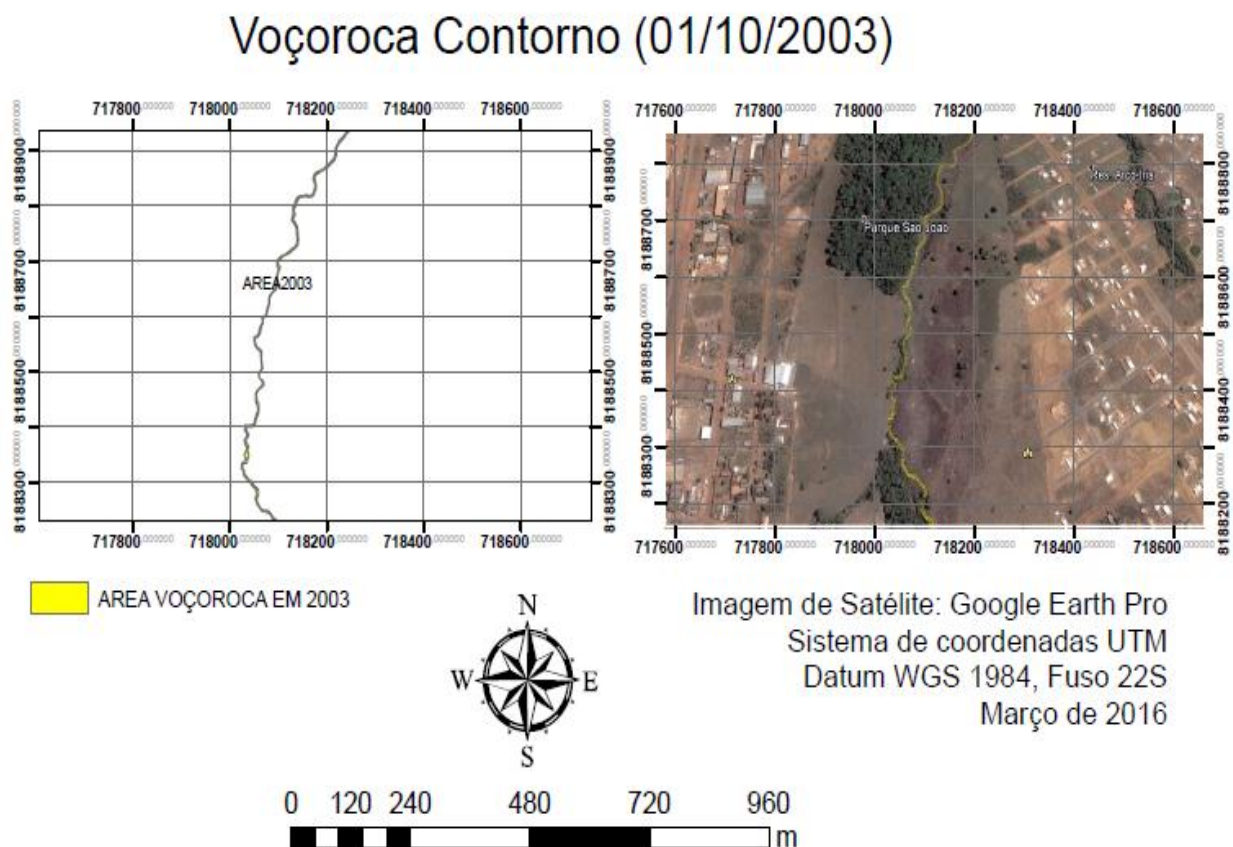


Figura 2 – Mapa da Voçoroca Contorno em 2003.

Voçoroca Contorno (12/04/2010)

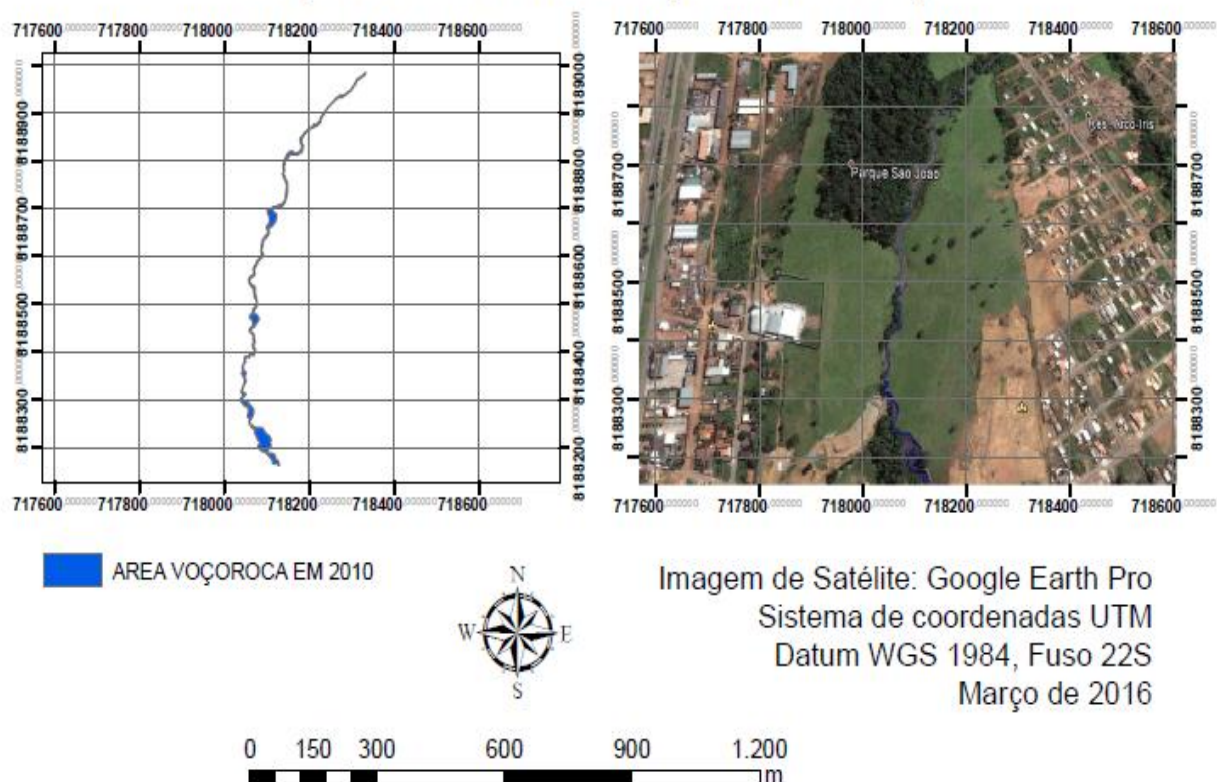


Figura 3 – Mapa da Voçoroca Contorno em 2010.

Voçoroca Contorno (31/08/2015)

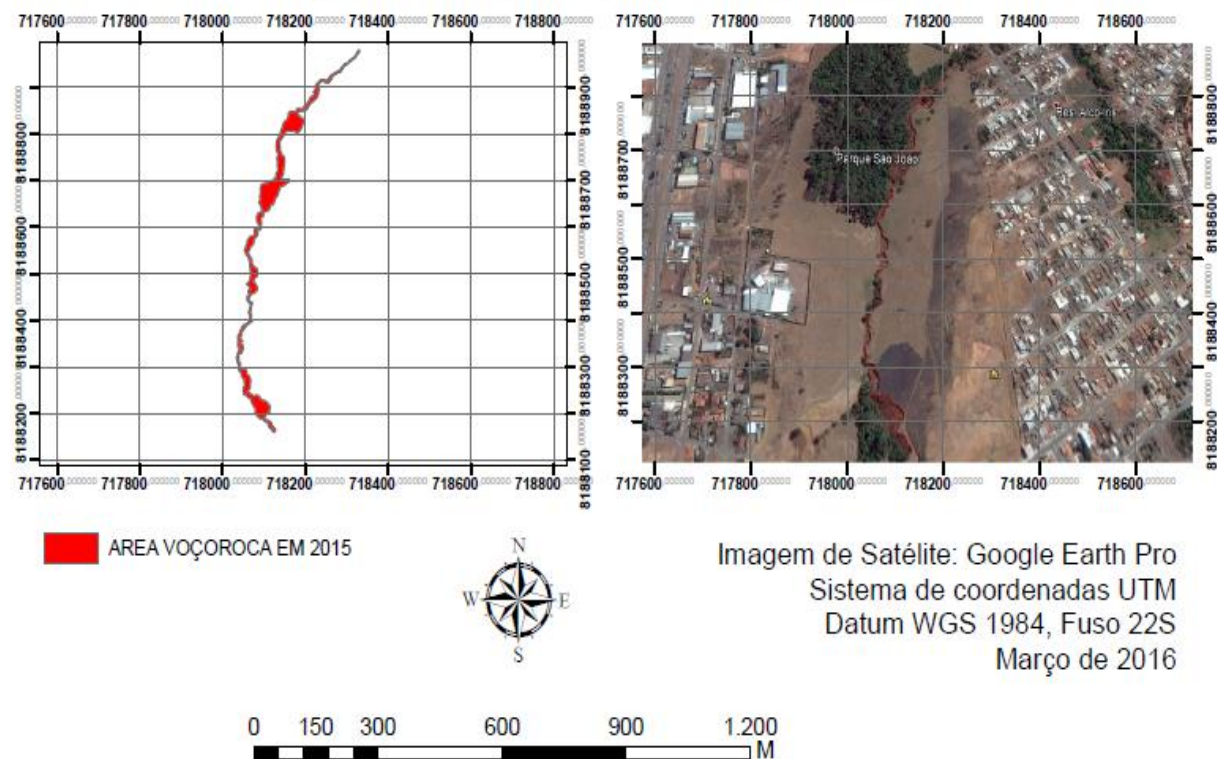


Figura 4 – Mapa da Voçoroca Contorno em 2015.

É observado visualmente, através das figuras 2, 3 e 4, o crescimento exacerbado da Voçoroca Contorno em um intervalo de tempo relativamente pequeno (12 anos). Estudos realizados por Jesus (2013) comprovaram que alguns fatores corroboraram para avaliação deste aumento das áreas erodidas verificadas na área de estudo, tais como a implementação dos bairros em Anápolis ter sido feita com ruas longas no sentido do declive, nas áreas de cabeceiras de drenagem e margeando cursos d'água, ou seja, o sistema de arruamento adotado era impróprio para as condições do meio físico.

Logo, muitos desses bairros, se não a totalidade, foram implantados sem a infraestrutura necessária, sendo desprovidos, dentre outros, de pavimentação das vias e de drenagem de águas pluviais, o que vem intensificar o crescimento do desgaste da superfície do solo no local, pois favorecem a concentração do escoamento superficial e potencializam a energia cinética de fluxo. Dessa forma, a errônea ocupação do solo urbano, favoreceu diretamente o surgimento de processos erosivos, não somente na área de estudo, mas sim em diversas partes da cidade.

Contudo, aliada ao uso e ocupação do solo, os estudos realizados por Jesus (2013) relativos ao comportamento hidromecânico do solo também revelaram uma predisposição a erodibilidade, com perda significativa de massa.

Além disso, é importante ressaltar conjuntamente ao apresentado, que a área erodida analisada tornou-se durante anos alvo de um lançamento inadequado de lixo e entulho por parte dos moradores, acreditando estar resolvendo dois problemas: o do lixo e o da erosão. Porém, sabe-se que este tipo de projeção de dejetos só degrada ainda mais a cobertura do solo, intensificando os processos erosivos.

Portanto, certamente o escoamento superficial concentrado a montante ao longo da Avenida Contorno, aliado ao mal uso e cobertura do solo, promoveram a jusante nas vertentes inferiores a formação da erosão e conseqüentemente, a sua rápida evolução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As erosões urbanas, em geral, estão associadas à falta de planejamento adequado, ou seja, um controle urbano que considere também as particularidades do meio físico e as tendências de desenvolvimento da área.

No caso específico do município de Anápolis, analisando o uso e cobertura do solo de regiões próximas a Voçoroca Contorno, baseado em reconhecimento de campo, foi possível verificar grande influência da ocupação urbana no seu surgimento e evolução. Notou-se que a montante havia um sistema de arruamento impróprio, tais como ruas longas no sentido da declividade da rua e uma certa dificuldade com o disciplinamento das águas pluviais, com lançamento inadequado dessas águas pelo sistema de drenagem sem estruturas dissipadoras da energia cinética da água.

Observou-se também que a área erodida em estudo foi objeto do lançamento de resíduos sólidos urbanos durante muito tempo.

Logo, pode-se concluir que a Voçoroca Contorno certamente teve origem na concentração do fluxo das águas pluviais e/ou lançamentos inapropriados dos sistemas de drenagem e de resíduos sólidos. O estudo dos fatores desencadeadores e responsáveis pela evolução do processo erosivo analisado deixa claro a importância do planejamento da ocupação e uso do solo, já que além dos danos ambientais, as erosões provocam danos diretos à qualidade de vida e à segurança dos moradores.

Contudo, sugere-se que, aliado a este estudo, sejam realizados ensaios geotécnicos de caracterização do solo como subsídios ao entendimento dos processos erosivos da bacia considerada, para propor soluções de recuperação.

REFERÊNCIAS

- Camapum de Carvalho, J. (2009). *Erosão: Origens, soluções e responsabilidades*. 5ª Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas. ABMS, São Paulo, SP.
- IBGE, 2010. Censo Demográfico de 2010. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, dados referentes ao município de Anápolis, fornecidos em meio eletrônico.
- Jesus, A.S. (2007). *Impactos ambientais na alta bacia urbana do rio das Antas em Anápolis (GO)*. Dissertação de Mestrado em Geografia (Natureza e Apropriação do Espaço do Cerrado), Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 159p.
- Jesus, A.S., Lopes, L.M. & Camapum de Carvalho, J. (2009b). *Erosão acelerada e suas interferências na qualidade de vida: o exemplo da alta bacia do rio das antas na área urbana de Anápolis (GO)*. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, UFV, Viçosa, MG.
- JESUS, A.S. (2013). *Investigação Multidisciplinar de Processos Erosivos Lineares: Estudo de Caso da Cidade de Anápolis - GO*. Tese de Doutorado, Publicação G.TD - 087/2013, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 340 p.
- LOPES, E. E.; NOGUEIRA, R. E. “*Proposta metodológica para validação de imagens de alta resolução do Google Earth para a produção de mapas*”. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba, Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, 2011, p. 2308-2315.