

***AS EROSÕES LINEARES NO ENTORNO DO DISTRITO
AGROINDUSTRIAL DE ANÁPOLIS (GO): ESTUDO E
APONTAMENTOS INICIAIS***

***CÁRCAVAS EN EL ENTORNO DEL DISTRITO
AGROINDUSTRIAL DE ANÁPOLIS (GO): ESTUDIO
Y NOTAS INICIALES***

***ÉROSIONS LINÉAIRES AUTOUR DU DISTRICT
AGROINDUSTRIEL D'ANÁPOLIS (GO): ÉTUDE ET NOTES
INITIALES***

Sandra do Carmo Fernandes

Especialista em Engenharias, Tecnologias e Sustentabilidade
Urbana, Universidade Estadual de Goiás - UEG,
Campus Henrique Santillo, Anápolis / GO.
tutorasandraoliveira@gmail.com

Vandervilson Alves Carneiro

Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG,
Campus Henrique Santillo, Anápolis / GO.
profvandervilson@yahoo.com.br

André Luiz Ribas de Oliveira

Docente da Universidade Estadual de Goiás - UEG,
Campus Henrique Santillo, Anápolis / GO.
andre_luiz_ueg@yahoo.com.br

Resumo: Os processos erosivos naturais (erosão geológica) são comumente intensificados mediante a pressão antrópica, sendo bastante destacadas essas mudanças paisagísticas com o avanço da urbanização e de parques industriais, que demandam por áreas naturais para moradias, arruamentos, fábricas e outras formas tanto de uso como de ocupação. Essas mudanças paisagísticas bruscas traduzem-se em processos erosivos antrópicos (erosão acelerada) que geram impactos socioambientais. Por esta ótica, a pesquisa buscou compreender conforme o prisma espaço-temporal, a dinâmica dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) nas cercanias do DAIA - Distrito Agroindustrial de Anápolis (GO). Trata-se de um trabalho empírico que executou um estudo de caso em 2018 com o apoio de garimpo bibliográfico prévio, trabalhos de campo, registros fotográficos, anotações em caderneta de campo, coleta em banco de imagens do Google Earth a respeito das erosões (2005-2017), confecção de croquis sobre as referidas erosões 1, 2 e 3, além de observações, apontamentos e alguns relatórios discentes sobre os processos erosivos em tela e que foram cedidos por docente da UEG - Universidade Estadual de Goiás, campus Henrique Santillo (Anápolis - GO). Conclui-se que as erosões 1 e 2 são antrópicas e foram recuperadas por ações de engenharia. A erosão 3 também de caráter antrópico passou por intervenção paliativa que não deu conta de barrar o problema. As fortes chuvas e as atividades locais intensificaram o problema e a voçoroca alargou-se consideravelmente.

Palavras-chave: Expansão urbano-industrial; Erosão acelerada; Anápolis.

Resumen: Los procesos de erosión natural (erosión geológica) suelen intensificarse por la presión antrópica, y estos cambios del paisaje se ponen de relieve con el avance de la urbanización y los parques industriales, que exigen zonas naturales para viviendas, carreteras, fábricas y otras formas de uso y ocupación. Estos cambios abruptos del paisaje se traducen en procesos de erosión antrópica (erosión acelerada) que generan impactos sociales y ambientales. Desde este punto de vista, la investigación trató de comprender la dinámica de los procesos erosivos lineales (cárcavas) en las cercanías del DAIA -

Distrito Agroindustrial de Anápolis (GO). Se trata de un trabajo empírico que ejecutó un estudio de caso en 2018 con el apoyo de estudios bibliográficos previos, trabajos de campo, registros fotográficos, anotaciones en cuadernos de campo, colección del banco de imágenes de Google Earth sobre erosiones (2005-2017), la realización de bocetos sobre las erosiones mencionadas 1, 2 y 3, además de observaciones, notas y algunos informes de estudiantes sobre los procesos erosivos en el lienzo y que fueron cedidos por un profesor de la UEG - Universidad Estatal de Goiás, campus Henrique Santillo (Anápolis - GO). Se concluye que las erosiones 1 y 2 son antrópicas y fueron recuperadas por acciones de ingeniería. La Erosión 3, también de carácter antrópico, fue objeto de una intervención paliativa que no evitó el problema. Las fuertes lluvias y las actividades locales intensificaron el problema y el cárcava se amplió considerablemente.

Palabras-clave: Expansión urbano-industrial; Erosión acelerada; Anápolis.

Résumé: Les processus d'érosion naturelle (érosion géologique) sont généralement intensifiés par la pression anthropique, et ces changements de paysage sont assez mis en évidence avec l'avancée de l'urbanisation et des parcs industriels, qui exigent des espaces naturels pour les logements, les routes, les usines et d'autres formes d'utilisation et d'occupation. Ces changements abrupts du paysage se traduisent par des processus d'érosion anthropique (érosion accélérée) qui génèrent des impacts sociaux et environnementaux. De ce point de vue, la recherche a cherché à comprendre la dynamique des processus érosifs linéaires (ravins) dans les environs de la DAIA - District Agroindustriel d'Anápolis (GO). Il s'agit d'un travail empirique qui a réalisé une étude de cas en 2018 avec le soutien de précédentes enquêtes bibliographiques, de travaux de terrain, de dossiers photographiques, d'annotations de carnets de terrain, de la collection de la banque d'images Google Earth concernant les érosions (2005-2017), réalisation d'esquisses sur les érosions 1, 2 et 3 mentionnées, outre des observations, des notes et quelques rapports d'étudiants sur les processus érosifs sur toile et qui ont été cédés par un professeur de l'UEG - Université d'État de Goiás, campus Henrique Santillo (Anápolis - GO). Il est conclu que les érosions 1 et 2 sont anthropiques et ont été récupérées par des actions d'ingénierie. L'érosion 3, également de nature anthropique, a fait l'objet d'une intervention palliative qui n'a pas permis d'éviter le problème. Les fortes pluies et les activités locales ont intensifié le problème et le ravin s'est considérablement élargi.

Mots-clés : Expansion urbano-industrielle; Érosion accélérée; Anápolis.

Algumas considerações iniciais

A intervenção do homem no meio ambiente ocasiona impacto ambiental, podendo ser positivo ou negativo, onde a “superficialidade” de certos estudos ambientais iniciais impede o planejamento realista do uso e ocupação do solo, gerando ao longo do tempo custos ambientais e financeiros desnecessários e, na maioria das vezes, irreversíveis.

Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultantes de atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança, e o bem-estar da população; as atividades socioeconômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA n. 01, de 23/01/1986).

Ávila (2005) quando se refere à degradação ambiental, assinala que deve se levar em consideração os fatores sociais relacionados com o uso da terra. Ressalta que é comum responsabilizar o crescimento da população pela degradação ambiental. No entanto, a degradação é sobre tudo uma consequência do manejo inadequado do solo, seja nas áreas rurais quanto na urbana.

Segundo Panachuki *et al.* (2006), a erosão hídrica é o processo de degradação que mais tem afetado a capacidade produtiva dos solos, facilitada e acelerada quando ocorre a interferência antrópica.

A erosão hídrica é o processo de desagregação ou desprendimento das partículas do solo, que via de regra inicia-se com o impacto da gota de chuva e da força cisalhante do escoamento superficial dessas águas, conforme Bahia *et al.* (1992). O arraste ou o transporte das partículas é feito pela ação do escoamento superficial da água. O estágio final do processo, a deposição de partículas, normalmente culmina nos corpos de água, tendo como resultado o assoreamento.

Desta forma, pode-se dizer que a erosão é todo desgaste da superfície do planeta por agentes transportadores, como a água, através da chuva, dos rios, dos mares, ainda por meio do vento ou mesmo do derretimento de geleiras (NOLLA, 1982).

Carvalho *et al.* (2006) arrazoa que o processo erosivo consiste, basicamente, em três eventos sequenciais, caracterizados pelo desprendimento, arraste e deposição de partículas do solo. O desprendimento é definido como a liberação de partículas de agregados, e uma vez desprendido, elas podem permanecer próximas ao agregado ou serem transportadas.

O termo erosão provém do latim (*erodere*) e significa “corroer”. Nos estudos ligados à ciência da terra, o termo é aplicado aos processos de desgaste da superfície terrestre (solo ou rocha) pela ação da água, do vento, do gelo e de organismos vivos (plantas e animais), além da ação do homem (CARVALHO *et al.*, 2006).

Muitos autores citam que o processo erosivo depende de fatores externos, como o potencial de erosividade da chuva, as condições de infiltração e escoamento superficial, a declividade e comprimento do talude ou encosta e, ainda, de fatores internos, como gradiente crítico do solo¹, desagregabilidade² e erodibilidade do solo³ (NOLLA, 1982; BAHIA *et al.*, 1992; PANACHUKI *et al.*, 2006).

A evolução da erosão ao longo do tempo depende de fatores tais como características geológicas e geomorfológicas do local, presença de trincas de origem

¹ Na liquefação, um material que é rígido passa a se comportar como fluido. Ela ocorre quando o fluxo de água presente nesse material exerce uma força que anula o peso e a aderência de suas partículas, fazendo com que elas fiquem soltas. É um processo que ocorre naturalmente no meio ambiente nas areias movediças, por exemplo.

² Materiais soltos, inconsolidados.

³ A erodibilidade do solo está associada à susceptibilidade de um solo em sofrer erosão.

tectônica e evolução físico-química e mineralógica do solo (DANTAS; FERREIRA, 2008).

Nos estudos apresentados por Carvalho *et al.* (2006) determinados esclarecimentos são necessários para complementar os fundamentos dessa pesquisa:

- no meio geotécnico tem-se dado grande importância ao estudo das erosões de origem hídrica, dita lineares, que são classificadas como ravinas (sem surgência de água) e voçorocas (com surgência de água). No trato dos processos erosivos, é igualmente necessário que se considere a origem da ação dinâmica, o local, o momento e a velocidade de ocorrência do processo erosivo;
 - destaca-se, no entanto, que a dinâmica dos processos erosivos está intimamente ligada à própria dinâmica de variáveis causais como o clima e uso do solo, sendo que, por exemplo, o fato da primeira, clima, depender da segunda, uso do solo, reflete a sua complexidade;
 - são exemplos dessa situação, no meio rural, o plantio e manejo do solo de modo inapropriado, como a não observância de curvas de nível ou o desmatamento de matas ciliares;
 - a erosividade da chuva e a erodibilidade do solo são dois importantes fatores físicos que afetam a magnitude da erosão do solo. Como visto, a erosão do solo depende de vários fatores. Mesmo que a chuva, a declividade do terreno e a cobertura vegetal sejam as mesmas, alguns solos são mais susceptíveis ao destacamento e ao transporte de partículas pelos agentes de erosão que outros.
- Essa diferença, devido às propriedades do solo, é conhecida como erodibilidade do solo (CARVALHO *et al.*, 2006, p. 464).

Para Carvalho *et al.* (2006) a classificação das erosões é apresentada a seguir:

- as erosões se classificam quanto à forma como surgiram, e podem se dividir em dois grandes grupos: a erosão natural ou geológica e a erosão antrópica ou acelerada, sendo a geológica ocasionada por fatores naturais, enquanto a antrópica está relacionada à ação humana;
- o mais comum, no entanto, é classificar a erosão em quatro grandes grupos: erosão hídrica, erosão eólica, erosão glacial e erosão organogênica. Este texto dará ênfase às erosões antrópicas de origem hídrica gerada pela chuva. Estas erosões são geralmente classificadas em três tipos principais: erosão superficial, erosão interna e erosão linear (sulco, ravina e voçoroca), segundo seu estágio de evolução;
- a erosão superficial surge do escoamento da água que não se infiltra. Ela está associada ao transporte, seja das partículas ou agregados desprendidos do maciço pelo impacto das gotas de chuva, seja das partículas ou agregados arrancados pela força trativa desenvolvida entre a água e o solo. O poder erosivo da água em movimento e sua capacidade de transporte dependem da densidade e da velocidade de escoamento, bem como da espessura da lâmina d'água e, principalmente, da inclinação da vertente do relevo. A formação de filetes no fluxo superficial amplia o potencial de desprendimento e arraste das partículas de solo, dando, quase sempre, origem aos sulcos que evoluem para ravinas podendo chegar à condição de voçoroca (CARVALHO *et al.*, 2006, p. 464).

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2050 a população brasileira deve chegar aos 260 milhões de pessoas, essas projeções

aquecem a discussão sobre os efeitos antrópicos que interfere no meio ambiente, principalmente no que se refere à expansão das fronteiras e a instalação de infraestruturas não planejadas (PIOLLI *et al.*, 2004).

O processo de desenvolvimento brasileiro é baseado em um sistema de intensa exploração ambiental, o que leva a uma excessiva degradação. Estão relacionadas principalmente as atividades como, a extração de madeira para fabricação de carvão vegetal, o desenvolvimento intensivo da agricultura e pecuária e a urbanização dos espaços (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Segundo Teixeira *et al.* (2012), com o solo exposto, a precipitação proporciona o surgimento e desenvolvimento de processos erosivos, pois, quanto maior o volume de precipitação *in situ* mais propensão à instalação de ravinas e voçorocas.

Para Martins (2009), embora esses eventos naturais de degradação possam ocorrer, é inquestionável o papel principal do ser humano na degradação ambiental, atualmente tendo destaque a participação humana nas grandes alterações ambientais, como o efeito estufa e o aquecimento global. A **figura 1** mostra o esquema dos fatores de degradação que atingem o ecossistema florestal.

Figura 1 - Fatores de degradação dos ecossistemas florestais.



Fonte: Martins (2009), adaptado por Sandra do Carmo Fernandes (2018).

Essa degradação ambiental está ligada à nossa geo-história econômica, orientada pelo empirismo/imediatismo tanto na orla atlântica como nos rincões do país (CARNEIRO, 2005; MENDONÇA, 1993); como exemplos têm os solos do Cerrado que são muito susceptíveis à erosão após a retirada da cobertura vegetal. A escavação coloca o substrato exposto, tornando-o erosivo, e permite o aprofundamento de

voçorocas, desmoronamentos laterais, quando há a presença de canalização de água pluvial (CORRÊA; MELO FILHO, 1998).

O processo de degradação é antigo nas áreas antes ocupadas por florestas, tendo se iniciado com o desmatamento para transformação da área em campo de cultivo ou em pastagem. Com o passar do tempo, a degradação pode se agravar, conforme a intensidade do uso, através da redução de fertilidade do solo pela exportação de nutrientes pelas culturas e, ou, pela prática da queima de restos vegetais e de pastagens, da compactação e da erosão do solo. Nessas condições de intensa degradação, é necessária a adoção de técnicas e de modelos de recuperação, que visem o restabelecimento da vegetação florestal que protege o solo e os cursos d'água (MARTINS, 2009).

A ocupação dos terrenos do Cerrado inicia-se através do desmatamento, seguido pela implantação de estradas vicinais, áreas agrícolas e de pastagens, áreas de garimpo, expansão de áreas urbanas que frequentemente são efetuados de forma inadequada. Assim, constituem fator decisivo na aceleração dos processos erosivos, pois expõem o solo à ação direta do efeito *splash*, bem como favorece o aumento do escoamento superficial, principalmente através da compactação e impermeabilização dos solos (CARVALHO *et al.*, 2006; NOLLA, 1982; CARNEIRO, 2005).

As áreas de Cerrado são degradadas devidas à ocupação da terra associada às técnicas inadequadas de seu uso. Os solos do Cerrado, sua carência de nutrientes e suas características estruturais extremamente porosas geram preocupação com danos ambientais não aparentes, como a excessiva perda de solo por erosão superficial e a contaminação dos estratos inferiores e do próprio lençol freático devido à migração dos insumos e agrotóxicos químicos utilizados (XAVIER, 2009).

Conforme Guerra (2005, p. 34) “[...] as voçorocas [e as ravinas] são formas resultantes de processos erosivos acelerados que evoluem no tempo e no espaço”. Assim, coaduna-se com Francisco (2011, p. 16), pois, “a análise espaço-temporal dos processos erosivos favorece a compreensão da dinâmica da erosão e, conseqüentemente, na adoção de práticas de conservação dos solos”.

Por este viés, a pesquisa possui como objetivo central compreender pelo prisma espaço-temporal, a dinâmica dos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) nas cercanias do Distrito Agroindustrial de Anápolis (GO).

Abordagens prévias de Anápolis (GO) e os caminhos da pesquisa

A maior parte do território do município de Anápolis possui um relevo medianamente dissecado com potencialidade erosiva fraca. Apresenta formas convexas associadas a formas tabulares amplas (SANTANA, 2014). Os compartimentos do relevo, relacionados às características do clima, geologia, solos, e uso da terra permitiram fazer considerações a respeito da capacidade de uso das terras, mensurar classes de suscetibilidade à erosão, bem como fazer analogias quanto aos aspectos legais de utilização da terra (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Teixeira *et al.* (2009) destaca que os compartimentos apresentam a declividade de 0 a 3% onde predominam áreas retilíneas a suavemente convexas, nas maiores altitudes e retilíneas a suavemente côncavo-convexa, nas menores altitudes. No compartimento com declives de 3 a 9%, predominam áreas suavemente convexas ocorrendo restritas vertentes convexo-côncava e côncavo-convexa. O compartimento com declives entre 9 e 14% apresenta vertentes com morfologia predominante convexo-côncava. Os compartimentos com declividades entre 14 a 22%, 22 a 31% e > 31% apresentam vertentes cuja morfologia predominante é a côncavo-convexa ocorrendo restritas vertentes convexo-côncava e côncavo-côncava.

Segundo Jesus (2013) as vertentes com segmentos convexos são dissipadoras de fluxo de escoamento superficial. Já as vertentes com morfologias côncavas são concentradoras de fluxos de escoamento superficial ocasionando mais incisões erosivas.

Nessa área, a drenagem das águas é pouco entalhada e as encostas possuem uma inclinação de 2 a 5%. A substituição da cobertura vegetal primitiva por pastos, submetidos à prática de queimada e ao pastoreio intenso, provoca a retirada de nutrientes do solo pelo escoamento superficial promovendo seu esgotamento (SANTANA, 2014).

Para Salomão e Iwasa (1995) a vegetação é a cobertura natural do solo responsável por: proteger o solo do impacto direto das gotas de chuva; dispersar a energia do deflúvio; aumentar a infiltração através dos poros produzidos pelo sistema radicular, e aumentar a capacidade de retenção de água. Silva *et al.* (2015) apontam o papel importante da serapilheira como barreira ao fluxo superficial impedindo a formação de linhas de escoamento.

Segundo a Prefeitura de Anápolis (2018), o clima do município é do tipo tropical de altitude. A temperatura, ao longo do ano, oscila entre 8°C (junho-julho) a 33°C (janeiro-março), mas a média fica entre 18°C e 23°C. O período mais frio vai de maio a setembro, e o mais quente, de outubro a abril. Existem duas estações distintas, a da seca, que coincide com o período de frio, e a das chuvas, que coincide com o período de calor. Anápolis possui um clima ameno na maior parte do ano. No inverno as temperaturas mínimas podem despencar para até 6°C. Porém, as máximas podem ser superiores a 25°C. A mínima absoluta ocorreu na forte onda de frio de junho de 1975, aonde a temperatura chegou a -3°C, com forte geada na cidade.

De acordo com Jesus (2013), a precipitação é o elemento mais importante do clima no que se refere aos processos erosivos. Seu impacto sobre o solo sofre forte influência do vento. O impacto das gotas de chuva sobre o solo favorece a desagregação das partículas do solo, além do que a água também atuará como agente de transporte dessas partículas.

A área em estudo, ou seja, as erosões estão localizadas em Anápolis, município brasileiro do interior de Goiás, região Centro-Oeste do país. Situada no Planalto Central Brasileiro, pertencente à Mesorregião Centro e à Microrregião de Anápolis. Considerada a principal cidade industrial e centro logístico do Centro-Oeste brasileiro, o município é o terceiro do Estado em população e o primeiro no ranking de competitividade e desenvolvimento recém-divulgado pela Secretaria Estadual de Planejamento, além de estar no centro da região mais desenvolvida do Centro-Oeste brasileiro, conhecida como o eixo “Goiânia-Anápolis-Brasília” (RIBEIRO; RODRIGUES, 2013) (**figura 2**).

O trabalho se qualifica como empírico, pois tem como finalidade responder aos questionamentos da pesquisa por meio dos conhecimentos já publicados sobre os processos erosivos em Anápolis (GO) e também via trabalhos de campo realizados tanto no primeiro semestre como no segundo semestre de 2018 para apontamentos *in situ*. Essa senda, conforme Gil (2010) proporciona maior familiaridade do pesquisador com o tema, tornando-o mais explícito e claro.

A pesquisa encaixa-se na modalidade do estudo de caso que contou com um levantamento de material bibliográfico sobre as erosões em Anápolis (GO), coleta em banco de imagens do Google Earth a respeito das erosões contemplando o período de 2005 até 2017 para a análise espaço-temporal das mesmas que se encontram na circunvizinhança do Distrito Agroindustrial de Anápolis - DAIA.

Figura 2 - Localização de Anápolis (GO).

Fonte: UOL (2013), ajuste feito por Sandra do Carmo Fernandes (2018).

Também foram realizados registros fotográficos, anotações em caderneta de campo e confecção de croquis⁴ sobre as referidas erosões 1, 2 e 3.

Cabe mencionar que as erosões 1, 2 e 3 são visitadas anualmente por um docente, que ministra as disciplinas Geologia e Mineralogia e Fundamentos de Geologia, dos cursos de Química Industrial e Química Licenciatura, da UEG - Universidade Estadual de Goiás, campus Henrique Santillo (Anápolis - GO). Essas observações, os apontamentos e alguns relatórios discentes funcionaram como viga mestra para a pesquisa e foram cedidos para compor o relato sobre os tais processos erosivos lineares.

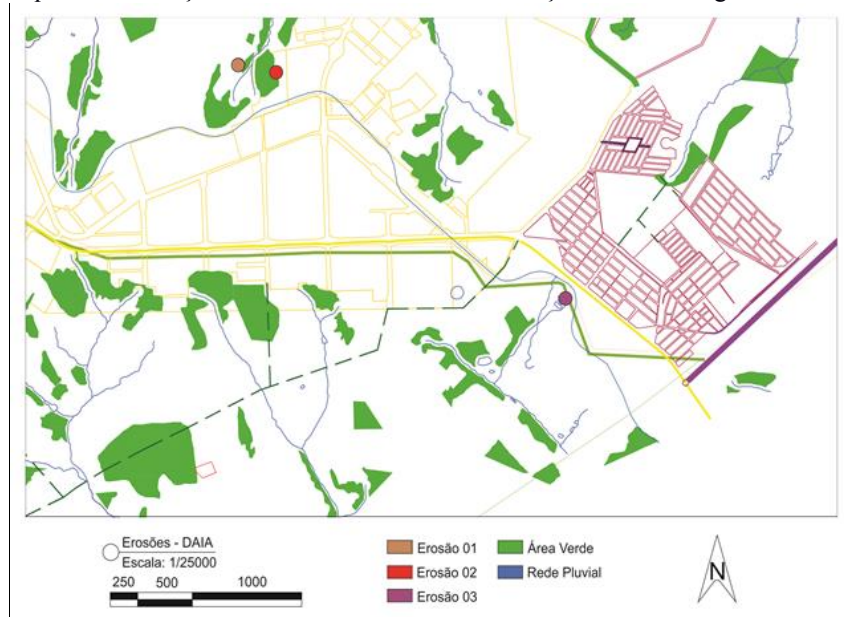
Resultados e discussão das erosões 1, 2 e 3 nas cercanias do DAIA

As erosões estudadas estão localizadas no entorno do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), duas delas (erosões 1 e 2) ficam na Bacia do Ribeirão Extrema,

⁴ O croqui é aquele esboço feito à mão para exemplificar as ideias iniciais. É uma maneira rápida de poder ver as primeiras ideias no papel. Serve como auxiliador na transmissão de ideias e na captura de momentos durante a realização de trabalhos de campo.

exatamente no Córrego do Urubu e a outra na Bacia do Rio Caldas conhecida como Voçoroca dos Trilhos nas proximidades do Bairro Industrial Munir Calixto (**figura 3**).

Figura 3: Croqui de localização das erosões na circunvizinhança no Distrito Agroindustrial de Anápolis.



Elaboração: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Teixeira *et al.* (2009) relata que a bacia do Ribeirão Extrema apresenta sérios problemas relacionados aos processos erosivos lineares (erosões 1 e 2), cuja gênese está associada ao uso da terra sem a infraestrutura necessária e sem a observação dos condicionantes naturais do meio físico. Nota-se que o sistema de arruamento, a construção de valetas, cercas e o pisoteio excessivo do gado alteram as condições naturais de infiltração e escoamento superficial, condicionando a concentração do fluxo em linhas preferenciais onde se desenvolvem os processos erosivos.

A bacia do Ribeirão Caldas encontra-se em estado bastante impactada (erosão 3), tendo sua vegetação nativa substituída, em sua maioria, por culturas e pastagens. As áreas de preservação permanentes (encostas e topos de morro, nascentes e margens dos cursos hídricos) estão em processo de intensa degradação, principalmente nas regiões dos divisores de águas da bacia. Segundo o diagnóstico ambiental da bacia pode-se ressaltar que a agricultura está comprometendo a qualidade dos cursos hídricos e contribuindo para o assoreamento dos mesmos (PASQUALETTO *et al.*, 2004).

Os principais processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) estão geralmente associados aos solos arenosos e às cabeceiras dos cursos d'água de primeira ordem. No caso das erosões 1, 2 e 3 ocorrem devido ao percurso d'água pluvial que está concentrada na rede de escoamento da Ferrovia Norte Sul, do Distrito Agroindustrial de

Anápolis (DAIA) e do Bairro Industrial Munir Calixto. Após o despejo dessas águas pluviais em domínio rural, o resultado é a formação de sulcos, ravinas e voçorocas.

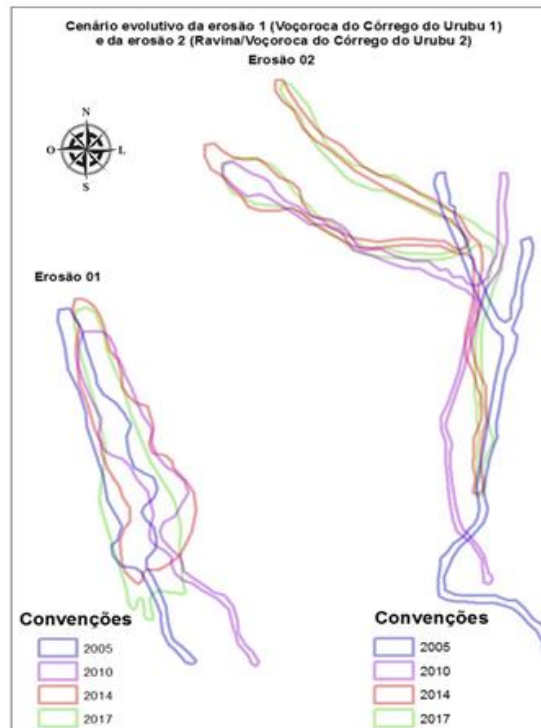
Cabe enfatizar que as erosões 1, 2 e 3 constam em banco de imagens do Google Earth a partir de 2005 e que embasou a análise espaço-temporal das mesmas e os trabalhos de campo em 2018 (figuras 4 e 5).

Figura 4: Croqui da evolução espaço-temporal das erosões 1 e 2 nas proximidades do Distrito Agroindustrial de Anápolis (2005-2017).



Fonte: Google Earth (2005-2017), ajuste feito por Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Figura 5: Croqui do cenário evolutivo da erosão 1 (Voçoroca do Córrego do Urubu) e da erosão 2 (Ravina do Córrego do Urubu)



Elaboração: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

No processo de recuperação “Espinha de Peixe” (erosão 1), a captação da água pluvial é feita por várias escadas de drenagem para diminuir a velocidade do volume de água que escorre pelo local, evitando o alastramento da referida erosão como mostra a **figura 6**.

Figura 6 - Vista da erosão 1 recuperada e infraestrutura para disciplinamento das águas pluviais.



Fonte: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Como o volume de água que escoar da área montante onde se localizam o Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) e a Ferrovia Norte-Sul em período chuvoso é enorme e o terreno apresenta uma declividade acentuada, onde ocorrem inicialmente as fissuras, os fendilhamentos e na sequência o alastramento do processo de ravinamento e também os movimentos de massa na área da erosão 2.

Os materiais removidos tanto da erosão 1 como da erosão 2 são carregados para a Bacia do Ribeirão Extrema, ou seja, para o afluente Córrego do Urubu e depositados na planície de inundação ocasionando assoreamento. A erosão 2 é mista com um trecho pequeno de voçoroca com solapamentos e a predominância por ravina. Sendo assim, a ravina (erosão 2) tem uma extensão de aproximadamente 500 metros, que se estende da margem de via asfaltada em área montante até o referido córrego onde a mesma está sendo recuperada com pedregulhos e telas de gabião, conforme mostra a **figura 7**.

De acordo com Teixeira *et al.* (2009), a bacia do Ribeirão Extrema pertence ao domínio hídrico do Rio das Antas, sendo o referido domínio o mais importante do território anapolino. Enfatiza-se que o Córrego do Urubu, um afluente do Ribeirão Extrema faz-se interessante nos estudos do meio físico com vistas a diagnosticar áreas

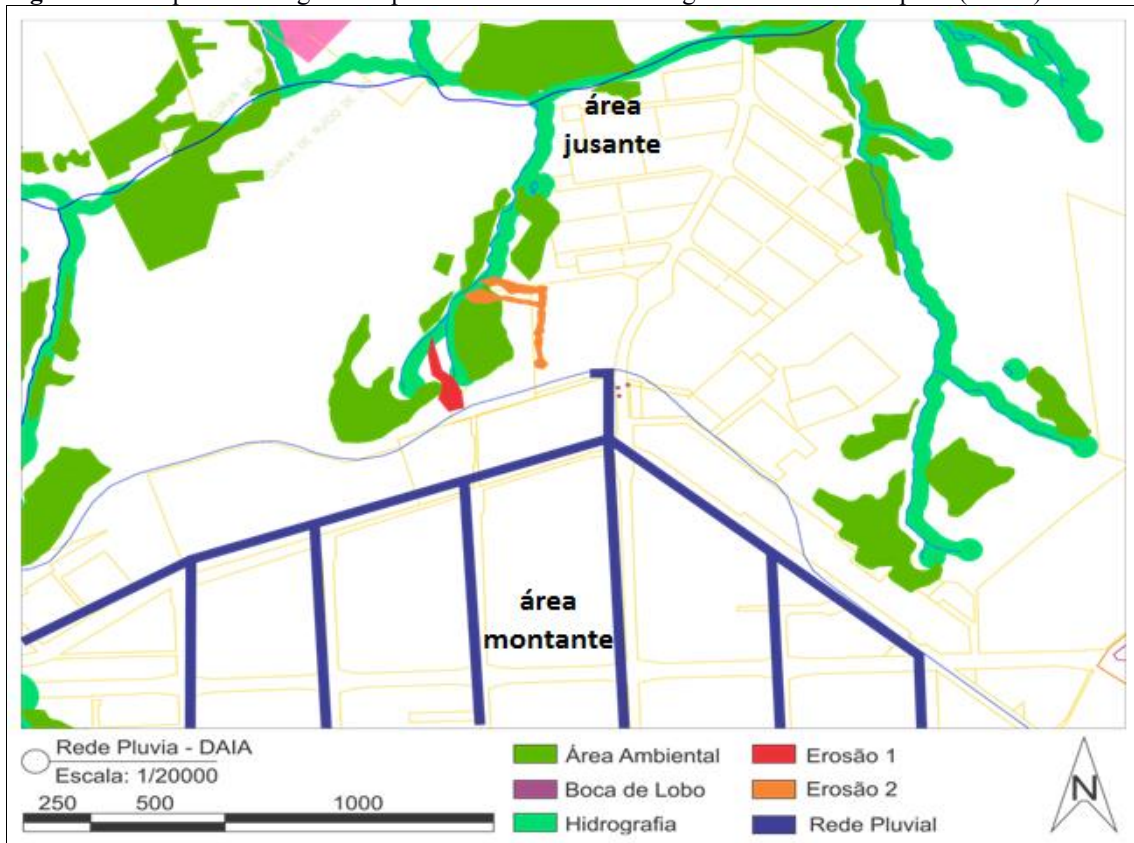
afetadas por processos erosivos lineares (erosões 1 e 2), principalmente quando estes estão relacionados ao uso inadequado das terras (**figura 8**).

Figura 7 - Vista da erosão 2 com trechos degradados e em recuperação.



Fonte: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Figura 8 - Croqui da drenagem nas proximidades do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA).



Elaboração: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

A erosão 3 é denominada por populares como Voçoroca dos Trilhos⁵ e localiza-se às margens da rodovia GO 330 em trecho de entroncamento de estrada vicinal e dos trilhos da atual Ferrovia Centro-Atlântica, bem próxima ao Bairro Industrial Munir Calixto (**figura 9**).

⁵ Antiga Estrada de Ferro Goiás (trecho de Anápolis / GO até Araguari / MG), atualmente Ferrovia Centro-Atlântica.

Figura 9 - Vista da Voçoroca dos Trilhos

Autoria: Sandra do Carmo Fernandes, 2017.

O local situa-se em ambiente rural, na bacia hidrográfica do Ribeirão Caldas, onde nota-se a presença de pequenas atividades agropecuárias, além de funcionar como área de descarte clandestino de resíduos urbanos tanto na cabeceira como no interior da erosão 3.

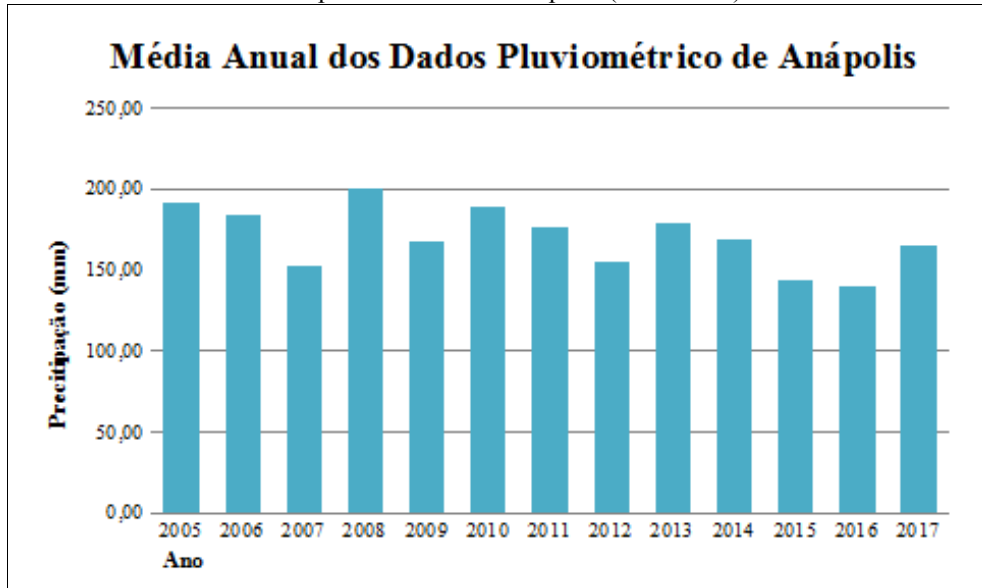
Também se depara com uma rede pluvial sob a rodovia estadual (GO - 330) e despejo adiante em tubulão sob os trilhos da ferrovia e estrada vicinal lançando diretamente as águas pluviais e resíduos líquidos na cabeceira da referida voçoroca e presencia-se *in situ* uma pequena obra com um amontoado de pedras marroadas⁶ e coberta por concreto convencional, objetivando disciplinar a energia cinética de origem pluvial.

Em trabalhos de campo notou-se que esses procedimentos com pedras marroadas e concreto convencional não foram bem-sucedidos, pois, tal obra concentrou-se somente na saída das águas pluviais e de resíduos líquidos do tubulão horizontal.

A voçoroca alargou-se marginalmente após episódios pluviométricos intensos, pois, não há nenhuma técnica correta de cunho agrícola na área afetada que controle o avanço do processo erosivo. Nas áreas marginais, têm-se fissuras e fendilhamentos que com a chegada do período chuvoso acabam por desmoronar, caracterizando-se como uma área de risco. Os materiais removidos da erosão são carreados pelas surgências d'água de fundo e das laterais para o Ribeirão Caldas ocasionando assoreamento (**figura 10**).

⁶ Pedras grandes, dimensão acima de 10 cm, obtida por britagem ou através de marroadas (marretadas). Etimologicamente pedra marroada significa pedra produzida pelo marrão, como era produzida antigamente, apesar de hoje a maior parte da pedra marroada em uso na construção civil ser proveniente de pedreiras, onde são produzidas por britagem.

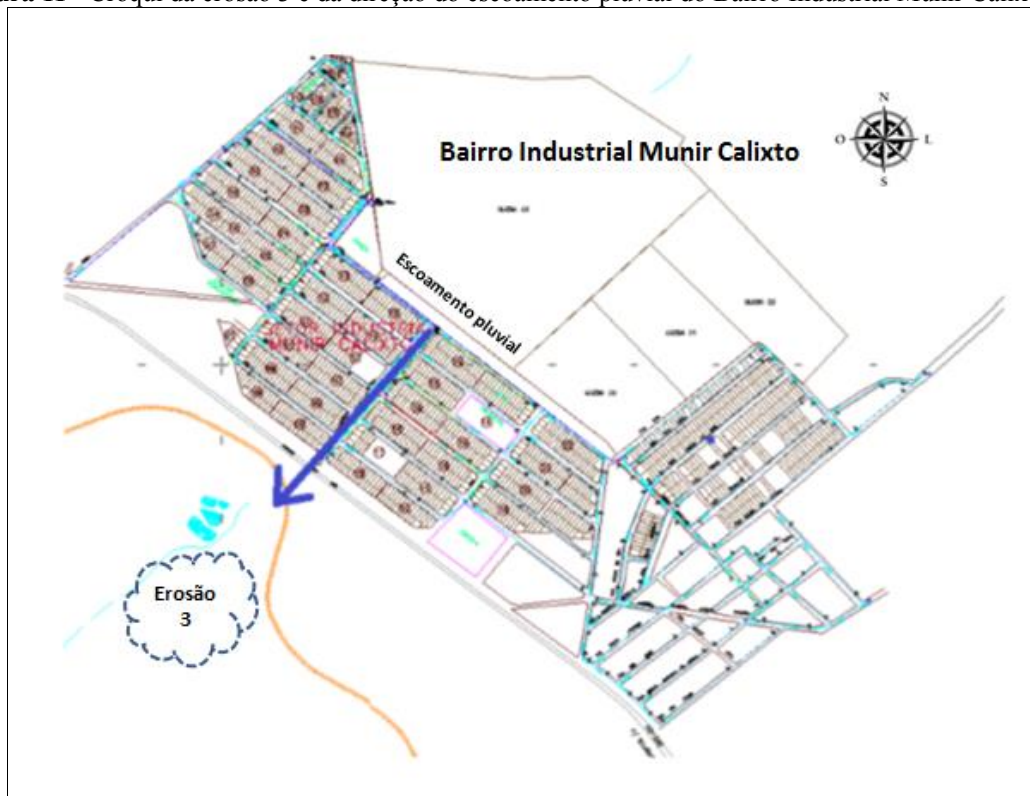
Figura 10 - Média anual dos dados pluviométrico de Anápolis (2005-2017).



Fonte: INMET (2005-2017), elaboração de Sandra do Carmo Fernandes (2018).

Destaca-se que a topografia inclinada e a disposição do arruamento do Bairro Industrial Munir Calixto contribuem significativamente para o aumento da velocidade das enxurradas que adentram a rede pluvial e deságuam junto da cabeceira da Voçoroca dos Trilhos, conforme figura 11.

Figura 11 - Croqui da erosão 3 e da direção do escoamento pluvial do Bairro Industrial Munir Calixto.



Fonte: Prefeitura de Anápolis (2018), ajuste feito por Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

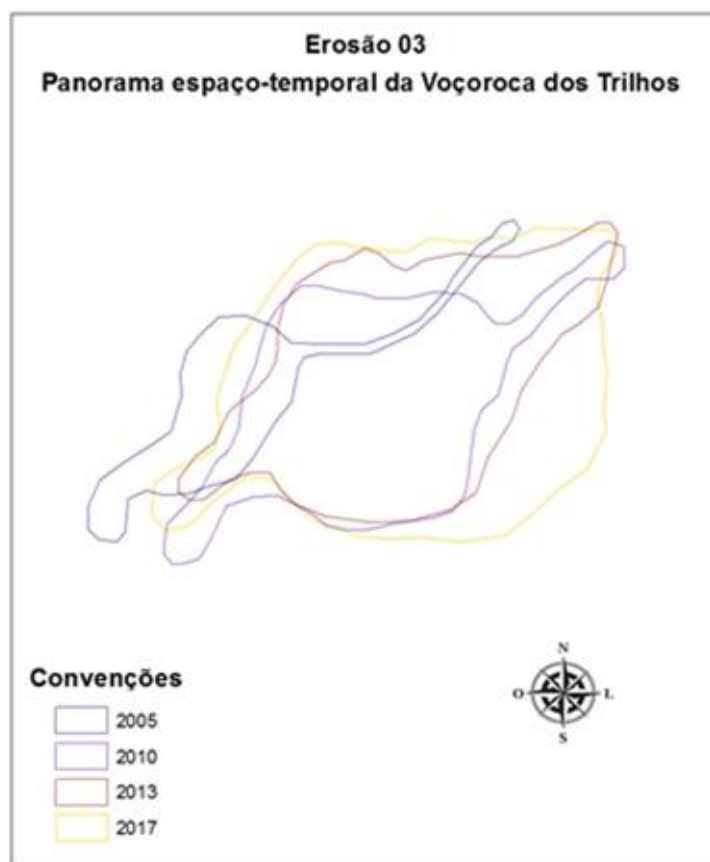
Nas **figuras 12 e 13** é observado o processo evolutivo da Voçoroca dos Trilhos a partir de 2005 até o ano de 2017.

Figura 12 - Cenário evolutivo da Voçoroca dos Trilhos (2005-2017).



Fonte: Google Earth (2005-2017), ajuste feito por Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Figura 13 - Croqui do panorama espaço-temporal da Voçoroca dos Trilhos (2005-2017).



Elaboração: Sandra do Carmo Fernandes, 2018.

Corroborar-se com Guerra (1994, p. 16), pois:

[...] as opiniões sobre as causas e as consequências da erosão dos solos são, muitas vezes, contraditórias. Existe uma infinidade de explicações, teorias e modelos de abordagem do assunto. Mas o que há ainda, em escala insuficiente, é uma metodologia que procure abordar a erosão e conservação dos solos, levando em consideração a imbricação dos aspectos técnicos do problema, com suas implicações socioeconômicas e políticas.

Assim, entende-se que as erosões 1, 2 e 3, principalmente as situadas nas adjacências do Distrito Agroindustrial de Anápolis, apresentam ameaças à estabilidade dos solos e riscos às populações, em decorrências de sua dinâmica catastrófica e muitas vezes imprevisível (FRANCISCO, 2011).

Algumas considerações finais

O estudo apresentou apontamentos sobre os processos erosivos lineares com base na evolução espaço-temporal das erosões 1, 2 e 3 com o apoio de literatura específica, imagens do Google Earth (2005-2017), trabalhos de campo e elaboração de croquis.

O trabalho de campo constatou que a erosão 1 - formato “Espinha de Peixe” - foram utilizadas ações corretivas por parte de serviços de engenharia para conter o problema erosivo bem como a instalação de infraestrutura para disciplinar às águas pluviais.

Na erosão 2 foi verificadas intervenções de engenharia com pedras marroadas e gabião para conter a velocidade da enxurrada e plantio de mudas nativas ao longo das bordas da ravina.

A erosão 3 foi vistoriada e checou-se ações paliativas localizadas junto ao tubulão de águas pluviais e resíduos líquidos com pedras marroadas e concreto superficial. Notou-se que as cicatrizes, trincas e fendas nas bordas da voçoroca são oriundas de episódios chuvosos e de atividades antrópicas locais que colaboram significativamente para o avanço do processo erosivo linear.

Em suma, as obras de engenharia contiveram as erosões 1 e 2, já a erosão 3 encontra-se em franco processo de expansão.

Os estudos de erosões em Anápolis (GO) devem ser continuados e ampliados. Com relação aos processos erosivos lineares, a prevenção é o mais indicado, mas,

quando ocorrer o seu surgimento o ideal é no mínimo estabilizá-la, para posteriormente, verificar quais técnicas são mais indicadas para o seu combate e estagnação.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, F. F. Uso da terra e erosão acelerada na porção sudoeste de Anápolis (GO). In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA - EREGEO, 9, Porto Nacional, 2005. **Anais...** Porto Nacional: EREGEO, 2005, 7 p.

BAHIA, V. G., CURI, N., CARMO, D., MARQUES, J. J. G. S. M. Fundamentos de erosão do solo. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

CARNEIRO, V. A. **Um olhar geográfico sobre as voçorocas de Palmelo (GO)**. Pires do Rio: FAESCI-UEG, 2005, 20 p.

CARVALHO, J. C., SALES, M. M., SOUZA, N. M., MELO, M. T. S., (Org.). **Processos erosivos no centro-oeste brasileiro**. Brasília: FINATEC, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA n. 1, 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

CORRÊA, R. S., MELO FILHO, B. (Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998.

DANTAS, C. S., FERREIRA, O. M. **Erosões rurais origem e processos de evolução: estudo do caso da Fazenda São Sebastião no município de São Luis de Montes Belos - GO**. Goiânia: PUC Goiás, 2013.

FRANCISCO, A. B. **O processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia - SP: sua dinâmica e as propostas de recuperação**. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE EARTH. **Imagens de Anápolis 2005-2017**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 16 set. 2018.

GUERRA, A. J. T. A erosão de solos no contexto social. **Anuário do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 14-23, 1994.

GUERRA, A. J. T. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 32-37, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 11 out. 2018.

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

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1993.

NOLLA, D. **Erosão do solo: o grande desafio**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura / Estado do Rio Grande do Sul, 1982.

PANACHUKI, E., ALVES SOBRINHO, T., VITORINO, A. C. T., CARVALHO, D. F., URCHEI, M. A. Parâmetros físicos do solo e erosão hídrica sob chuva simulada, em área de integração agricultura-pecuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 261-268, 2006.

PASQUALETTO, A., ALCÂNTARA, C. R., RAMOS, F. P., PATRÍCIO, G. M. R., SILVA, H. M. **Escassez da água como limitador do desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia**. Goiânia: PUC Goiás, 2004. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/7074/material/ESCASSEZ%20DA%20%20%20GUA%20COMO%20LIMITADOR%20DO%20DESENVOLVIMENTO%20DA%20REGI%20METROPOLITANA%20DE%20GOI%20NIA.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

PIOLLI, A. L.; CELESTINI, R. M.; MAGON, R. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: plantando a semente de um mundo melhor**. Serra Negra: SEMA / Governo do Estado de São Paulo / FEHIDRO, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ANÁPOLIS. **Aspectos geográficos**. Anápolis: Secretaria de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.anapolis.go.gov.br/portal/anapolis/aspectos-geograficos/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

RIBEIRO, F. A., RODRIGUES, O. S. **Parque Tecnológico de Anápolis - estratégia de desenvolvimento sustentável do Estado de Goiás**. Recife: 30º IASP / XXIII ANPROTEC, 2013.

SALOMÃO, F. X., IWASA, O. Y. Erosão e a ocupação rural e urbana. In: BITAR, O. Y. (Org.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. p. 31-57.

SANTANA, V. L. **Os remanescentes de cerrado no município de Anápolis / GO: proteção jurídica em prol do meio ambiente**. 2014. 119 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2014.

SILVA, M. G. S., LOBON, G. S., FERREIRA, N. C., SCALIZE, P. S. Análise evolutiva de processo erosivo acelerado em uma área urbana da cidade de Goiânia. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 38-48, ago. 2015.

TEIXEIRA, L. L. F. M., ROMÃO, P. 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**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 127-142, jul./dez. 2009.

TEIXEIRA, N. C., GUIMARÃES, C. D. C. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil. **Saberes Interdisciplinares**, São João Del-Rei, n. 10, p. 73-92, jul./dez. 2012.

UOL. **Pacientes eram obrigados a comer toco de cigarro em clínicas fechadas em Goiás, diz polícia**. 2013. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/06/12/pacientes-eram-obrigados-a-comer-toco-de-cigarro-em-clinicas-fechadas-em-goias-diz-policia.htm>>. Acesso em: 16 set. 2018.

XAVIER, F. V. **Contribuições metodológicas ao estudo da produção e distribuição espacial de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Manso utilizando o modelo AVSWAT**. 2009. 166 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.