

Revista Monografias Ambientais  
Santa Maria, v. 14, n. 2, mai-ago. 2015, p. 38-48  
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM  
ISSN: 22361308



## Análise evolutiva de processo erosivo acelerado em uma área urbana da cidade de Goiânia

Spatial evolution of accelerated erosion process on one urban area of Goiânia.

Max Gonçalves dos Santos e Silva<sup>1</sup>, Germán Sanz Lobón<sup>2</sup>, Nilson Clementino Ferreira<sup>3</sup> e Paulo Sérgio Scalize<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Especialista. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

<sup>2</sup>Doutor. Pesquisador da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.

<sup>3</sup>Doutor. Professor adjunto da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Professor dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (PPGEAS) e em Ciências Ambientais (CIAMB), Goiânia, Brasil.

### Resumo

*Atualmente o crescimento das cidades e a deficiência no planejamento, principalmente em grandes centros urbanos, influenciam nos processos erosivos. Dessa forma, este trabalho propõe a verificação da origem e evolução de uma voçoroca localizada no município de Goiânia-GO. Realizou-se uma análise temporal no período de 2002 a 2014 utilizando imagens de satélite de Google-Earth e ortofotográficas. As imagens foram editadas e geoprocessadas utilizando o programa computacional ArcGis 10.1. Verificou-se que os principais fatores para a formação e evolução da erosão foram a natureza do solo e o inadequado traçado do sistema viário e do planejamento local.*

**Palavras-chave:** *Análise multitemporal, Imagem de satélite, Escoamento superficial, Fotointerpretação, Voçoroca.*

### Abstract

*Nowadays in Brazil exist one cities expansion, the deficiency in the design and spatial planning and rainfall characteristics, especially in huge urban centers, influence the erosion process. For this reason, this work has been researched the origin and evolution of a gully located in Goiânia (Goiás Brazil). Was made a multi-temporal analysis for the period 2002-2014 using Google-Earth and satellite images. The images have been edited and geoprocessed using software ArcGIS 10.1. It was found that the main factors that were responsible for the erosion were naturalized soil, inadequate spatial planning and layout of the road system.*

**Keywords:** *multi-temporal analysis, satellite images, runoff, photointerpretation, gully.*

## 1 Introdução

O atual processo de expansão urbana necessita de um planejamento capaz de não desencadear novos problemas socioeconômicos e ambientais graves. Uma das possíveis consequências é a degradação de áreas pelos processos erosivos associadas com episódios de chuvas intensas, favorecendo a formação de voçorocas. O gênese dos novos focos erosivos no meio urbano, geralmente tem origem em precárias condições de infraestruturas, em projetos mal concebidos, ou mesmo na escolha de áreas adversas para ocupação (CAMAPUM et al., 2006). Neste sentido, é necessário verificar quais fatores desencadearam o processo erosivo, objetivando a proposição de soluções de controle.

Deve-se considerar que erosões ocorrem na superfície terrestre de forma natural, controlada basicamente por elementos geológicos, pedológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, climáticos e biológicos, sendo seus mecanismos de formação muito conhecidos. A voçoroca forma-se quando a enxurrada se concentra em depressões mal protegidas e a água escoar grandes períodos em forma volumosa, adquirindo grande velocidade, este tipo de erosão é o estágio mais avançado e complexo do processo. Nela, podem atuar, em separado ou conjuntamente, vários processos erosivos, sendo palco de erosão superficial, erosão interna (*piping*), solapamentos, desabamentos, escorregamentos de taludes e quedas de blocos (BACELLAR et al., 2001).

No entanto, as atividades antrópicas podem alterar as forças estabilizadoras do solo, levando ao aumento da taxa de erosão sobre a natural, esse fenômeno é denominado de erosão acelerada (BERTONI e LOMBARDI, 1985), as quais vêm gerando prejuízos para a sociedade brasileira através da perda, tanto de solos agricultáveis quanto de investimentos públicos em obras de infraestrutura, devido à degradação de áreas urbanizadas ou em urbanização, além das alterações nos recursos hídricos (ALMEIDA FILHO, 2001).

Pelo geral, as erosões urbanas estão associadas à falta de planejamento adequado, considerando as particularidades do meio físico, as condições socioeconômicas e as tendências de desenvolvimento da área urbana. Este desenvolvimento aumenta as áreas construídas e as pavimentadas, o que aumenta significativamente o volume e a velocidade das enxurradas, que quando não são dissipadas, concentram os escoamentos, acelerando os processos erosivos (ALMEIDA FILHO et al., 2001). O crescimento implica uma mudança na organização social, devido a seu caráter geralmente pouco planejado, com grandes impactos ambientais (CARRIJO e BACCARO 2001).

O rápido processo de crescimento urbano do município de Goiânia e essa ocupação tem como consequência o aparecimento de processos erosivos do tipo voçoroca (SANTOS e CAMAPUM DE CARVALHO 2008). Em 2003 foi realizado o cadastramento dos processos erosivos lineares do município de Goiânia, se observou que ocupações, a maioria dos 63 casos, localizavam-se em fundos de vales, áreas naturalmente instáveis, ou em declividades (NASCIMENTO, 2003), constatando que o aparecimento das erosões está ligado primeiramente ao crescimento desordenado da cidade.

As pesquisas brasileiras sobre erosão acelerada do solo datam data de 1950, desde então o volume de publicações tem sido crescente, devido à preocupação com a conservação do solo, indissociável do interesse de controlar os processos erosivos (BARRETO; LINO e SPAROVEK, 2009).

Uma ferramenta de fácil acesso e baixo custo para o monitoramento dos processos erosivos são as imagens de satélites. Elas podem proporcionar uma visão sinóptica e multitemporal de extensas áreas, algumas inclusive de difícil acesso (FLORENZANO, 2007). Trabalhos realizados por Lemes et al. (2009), Oliveira et al. (2011), Barbosa et al. (2011) e França et al. (2013) são exemplos de utilização dessas ferramentas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar quais foram as causas que possibilitaram o surgimento e a evolução da voçoroca localizada próxima ao Setor Jardim Itaipu, na cidade de Goiânia.

## 2 Material e Métodos

O objeto de estudo deste trabalho é a voçoroca localizada em área de pastagem próxima ao setor Jardim Itaipu, no limite urbano da região sudoeste do município de Goiânia-GO (Figura 1). Sua posição geográfica é definida pelas coordenadas 16° 47' 42,54''S e 49° 23' 11,05''W.

Climatologicamente o estado de Goiás apresenta um clima “Tropical de Savana com estação seca de inverno” de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (Sampaio et al., 2011), com exceção de uma pequena parcela ao Sul do Estado que é “Temperado úmido com inverno seco e verão quente ou morno”. Ainda o clima é caracterizado por duas estações bem definidas: com inverno seco e um verão com chuvas intensas (OLIVEIRA et al., 2005).

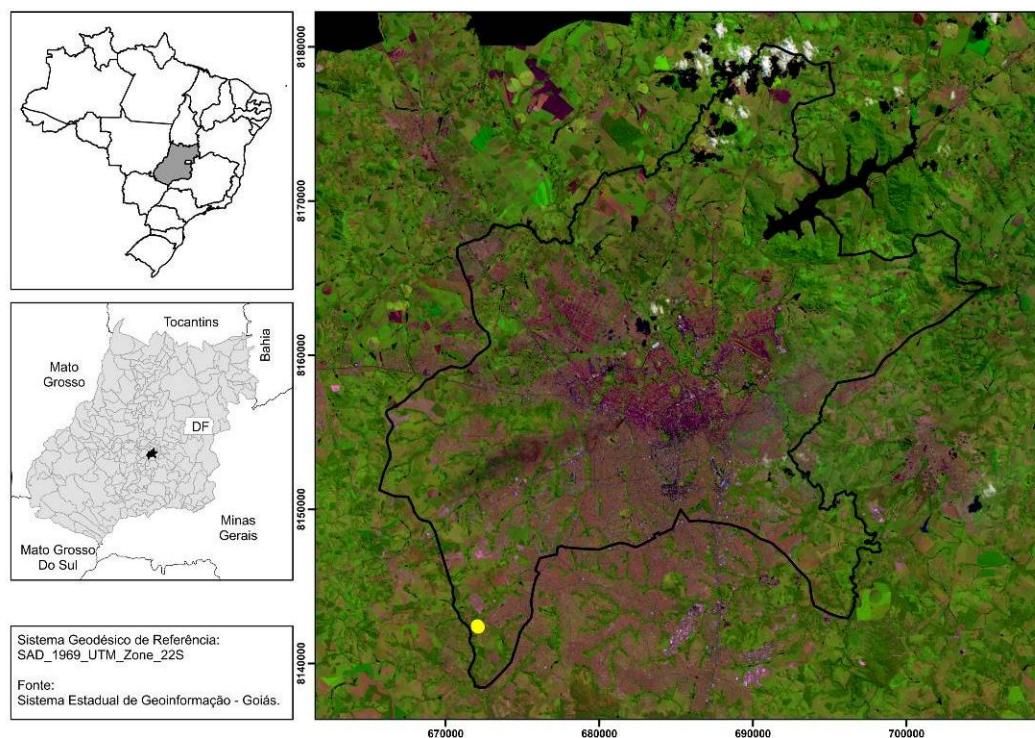


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. A localização da Voçoroca no Residencial Privê Ilhas do Caribe no município de Goiânia está identificada por um ponto amarelo.

Para verificar os fatores que condicionaram a evolução da voçoroca foi estudada a mudança do solo, de acordo com o mapa de seus usos, as fotografias aéreas e as imagens de satélite, além da coleta de dados de precipitação mensal.

Segundo Santos (1997), a classificação do solo da região sudoeste do município de Goiânia, onde esta inserida a erosão em estudo, é caracterizada por Latossolos vermelho-escuro distrófico. CORREIA et al. (2004) relata que este tipo de solo é caracterizado por apresentar cor vermelha escura (úmida), textura de média a muito argilosa, sendo que os Latossolos de textura média, com teores elevados de areia assemelham-se às Areias Quartzosas, sendo muito suscetíveis à erosão, requerendo tratos conservacionistas e manejo cuidadoso. Esta classificação (LVw - Latossolo Vermelho) concorda com a existente no PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTO (dados.gov.br), que foi tomando do projeto RADAMBRASIL, e foi realizado de acordo com o Manual Técnico de Pedologia, publicado pelo IBGE.

O estudo multitemporal fundamentou-se na fotointerpretação de fotografias aéreas (obtidas junto a prefeitura de Goiânia, datadas do ano de 2011) e, em imagens de satélites multitemporais da área de estudo (acessadas via software Google Earth das datas 2002, 2008, 2012), similar aos trabalhos realizados por Barbosa et al. (2011) e Oliveira et al. (2011). Para realizar a análise evolutiva do processo erosivo editou-se as imagens de satélite por meio de programa de desenho gráfico, e as fotografias aéreas foram editadas utilizando o programa computacional ArcGIS 10.1. As medições das áreas

foram realizadas por meio da ferramenta régua do Google Earth, e a profundidade foi medida com o uso do GPS GARMIN Etrex 30, com um erro de 5 m.

No software ArcGis encontram-se as ferramentas necessárias para gerar os mapas de declividade, de direção de fluxo, e fator topográfico (LS), utilizados para o estudo do processo erosivo.

O desenvolvimento dos mapas foi feito partindo de um Mapa Digital de Elevações, fornecido pela Prefeitura de Goiânia, com uma resolução de pixel de 1 m de lado. Partindo da declividade e da direção do fluxo, foi calculado o fator topográfico (LS) empregando-se registros coletados do banco de dados do Topodata. Posteriormente, trabalhou-se com o modelo proposto Moore e Burch (1986), utilizado por Shiferaw (2011) e Silva (2014) para a estimativa do fator LS da Universal Soil Loss Equation (USLE), com a fórmula apresentada na Equação 1.

$$LS = \left( \frac{\text{fluxo acumulado} \times \text{tamanho da célula}}{22,13} \right)^{0,4} \times \left( \frac{\text{seno declividade}}{0,0896} \right)^{1,3} \quad \text{Eq. 01}$$

Coletou-se dados de precipitação mensal no município de Goiânia, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2012, da estação 83423 – Goiânia, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de meteorologia (INMET, 2014).

O estudo evolutivo usando geoprocessamento trata de ajudar a conhecer as causas e identificar o momento em que se originou a voçoroca objeto do estudo. Para caracterização do processo erosivo foi feita uma visita in loco, no dia 22 de fevereiro de 2015, onde se realizou uma caracterização da voçoroca, estimando suas dimensões e volume de sólidos perdido, aplicando para isso uma modelagem geométrica arbitrariamente retangular para efeito de cálculos. A partir da caracterização e usando técnicas de fotointerpretação foram estimados as dimensões e os volumes de forma retrospectiva, devido a que não foram achados outros trabalhos dentro da área de estudo.

### 3 Resultados e Discussão

As Por meio de visita in loco, foi constatada que a voçoroca possui uma extensão total de 65 m com largura variando de 10 a 35 m e profundidade de 7 a 11 m. Sendo assim, em uma modelagem geométrica arbitrariamente retangular para efeito de cálculo, estima-se que aproximadamente 13.000 m<sup>3</sup> já foram erodidos e transportados para o canal fluvial.

O Instituto de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Oeste (2008) realizou o Zoneamento Ecológico-Econômico de Goiânia levando em consideração as oito macrozonas, instituídas pelo plano diretor municipal (Lei Complementar n° 171 de 29 de maio de 2007) e definiu, a partir de levantamentos de campo, domínios de suscetibilidade erosiva. A erosão em estudo encontra-se na Macrozona Rural do Alto Dourados, próximo ao córrego Baliza, e para essa Macrozona foram definidos dois domínios de suscetibilidade erosiva: a) domínio de suscetibilidade erosiva baixa, representado pelas áreas de interflúvios de topo plano a quase plano, que apresentam declividades inferiores a 5%; b) domínio de suscetibilidade erosiva potencialmente média, representado pelas áreas de encosta com declividades maiores que 5%, atingindo até 10%. A área de estudo apresenta valores de declividade superiores a 20%, dessa forma podemos dizer que a suscetibilidade erosiva é maior do que o domínio de suscetibilidade erosiva potencial, como apresentado na Figura 2.

A declividade elevada não é condição obrigatória para que ocorram processos erosivos, mas contribui como atributo de grande peso no escoamento superficial para evolução de tal fenômeno.



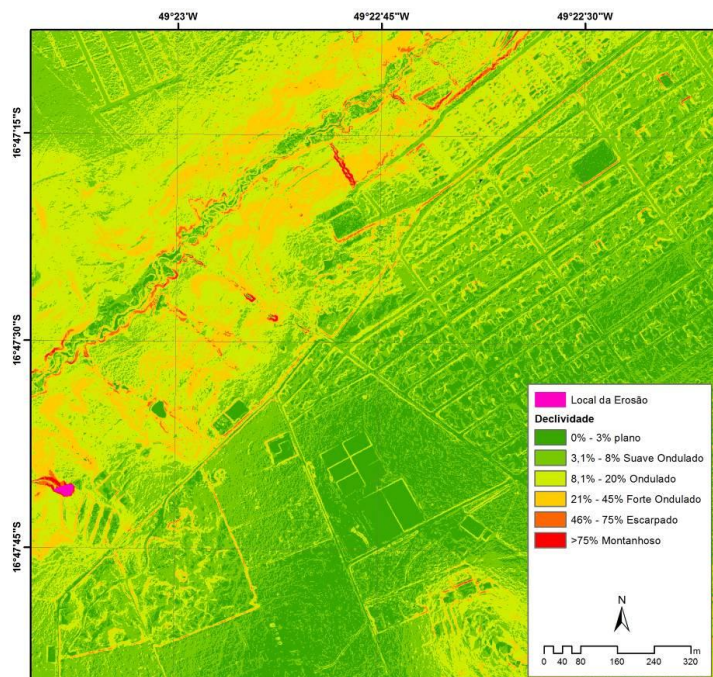


Figura 2. Mapa de declividade da área de estudo e do seu entorno.

A componente climática, por sua vez, representa a força motriz para o desencadeamento acelerado de tais processos. O regime pluviométrico de Goiânia, no período de 2002 a 2012 (Figura 3), caracterizou-se por chuvas máximas mensais de aproximadamente 526 mm (março) e mínimas de 2 mm (julho).

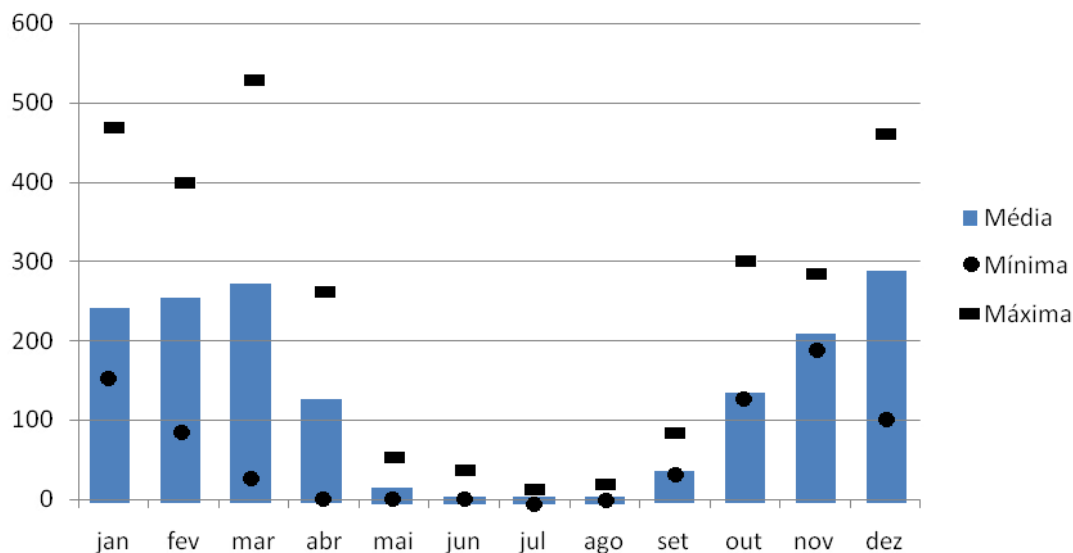


Figura 3. Precipitação média do município de Goiânia durante o período de 2002 a 2012.

De acordo com Santos e Carvalho (1997) as chuvas intensas desempenham papel fundamental no desencadeamento dos processos erosivos observados no município de Goiânia, já que a estrutura urbana existente não suporta as vazões geradas durante esses eventos, problema que se agrava devido às altas taxas de impermeabilização do solo, levando à ocorrência de processos erosivos nas áreas desprovidas de pavimentação ou de cobertura vegetal apropriada.

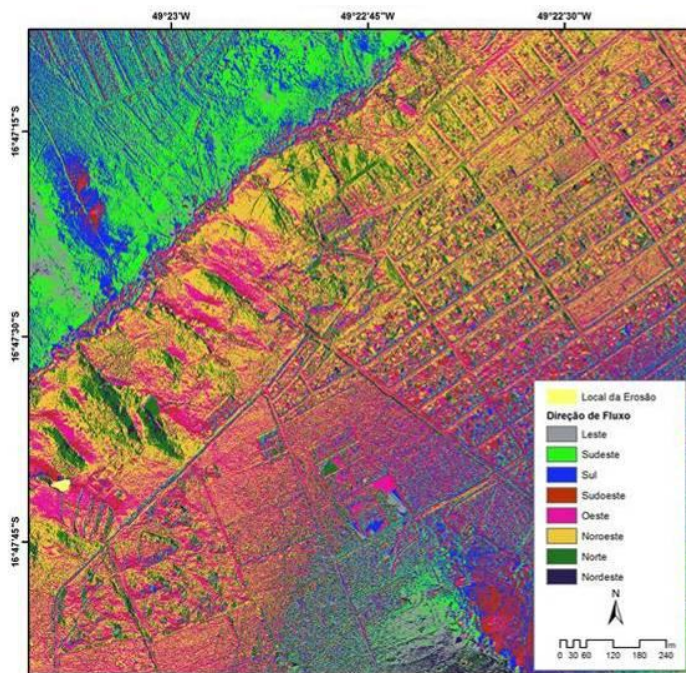


Figura 4. Mapa de direção de fluxo, evidenciando o caminho preferencial do escoamento pluvial.

Desta forma, utilizando o software ArcGis com mapas do tipo raster de declividade e direção de fluxo foi calculado o fator topográfico (LS). Uma importante causa do surgimento de erosões urbanas é o traçado inadequado do sistema viário, não considerando a declividade e comprimento das vertentes (TUCCI e COLLISCHONN, 2000).

O LS representa a influência do comprimento de rampa e da declividade na intensidade de erosão hídrica em um solo. Dessa forma é possível observar no mapa do LS (Figura 5) que este fator é altamente significativo na formação da erosão que ocorre na área de estudo e na estrada vicinal. Este processo é acelerado pelo escoamento pluvial que percorre a estrada vicinal e adentra a área monitorada.

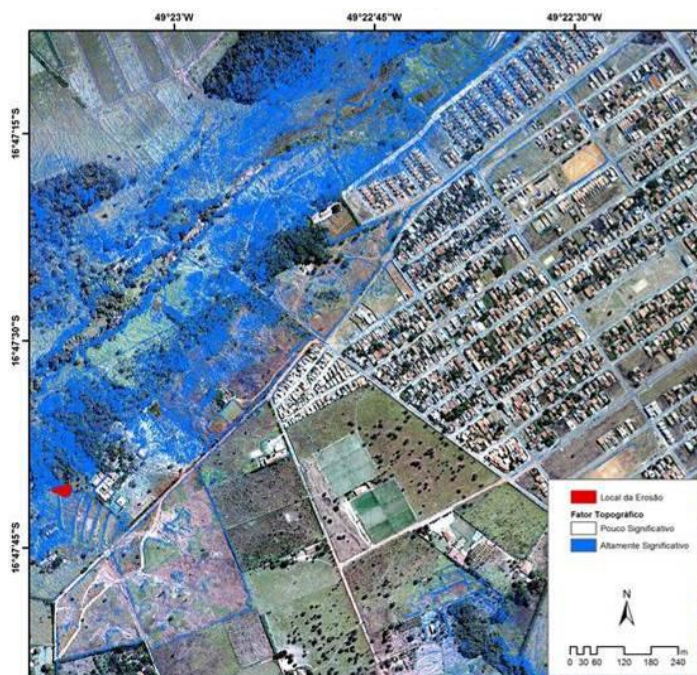


Figura 5. Mapa do fator topográfico (LS), destacando o local da erosão.

Na Figura 6, imagem referente ao ano de 2002, é possível identificar o local de entrada de escoamento pluvial e a erosão em estado inicial. Observa-se ainda uma estrutura de contenção e um



grande volume de água acumulado, além de uma área desmatada que teve grande quantidade de solo removido por atividade de mineração (pedreira) próxima a área de estudo. A área da voçoroca no ano de 2002 era de aproximadamente 90 m<sup>2</sup>.



Figura 6. Imagem da área de estudo referente ao ano de 2002, onde a seta amarela indica o início da erosão.

Os processos erosivos descritos por Lemes et al. (2009) e França et al. (2013) são semelhantes ao da área de estudo, pois são gerados pela ação antrópica, retirando a vegetação, implantando bairros sem infraestrutura, o que provocou modificações na morfodinâmica, caracterizadas pelo surgimento de voçoroca.

Na Figura 7, referente ao ano de 2008, verifica-se que houve a recuperação da voçoroca identificada no ano de 2002 e a construção de uma nova estrutura de contenção (terraços). No entanto é possível observar que esta estrutura de contenção foi construída mais próxima à entrada do escoamento pluvial na área de estudo, permitindo um escoamento preferencial, seccionando a área, o que ocasionou a formação de uma nova voçoroca, com dimensões maiores do que a primeira a jusante desta. Baseado nos dados de PREFEITURA DE GOIANIA (2015), a localização dessa nova voçoroca ocorreu onde estava à estrutura de contenção da nascente de um afluente do Córrego Baliza.



Figura 7. Imagem da área de estudo referente ao ano de 2008. Em destaque a voçoroca e a área dos terraços.

De acordo com Camapum de Carvalho (2006) a ineficiência de algumas obras de infra-estrutura e combate à erosão fazem com que elas sejam destruídas em curto espaço de tempo. No ano de 2012, verificou-se que não foram feitas novas intervenções na área de estudo nem na estrada vicinal ou na

área desmatada que evitassem que o escoamento pluvial continuasse a provocar o desprendimento e o transporte de materiais sólidos (Figura 8), observando dessa forma o aumento da área da voçoroca. De acordo com Griebeler (2010), a grande vazão de escoamento advinda das estradas pode afetar as áreas adjacentes, provocando a formação de erosões.

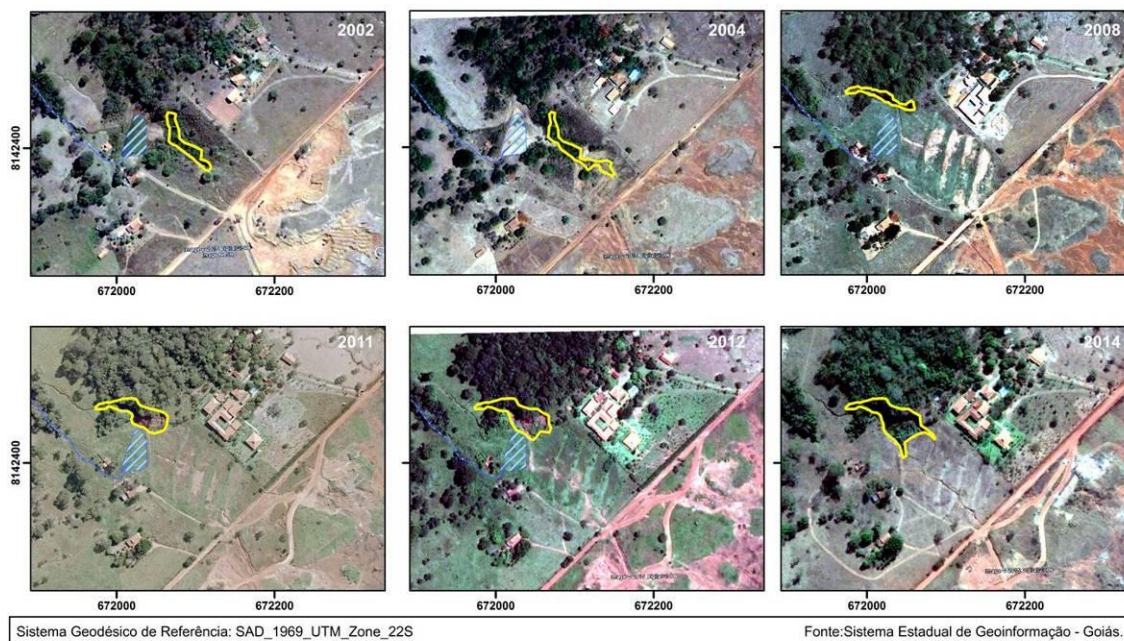


Figura 8 – Área de estudo ao longo do período de análise (2002 a 2012), com destaque a voçoroca.

O aumento da área da voçoroca no período de 2008 a 2012 foi de 540%, passando de 180 m<sup>2</sup> em 2008 para 1150 m<sup>2</sup> em 2012. Este aumento está ligado ao escoamento pluvial da estrada não pavimentada e da área desmatada que continuou sendo direcionado ao local de estudo, no decorrer dos anos. Na Figura 9 é possível observar a situação da voçoroca em fevereiro de 2015.



Figura 9 – Panorama do estado atual da voçoroca.

Nascimento (2003), após elaboração e análise de cadastros das voçorocas de Goiânia, afirmou que as duas principais causas das erosões no município são o escoamento concentrado (onde não há pavimentação) e as galerias pluviais (onde há pavimentação). Esses fatores são mais comuns quando a cidade não apresenta um bom planejamento urbano.

O escoamento superficial concentrado das águas pluviais em estradas sem pavimentação é um problema que atinge, quase sempre, as áreas periféricas, onde a água escoava vertente abaixo,



principalmente em áreas que tiveram a cobertura vegetal retirada, arrastando consigo sedimentos e solos agricultáveis (NASCIMENTO, 2003). Este escoamento, quando atinge determinada vazão, apresenta grande potencial para provocar o desprendimento e o transporte do solo, causando problemas para a manutenção da estrada, além de interferir nas áreas adjacentes, provocando a formação de sulcos e voçorocas.

A estrada vicinal de acesso ao local da erosão, e que recebe parte do escoamento pluvial do setor Jardim Itaipu, é acometida por erosões em vários anos, sendo necessário, no período de seca, reparar os danos. Na Figura 10 é possível observar erosões causadas pela enxurrada.



FIGURA 10 – Erosão causada pelo escoamento pluvial advindo do setor Jardim Itaipu na

O problema das galerias pluviais está ligado principalmente ao subdimensionamento da tubulação, devido, provavelmente, a fatores de ordem econômica, além da falta de monitoramento e assistência técnica às obras, sendo possível observar bueiros e bocas de lobo entupidos por lixo, obstruindo a passagem das águas das enxurradas (NASCIMENTO, 2003)

#### 4 Conclusão

O presente trabalho permitiu concluir que o uso de imagens multitemporais do Google Earth é uma metodologia válida para avaliação dos processos erosivos. Observou-se que a erosão é ocasionada pelo fator topográfico que condiciona a classificação do domínio de suscetibilidade.

Também identificou-se uma mudança na localização da voçoroca depois da eliminação da represa, e a alteração do nascimento do afluente. Ainda depois do deslocamento, foi evidenciada a incidência dos processos erosivos rápidos ligados com a rede hidrográfica.

A infraestrutura e os fatores topográficos e de uso e ocupação do solo contribuíram para o aumento do volume do escoamento pluvial em direção à estrada vicinal que lança grande parte da enxurrada na área de estudo.

Dessa forma tornam-se necessárias ações mitigadoras para amenizar os impactos gerados na estrada vicinal e na área de estudo.

Como sugestão pode-se, na estrada vicinal, implementar um sistema de drenagem partindo da estrada, em cota superior, e conduzir a bacia de acumulação, em cota inferior. Na área de estudo, deve-se realizar o terraceamento da propriedade onde está inserida a erosão. A voçoroca deve ser isolada em um raio de 20 m, a partir de suas bordas, para impedir o trânsito de animais e devem ser propostas medidas de revegetação que favoreçam a restauração ecológica da área.

O processo de recuperação do talude pode ser utilizado, com a finalidade de conferir mais estabilidade ao talude com uma inclinação mais suave. No interior da voçoroca pode-se construir um sistema de barragens escalonadas, para, através do assoreamento barrados por estas estruturas, recuperar o terreno.

## Referências

- ALMEIDA FILHO, G. S. **Diagnóstico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP**. 2000. 221 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, São Paulo, 2000.
- ALMEIDA FILHO, G. S.; GOUVEIA, M. I. F.; RIDENTE JÚNIOR, J. L.; CANIL, K. Prevenção e controle da erosão urbana no estado de São Paulo. In: 21<sup>º</sup>, 2001. **ANAIS... JOÃO PESSOA**: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.
- BACELLAR, L. de. A. P. **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá**. 2000. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.
- BARBOSA, Z. N. T.; OLIVEIRA, W. N.; OLIVEIRA, R. M. Análise multitemporal da ocupação urbana ao longo do Ribeirão Santo Antônio – Região de Aparecida de Goiânia. In: **ANAIS. CURITIBA**: INPE, p. 1075-1082, 2011.
- BARRETO, A. G. O. P.; LINO, J. S.; SPAROVEK, G. Bibliometria da pesquisa brasileira em erosão acelerada do solo: instituições, temas, espaço e cronologia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1845 – 1854, 2009.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 2010.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁCIO, J. A.; MOTTA, N.; FRANCISCO, R. A. Processos erosivos. In: Camapum de Carvalho, J.; Sales, M. M.; Souza, N. M.; Melo, M. T. S. (Org.). **Processos erosivos no Centro-Oeste brasileiro**. Brasília: Finatec, p. 39-91, 2006.
- CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 2, 2001.
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e o manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. cap. 1, p. 29 – 62.
- FLORENZANO, T.G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 2<sup>a</sup> edição de Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- FRANÇA, C. N.; ROSS, A.; JAYME, N. S.; SPOLADORE, A. Gênese e evolução de feição erosiva na Bacia Hidrográfica do Córrego Água Fresca, Londrina - PR. In: XIV Encontro de Geógrafos da América Latina - EGAL, 2013, Lima, Peru. Reencontro de saberes territoriales latinoamericanos. Lima, Peru : Unión Geográfica Internacional, v. 14, 2013.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos**: conceitos, temas e aplicações. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- INMET [INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA]. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal>>. Acesso em 07 fev. 2014.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DO CENTRO OESTE (ITCO). **Zoneamento Ecológico Econômico do Município de Goiânia**. Goiânia: Prefeitura Municipal de Goiânia (GO). Goiânia: SEPLAN, p. 377, 2008.

LEMES, S. S.; SANTOS, K. R.; LIMA, C. V. Utilização de imagens de alta resolução espacial para análise do uso da terra e de processos erosivos na cabeceira de drenagem do Córrego Gueirobal em Anápolis (GO). **ANAIS. NATAL: INPE**, p. 5909-5916, 2009.

LEPSCH, I. F. Conservação dos solos. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 160-176, 2002.

OLIVEIRA, W. N.; BARBOSA, Z. N. T.; FERREIRA, N. C. **Análise multitemporal para o monitoramento ambiental de drenagens urbanas nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia-GO**. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XIX, 2011, Maceió. Anais. MACEIÓ: ABRH, 2011.

PREFEITURA DE GOIANIA. Sistema de Informações Geográficas de Goiânia. SIGGO. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/shtml/siggo/>>. Acesso em: 19 mar 2015.

SAMPAIO, M. S.; ALVES, M. C.; CARVALHO, L. G.; SANCHES, L. Uso de Sistema de Informação Geográfica para comparar a classificação climática de Koppen-Geiger e de Thornthwaite. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 8857. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0988.pdf>. Acesso em 26/01/2015.

SHIFERAW, A. Estimating soil loss rates for soil conservation planning in the Borena Woreda of South Wollo Highlands, Ethiopia. **Journal of Sustainable Development in Africa**. v.13, n.3, 2011.

SILVA, A.M.; ALVARES, C.A. Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2014.