

## EVOLUÇÃO ESPACIAL DE FEIÇÕES EROSIVAS EM ÁREA URBANA: ESTUDO DE CASO DA VOÇOROCA DO CÓRREGO BOA VISTA EM ANÁPOLIS/GO

*Space evolution of erosive feitions in urban area: case study of the gully erosion of  
the Boa Vista stream in Anápolis / GO*

*Evolución espacial de características erosivas en área urbana: estudio de caso de la  
cárcava del riachuelo Boa Vista en Anápolis / GO*

**Adriana Sousa Nascimento Ávila**

Faculdade Metropolitana de Anápolis  
Universidade Estadual de Goiás  
[adrianadrigeo@gmail.com](mailto:adrianadrigeo@gmail.com)

**Vandervilson Alves Carneiro**

Universidade Estadual de Goiás  
[vandervilson.carneiro@ueg.br](mailto:vandervilson.carneiro@ueg.br)

---

**Resumo:** A erosão é um processo complexo, no qual vários fatores naturais e antrópicos exercem influência na sua dinâmica, intensidade e magnitude. Quando medidas preventivas são realizadas na fase inicial da atividade erosiva, pode-se reverter e evitar danos maiores, no entanto, quando tais medidas não são realizadas o processo erosivo ocasiona transformações na paisagem ocasionando significativos impactos negativos. Diante do exposto, a pesquisa busca avaliar a evolução espacial de feições erosivas e as condicionantes naturais e antrópicas que favoreceram esse processo situado em um trecho urbano de nascentes do Córrego Boa Vista que pertence à bacia do Rio das Antas em Anápolis. Foram realizadas visitas ao local da voçoroca para realização do registro fotográfico, bem como, para verificar as feições erosivas e os danos causados à população do entorno. Utilizou-se dos programas *Google Earth Pro* e dos softwares *Auto CAD (2017)*, *QGIS versão 2.18.7* e *ArcMap 10.5* para representação cartográfica digital de alguns fatores físicos e humanos que contribuem para acelerar o avanço da voçoroca. A análise da formação dessa voçoroca permite associar os fatores de ocupação desordenada e a falta de infraestrutura urbana principalmente na ausência da rede de drenagem da Av. Brasil Norte. No que se refere aos aspectos naturais, constituintes do solo, geologia, geomorfologia que constituem a microbacia hidrográfica do Córrego Boa Vista, evidenciam a fragilidade geoambiental do local. Todos esses fatores integrados possibilitam a compreensão e consideração da variabilidade espacial e temporal no processo de formação da voçoroca.

**Palavras-Chave:** Erosão. Ocupação urbana. Microbacia. Aspectos socioambientais.

---

**Abstract:** Gully erosion is a complex process in which several natural and anthropogenic factors influence its dynamics, intensity and magnitude. When preventive measures are carried out in the initial phase of the erosive activity, it is possible to revert and avoid

greater damages, however, when these measures are not carried out the erosive process causes changes in the landscape causing significant negative impacts. In view of the above, the research seeks to evaluate the spatial evolution of erosive features and the natural and anthropic conditions that favored this process located in an urban stretch of the Boa Vista Stream that belongs to the River Antas basin in Anápolis. Visits to the gully site were carried out to carry out the photographic record, as well as to verify the erosive features and the damages caused to the surrounding population. We used the Google Earth Pro programs and the software Auto CAD (2017), QGIS version 2.18.7 and ArcMap 10.5 for digital cartographic representation of some physical and human factors that contribute to accelerate the advancement of the gully. The analysis of the formation of this gully allows to associate the factors of disordered occupation and the lack of urban infrastructure mainly in the absence of the drainage network of Brasil Norte avenue. Regarding the natural aspects, constituents of the soil, geology and geomorphology that constitute the watershed of Boa Vista Stream, show the geoenvironmental fragility of the place. All these integrated factors make possible the understanding and consideration of spatial and temporal variability in the process of gully formation.

**Keywords:** Gully. Urban occupation. Basin. Socio-environmental aspects.

---

**Resumen:** La erosión es un proceso complejo, en el cual varios factores naturales y antrópicos, ejercen influencia en su dinámica, intensidad y magnitud. Cuando las medidas preventivas se realizan en la fase inicial de la actividad erosiva, se puede revertir y evitar daños mayores, sin embargo, cuando tales medidas no se realizan el proceso erosivo ocasiona transformaciones en el paisaje ocasionando significativos impactos negativos. La investigación busca evaluar la evolución espacial de las facciones erosivas y las condicionantes naturales y antrópicas que favorecieron ese proceso situado en un tramo urbano de nacientes del Riachuelo Boa Vista que pertenece a la cuenca del Río das Antas en Anápolis. Se realizaron visitas al lugar de la voçoroca para realizar el registro fotográfico, así como para verificar las facciones erosivas y los daños causados a la población del entorno. Se utilizó de los programas Google Earth Pro y del software Auto CAD (2017), QGIS versión 2.18.7 y ArcMap 10.5 para la representación cartográfica digital de algunos factores físicos y humanos que contribuyen a acelerar el avance de la vozón. El análisis de la formación de esta voçoroca permite asociar los factores de ocupación desordenada y la falta de infraestructura urbana principalmente en la ausencia de la red de drenaje de la Av. Brasil Norte. En lo que se refiere a los aspectos naturales, constituyentes del suelo, geología, geomorfología que constituyen la microcuenca hidrográfica del Riachuelo Boa Vista, evidencian la fragilidad geoambiental del local. Todos estos factores integrados posibilitan la comprensión y consideración de la variabilidad espacial y temporal en el proceso de formación de la cárcava.

**Palabras-clave:** Erosión. Ocupación urbana. Cuencas. Aspectos socioambientales.

---

## Introdução

A humanidade tem cada vez mais considerado as preocupações ambientais como assunto prioritário, principalmente nas cidades que não apresentam ordenamento para seu crescimento e concentram a inconstante movimentação de pessoas, comércio, veículos, indústrias. Nesse mundo citadino de tantas oscilações, as relações entre indivíduo e meio natural se distanciam e a onda de impactos negativos sobre esse espaço dificulta o processo por uma melhor qualidade de vida de seus habitantes.

Nesse aspecto, afirma Rehbein e Ross (2010) as sociedades humanas, no processo de organização de seus espaços, apropriam-se e transformam o ambiente por meio de suas relações sociais de produção e reprodução, instituindo, por novas formas e processos, um ambiente urbano. O ambiente urbano se institui, portanto, com base na transformação (transfiguração) da natureza no curso de gerações, na medida em que as relações sociais a transformam substancialmente em algo de interesse social, ou mesmo, de desinteresse social.

Um dos graves problemas de degradação em áreas urbanas são os processos erosivos que ocasionam sérias dificuldades sociais, econômicas e ambientais. No caso de Anápolis, localizada na região central de Goiás, o uso e ocupação do solo urbano acontece de maneira desordenada e esse fato associado as características naturais evidencia a problemática das erosões.

A erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases, sendo a primeira constituída da remoção de partículas, e a segunda, referente ao transporte deste material (SILVA, 2013). O material transportado ocasiona o assoreamento de cursos de água e reservatórios, a destruição ou entupimentos da rede de galerias acentuando as enchentes, favorece a concentração de poluentes nos recursos hídricos e a perda de armazenamento de água para abastecimento (SALOMÃO, 2015).

A erosão é um processo complexo, no qual vários fatores naturais e antrópicos exercem influência na sua dinâmica, intensidade e magnitude. Quando medidas preventivas são realizadas na fase inicial da atividade erosiva, pode-se reverter e evitar danos maiores, no entanto, quando tais medidas não são realizadas o processo erosivo origina transformações na paisagem ocasionando significativos impactos negativos. Os locais afetados passam a ser considerados como áreas de risco sujeitas a perdas de vida e/ou danos materiais.

Olivato (2013) aponta que a compreensão da vulnerabilidade e dos riscos naturais passa inevitavelmente por uma reflexão sobre a relação sociedade natureza e pela análise das formas de uso e ocupação do território no contexto do processo de urbanização.

Diante do exposto, a pesquisa busca avaliar a evolução espacial de feições erosivas e as condicionantes naturais e antrópicas que favoreceram esse processo

situado em um trecho urbano de nascentes do Córrego Boa Vista que pertence à bacia do Rio das Antas em Anápolis.

Nessa análise apresenta-se um arcabouço teórico conceitual sobre o assunto, a fim de subsidiar a caracterização da área e identificar os aspectos naturais e antrópicos que contribuíram para a formação da erosão. Foram realizadas visitas ao local da voçoroca para realização do registro fotográfico, bem como, para verificar as feições erosivas e os danos causados à população do entorno. Utilizou-se dos programas *Google Earth Pro* e dos softwares *Auto CAD (2017)*, *QGIS* versão 2.18.7 e *ArcMap 10.5* para representação cartográfica digital de alguns fatores físicos e humanos que contribuem para acelerar o avanço da voçoroca.

Considera-se que estudos sobre processos erosivos são essenciais para evidenciar estratégias de medidas mitigatórias, além de, possibilitar aos gestores públicos direcionar suas ações de planejamento em reverter o quadro atual de impacto negativo.

### **Expansão urbana e os processos erosivos em microbacias hidrográficas**

A combinação do crescimento populacional com a ocupação de novas áreas, assim como a exploração de novos recursos naturais tem causado uma pressão cada vez maior sobre o meio físico. Guerra e Marçal (2015) consideram que as mudanças ambientais devidas as atividades humanas sempre aconteceram, mas atualmente as taxas dessas mudanças são cada vez maiores, e a capacidade dos humanos em modificar a paisagem também tem aumentado.

As áreas urbanas, por constituírem ambientes onde a ocupação e concentração humana se tornam intensas e muitas vezes desordenadas, tornam-se locais sensíveis às gradativas transformações antrópicas, à medida que se intensificam em frequência e intensidade o desmatamento, a ocupação irregular, a erosão e o assoreamento dos canais fluviais, entre outras coisas (GONÇALVES; GUERRA, 2001 p. 189).

No Brasil, o processo de urbanização ocorreu sem prever os resultados da ocupação desordenada do solo sobre a drenagem urbana. As mudanças geradas, principalmente com a impermeabilização do solo, faz com que o solo não permita a percolação das precipitações gerando assim um acréscimo no volume e na velocidade

do escoamento superficial, diminuindo tempo de ocorrência dos picos de vazões, e por fim, provocando inundações, fazendo com que isso interfira na qualidade dos mananciais (OLIVEIRA et al., 2016).

Os núcleos urbanos e, principalmente, as periferias são o palco dos mais intensos processos de degradação ambiental, onde a erosão aparece de forma intensa e acelerada. Mesmo terrenos pouco suscetíveis à erosão passam a desenvolver esse processo em consequência das fortes modificações provocadas pelo parcelamento do solo, da implantação do sistema viário e da grande mobilização provocada pelos serviços de terraplanagem (cortes e aterros) [...] A alteração do coeficiente de impermeabilização das bacias hidrográficas, provocada pela ocupação, induz ao aumento do escoamento superficial que, em alguns pontos específicos, propicia a formação das erosões, por ocasião das chuvas mais intensas, com formação de ravinas e boçorocas. (ALMEIDA FILHO, 2013 p. 343 e 344)

A erosão, seja linear ou laminar, resulta predominantemente da ação das águas pluviais, escoamento superficial, relevo, cobertura vegetal e solo em elo com as ações de cunho antrópico, responsáveis pela desagregação das partículas das camadas de solo, que recobrem as rochas. Essas partículas, por sua vez, são carregadas por enxurradas até as bacias hidrográficas, formando assim o assoreamento (SANTOS; CARNEIRO, 2014).

Silva et al. (2003, p. 94) propõe que em termos de “unidade de estudo e operação, a microbacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento mais apropriada por permitir controle mais objetivo dos recursos humanos e financeiros”.

Bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia hidrográfica é conhecido como divisor de águas. A bacia pode desenvolver-se em diferentes tamanhos e as microbacias possuem poucos metros quadrados, constituindo-se como parte de um sistema de drenagem hierarquicamente organizado [...] O trabalho em microbacias hidrográficas é uma maneira eficiente de difundir as práticas de manejo de solo, conservar os recursos naturais e contribuir para o desenvolvimento municipal (SILVA et al., 2003 p. 93 e 94).

Diante dos impactos ambientais negativos no espaço urbano, verifica-se que as erosões e os recursos hídricos são aspectos relevantes de serem abordados, principalmente dentro de um contexto das áreas que se constituem e se denominam como risco.

Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo [...] Por outro lado, o risco poderá aumentar se houver alterações no contexto geográfico ou na produção social, que poderão incorrer no aumento da vulnerabilidade biofísica e social (respectivamente) e da vulnerabilidade do lugar. Tal processo poderá ser iniciado também pelo aumento do perigo potencial, que tanto pode ser resultado quanto condicionante do aumento ou da diminuição da vulnerabilidade [...] Tais impactos tornam-se mais concretos e evidentes, por exemplo, por meio do número de vítimas fatais ou dos valores financeiros das perdas materiais. (SILVA, 2013 p. 36,38 e 42).

Entende-se que as situações de risco não estão desligadas do que ocorre em seu entorno – o ambiente, em seu sentido amplo – seja o ambiente natural, seja o construído pelo homem social e tecnológico (DAGNINO; CARPI JUNIOR, 2007).

Múltiplas controvérsias têm surgido, com efeito, quanto ao nível de risco ambiental existente. Isso decorre em relação às consequências econômicas e sociais e ao nível de severidade que as medidas de precaução deverão ter, em particular em situações onde pode ser considerado como uma restrição à atividade econômica (GONÇALVES, 2013).

Os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da terra. O clima, as características das encostas, a cobertura vegetal e a natureza do solo também são importantes. Com respeito ao uso da terra, qualquer atividade humana que exija a remoção da cobertura vegetal protetora (florestas, arbustos, forragens etc.) promove a erosão (ARAÚJO et al., 2014 p.24).

A aceleração dos processos erosivos, que vem ocorrendo em todo Brasil e em outras partes do mundo decorre muito mais da interferência humana do que de um evento natural. Os processos erosivos marcam as paisagens urbanas e ocasionam danos sociais e ambientais (FONSECA, 2015).

São as formas de uso e ocupação do solo urbano as que impõem alterações mais intensas e contínuas do meio físico, desde sua implementação, funcionamento e até a desativação. Ressalta-se que o planejamento do sistema de drenagem urbana deve ser elaborado a partir de critérios técnicos bem estabelecidos, oriundos das políticas de administração pública apoiada em regulamentos adequados e que atenda às peculiaridades locais: físicas, econômicas e sociais (ALMEIDA FILHO, 2013 p. 346).

Salomão (2015) assegura que a maior parte das cidades instaladas em terrenos constituídos por solos de textura arenosa e relativamente profundos apresentam erosão

por ravinas e boçorocas, causadas principalmente pela concentração das águas de escoamento superficial (pluviais e servidas).

A erosão não é a mesma em todos os solos. As propriedades físicas exercem diferentes influências na resistência do solo à erosão, principalmente a estrutura, que é o modo como se arranjam as partículas; a textura, que compreende o agrupamento de partículas em classes conforme o tamanho; a taxa de infiltração, a permeabilidade, a densidade e a porosidade; as características químicas, sendo o conteúdo de matéria orgânica a mais importante; e ainda as propriedades biológicas do solo (SILVA et.al, 2003 p. 70).

Verifica que além do solo, vários fatores como clima, topografia, cobertura vegetal e ação antrópica são condicionantes e influenciam na aceleração dos processos erosivos. Em estudos realizados por Oliveira (2015) verifica-se que no interior das microbacias hidrográficas, as chamadas cabeceiras de vale ou cabeceiras de drenagem, têm sido identificadas como áreas de risco a eventos erosivos, pois voçorocas tendem a se estabelecer nas proximidades das fontes geradoras de fluxos.

A partir daí, a água começa a escoar na superfície, primeiramente em lençol, depois através de fluxos lineares, que evoluem para microrravinas, podendo algumas formar cabeceiras, e algumas dessas cabeceiras podem bifurcar, formando novas ravinas [...] Tanto os estudos teóricos como os práticos têm demonstrado que as cabeceiras dos canais são características importantes que devem ser pesquisadas com maior detalhe, no sentido de se compreender melhor como os mecanismos de evolução do processo operam (GUERRA, 2015 p.17 e 49).

As “boçorocas, ou voçorocas, são interpretadas como formas erosivas mais drásticas e atingem grandes dimensões em decorrência da ação de águas de superfície e subsuperfície” (ALMEIDA FILHO 2013, p. 340).

A feição erosiva voçoroca é um estágio de um processo erosivo, que por sua vez ocorre geralmente na sequência: canal preferencial, sulco, ravina e voçoroca. Muitas vezes a dificuldade em estabelecer a classificação de uma feição erosiva está no fato de que diversos processos podem ocorrer ao mesmo tempo. A quantificação e a qualificação de feições erosivas, isto é, feições que marcam os solos em decorrência dos mecanismos erosivos são de fundamental importância quando se está estudando uma área erodida, já que essas podem indicar que processos estão ocorrendo e assim poder trabalhar na minimização da perda de solos. (CAMPOS et al., 2008 p. 66).

As principais causas de surgimento das feições erosivas nas áreas urbanas está relacionada ao traçado inadequado do sistema viário juntamente com a compactação do solo e a deficiência do sistema de drenagem das águas pluviais e servidas, tanto nas formas de captação, como na dissipação (IWASA; FENDRICH, 1998).

Não há como negar a estreita relação entre “riscos urbanos e a questão do uso e ocupação do solo, que entre as questões determinantes das condições ambientais da cidade, é aquela onde se delineiam os problemas ambientais de maior dificuldade de enfrentamento e, contraditoriamente, onde mais se identificam competências de âmbito municipal” (JACOBI, 2006 p.117).

Ainda na visão desse autor verifica-se que

A reflexão sobre as práticas sociais, em um contexto urbano marcado pela degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, não pode omitir a análise do determinante do processo, nem os atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, em uma perspectiva de sustentabilidade (JACOBI, 2006 p. 128).

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas em 1987, formulou a definição mais conhecida para desenvolvimento sustentável, no documento “Nosso Futuro Comum”, segundo o qual, “o desenvolvimento sustentável é aquele capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer as necessidades das gerações futuras” (ONUBR, s/d).

Conforme, Rego et al. (2013, p.547), um “desenvolvimento consciente que não esgote os recursos e nem prejudique os sistemas naturais que mantém a vida no planeta”. Para Leite (2012) a economia deveria seguir princípios básicos para que haja um desenvolvimento urbano compatível com a sustentabilidade.

Toda cidade sustentável se desenvolve a partir de uma ligação adequada, respeitável e ponderada entre o meio ambiente construído e a geografia natural. Portanto, planejar todas as etapas da urbanização é essencial para que a cidade possa ser bem cuidada (LEITE, 2012).

Compreende-se que sem uma causa não há efeito, portanto, pode-se afirmar que o crescimento das metrópoles sem políticas estruturadas pode causar e potencializar vários passivos ambientais. Estes passivos atingem de forma diferenciadas a população, uns são mais prejudicados que outros, normalmente, aqueles com menor poder aquisitivo (TEIXEIRA; SANTIAGO, 2014).

O principal desafio que se coloca nos dias atuais é que a cidade crie as condições para assegurar uma qualidade de vida que possa ser considerada aceitável, não interferindo negativamente no meio ambiente do seu entorno e agindo preventivamente para evitar a continuidade do nível de degradação, notadamente nas regiões habitadas pelos setores mais carentes (JACOBI, 2006 p.128).

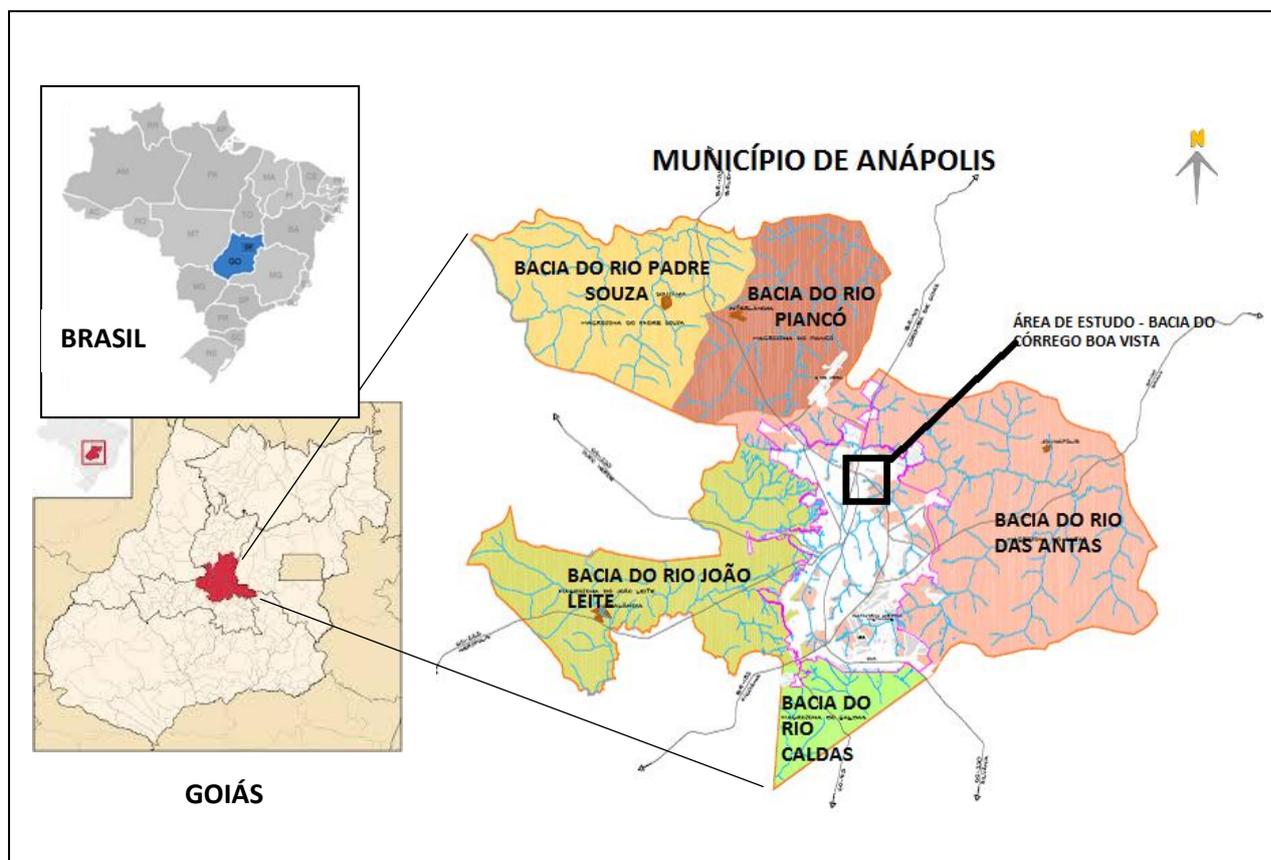
A “adaptação de cidades para que fiquem mais sustentáveis é um processo de longo prazo que requer um esforço partindo também da população” (REGO et al.; 2013, p.549). Dessa maneira, torna-se essencial os estudos e projetos técnicos de contenção dos processos erosivos e um planejamento que possa viabilizar o controle preventivo da erosão urbana, bem como, dispositivos legais específicos e mecanismos administrativos devem ser acionados partindo-se de uma avaliação do quadro institucional legal vigente (SALOMÃO, 2015).

### **Caracterização da área de estudo**

Anápolis localiza-se na região centro oeste do país, entre a capital federal Brasília e a capital goiana, entre coordenadas geográficas 16°05'30'' e 16°29'49'' de latitude sul e 48°45'14'' e 49°13'17'' de longitude oeste (Figura 1). Possui uma área de aproximadamente 933.156 km<sup>2</sup>, com população de 334.613 e ocupa áreas com cotas elevadas, sendo elas acima de 1000 m na Serra dos Pirineus (IBGE, 2010).

A cidade teve seu crescimento impulsionado pela ferrovia a partir de 1930, o que abriu novas perspectivas de desenvolvimento gerando anseios e estímulos financeiros. No entanto a expansão urbana foi marcada pelas dissociações entre o processo de ocupação e a falta de estruturação de planejamento ao longo do tempo pelos gestores do município. Esse fato, semelhante ao crescimento de outros municípios brasileiros, prejudicou consideravelmente a compatibilização entre os usos dos recursos naturais e os usos sociais capitalistas (NASCIMENTO, 2005).

Desse modo, o desenvolvimento urbano no país é fundamentado na Lei Federal n. 10.257/2001, conhecida como o Estatuto da Cidade. Esta lei determina que os municípios cuidem de seu desenvolvimento e expansão urbana, constituindo sua própria política através do Plano Diretor Municipal (ROMERO; BRUNA, 2010)



**Figura 1** – Localização do Município, das bacias hidrográficas que são partes das macrozonas propostas pelo Plano Diretor Participativo de Anápolis e delimitação da Área de Estudo.

**Fonte:** Mapa do Brasil disponível em <http://www.mdpower.com.br>. Mapa de Goiás disponível em <https://upload.wikimedia.org/>. Mapa de Anápolis disponível no Plano Diretor Participativo de Anápolis (2016); adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

No ano de 2015 houve a revisão do Plano Diretor Participativo da cidade de Anápolis, essa ação foi realizada em conjunto com as secretarias e órgãos municipais, contando ainda com a participação da população através das audiências públicas. O Projeto de Lei Complementar nº 001 de 15 de fevereiro de 2016, foi sancionado pelo Prefeito João Batista Gomes Pinto, e encontra-se em vigor. Nessa alteração, uma das principais mudanças é a regulamentação das áreas de interesse ambiental (AIAs), com o intuito de proteger as nascentes, preservar os parques e áreas frágeis.

No Plano Diretor as áreas de interesse ambiental são os ecossistemas aquáticos e florestais, as reservas legais e as de interesse paisagístico, parques, reservas florestais, bosques, mananciais, matas e florestas nativas cujas características do meio físico restrinjam o uso e a ocupação, visando a proteção, a manutenção e a recuperação dos aspectos paisagístico, histórico, arqueológicos e científicos (ANÁPOLIS, 2016).

O artigo 9 da Lei complementar nº 349 de 07 de julho de 2016, que dispõe sobre o plano diretor participativo do Município de Anápolis, propõe a divisão do município de Anápolis em 5 macrozonas (Figura 1). A macrozona do Rio das Antas (artigo 11, inciso III), está localizada na região leste do Município, onde se concentra a maioria da população municipal, grande diversidade de usos de equipamentos institucionais e comunitários (ANÁPOLIS, 2016).

Diante dessa realidade, a área de estudo, bacia do Rio das Antas, está incluída na macrozona de planejamento legal de Anápolis, soma-se a esta situação o fato da área funcionar como a mais extensa e importante calha de drenagem urbana do município (CORREA, 2005).

Ao longo do Rio das Antas e seus afluentes são consideradas áreas de risco geológico devido à urbanização não planejada e por estarem, em sua maioria, em fundo de vale e planícies de inundação [...] Em vários trechos durante o curso d'água encontra-se presente erosões e intenso processo de sedimentação como consequência do desmatamento. No centro da cidade suas águas estão canalizadas[...] O trecho nas proximidades do Terminal Rodoviário Intermunicipal à Vila Santa Maria de Nazaré é um dos pontos mais críticos em inundações atingindo as casas às margens do rio. O mesmo acontece também no ponto de encontro com o Córrego dos Cezários e nas proximidades do Ginásio Internacional de Anápolis. (FERREIRA, 2009 p.24).

O Rio das Antas tem suas nascentes localizadas na parte sul da cidade percorrendo o município em quase toda sua área urbana contendo a extensão de 27,8km. Vários tributários fazem parte desse rio (CORREA, 2005). O Córrego Boa Vista, onde ocorre o processo da voçoroca análise desse estudo, é um dos afluentes da bacia do Rio das Antas.

A caracterização do meio físico da área do Córrego Boa Vista foi baseada na tese de doutorado realizada por Jesus (2013). Buscou-se sintetizar as informações, a partir do quadro 1.

Jesus (2013) salienta que a análise comparativa e interativa dos diversos atributos do meio físico do entorno onde evoluiu a voçoroca permitem avaliar a existência de uma suscetibilidade natural da área para instalação de processos erosivos relacionados às cabeceiras de drenagem e curso d'água com margens declivosas marcadas por uma diversidade altimétrica acentuada e por solos rasos com estrutura granular.

**Quadro 1** – Atributos do meio físico da voçoroca do córrego Boa Vista

Geologia	Granulitos do Complexo Granulítico Anápolis-Itaúçu	
Geomorfologia	Modelado de Dissecação Baixas Vertentes e no Modelado de Acumulação Planície Fluvial	
Diversidade altimétrica	Alta	
Curvatura	Côncava/Côncava na cabeceira	
Orientação direita	Sudeste e Leste	
Orientação esquerda	Sul e Sudoeste	
Solos	Latossolo Vermelho Amarelo	
Fragilidade ambiental (Ross, 1994)	Forte	
Suscetibilidade a erosão linear (DAEE/IPT.1989) apud Salomão, 2005; Santos 2007)	Extremamente suscetíveis a ravinhas e voçorocas	
<b>ASPECTOS GEOTECNICOS</b>		
Mineralogia	Laterítico	Estável
	Saprolítico	Estável
Classificação Granulométrica	Laterítico	Arenoso
	Saprolítico	Arenoso
Sucção	Laterítico	Entrada de ar nos macroporos 2KPa e w de 38%
	Saprolítico	Entrada de ar nos macroporos 20KPa e w de 50%
Perda de massa	Laterítico	Moderada
	Saprolítico	Baixa sem deslocamento
Desagregação	Laterítico	Estável
	Saprolítico	Instável
Pinhole	Laterítico	Alto potencial a erosão
	Saprolítico	Sem potencial a erosão interna e pequeno potencial a eluviação esqueletização
Inderbitzen (g/mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup> )	Laterítico	0,3
	Saprolítico	0,4
Cisalhamento direto	Laterítico	Coesão de 5 KPa Ângulo de atrito de 30°
	Saprolítico	Coesão de 34 KPa Ângulo de atrito de 41°
Suscetibilidade Geotécnica dos solos	Mediana	

**Fonte:** Jesus (2013), adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

Verifica-se através do diagnóstico realizado por Jesus (2013) que o local apresenta um quadro natural bastante suscetível à atividade erosiva e que o uso e ocupação do solo na área foi expressivo.

Em 1965 o local apresentava sinais do processo de consolidação urbana bem próxima a uma das cabeceiras do Córrego Boa Vista. No que se refere a cobertura vegetal existia uma predominância de Cerrado em meio ao qual ocorriam algumas manchas de formação florestal e pastagens[...] Em 1989 a área urbana consolida-se e as demais áreas parceladas se ampliam. Sendo assim, sobra apenas um fragmento a direita do córrego com pastagem e pequeno fragmento de formação florestal e um fragmento de cerrado a jusante na margem esquerda[...] No ano de 2001 esses pequenos fragmentos praticamente desaparecem. A vegetação se restringe a pequenos fragmentos de formação florestal associados ao curso d'água [...] A voçoroca localiza-se numa área com predominância de áreas urbanas consolidadas destinadas a residências, na margem direita o parcelamento do solo é destinado a

comércios ao longo da avenida Brasil, na cabeceira existem pequenas chácaras com pastagens e destaca-se que fragmento de mata galeria são verificados na porção mais a jusante da voçoroca[...] A principal causa deflagradora dos processos erosivos nessa área é o lançamento de águas pluviais captadas a montante nas duas cabeceiras de drenagem do Córrego Boa Vista com curvatura côncava e altas declividades. Deduz que essa voçoroca deve ter surgido próximo a 1989 quando a ocupação das áreas parceladas passa a ser mais efetiva. (JESUS, 2013 p. 224).

A partir dessa análise verifica-se que os fatores naturais associados ao processo da ocupação urbana desordenada na microbacia do Córrego Boa Vista foram fatores decisivos para o avanço da atividade erosiva no local. As feições erosivas que serão apresentadas destacam o avanço da voçoroca e os danos socioambientais decorrentes.

### **Passos metodológicos**

Para o presente estudo foi realizado pesquisa bibliográfica, cujas formas de investigação são a revisão de literatura por meio de livros, revistas, teses, dissertações, monografias e artigos científicos que abordam o assunto.

O trabalho adota a perspectiva de informações qualitativas e quantitativas. Prodanov e Freitas (2013) consideram a qualitativa aquela na qual o ambiente natural é fonte para coleta de dados, interpretação de fenômenos e atribuição de significados. Por sua vez, a quantitativa exige uso de técnicas estatísticas afim de um levantamento dos números de dados gerados durante a pesquisa.

Foram realizadas visitas exploratórias *in loco* nos meses de fevereiro e maio de 2018, no bairro Cidade Jardim para realização de registro fotográfico, avaliação das feições erosivas e análise das atuais condições ambientais e de infraestrutura na área afetada pela erosão em Anápolis. Para o desenvolvimento do estudo considerou-se a divisão da área da voçoroca em três partes, setor A, setor B e setor C-I e setor C-II (Figura 2). O *Shapefile* do Córrego Boa Vista foi criado no software QGIS versão 2.18.7 através da ferramenta Tile Server (XYZ). A imagem do *Google Earth* (2017) foi salva e aberta no *ArcMap* versão 10.5, onde procedeu-se a montagem do mapa de setorização da área erosiva.



**Figura 2** – Localização da voçoroca do Córrego Boa Vista.

**Fonte** – Imagem do Google Earth (2017) adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

A identificação das feições erosivas internas aos canais incisos (pedestais, alcovas de regressão, filetes subverticais e escamamentos, dutos de convergência, marmitas, quedas de areia, quedas de torrões, costelas, fendas e pontos e poças de ressurgência) teve como referência a proposta realizada por Oliveira (2015) e será descrita no Quadro 2.

**Quadro 2** – Caracterização das feições erosivas

Pedestais	“indicam a ocorrência de salpicamento intercalado com a remoção de partículas pelo escoamento superficial”.
Caneluras	“mecanismo de deflagração geralmente está associado à convergência de fluxo superficial para o interior da voçoroca, resultante da interação entre erosão por queda d’água e fluxos de adesão”.
Alcovas de regressão	“escoamento superficial na forma de filetes subverticais, quanto pela infiltração do lençol freático, ou ainda pela combinação desses dois mecanismos”.
Filetes subverticais e escamamentos	indicam escoamento superficial. Pode ocorrer preferencialmente em paredes pouco coesas, porém também ocorre em solos de maior coesão.
Dutos de convergência	“interações entre erosão por queda d’água e eventuais ressurgências de zonas de saturação”.
Marmitas ou painelas	“indicam a atuação de erosão por queda d’água na base de taludes ou de degraus no interior de voçorocas”.
Quedas de areia	indicam “liquefação espontânea de materiais inconsolidados e não coesivos”.
Quedas de torrões	“movimentos de massas associados, seja ao solapamento da base de taludes, seja ao desprendimento de material ao longo de fendas de tração”

Costelas	“indicam variações, em profundidade, da resistência ao cisalhamento dos materiais de cobertura superficial” Podem ainda indicar ação de filetes subverticais e exfiltração do lençol freático; (NASCIMENTO, 1998 apud OLIVEIRA, 2015, p. 75).
Fendas	“indicam a existência de movimentos generalizado da encosta em torno da incisão erosiva”
Pontos e Poças de ressurgência	“indicam área de ressurgência do lençol freático, ao longo de incisões erosivas”

**Fonte:** OLIVEIRA (2015, p. 69, 70, 73, 75 e 77) adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

As imagens de satélite disponibilizadas pelo *Google Earth* (2013, 2015 e 2017) foram utilizadas para evidenciar a área urbana dos bairros Cidade Jardim e São Carlos, bem como a localização e expansão do processo erosivo através da delimitação da área erosiva. Em seguida, fez-se um cálculo estimado da erosão em m<sup>2</sup>, a fim de verificar se houve aumento da sua área. Os procedimentos para realizar o traçado de delimitação das feições erosivas foram salvas como um arquivo kml e importada para o *software QGIS* versão 2.18.7, onde foi realizada a conversão para *Shapefile* (SHP) e fixação da projeção e do sistema geodésico UTM – Fuso 22S SIRGAS (2000) respectivamente, para todas as camadas. Adotou-se tal projeção visto que necessitava calcular a área das feições, já o datum foi escolhido por ser o oficial para as Américas. Com a fixação da projeção que se encontra dentro do sistema projetado de coordenadas calculou-se a área em m<sup>2</sup> das feições.

Por meio das imagens georreferenciadas foi elaborado o mapa de curvas de nível e o mapa de disposição do arruamento no entorno da voçoroca, com o objetivo de detalhar se esses aspectos contribuem para a expansão do processo erosivo. O traçado das curvas de nível e arruamento foram retirados do Plano Diretor de Anápolis (2005) tal procedimento foi feito com o auxílio do *Software Auto CAD* (versão 2017) o que gerou um arquivo em formato dxf que foi importado para o *ArcMap 10.5*. Foi necessário fazer a correção de deslocamento através da utilização da imagem ESRI como referência.

Todos esses aspectos de levantamento teórico e metodológico sobre a área de estudo, permitiu a realização da análise das feições erosivas presentes na voçoroca do Córrego Boa Vista, bem como avaliar as consequências da ocupação urbana que favoreceram a expansão do processo.

## Resultados e discussão

A análise dos impactos ambientais urbanos é de singular importância, para o município e para a sociedade em geral, pois esses estudos, servem como instrumento de intervenção do poder público e da sociedade na manutenção de um meio ambiente mais equilibrado.

“A identificação de feições erosivas assume importância na etapa de cadastramento de voçorocas e ravinas e pode, conforme os recursos financeiros disponíveis, tornar mais preciso o dimensionamento de eventuais medidas corretivas a serem implementadas” (Oliveira, 2015 p. 69).

A área afetada pelo processo erosivo (Figura 3) está próxima da Avenida Brasil Norte, uma das principais vias de circulação e comércio da cidade, bem como, está inserida na bacia hidrográfica do Rio das Antas, área de relevância para o município. Observa-se na figura 3 a evolução contínua da erosão nos respectivos anos de 2013 (7.663,25 m<sup>2</sup>), 2015 (10.155,129 m<sup>2</sup>) e 2017 (12.016,846 m<sup>2</sup>).

Em 2013, o local foi caracterizado como “rua no sentido do declive com lançamento de águas pluviais a meia encosta, área urbana em consolidação a montante, margem esquerda com área urbana em consolidação, margem direita mais a montante por solo descoberto e mais a jusante pastagem com formação savânica” (Jesus, 2013 p. 239). Nos anos posteriores, 2015 e 2017, houve aumento da urbanização tanto por residências e comércios, redução da vegetação em alguns trechos e um aumento significativo das feições erosivas, bem como, sua ramificação.

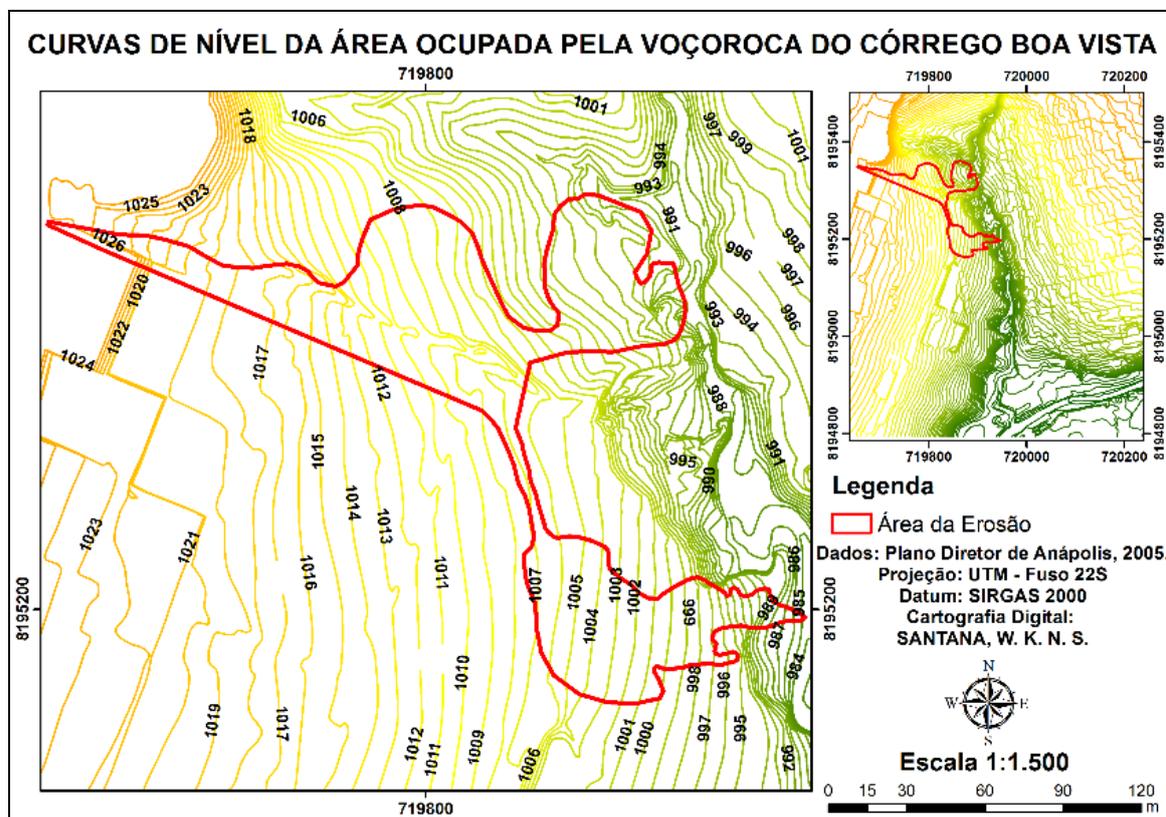


**Figura 3** – Evolução da feição erosiva e sua estimativa em m<sup>2</sup>. Área: 7.663,25 m<sup>2</sup>. (2013); área: 10.155,129 m<sup>2</sup>. (2015); área: 12.016,846 m<sup>2</sup>. (2017).

**Fonte** – Imagem do Google Earth (2013, 2015 e 2017) adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

Dentre os fatores condicionantes Jesus (2013 p. 224) aborda que a “principal causa deflagradora dos processos erosivos nessa área é o lançamento de águas pluviais captadas a montante nas duas cabeceiras de drenagem do Córrego Boa Vista com curvatura côncava e altas declividades”.

Dessa maneira, buscou-se através da figura 4 avaliar a área ocupada pelo processo erosivo com a declividade do relevo através da representação das curvas de nível com equidistância de 1m. Pela proximidade das linhas no início da incisão e na margem direita do processo erosivo próximo ao Córrego Boa Vista, é possível identificar o declive acentuado, fato esse que evidencia os riscos socioambientais das pessoas que residem nas proximidades.



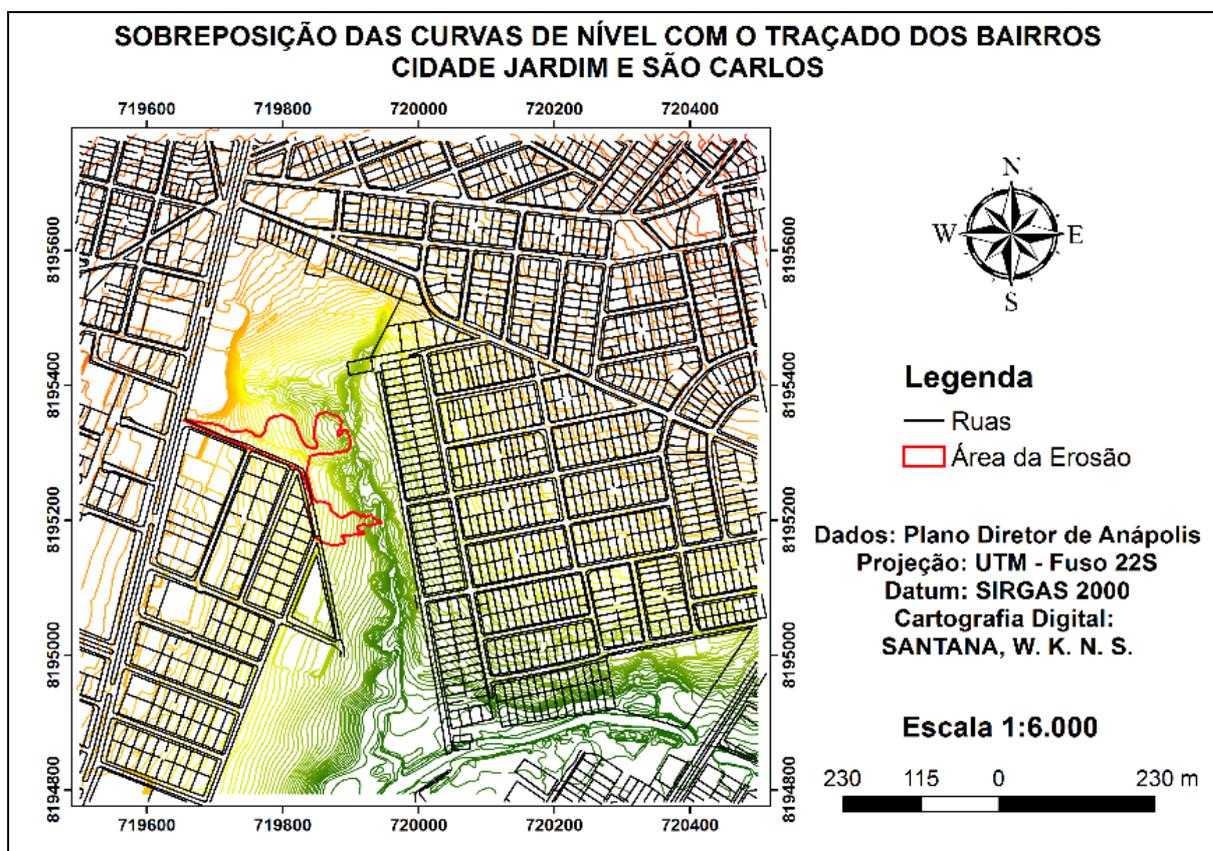
**Figura 4**– Curvas de nível da área de abrangência da voçoroca do Córrego Boa Vista

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

As maiores altitudes estão nas rampas e as menores na planície, sendo que de um modo geral a área apresenta diversidade altimétrica Média/Baixa a Média nas rampas e na planície passando para uma diversidade altimétrica Alta nas proximidades da incisão. As rampas e as planícies são evidenciadas por declividades inferiores a 5%. Nas Baixas Vertentes predominam declividades elevadas de 15 a mais de 45%, sendo que nas duas cabeceiras de drenagem e

nas margens do Córrego Boa Vista os taludes são muito íngremes e as declividades predominam com valores superiores a 45% (Jesus, 2013 p. 99).

Na figura 5, são identificadas a área de impermeabilização do arruamento que direcionam o fluxo de escoamento superficial das águas pluviais contribuindo para o aumento da feição erosiva. Nota-se que o sentido das ruas nas quadras, no topo da vertente, juntamente com sentido montante-jusante da voçoroca, favorece o aumento do fluxo e da energia cinética desse escoamento acarretando o solapamento da cabeceira e avanço das feições erosivas.



**Figura 5** – Curvas de nível da área de abrangência da voçoroca do Córrego Boa Vista

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

Dentre os fatores topográficos, a declividade de um terreno é possivelmente o mais importante no condicionante da gênese e evolução do processo erosivo. Contudo, o comprimento de rampa não é menos importante que o declive, pois, à medida que o caminho percorrido vai aumentando, não somente as águas se tornam mais volumosas como também a velocidade de escoamento aumenta progressivamente e a maior energia resultante se traduz em maior erosão (SILVA et al., 2003 p. 19).

A avaliação inicial da voçoroca, realizada em campo, começa pelo setor A (Figura 6 a e b) onde observa-se os sulcos erosivos na Rua 8 do Bairro Cidade Jardim, cujas incisões no solo são ocasionadas pela concentração do escoamento superficial do fluxo d'água proveniente da Avenida Brasil Norte. Essa avenida não possui sistema de drenagem e atualmente está passando por reformas para dotar o local dessa infraestrutura. Nessa área verificou-se que a profundidade inicial fica em torno de 20 a 50 cm e largura inferior a um metro, no entanto, a progressão da atividade erosiva torna-se intensa e os sulcos acentuam-se (Figura 6 a e b).

Nota-se nas Figuras 6 a) e b) e 7 a) e b) uma grande quantidade de resíduos que são lançados no local e trazidos pelas enxurradas, como também, entulhos de construção civil e várias manilhas. Essa fato evidencia obras de microdrenagem realizadas no local a fim de disciplinar o escoamento das águas e mitigar o processo, no entanto, não foram bem sucedidas.



**Figura 6** a) e b) – Fase inicial do processo erosivo – Setor A  
**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

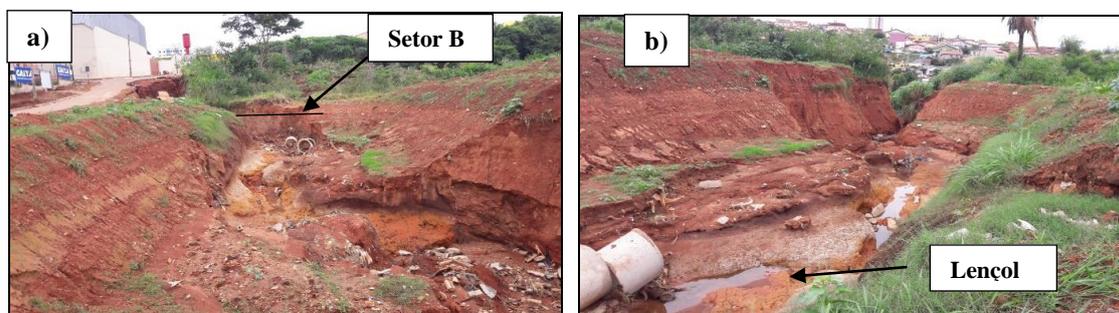
Outro aspecto são as camadas de asfalto da Rua 8 que estão sendo destruídas pela força da água, o que dificulta o fluxo de veículos e as atividades comerciais. Nas figuras 6 a) e 7 a) também pode ser identificadas as feições erosivas denominadas de alcovas de regressão. Oliveira (2015) argumenta que essas formações são esculpidas pelo escoamento superficial na forma de filetes subverticais.



**Figura 7** a) e b) – Aumento dos sulcos erosivos, resíduos e entulhos da construção civil e destruição do asfalto.

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

Observa-se nas figuras 8 a), b) e c) o início do médio curso da voçoroca que apresenta-se com incisões mais profundas e com maior fluxo das partículas transportadas. Essa trajetória é difusa e ocasiona o choque das partículas com o fundo e as bordas do canal, ocasionando novas alcovas de regressão e o aparecimento do lençol freático. Oliveira (2015, p.63) afirma que o “efeito do impacto de partículas sobre o material estático do fundo e das bordas do canal é denominado corrasão, que provoca a dissecação ou o alargamento do canal”.



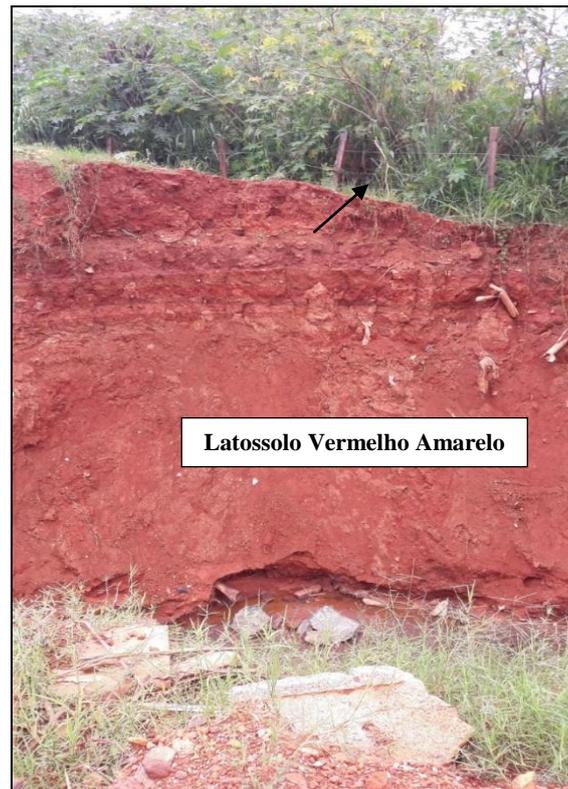


**Figura 8** a), b) e c) – Setor B da voçoroca, aparecimento do lençol freático e transporte de partículas pelo fluxo concentrado do canal.

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

Verifica-se em todas as figuras que a vegetação do Cerrado nas bordas da voçoroca, foram basicamente destituídas, esse fato favorece à diminuição da resistência dos taludes. Na figura 9, a cerca já está a poucos centímetros da voçoroca. A presença do Latossolo Vermelho Amarelo e a classificação granulométrica arenosa, apresentada por Jesus (2013), favorece a fragilidade ambiental do local.

O solo é um dos recursos naturais mais instáveis quando degradado, ou seja, quando sua camada protetora (vegetação) é retirada. Os processos erosivos lineares ocorrem de forma moderada em um solo coberto, uma vez modificado, ou desprovido de sua vegetação originária, aumentam o impacto direto das gotas de chuva no solo o que proporciona a aceleração dos efeitos erosivos (SANTOS; CARNEIRO, 2014).

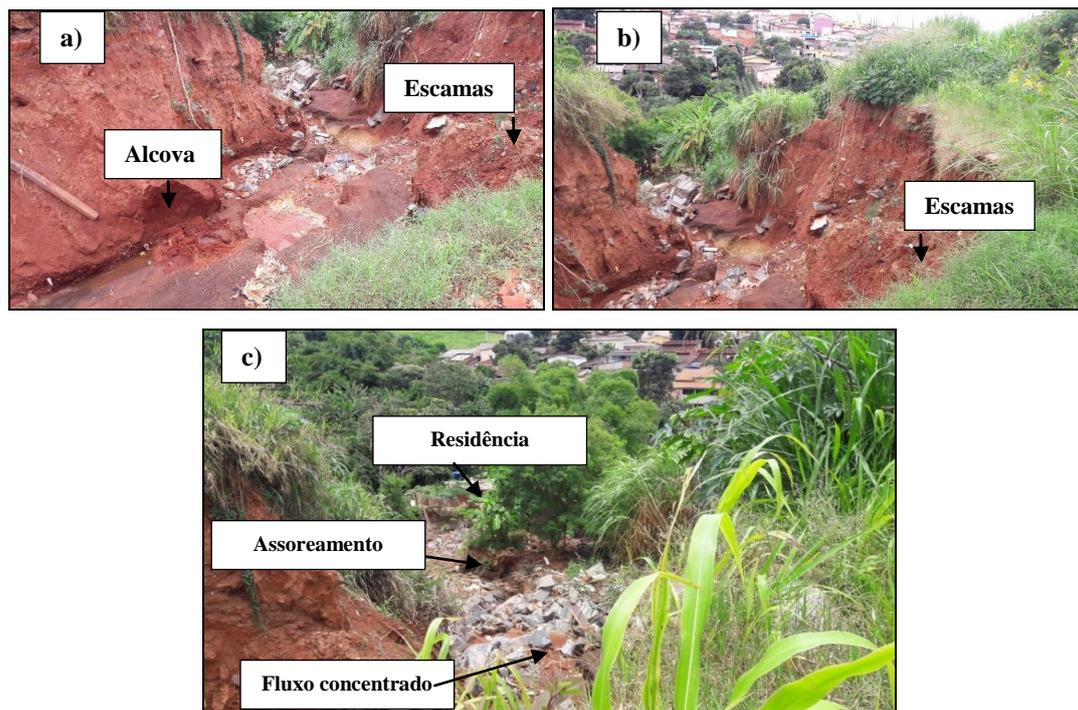


**Figura 9** – Risco de desabamento da cerca e tipo do solo no local  
**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

O Setor C da voçoroca foi subdivido em I e II devido a ramificação que a incisão ocasiona. Almeida Filho (2013) verifica que a presença do lençol freático, interceptado pela boçoroca, induz o aparecimento de surgências d'água, acarretando o fenômeno como *piping*, erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando tubos vazios que ocasionam colapsos e escorregamentos laterais do terreno, alargando a boçoroca ou criando novos ramos.

A figura 10 a), b) e c) evidencia o arraste, por fluxos concentrados, de partículas, material rochoso e entulhos. Esse material condiciona o risco da residência que se encontra ao final do processo e ocasiona o assoreamento do Córrego Boa Vista. Almeida Filho (2013) avalia o assoreamento como um processo de desequilíbrio ambiental, resultante de transformações do meio ambiente pelo uso do solo, que alteram os processos geológicos presentes ou desencadeiam novos processos de degradação dos recursos naturais.

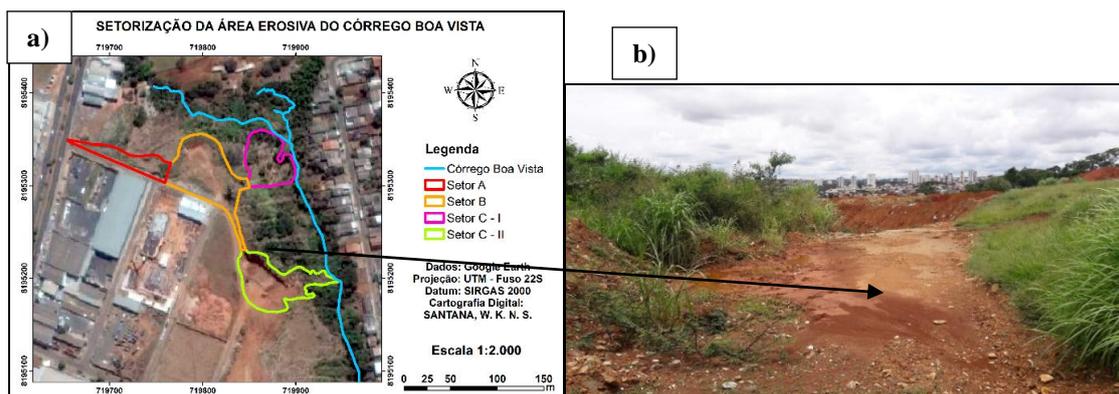
Na figura 10 a) e b) verifica-se as escamas que são feições erosivas formadas pela acumulação de terra fina no interior da voçoroca (OLIVEIRA, 2015).



**Figura 10** a), b, e c) – Novas feições erosivas, área de risco, fluxo concentrado de materiais e assoreamento.

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

A figura 11 a) e b) evidencia a área de transição da boçoroca da Rua 8 para a Rua 7 e a ramificação da incisão erosiva, no qual terá início a análise das feições do processo do Setor C- II.



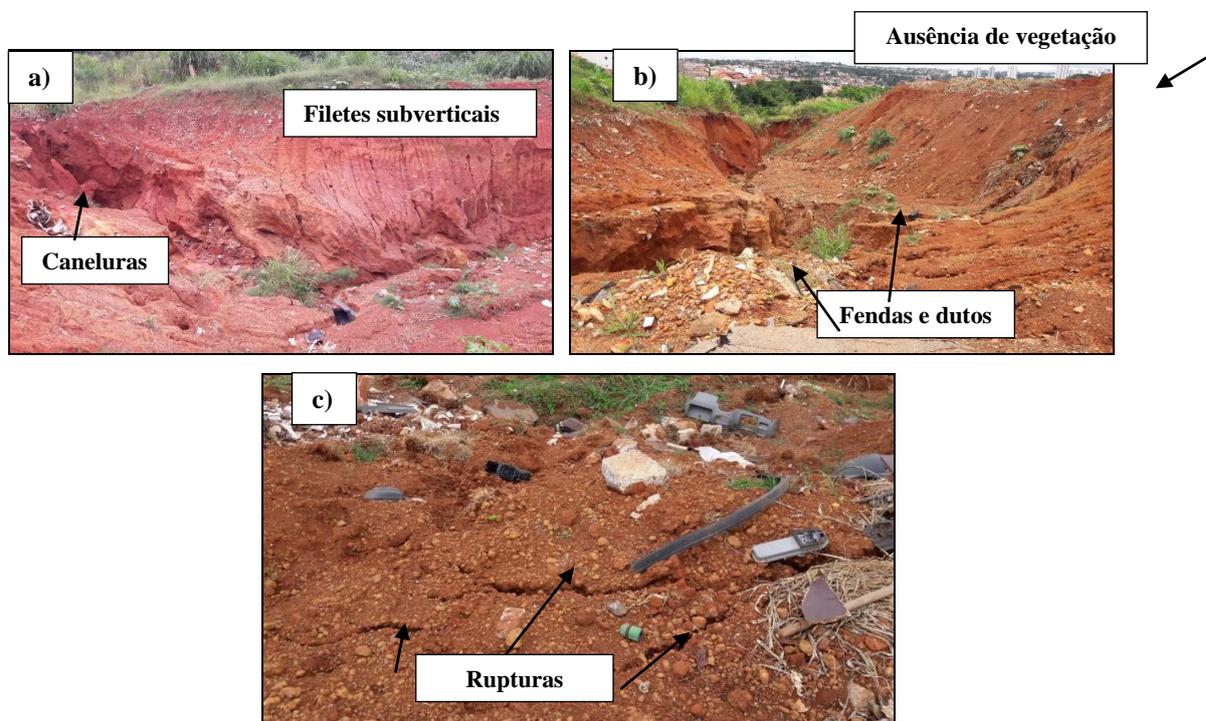
**Figura 11** a e b - Início da incisão erosiva setor C - II na Rua 7 do Bairro Cidade Jardim  
Fonte: a) Imagem do Google Earth (2017) adaptado por Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018).

b) Autoria: Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

As feições dos filetes subverticais e caneluras são observados na figura 12 a) e b), que segundo Oliveira (2015) trata-se de materiais pouco coesivos esculpidos nas paredes de voçorocas. As fendas e dutos também estão presentes e esse fato indica a

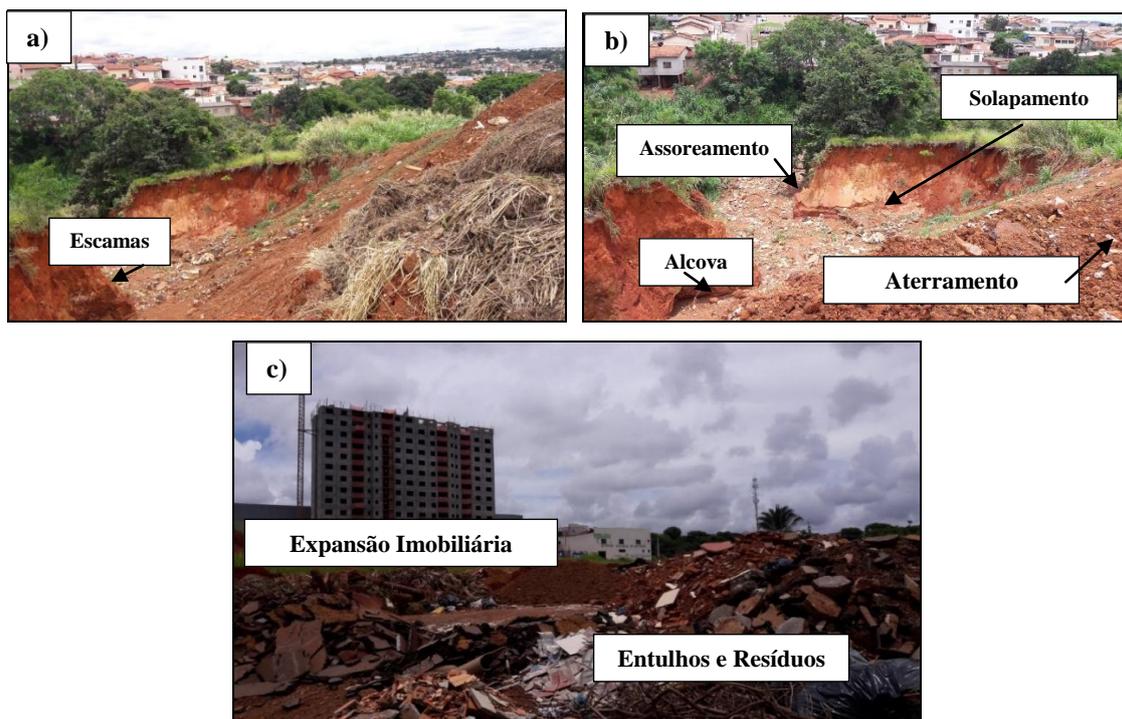
“existência de movimento generalizado da encosta da incisão erosiva e podem ser formados por movimentos translacionais profundos, por tração nas bordas da incisão, ou por expansão e contração de argilominerais” (Oliveira, 2015 p. 75)

Na figuras abaixo a carência de vegetação é perceptível, bem como sua ausência na margem direita da figura 12 b), esse aspecto contribui para a desestabilização dos taludes laterais, aumentando o carreamento dos sedimentos e processo de assoreamento do Córrego Boa Vista. Na figura 12 c) estão presentes as linhas de ruptura no solo, fator que indica a instabilidade do terreno, que por ocasião de chuvas intensas, esses materiais serão facilmente desagregados.



**Figura 12** a), b, e c) – Feições erosivas no setor C-II da voçoroca.  
**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

Nota-se nas figuras 13 a), b) e c) a presença significativa de resíduos plásticos e da construção civil, bem como na proximidade, está sendo realizado o aterramento do local. Esse procedimento está sendo realizado sem nenhuma técnica de engenharia o que não ameniza o problema e acentua o assoreamento da área. O solapamento da base e próximo das margens da voçoroca acaba criando uma zona de instabilidade no talude, o que favorece a deposição de sedimentos à jusante. Outras feições erosivas também são identificadas nesse local como a alcova de regressão e as escamas.



**Figura 13** a), b, e c) – Feições erosivas no setor C-II da voçoroca, evidências da expansão imobiliária no local e do grande volume de resíduos e entulhos da construção civil

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

O crescimento imobiliário nas adjacências é crescente e o condomínio em construção (Figura 13 c e 14) está localizado na Rua F aproximadamente a 200m do Setor B da voçoroca. A Rua 8 apresenta-se com comércio em atividade e no Setor C I e II da voçoroca existe áreas de risco (Figura 11). A Rua Achilles Elias localizada na margem direita do Córrego Boa Vista (Figura 11), em 2014, fez parte de um estudo de ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto risco e muito risco à movimentos de massa e enchentes da CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e apesar do risco apresentado e dos estudos anteriores, observa-se que o processo de expansão da voçoroca continua ativo.



**Figura 14**– A seta amarela indica a localização da Rua F do condomínio em construção, seta azul da Rua 8 comprometida pela voçoroca e com atividade comercial e a seta vermelha a Rua Achilles Elias apontada pelo estudo da CPRM (2014) como área de risco.

**Fonte** – Imagem do Google Earth adaptada pelo autor (2018)

As sugestões de medidas preventivas e mitigadoras para o local foram citadas pelo projeto da CPRM em 2014 e são descritas abaixo

- Diminuição e controle sobre o fluxo de águas que são direcionadas ao córrego;
- Projeto de engenharia para a estabilização do avanço da voçoroca;
- Remoção da condição de área habitacional para a região no entorno da voçoroca (Bairro Cidade Jardim), até que esta seja remediada e estabilizada por completo;
- Um acompanhamento deve ser feito nas residências e comércios ao longo da via Brasil Norte, no sentido de monitorar a evolução de possíveis trincas e abatimentos futuros;
- Educação ambiental para evitar a deposição de lixo sobre o córrego (que entope outros pontos de passagem ao longo do Rio das Antas);

Apesar dessas indicações de medidas, os investimentos para recuperação da área são muito elevados e mesmo sendo essa área localizada e incluída na macrozona de planejamento legal de Anápolis propostas pelo Plano Diretor do município, observa-se que existe o impasse do poder público em efetivar as diretrizes de recuperação da voçoroca do Córrego Boa Vista.

No entanto, no último dia 04 de maio de 2018, houve a ordem de serviço assinada pelo atual prefeito da cidade, para iniciar as obras de recuperação da voçoroca do Córrego Boa Vista no Bairro Cidade Jardim. Trata-se de uma parceria feita entre o

município com a construtora do condomínio localizada na rua F próximo a voçoroca. Nesse dia realizou-se registro fotográfico e torna-se evidente o crescimento do processo erosivo no Setor A (Figura 15 a, b, c e d).



**Figura 15** a) e b), c) e d) –Expansão da voçoroca na parte do Setor A ocasionou arraste de materiais e alargamento do canal.

**Autoria:** Adriana Sousa Nascimento Ávila (2018)

Parte das feições erosivas identificadas em campo no mês de fevereiro desapareceram, o que destaca o dinamismo do processo da voçoroca instalada no local. Apesar dos investimentos orçados pela construtora para restauração da área, nota-se pelos procedimentos adotados e documentados que serão recuperados somente a parte inicial do Setor A da voçoroca, ou seja, o processo poderá apresentar recidivas.

## **Considerações finais**

Vários são os estágios de um processo erosivo, bem como, diversas variáveis físicas e antrópicas em diferentes graus e mecanismos ao longo do tempo são procedimentos a serem considerados em um estudo com essa finalidade. A única afirmativa plausível são os problemas decorrentes do avançado grau de comprometimento do solo quando a voçoroca está instalada. No caso específico da área da pesquisa, verifica-se que o processo surgiu há aproximadamente 30 anos e continua em forte expansão, ocasionando risco aos moradores próximos e sérios danos socioambientais.

As feições identificadas na voçoroca permitem avaliar a complexidade da formação da atividade erosiva e essas incisões em amplo desenvolvimento, indicam que parte dessas feições é efêmera, devido às atividades e direções de fluxo serem constantes.

A análise da formação dessa voçoroca admite associar sua causa aos fatores de ocupação desordenada e a falta de infraestrutura urbana principalmente na ausência da rede de drenagem da Av. Brasil Norte. No que se refere aos aspectos naturais, considera-se os constituintes do solo, geologia, geomorfologia que constituem a microbacia hidrográfica do Córrego Boa Vista, como fatores naturais que evidenciam a fragilidade geoambiental do local. Todos esses fatores integrados possibilitam a compreensão e consideração da variabilidade espacial e temporal no processo de formação da voçoroca.

Verifica-se que várias são as propostas para contenção do processo, no entanto existe a negligência do poder público em assumir a responsabilidade de recuperar os agravos socioambientais causados e assim os impactos negativos vão se acumulando e os valores para recuperação do local se tornam mais elevados com o decorrer dos anos.

A análise integrada dos processos erosivos acata ações de planejamento mais eficazes se esses aspectos se aliam às diretrizes legais de proteção ambiental, no entanto, também compete aos cidadãos serem mais participantes no exercício de fiscalizar, cobrar e exigir que o poder público cumpra e consolide as legislações vigentes, talvez assim, têm-se expectativas de tornar a cidade um ambiente mais digno de viver.

## Referências

ALMEIDA FILHO, G. S. Processos erosivos lineares urbanos. In: TELLES, D. D. (org.). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. p. 337-346.

ANÁPOLIS. **Lei complementar n. 001, de fevereiro de 2016 (Plano Diretor de Anápolis)**. Disponível em <<http://www.anapolis.go.gov.br/portal/arquivos/files/03-Lei%20do%20Plano%20Diretor%20PDF.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, S. C. A ocorrência de feições erosivas como evidência da evolução de voçoroca em Uberlândia-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.1, n. 2, p. 64-77, 2008.

CORREA, F. M. **Impactos antrópicos sobre a qualidade da água no Rio das Antas na área urbana da cidade de Anápolis - Goiás: uma abordagem para gestão ambiental**. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2005.

DAGNINO, R. S.; CARPI JUNIOR, S.. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, 2007.

FERREIRA, E. P. **Caracterização socioambiental da microbacia do Rio das Antas no município de Anápolis-GO**. 2009. 187 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica), Anápolis, 2009.

FONSECA, A. C. Geoquímica dos solos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos** - conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 165-194.

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 189-252.

GONÇALVES, V. B. O Princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos econômicos. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 121-140, 2013.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos** - conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 17-55.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=520110>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

IWASA, O. Y.; FENDRICH, R. Controle da erosão urbana. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. **A geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998, p. 271-281.

JACOBI, P. Dilemas socioambientais na gestão metropolitana: do risco à busca da sustentabilidade urbana. **Revista de Ciências Sociais - Política & Trabalho**, João Pessoa, v. 23, n. 25, p. 115-134, out. 2006.

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

LEITE, C. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL / ONU Meio Ambiente Brasil (ONUBR). **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/onumeioambiente/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

NASCIMENTO, A. S. Impactos ambientais e expansão urbana nas cabeceiras de drenagem do Córrego Catingueiro em Anápolis / GO. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2005. 14 p.

OLIVATO, D. **Análise da participação social no contexto da gestão de riscos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Indaiá, Ubatuba – SP - Brasil**. 2013. 298 f. Tese (Doutorado em geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos** - conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 57-99.

OLIVEIRA, R. L. M.; SILVA, S. R. **Alternativas para drenagem urbana em ponto crítico da cidade do Recife - PE**. Recife: UFRPE, 2016. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2016/anais/resumos/R2028-2.html>>. Acesso em: 24 set. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS. **Erosão na Cidade Jardim está com os dias contados**. 04/05/2018. Disponível em:

<<http://www.anapolis.go.gov.br/portal/multimedia/noticias/ver/erosapo-na-cidade-jardim-estai-com-os-dias-contados>>. Acesso em: 10 maio 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

REGO, J. A. A.; NACARATE, J. P. M.; PERNA, L. N.; PINHATE, T. B. **Cidades sustentáveis: lidando com a urbanização de forma ambiental, social e economicamente sustentável**. 2013. Brasília: Sinus / UnB / ONU, 2013. P. 545-573. Disponível em: <<http://www.sinus.org.br/2013/wp-content/uploads/2013/03/17.-PNUMA-Artigo.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

REHBEIN, M. O.; ROSS, J. L. S. **Impacto ambiental urbano: revisões e construções de significados**. **GEOUSP - Espaço e Tempo**. São Paulo, n. 27, p. 95 - 112, 2010.

ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Metrópoles e o desafio urbano frente ao meio ambiente**. São Paulo: Blucher, 2010.

SANTOS, E. R.; CARNEIRO, V. A. Levantamento de definições sobre o processo erosivo linear a partir do acervo bibliográfico das bibliotecas da Universidade Estadual de Goiás (UEG) em Anápolis – GO. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 7, n. 1, p. 51-73, jun. 2014.

SALOMÃO, F. X. T. **Controle e prevenção dos processos erosivos**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. p. 229-267.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **CPRM começa mapear áreas de risco em Goiás**. 29 abr. 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-comeca-mapear-areas-de-risco-em-Goiias-3120.html>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003.

SILVA, R. S. **Percepção de risco na paisagem pelos moradores do entorno da barragem do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), na cidade de Santa Maria - RS**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

TEIXEIRA, M. D. J.; SANTIAGO, D. R. **Danos ambientais metropolitanos: uma dicotomia de causa e efeito do processo de crescimento econômico?**. São Pedro: ABEP, 2014. 20 p.

## **Sobre a autora e o autor**

### **Adriana Sousa Nascimento Ávila**

Possui graduação em Geografia Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal de Goiás e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professora nas seguintes instituições: Colégio São Francisco de Assis (ensino médio), no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e Pedagogia da Faculdade Católica de Anápolis, no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Metropolitana de Anápolis (FAMA), nos cursos de pós - graduação da Faculdade Católica de Anápolis e da UniEvangélica. Tem experiência na área ambiental com produção e execução de projetos, no processo de Avaliação Institucional e como palestrante em Educação Ambiental para empresas. Na área de gestão acadêmica é coordenadora do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade Católica de Anápolis desde o início do curso em 2009.

*Currículo Lattes:* <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4798581A9>

### **Vandervilson Alves Carneiro**

Docente da UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (Anápolis - GO). Membro da SEGEP - Seção de Geologia e Paleontologia da UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo (Anápolis - GO). Tem experiência nas áreas de Geografia Física e Geociências. Licenciado em Geografia pela UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente (SP), Especialista em Metodologia do Ensino Superior pela UEG - Universidade Estadual de Goiás / Campus de Ciências Socioeconômicas e Humanas (Anápolis - GO), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia (Goiânia - GO) e Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia (Goiânia - GO).

*Currículo Lattes:* <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4797317Z1>

---

Artigo Recebido em Março de 2018.  
Artigo aceito para publicação em Julho de 2018.