



**AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À COMPREENSÃO DO
PROCESSO EROSIVO ACELERADO NA NASCENTE DO CÓRREGO SANTA RITA
(GO)**

**GEOENVIRONMENT EVALUATION AS SUBSIDY TO THE UNDERSTANDING OF
ACCELERATED EROSIVE PROCESS AT SOURCE OF THE SANTA RITA STREAM
(GO)**

Rosane Borges de Oliveira

Mestre em Geografia pela UFG - Universidade Federal de Goiás

rosaneborgesoliveira@gmail.com

Resumo

Os impactos ambientais resultantes da ocupação urbana não planejada têm se tornado motivo de crescente preocupação, especialmente os relacionados à escassez dos recursos hídricos, como o assoreamento dos cursos d'água. O objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo geoambiental aplicado a microbacia do córrego Santa Rita, de modo a diagnosticar o processo erosivo linear instalado na cabeceira de drenagem e fornecer diretriz para planejamento e gestão territorial. Para tanto, adotou-se os seguintes procedimentos metodológicos: revisão bibliográfica; levantamento e organização de material cartográfico; e, trabalho de campo. Além da análise integrada também foi realizada uma análise temporal no período de 2002 a 2016, utilizando imagens de satélite do Google Earth. Os resultados indicaram que a evolução da voçoroca se relaciona ao controle e direcionamento inadequado das águas pluviais para área que é naturalmente instável. O processo de voçorocamento apresenta-se com evolução remontante representando risco à população e à drenagem de jusante.

Palavras-Chave: Erosão linear; Microbacia; Análise integrada.

ABSTRACT

The resulting environment impacts of the not planned urban occupation it has become reason of growing preoccupation, especially the related to the scarcity of the water resources, as the sedimentation of watercourses. The aim of this research was to do a geoenvironmental study applied to the Santa Rita stream micro-watershed, in order to diagnose the headward erosion and to provide guidelines for the territorial planning and management. For this purpose, we have adopted the following methodological procedures: bibliographical review; survey and organization of cartographic material; and, fieldwork. Beyond the integrated analysis it was also performed a temporal analysis for the period 2002-2016 using Google Earth. The results indicate that the evolution of gully relates to the inadequate control and directing rainwater to area that is naturally unstable. The gully process presents itself with headward-growing representing risk the population and the downstream.

Keywords: Linear erosion; Micro-watershed; Integrated analysis.



INTRODUÇÃO

A cidade de Aparecida de Goiânia, desde o início da década de 1950, vem se expandindo horizontalmente por meio do parcelamento das inúmeras chácaras existentes. Este parcelamento do solo, de acordo com Dambrós et al. (1994), espalhou-se de forma desordenada, descontínua e sem infraestrutura, principalmente nas proximidades com o limite municipal de Goiânia, como se fosse uma continuidade dos loteamentos existentes na capital.

Essa expansão urbana sem planejamento da cidade de Aparecida de Goiânia, evidenciada pela implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais em nascentes e fundos de vale com deficiência na infraestrutura de drenagem de águas pluviais, relaciona-se à ocorrência de graves problemas encontrados no município, as erosões urbanas (OLIVEIRA, 2005).

As erosões lineares do tipo voçoroca são as que demandam maior atenção. As voçorocas atingem grandes dimensões e a necessidade de diminuir o aporte das águas pluviais na área urbana e a dificuldade do disciplinamento das águas subsuperficiais tornam a contenção complexa e onerosa.

Santos e Carvalho (1997) ao proporem técnicas de controle de voçorocas, a partir da análise da evolução desses processos no município de Goiânia, alertaram que em função das particularidades das dinâmicas de cada processo erosivo é necessário que os projetos de contenção sejam adaptados para cada caso.

Assim, fornecer subsídios para o diagnóstico dos processos erosivos é de suma importância para elaboração e execução de projetos de contenção. Nesse sentido, a relação entre condicionantes do meio físico e causas da ocorrência de processos erosivos destaca-se como objeto de pesquisa.

Mediante ao exposto, o presente trabalho teve por objetivo realizar um estudo geoambiental, sob perspectiva da análise integrada da paisagem, aplicada à microbacia hidrográfica do córrego Santa Rita, de modo a compreender o processo erosivo existente na nascente do córrego.

MATERIAIS E MÉTODOS

O processo erosivo se caracteriza pela destruição dos agregados do solo por meio do impacto direto das gotas da chuva, seguido do transporte das partículas de solo desprendidas pelas águas que escorrem na sua superfície e pela sua posterior deposição (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2010). Este processo segundo Weill e Pires Neto (2007) pode ser dividido em dois tipos



principais: erosão entressulcos (areolar ou laminar) que apresenta processo difuso; e, erosão em sulcos (linear ou erosão em canais), quando ocorre o destacamento e transporte do solo devido à ação do escoamento superficial concentrado.

As erosões lineares podem ser classificadas em ranhura, sulco, vala e ravina (BIGARELLA, 2007). As feições erosivas se diferenciam pela profundidade da incisão linear. Os ravinamentos acelerados são conhecidos por voçorocas. Salomão (1994) explica que as voçorocas se caracterizam pela ação erosiva concomitante das águas superficiais e subsuperficiais, possibilitando o alargamento e aprofundamento do sulco que chega a interceptar o nível freático.

A ocorrência de processos erosivos de forma acelerada em decorrência da interferência antrópica na dinâmica hidrológica, principalmente na infiltração e no escoamento, pode ocasionar graves problemas socioambientais, tais como: perda de solos agricultáveis; assoreamento de rios e reservatórios; rebaixamento do nível freático e desaparecimento de nascentes; prejuízos com perda de infraestrutura urbana; risco de desabamento de casas, entre outros.

Embora a intervenção humana sobre a natureza possa ser positiva ou negativa, são os efeitos negativos que promovem uma preocupação com o meio ambiente. Por meio da análise ambiental busca-se prever e compreender as alterações impostas pelas atividades antrópicas aos processos do meio físico que se traduzem, muitas vezes, em degradações ambientais (TEIXEIRA; ROMÃO, 2009).

Se tratando de processos erosivos, Guerra (1998) esclarece que a menor ou maior resistência a erosão resulta da interação em conjunto de vários fatores, a saber: erosividade da chuva; propriedades do solo; características relativas à declividade, ao comprimento e à forma das encostas. Somam-se a esses fatores a interferência da ação humana que pode aumentar a suscetibilidade de certos solos à erosão.

A combinação desses fatores torna evidente a necessidade da análise integrada dos componentes da paisagem para se chegar a compreensão dos processos erosivos. Desse modo, para compreensão do processo erosivo existente na nascente do córrego Santa Rita optou-se por delimitar a área de estudo pelos limites da bacia hidrográfica, o que se justifica por esta possibilitar, conforme Botelho (1999), o reconhecimento e estudo das inter-relações existentes entre os diversos componentes da paisagem e dos processos que atuam na sua esculturação.



Nesse sentido, o presente trabalho fundamenta-se na análise integrada da paisagem, entendendo-a sob uma visão sistêmica, que responde à necessidade de conhecer a organização espacial da natureza para avaliar a capacidade de resistir a impactos ambientais, conforme apontam Rodriguez e Silva (2013).

A área de estudo abrange os municípios de Goiânia, porção norte, e Aparecida de Goiânia, na sua porção sul (Figura 1), compreendendo uma das sub-bacias da bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio, que nasce na Serra das Areias e corta Aparecida de Goiânia de oeste a leste, desaguando no rio Meia Ponte.

A microbacia hidrográfica do córrego Santa Rita localiza-se predominantemente no município de Aparecida de Goiânia. O município limita-se ao norte com o município de Goiânia, capital do Estado, tendo suas áreas urbanas em intensa conurbação. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Aparecida de Goiânia, em 2019, soma 578.179 habitantes. O município possui área territorial de aproximadamente 278 km² e entre os demais municípios do Estado tem ostentado elevados índices relativos ao Produto Interno Bruto (PIB), em virtude, sobretudo, de seus polos empresariais e industriais.

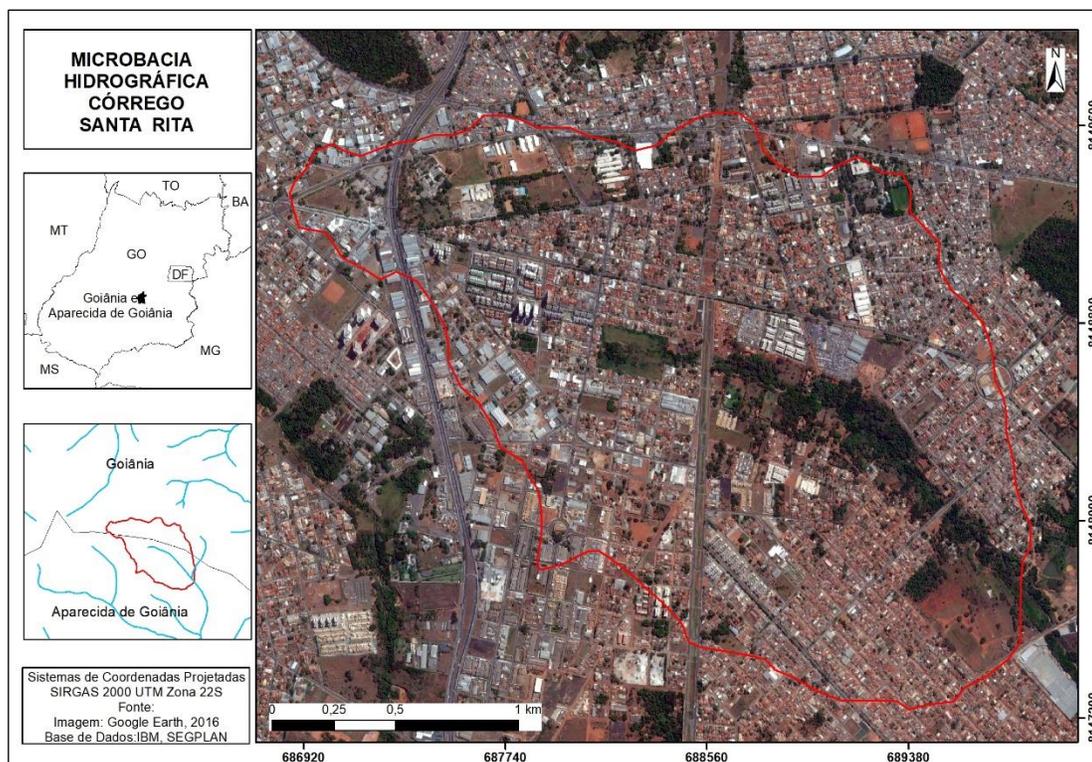


Figura 1: Localização da área de estudo.

Fonte: Elaborado pela autora.



A análise integrada dos componentes da paisagem da microbacia do córrego Santa Rita partiu do levantamento de material bibliográfico, de dados cartográficos para mapeamento e análise, e de observações obtidas em visita *in loco*. Como aporte a análise geomorfológica elaborou-se, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado pelo radar SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resolução espacial de 30 metros e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (Topodata), curvas de nível com equidistância de 2 metros no *software ArcGis*. A partir destas criou-se o perfil topográfico e uma malha triangular TIN (*Triangular Irregular Network*) que permitiu a geração do mapa de declividade e de altitude com maior refinamento. Imagens de satélite disponíveis no Google Earth também contribuíram para análise ao permitirem uma avaliação temporal da evolução da feição erosiva, no período de 2002 a 2016.

BREVE CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO EROSIVO

A incisão linear identificada na cabeceira de drenagem do córrego Santa Rita localiza-se nas coordenadas 688.097 E/ 8.148.617 S, em Aparecida de Goiânia. Em visita à área constatou-se que a erosão apresentou evolução remontante, aumentando o tamanho do canal em direção a área ocupada, evolução vertical, alcançando o nível freático, e evolução lateral com solapamento na margem direita, atingindo, inclusive, áreas de Latossolos (Figura 2).

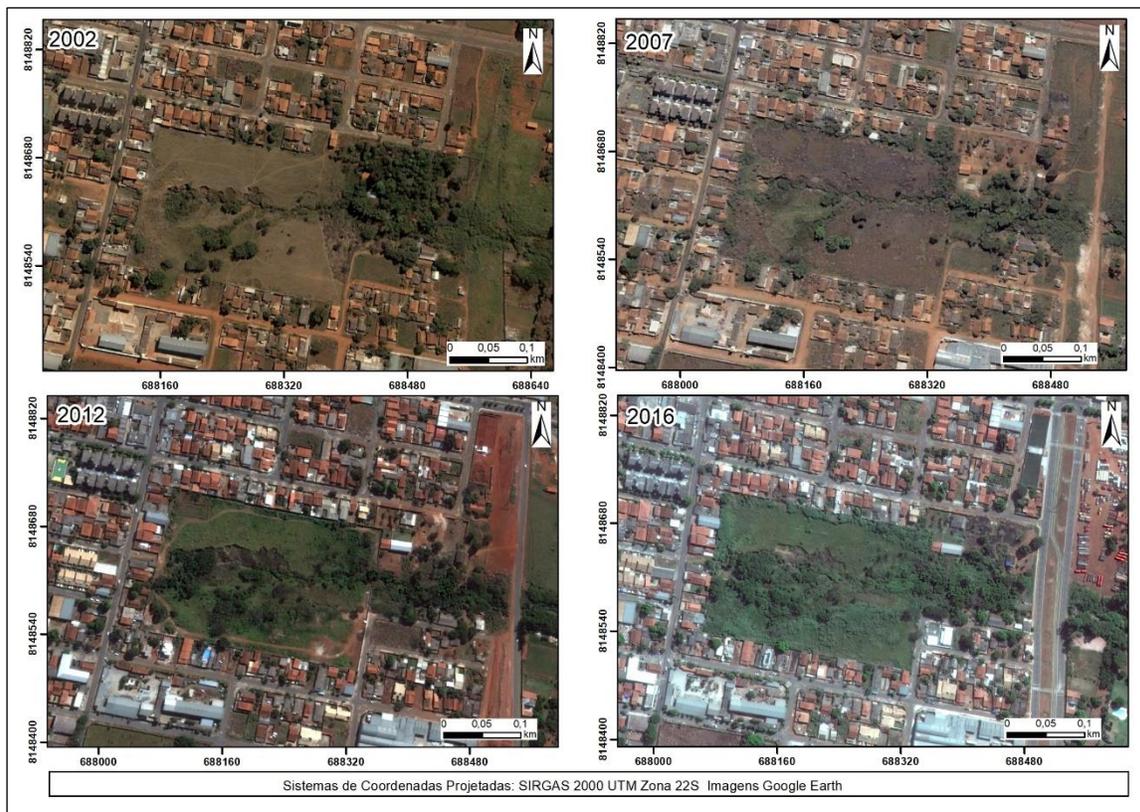


Figura 2: Evolução do processo de voçorocamento entre 2002 e 2016.
Fonte: Google Earth® (2020).

A erosão apresentou-se com vales em forma de “U”, tendo ação combinada do escoamento superficial e subsuperficial. A atividade do escoamento subsuperficial combinado com o *input* de águas pluviais lançadas e escoadas superficialmente na área provocou solapando e desmoronamento dos taludes.

A erosão em análise apresenta grandezas semelhantes em comprimento e largura assumindo aspecto semicircular quando observada em planta, características comuns em voçorocas formadas nas regiões de ruptura de declive dos fundos de vale, conforme Santos e Carvalho (1997). A existência de *pipes* também foi identificada.

A microbacia do córrego Santa Rita representa mais um exemplo de área ocupada por cruzamentos predominantemente ortogonais, típicos do traçado em tabuleiro de xadrez, não considerando os condicionantes ambientais da bacia hidrográfica que permitem o reconhecimento de processos de interação entre as águas e o meio físico. Nesse sentido, o estudo de caso evidencia um modelo de uso e apropriação a não ser seguido, com vistas a evitar ocorrências de impactos ambientais negativos, como o processo acelerado de erosão hídrica.



ANÁLISE DO PROCESSOS EROSIVO NA CABECEIRA DE DRENAGEM

A microbacia hidrográfica, entendida por Bertoni e Lombardi Neto (2010, p. 334) como “[...] uma área fisiográfica drenada por um curso d’água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d’água [...]”, é composta por um conjunto de superfícies de vertentes, além da rede de drenagem (SILVEIRA, 2001). Assim, a bacia hidrográfica é definida topograficamente e as vertentes destacam-se na captação natural da água de precipitação que convergem para os cursos d’água.

A ocorrência de processos erosivos está inicialmente ligada a dinâmica natural de esculturação das formas de relevo. A precipitação se destaca na fase da morfogênese pluvial, em que ocorre o arrancamento e deslocamento das partículas terrosas, ocasionados pelo impacto das gotas da chuva (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Ayoade (2003) explica que nas regiões tropicais a precipitação apresenta expressivas variações, tanto na intensidade quanto na distribuição, com tendência a episódios chuvosos de alta intensidade, já que nessas regiões as tempestades convectivas ocorrem com maior frequência.

Rodrigues et al. (2005), em leitura dos registros históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), constataram que a região de Goiânia apresenta distribuição pluviométrica em concordância com o padrão típico do Cerrado, o regime de chuvas caracteriza-se por duas estações bem definidas, o verão chuvoso e o inverno seco. Mesmo durante o verão chuvoso podem ocorrer longos períodos (15 a 20 dias) sem registro de precipitações, mas o início e o fim do período de chuvas são marcados por chuvas torrenciais (Figura 3). No mês de dezembro e abril é comum a ocorrência de eventos superiores a 100 mm/dia.

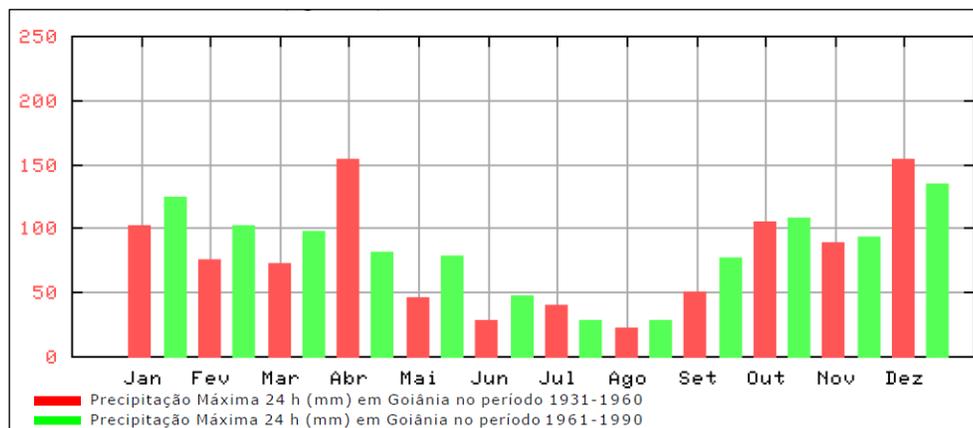


Figura 3: Precipitação máxima no período de 24 h, em Goiânia.

Fonte: Rodrigues et al. (2005) com base em dados do INMET.



A ocorrência de eventos pluviométricos superiores a 100 mm, em 24 horas, na região de Goiânia são dados que devem suscitar cuidados na gestão territorial, principalmente em áreas urbanas que dispõem de pouca cobertura vegetal e de elevados índices de impermeabilização. Tais chuvas com forte componente torrencial, uma vez que ocorrem em regiões tropicais enquanto eventos rápidos e intensos (AYOADE, 2003), produzem grande volume de escoamento superficial em curto espaço de tempo, provocando o desencadeamento de processos erosivos e/ou amplificando-os.

Quando a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de infiltração surge o escoamento superficial formando filetes de água (CHRISTOFOLETTI, 1980). A aspereza da superfície e a cobertura vegetal freiam e desviam os filetes de seu curso, mas à medida que descem a encosta vão engrossando e formam enxurradas quando se concentram. Ainda de acordo com Christofolletti (1980), as enxurradas (escoamento superficial concentrado) diferenciam-se do escoamento superficial difuso por possuírem maior competência erosiva, uma vez que neste caso as linhas de fluxo da água na superfície são concentradas e naquele as águas escorrem sem hierarquia e fixação dos leitos.

Nesse sentido, a vertente destaca-se como elemento dominante do relevo, nela os processos morfogenéticos são perceptíveis na escala de tempo histórico (CASSETI, 1995). O processo morfogenético pluvial é dos mais importantes na esculturação das vertentes, mediante a ação mecânica das gotas de chuva e o escoamento superficial (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Jesus (2013) aponta o escoamento superficial concentrado em áreas impermeabilizadas, com sistema de drenagem ineficiente ou inexistente, como o grande causador da erosão urbana, assim como o lançamento de águas em cabeceiras de drenagem e na meia vertente.

De acordo com Coelho Netto (2003, p. 70) “as cabeceiras de drenagem desenvolvem-se no domínio das encostas e apresentam topografia côncava sobre as quais se originam ou avançam as cabeças de canais”. A autora denomina como cabeças de canais as extremidades de montante dos canais erosivos que avançam através dos fundos de vales das cabeceiras de drenagem e destaca o papel de integração dos processos de encostas com os processos fluviais desses canais.

A topografia côncava das cabeceiras de drenagem evidencia a maior suscetibilidade dessas áreas a ocorrência de processos erosivos, sobretudo ravinhas e voçoroca, uma vez que vertentes com forma côncava tendem a concentrar o fluxo do escoamento superficial, como apontam Santos e



Lemes (2007). Nas áreas urbanas as cabeceiras de drenagem que, geralmente, se apresentam com impermeabilização não concretizada e com a vegetação degradada, às vezes inclusive com solo exposto, sofrem os impactos decorrentes do alto poder abrasivo do escoamento adquirido ao longo da vertente.

A microbacia do Córrego Santa Rita encontra-se na subunidade geomorfológica denominada de Planalto Rebaixado de Goiânia. O relevo foi modelado sobre as rochas metamórficas, em sua maioria pertencentes ao Grupo Araxá, com áreas de chapada recobertas por detrito-lateríticas cenozóicas e de planaltos rebaixados por dissecação com características plano-rampeados. Nos planaltos rebaixados predominam solos lateríticos muito profundos do tipo Latossolo Vermelho que têm material de origem associados aos xistos do Grupo Araxá (DAMBRÓS et al.,1994).

Entre as características dessa subunidade, que podem ser observadas na área de estudo (Figuras 4 e 5), destaca-se os interflúvios aplanados (declividade entre 0 – 3%) com altitude que variam entre 827 e 850 metros, configurando chapadas de topo tabular com extensas superfícies plano-rampeadas (declividade entre 3 – 8%).

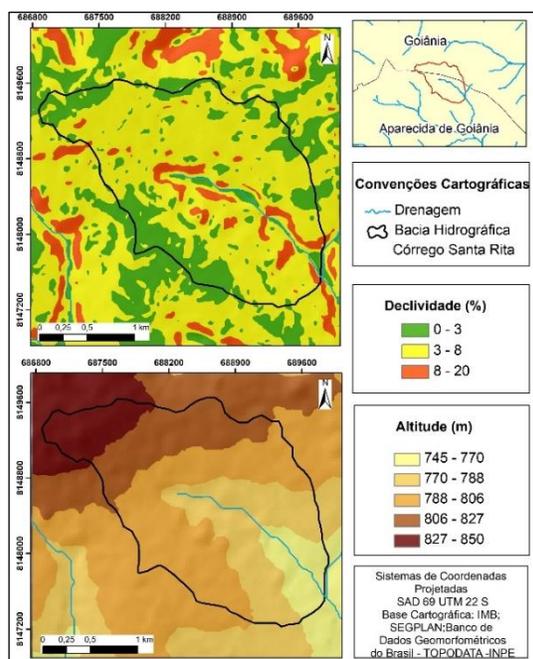


Figura 4: Mapas de declividade e hipsometria da área de estudo.
Fonte: Elaborado pela autora.

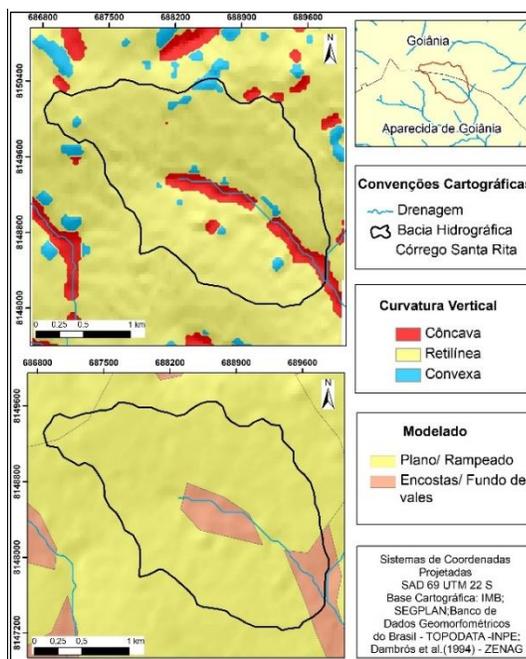


Figura 5: Mapas de curvatura vertical e modelado do relevo da área de estudo.
Fonte: Elaborado pela autora.



Botelho (2011) ressalta que ao atingir uma superfície com cobertura vegetal a água pode assumir diferentes trajetórias. Ela pode ser interceptada pelas copas e evaporar; ser armazenada nessas copas e depois precipitada; pode escorrer pelo tronco; ser armazenada ou escoar sobre ou entre a camada de serapilheira; ao atingir o topo do solo ela pode infiltrar ou escoar pela encosta. Ao infiltrar o solo, a água pode percolar até o nível freático e aquíferos, escoar lateralmente em subsuperfície, ou ainda ser absorvida pelas raízes dos vegetais.

Todavia, nas áreas urbanas as edificações e pavimentações, entre outros elementos adicionados pelo homem, reduzem essa diversidade de caminhos ao binômio escoamento e infiltração, com predomínio do escoamento superficial (BOTELHO, 2011).

Já em 1994, o mapeamento de uso do solo do Zoneamento do Aglomerado Urbano de Goiânia (DAMBRÓS et al., 1994), em escala 1:100.000, representava o predomínio do uso antrópico na microbacia. A classe dominante foi nomeada como de uso misto, considerando além do uso urbano o uso rural, atribuindo este último em virtude das chácaras existentes no local. Áreas que não se incluem nessa classe revelam a persistência da Savana Arborizada com Floresta Galeria próxima ao curso d'água.

A Savana Arborizada caracteriza-se, segundo o IBGE (2012), pela vegetação com feição ora mais aberta (campo cerrado), ora arbustiva adensada, equivalente a fisionomia do cerrado sentido restrito (cerrado ralo, cerrado típico e cerrado denso).

Segundo Ribeiro e Walter (2008), o cerrado sentido restrito se caracteriza pela presença de árvores baixas, inclinadas e tortuosas, e arbustos e subarbustos espalhados. O campo cerrado refere-se à formação campestre que, de acordo com os autores, se caracteriza pelo predomínio do estrato herbáceo com a presença variante de arbustos e subarbustos.

A vegetação de Mata de Galeria possui estrato arbóreo com altura média entre 20 e 30 metros, apresentando superposição de copas as margens de cursos d'água de pequeno porte, localizada em fundos de vale e cabeceiras de drenagem (RIBEIRO; WALTER, 2008).

A retirada da vegetação nativa e impermeabilização do solo na bacia hidrográfica relaciona-se a origem do processo erosivo. Já no ano de 2002, verifica-se a ausência da vegetação no raio de 50 metros da nascente e de mata galeria na faixa de 5 metros marginal ao canal, relacionadas à Área de Preservação Permanente (APP) exigida na Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965, vigente na época (Figura 2).



Convém destacar que a vegetação nativa remanescente na área de estudo se apresentou, no momento da atividade de campo, em estado de degradação. Observou-se a supressão da vegetação na APP ao longo do córrego Santa Rita e a presença marcante de espécies exóticas, consideradas invasoras, como a braquiária (*Brachiaria brizantha*) e mamona (*Ricinus communis*).

Nesse contexto, o fluxo de escoamento superficial gerado na bacia hidrográfica, em área impermeabilizada, é lançado na cabeceira de drenagem tanto por intermédio do sistema de drenagem de águas pluviais, como por meio das ruas impermeabilizadas e traçadas no sentido da declividade que circundam o córrego.

A presença de superfícies plano-rampeadas se destaca nessa dinâmica. Baixas declividades que se estendem por vertentes com modelado de extensas rampas (Figuras 4 e 5) em conjunto com a alta impermeabilização e o sistema de drenagem ineficiente provocam acréscimo na vazão e da energia cinética do escoamento superficial. Essa condição pode ser observada na microbacia do córrego Santa Rita por meio da Figura 6, que permite observar a extensão, com diferencial altimétrico, da vertente a montante da nascente.

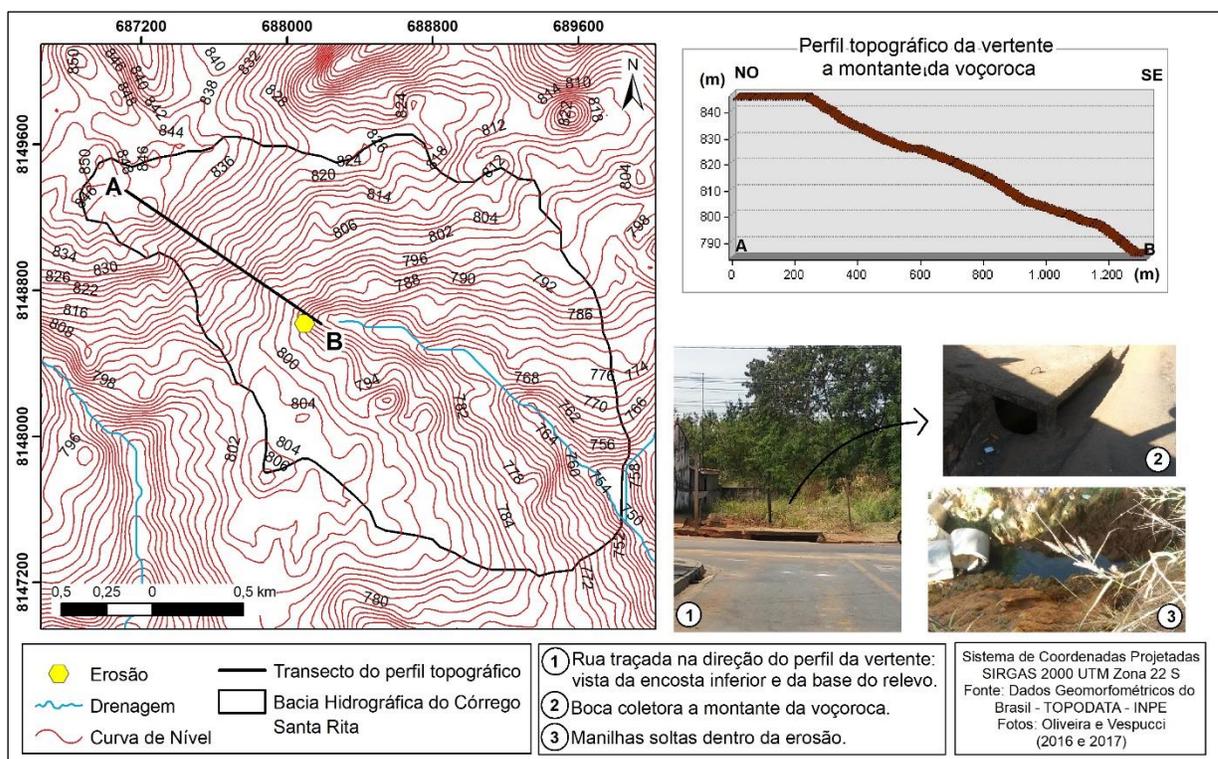


Figura 6: Características topográficas e de infraestrutura que se relacionam à dinâmica do processo erosivo na microbacia do córrego Santa Rita.

Fonte: Elaborado pela autora.



Observou-se que os arruamentos (como o exemplificado na fotografia 1 da Figura 6) foram traçados em direção à vertente e com grandes galerias para recebimento e lançamento das águas pluviais diretamente na cabeceira da drenagem. Constatou-se ausência de infraestrutura capaz de disciplinar o escoamento superficial, como dissipadores de energia, visto que foi observada a destruição de obras de drenagem com queda de tubulações (manilhas de concreto) no talvegue da erosão, provavelmente arrastadas pela força das águas.

Em Goiânia, estudos de Nascimento e Sales (2002) e Faria (2009) indicam que a principal causa de erosões em áreas onde há asfaltamento no município são os sistemas de drenagem das águas pluviais. Entre os fatores que se relacionam a causa principal estão o subdimensionamento das tubulações e o lançamento das águas pluviais em áreas de cabeceiras de drenagem.

Nascimento e Sales (2002) destacam que a facilidade de escoamento e a economia de tubulações propiciada pelo lançamento de águas pluviais em áreas de cabeceira de drenagem tornam a prática comum, entretanto há que se considerar que o lançamento de águas pluviais ou servidas intensificam o processo natural de evolução dessas feições morfológicas que ocorre em sentido à montante.

A partir do mapeamento de solos, em escala de 1:50.000 de Rodrigues et al. (2005), observa-se na microbacia em estudo o predomínio de Latossolos Vermelhos nas superfícies planorampeadas e a ocorrência de associação de Gleissolo Háplico e Organossolo Mésico no fundo de vale (Figura 7).

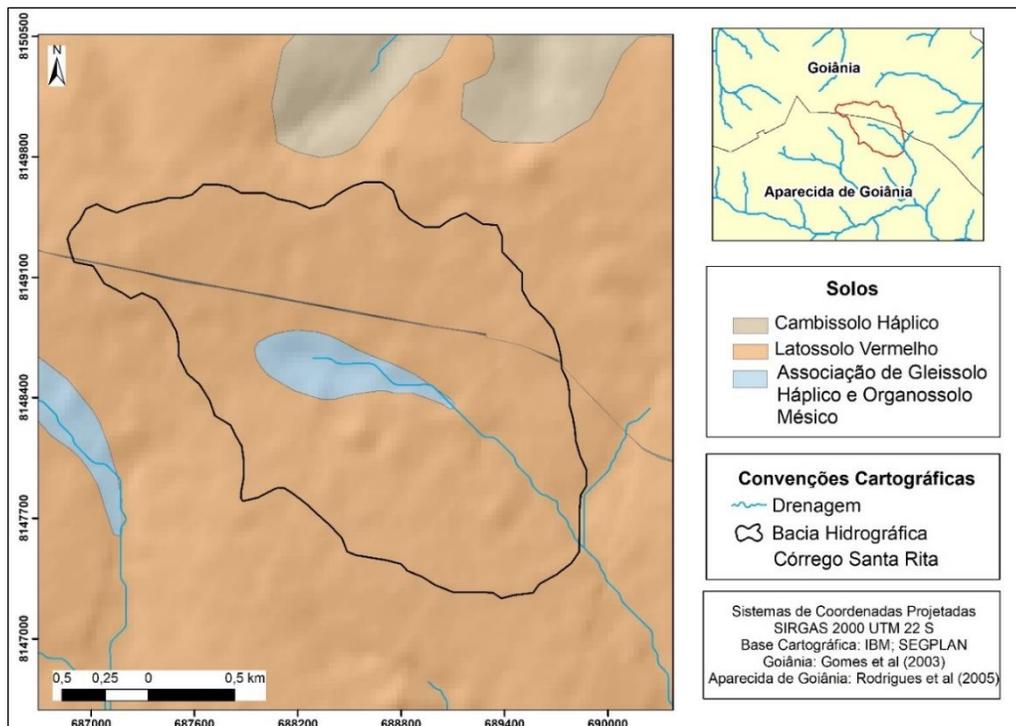


Figura 7: Mapa de solos da microbacia do Córrego Santa Rita.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, mal drenados e pouco profundos, caracterizados pela presença do horizonte Glei imediatamente abaixo de um horizonte A ou H (LEPSCH, 2011). Por possuir o horizonte superficial mais claro é denominado de Háplico. O horizonte Glei apresenta-se em coloração com padrões acinzentados devido à redução sofrida pelos óxidos de ferro em condições de saturação hídrica. Já os Organossolos são, comumente, pouco evoluídos, friáveis e apresentam horizonte hístico com mais de 40 cm de espessura. Na área estudada, de acordo com Rodrigues et al. (2005), estes solos contêm matéria orgânica parcialmente alterada por ação física e bioquímica em estágio de decomposição intermediária, sendo, por isso, denominados de Organossolos Mésicos Hêmicos.

Os Latossolos são solos profundos com horizonte B latossólico, caracterizado por avançado estado de intemperização; estrutura comumente granular, porosa e permeável; de textura que varia de média e muito argilosa, e com predomínio de argilominerais do grupo 1:1 (cauliníticos-gibbsíticos), quartzo e outros minerais resistente ao intemperismo. A drenabilidade, boa permeabilidade e pouca diferenciação no teor de argila do horizonte A para B garantem aos Latossolos boa resistência aos processos erosivos (GUERRA; BOTELHO, 2001).



A grande vazão do escoamento advindo da área impermeabilizada, quando atinge o solo não impermeabilizado, provoca o desprendimento e transporte de solo, mesmo este possuindo propriedades que o caracterizam como de baixa suscetibilidade à erosão. Uma vez que as extensas superfícies plano-rampeadas impermeabilizadas atribuem velocidade ao escoamento superficial e o direciona à vertente côncava (Figura 3) que concentra o fluxo. Essa dinâmica superficial associada a dinâmica subsuperficial permite inferir sobre a evolução lateral da erosão sobre áreas de Latossolo Vermelho, relacionando-se ao solapamento da margem direita e à forma semicircular.

Por ter atingido a rocha o aprofundamento da erosão tende a ser mais lento, sendo mais propensa à progressão nas laterais e para montante. Cessando ou diminuindo a velocidade o inadequado lançamento de águas pluviais na área (disciplinamento das águas), o processo erosivo tende a se estabilizar com a crescente presença da cobertura vegetal. Verificou-se por meio da análise temporal e da visita *in loco* o quão benéfico foi o muramento da área, permitindo uma regeneração natural da vegetação que pode favorecer o domínio da pedogênese sobre a morfogênese e possibilitar maior estabilidade à feição erosiva.

CONCLUSÃO

A análise integrada da bacia hidrográfica do córrego Santa Rita permitiu identificar elevado grau de vulnerabilidade natural da cabeceira de drenagem. Principalmente relacionada às características relativas à declividade, comprimento e formas das vertentes que quando impermeabilizadas acumulam o fluxo de escoamento superficial e direcionam para cabeceira não impermeabilizada. O fluxo concentrado, a qual também ganha velocidade ao ser direcionado pelo arruamento sobre as vertentes extensas e rampeadas, ao chegar na cabeceira de drenagem provoca o destacamento e transporte do solo.

Nesse sentido, conclui-se que o processo de uso e a ocupação do solo não deve ocorrer sem infraestrutura que considere as características físicas da área. O traçado inadequado do sistema viário, não considerando a declividade e comprimento das vertentes, e o lançamento inadequado de águas pluviais na nascente se relacionam à origem do processo erosivo que evolui, principalmente, a cada período chuvoso.

A evolução da voçoroca, que se faz através da interação de mecanismos de erosão interna, erosão superficial e movimentos de massa, representa risco a população residente em suas adjacências. Além dos impactos na sua área de ação, convém destacar, que processos erosivos de



grande dimensão também impactam a drenagem de jusante, podendo assoreá-la impactando negativamente a quantidade e qualidade da água.

Destaca-se que a área se apresenta com potencial para, após disciplinamento das águas pluviais da microbacia, construção de um parque para uso da população com finalidade de lazer e de educação ambiental, concomitante a recuperação e conservação da nascente e das APPs.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

_____. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, pp. 93-148.

_____. Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 4, n. 2, p. 69-100, 2003.

DAMBRÓS, L. A.; OLIVEIRA, A. B. de; DEL'ARCO, J. O.; SANTOS, L. M. dos; ALMEIDA, F. J. de; D'ÁVILA, V. M. B. C.; BEZERRA, FURLANETTO, D. M.; FERREIRA, E. F. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia**. Goiânia: IBGE, SEPLAN-GO, 1994.

FARIA, K. M. S. de. Processos erosivos lineares no município de Goiânia – Goiás. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2009.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, pp. 93-148.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos solos. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades:** Aparecida de Goiânia. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aparecida-de-goiania/panorama>>. Acesso em: 27 ago. 2017.

_____. **Manual técnico da vegetação brasileira.** 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JESUS, A. S. de. **Investigação multidisciplinar de processos erosivos lineares:** estudo de caso da cidade de Anápolis-GO. 2014. 340f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

NASCIMENTO, M. A. L. S; SALES, M. M. Diagnóstico do Processo Erosivo em Goiânia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UERJ, 2002.

OLIVEIRA, C. J. F. **Erosão urbana na bacia do Córrego Santo Antônio em Aparecida de Goiânia/Goiás:** análise e diretrizes para controle. 2005. 230f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado: os biomas do Brasil. In: **Cerrado:** ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA, 2 ed., 2008, p.89-116.

RODRIGUES, A. P.; ALMEIDA, L. de; RESENDE, L.; MAGALHÃES, L. F.; SÁ M. A. M.; CAMPOS, J. E. G. **Caracterização do meio físico, dos recursos minerais e hídricos do município de Aparecida de Goiânia.** Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2005.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V da. **Planejamento e gestão ambiental:** subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

SANTOS, R. M. dos; CARVALHO, J. C. de. Análise das voçorocas do município de Goiânia. **Boletim Goiânia de Geografia**, v. 17, n. 2, jul./dez. 1997, p. 93 – 109.

SANTOS, K. R. dos; LEMES, S. S. Uso da terra e erosão acelerado em vertente: o caso do bairro Geovanni Braga em Anápolis (GO). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 12., 2007, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2007.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrológica. In: TUCCI, C. E. M.(Org.) **Hidrologia:** ciência e aplicação. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. 943 p.

TEIXEIRA, L. L. F. M.; ROMÃO, P. de A. Análise integrada do meio físico como subsídio ao diagnóstico de processos erosivos na bacia do Ribeirão Extrema em Anápolis (GO). **Boletim Goiano de Geografia** v. 29, n. 2, p. 127 – 142, jul./dez. 2009.

WEILL, M. de A. M; PIRES NETO, A. G. Erosão e assoreamento. In: SANTOS, R. F dos. (Org.) **Vulnerabilidade Ambiental.** Brasília: MMA, 2007.



AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - em função da concessão de bolsa à autora para desenvolvimento do mestrado.