

---

## EROSÃO URBANA: MICROBACIA DO CÓRREGO D'ÁGUA, MUNICÍPIO DE GOIÂNIA, GOIÁS\*

---

---

---

---

Wanessa Silva Rocha, Antônio Pasqualetto, Gitair Moreira dos Santos, Thiago Augusto Mendes, Harlen Inácio dos Santos

*Resumo: um dos sérios problemas ambientais enfrentados nas cidades é a erosão urbana. Goiânia, capital do estado de Goiás, é um exemplo claro de cidade em crescimento acelerado, com consequência direta em diversos processos de degradação ambiental. Neste estudo objetivou-se avaliar os processos erosivos urbanos formados na microbacia do córrego Olho d'Água, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, localizado na região sudoeste do município de Goiânia. A metodologia envolveu visitação no local, dimensionamento das erosões e mapeamento temático, em diferentes períodos evolutivos, por meio de dados digitais, utilizando-se ferramentas de SIG's. Constatou-se que um conjunto de fatores apresentados foram determinantes para a formação da erosão urbana linear instaurada na microbacia, dentre eles: localizar-se em uma faixa de expansão urbana, associado ao fato do uso e ocupação atual que levaram, ao decorrer do tempo, à supressão das faixas de APP, descobrimento e impermeabilização do solo em determinados pontos, infraestrutura de drenagem pluvial ainda insípida com ausência de mecanismos que reduzam a velocidade de águas pluviais.*

Palavras-chave: *Erosão Urbana. Uso e Ocupação do solo. Degradação ambiental.*

URBAN EROSION: WATERSHED OLHO D'ÁGUA, MUNICIPALITY OF GOIÂNIA, GOIÁS

*Abstract: one of the serious environmental problems facing cities is urban erosion. Goiânia, capital of the state of Goiás, is a clear example of an accelerated growth city, with direct consequence in processes of environmental degradation. The objective of this study was to evaluate the urban erosion processes formed in the Olho d'Água stream watershed, belonging to the Meia Ponte watershed, located in the southwest region of the municipality of Goiânia. The methodology involved in situ visitation, erosion sizing and thematic mapping, in different evolutionary periods, using digital data, using GIS. It was verified that a set of factors presented were determinant*

*for the formation of linear urban erosion established in the watershed, among them: to locate in a range of urban expansion, associated with the fact of the current use and occupation that took, over time, the suppression of APP bands, the discovery and waterproofing of the soil at certain points, a still insipid pluvial drainage infrastructure with no mechanisms to reduce the velocity of rainwater.*

Keywords: *Urban Erosion. Land Use and Occupation. Environmental Degradation.*

## EROSIÓN URBANA: MICROBACIA DEL CÓRREGO OJO DE AGUA, MUNICIPIO DE GOIANIA, GOIÁS

Resumen: *uno de los serios problemas ambientales enfrentados en las ciudades es la erosión urbana. Goiânia, capital del estado de Goiás, es un ejemplo claro de ciudad en crecimiento acelerado, con consecuencia directa en diversos procesos de degradación ambiental. En este estudio se objetivó evaluar los procesos erosivos urbanos formados en la microcuenca del arroyo Olho d'Água, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Río Meia Ponte, ubicado en la región suroeste del municipio de Goiânia. La metodología involucró visitación in loco, dimensionamiento de las erosiones y mapeamiento temático, en diferentes períodos evolutivos, por medio de datos digitales, utilizando herramientas de SIG's. Se constató que un conjunto de factores presentados fueron determinantes para la formación de la erosión urbana lineal instaurada en la microcuenca, entre ellos: ubicarse en una franja de expansión urbana, asociada al hecho del uso y ocupación actual que llevaron, a lo largo del tiempo a la supresión de las franjas de APP, descubrimiento e impermeabilización del suelo en determinados puntos, infraestructura de drenaje pluvial aún insípida con ausencia de mecanismos que reduzcan la velocidad de aguas pluviales.*

Palabras clave: *Erosión Urbana. Uso y Ocupación del Suelo. Degradación ambiental.*

O equilíbrio natural dos ecossistemas tem sido fortemente alterado pela construção do espaço urbano e seu crescimento acelerado, bem como pelas transformações de caráter dinâmico introduzidas no ambiente. Essas vêm alterando os centros urbanos, cuja população passou a habitar as chamadas regiões periféricas, muitas vezes com a inexistência de infraestrutura básica. Assim, é possível diagnosticar as alterações ocorridas nos processos naturais, causadas por impactos negativos, principalmente aqueles resultantes do tipo de uso e de ocupação do solo em bacias hidrográficas localizadas na franja em urbanização e em expansão das cidades.

Uma das formas de degradação do meio ambiente é a erosão urbana. Para Almeida Filho et al. (2004), ela é um dos mais sérios problemas ambientais enfrentados nas cidades, principalmente pelo aumento constante e progressivo das áreas atingidas, quer pela deficiência dos sistemas de drenagem ou pela suscetibilidade natural dos terrenos ao desenvolvimento desses processos.

Em Goiânia, capital do estado de Goiás (GO), é possível realizar uma análise sobre a configuração do espaço urbano com foco no histórico processo de uso e ocupação do solo. O qual, muitas vezes, se deu de forma desordenada e com um limitado planejamento, especialmente em áreas ao entorno dos mananciais hídricos, afetando a estabilidade dos processos ambientais. Exemplos podem ser constatados, como no caso de supressão das faixas de Área de Preservação Permanente (APP's), ocupações em áreas de riscos, sistemas de drenagens insuficientes ou inexistentes e, conseqüentemente, formação de processos erosivos urbanos.

Fato é que mesmo diante da existência de uma base legal para o ordenamento territorial, como é o caso dos Planos Diretores, das Leis de Uso e Ocupação do Solo, dos Planos de Drenagem Urbana, do Código Florestal Estadual e outros instrumentos legais, percebe-se que em Goiânia vem aumentando a ocupação irregular em áreas de riscos. Todo esse conjunto de apropriação, provavelmente, pode ser atribuído às falhas na fiscalização referente à aprovação nos licenciamentos de loteamentos por parte do poder público.

Com o crescimento populacional associado à necessidade de moradias, a cidade passa por uma expressiva expansão, principalmente na última década. Assim, tem-se fomentado a implantação de novos loteamentos nas zonas periféricas da capital goianiense, gerando a ocupação em cabeceiras de drenagem. Todos estes fatores associam-se e fazem com que ocorra a diminuição ou até mesmo extinção das APP's, deixando o solo descoberto e vulnerável à erodibilidade.

No Novo Código Florestal, a Lei Federal nº 12.651 de 2012 dispõe que Área de Proteção Permanente (APP) é:

Trata-se de área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Portanto, a APP é a garantia de proteção da mata ciliar, que segundo Dalmolim e Henkes (2015), possui um papel importante como reguladora do regime hídrico. Isso por causa da retenção da água da chuva e da infiltração no lençol freático, como também, por proporcionar uma maior estabilidade nas áreas marginais pela contenção de escorregamento e de assoreamento nos cursos d'água.

Em Goiânia, tem-se legalmente estabelecido que a faixa de proteção de APP deva ser de 50 m, a partir da calha do leito regular do curso d'água nas respectivas margens, delimitada pelo Plano Diretor Municipal de 2007 (GOIÂNIA, 2007).

Para Rodrigues (2016), a ocupação indevida em faixas de proteção ambiental, parte de total relevância para a preservação dos mananciais hídricos inseridos em bacias urbanizadas, é decorrente da falta de planejamento urbano. Ainda mais em áreas com potencial de risco à erodibilidade, isso provoca a degradação ambiental em várias vertentes.

Nesse sentido, é justamente quando uma bacia hidrográfica encontra-se em seu estado natural e o processo de urbanização é iniciado que é o momento de estabelecer os controles adequados no contexto do planejamento do meio urbano (CAMPANA; TUCCI, 2000, p. 53). Porém, nem sempre isso é colocado em prática, principalmente considerando as bacias hidrográficas. É importante ressaltar que a ocupação urbana deve se adequar ao sistema natural de drenagem e declividade do terreno. Ou seja, as bacias hidrográficas integram, conjuntamente, o comportamento das condições naturais e das atividades antrópicas nelas desenvolvidas ao longo do tempo.

Assim, a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) insere-se como uma ferramenta essencial ao estudo do uso e ocupação do solo urbano. Para Nascimento e Fernandes (2017), os estudos que envolvem a avaliação da degradação ambiental devem

utilizar o SIG, pois é uma ferramenta segura e ágil no auxílio da análise espacial a fim de gerar subsídios para as avaliações da dinâmica socioambiental na bacia.

Vários são os exemplos de bacias hidrográficas urbanizadas que apresentam diversos processos de degradação ambiental, e assim, já foram objetos de diversos estudos. Desse modo, objetivou-se avaliar os processos erosivos urbanos formados na microbacia do córrego Olho d'Água, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, localizado na região sudoeste do município de Goiânia, estado de Goiás, utilizando-se de ferramentas SIGs e avaliações técnicas no local.

## METODOLOGIA

A área de estudo trata-se da microbacia do córrego Olho d'Água, localizada na região sudoeste do município de Goiânia, Goiás. Este córrego é um afluente do ribeirão Anicuns, pertencente à bacia hidrográfica do rio Meia Ponte (Figura 1).

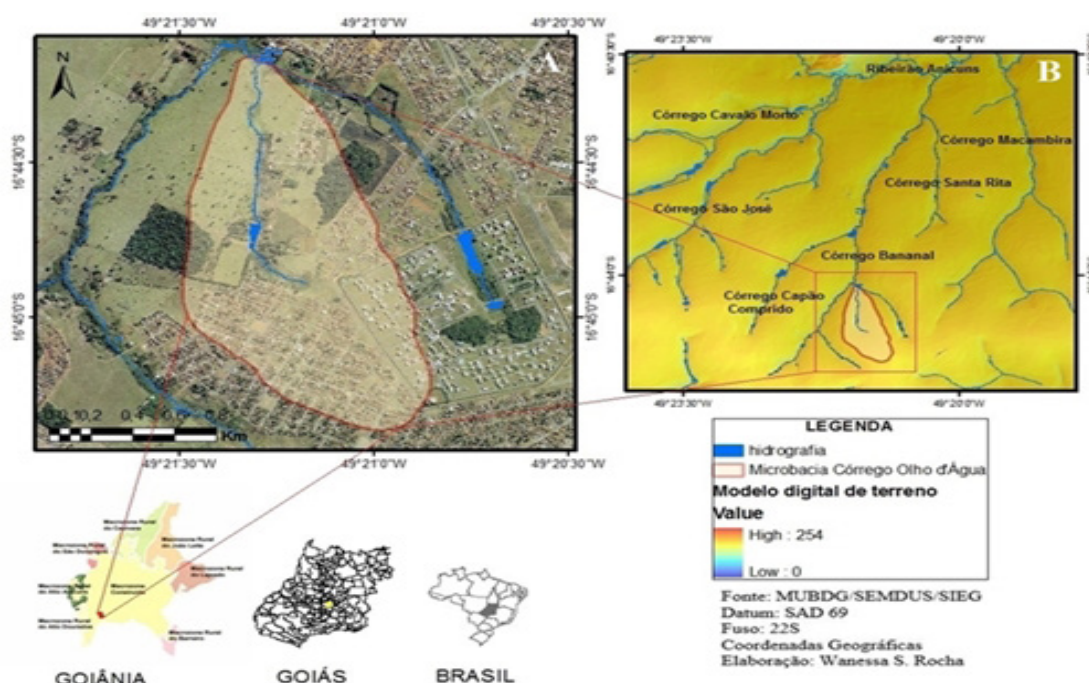


Figura 1: Mapa de localização - Microbacia do córrego Olho d'Água (A) e modelo digital de terreno (B)  
Nota: Adaptado de MUBDEG/SEMDUS/SIEG.

A metodologia consistiu em fases distintas, mas ao mesmo tempo interligadas, de forma a estabelecer uma relação do embasamento teórico associado à organização dos dados e informações, para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. Assim, primeiramente, procedeu-se a realização de visitas técnicas na área de estudo. Nisso, foram utilizados registros fotográficos, a trena digital para mensurar os processos erosivos encontrados ao longo do córrego, a avaliação técnica da situação da APP e também a coleta de coordenadas geográficas, com uso de Global Position System (GPS) de navegação GARMIN Montana 650.

Em seguida, iniciou-se o tratamento dos dados coletados em campo com auxílio dos *softwares*: Base Camp Garmin 4.2.3, ArcGis Esri 10.1 e Google Earth Pro 7.1. As

informações, depois de tabuladas, foram associadas a outras, processadas e modeladas pelos *softwares* acima mencionados.

Para o dimensionamento e os mapeamentos temáticos foram utilizados os dados digitais disponibilizados no Portal de Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG), ortofotos de Goiânia (anos de 2001, 2006 e 2011, únicas versões disponíveis até o momento), que foram concedidas pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano Sustentável (SEMDUS). Junto a isso esteve uma imagem de satélite do ano de 2017, disponibilizada pelo BaseMap na plataforma on-line do *software* ArcGis. Para os recortes espaciais, manipularam-se os *shapes* disponíveis por meio do Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBBDG), versão 22, cedidas pela Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação (SETEC). Adotou-se a Base de Dados Geográficos South American Datum 1969 (SAD69), no fuso 22S.

Por fim, as variáveis analisadas e estudadas foram: a influência da localização e declividade do terreno da microbacia em questão, as dimensões e a evolução temporal dos processos erosivos instaurados ao longo do córrego e as consequências ambientais para a área em estudo em relação ao tipo de uso e ocupação do solo. Os dados e informações foram apresentados e tabulados de forma textual e visual, a partir do uso de mapas. Promoveu-se a análise técnica discursiva sobre os mesmos e a comparação com fontes teóricas e a legislação pertinente ao tema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entende-se que bacias hidrográficas contíguas, de qualquer hierarquia, estão interligadas pelos divisores topográficos, formando uma rede onde cada uma delas drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum ou ponto terminal. Sendo que esse pode ser outro rio de hierarquia igual ou superior, lago, reservatório ou oceano (CUNHA; GUERRA, 2004, p. 353). Elas podem integrar, conjuntamente, o comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, que geram alterações significativas, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (PORTO, 1995). Portanto, a bacia de drenagem pode ser desmembrada em um número qualquer de sub-bacias ou microbacias, dependendo do ponto de vista de saída considerado ao longo de seu eixo-tronco ou canal coletor (COELHO NETO *apud* SILVA *et al.*, 2004, p. 94).

Ainda neste sentido, Mosca *apud* Rosin *et al.* (2014), salientam que a microbacia é considerada a menor unidade de um ecossistema. Ela é onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, possibilitando a identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais originados nestes espaços.

A microbacia do córrego Olho d'Água é circundada pelos setores Jardins Madri, Caravelas, Orientville, Chácaras Talismã I e Talismã II, Residencial Kátia, Residencial Center Ville e por uma propriedade rural privada. Ela possui uma área de 155,33 ha e um perímetro de 5.346,77 m. O córrego Olho d'Água, em si, possui uma extensão de 1,47 km. Na última década, esta região passou por um processo de urbanização crescente em sua cabeceira e na margem direita, devido à implantação de novos loteamentos, impulsionando a ocupação e retirada das faixas de vegetação nas APP's, tornando a área suscetível a formação de processos erosivos (Figura 2).



Diversos pesquisadores da atualidade têm demonstrado preocupação com o aumento relevante da perda de solos e o surgimento de processos erosivos em dimensões expressivas, tanto em esferas rurais como urbanas. Para Almeida Filho, Santoro e Gomes (2004), a ocorrência de processos erosivos urbanos está associada ao planejamento, muitas vezes, inadequado, que deve considerar as particularidades do meio físico (geologia, geomorfologia e pedologia), as condições sociais e econômicas e as práticas de manejo sustentável em áreas urbanas.

O perfil de elevação do córrego em estudo mostra uma inclinação média de 3%, por meio do modelo digital do terreno (Figura 1) e pela curva de nível a cada 5m (Figura 2), demonstrando que a microbacia não possui declividade acentuada. Isso pode minimizar ou retardar o avanço do processo erosivo, sendo a declividade um dos fatores determinantes para o aumento da velocidade da água pelo escoamento superficial. Portanto, neste caso específico, a declividade na microbacia não é o principal fator que influencia diretamente a formação de processos erosivos lineares.

Esclarece-se que a erosão linear é causada pelo escoamento superficial, originando o desprendimento e o transporte das partículas do solo, podendo haver também a ação combinada entre o escoamento superficial concentrado e o escoamento subsuperficial (CONCEIÇÃO, 2014). Então, sabe-se que os casos de erosão urbana também são condicionados por alterações do meio ambiente, que são provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas de ocupação e estabelecimento de obras urbanas e viárias (ALMEIDA; STIPP, 2013).

Para Thomes (*apud* GUERRA; CUNHA, 1998, p. 165), os mecanismos dos processos erosivos básicos variam no tempo e no espaço, a erosão ocorre a partir do momento em que as forças que removem e transportam materiais excedem àquelas que tendem a resistir à remoção.

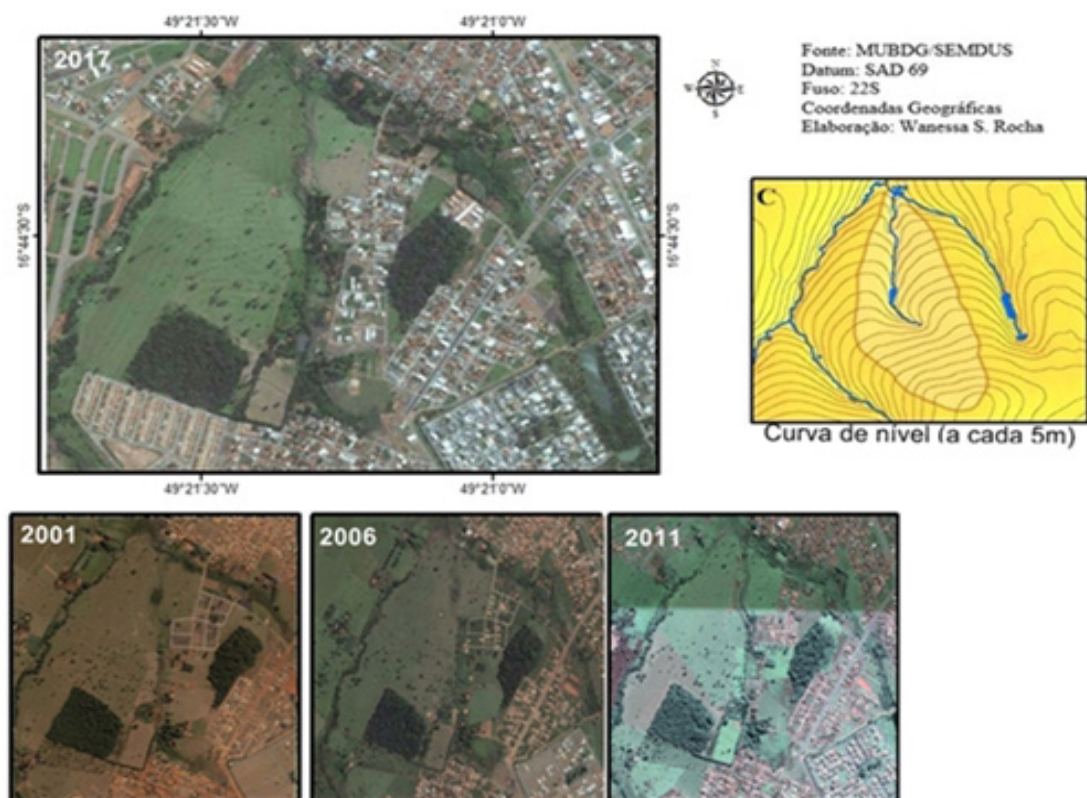


Figura 2: Evolução da urbanização e alteração no canal fluvial  
Nota: adaptado de MUBDG/SEMDUS/SIEG e BaseMap (ArcGis).

Do mapeamento realizado, com auxílio das ortofotos dos anos de 2001, 2006, 2011 (MUBDG/SEMDUS) e de 2017 (BASEMAP/ARCGIS), apresenta-se a evolução temporal urbanística ocorrida na microbacia. A partir dessa comparação, apresentada na Figura 2, é possível verificar o aumento da ocupação urbana na área em estudo e, consequentemente, dimensionar a evolução geral dos processos erosivos nos anos de referência (Tabela 1).

Tabela 1: Quantificação da evolução temporal do processo erosivo

Ano	Área (m <sup>2</sup> )	Aumento (%)
2001	2.530,00	
2006	4.968,00	196
2011	5.117,00	103
2017	29.850,00	583

Analisando a Tabela 1, é possível perceber que o processo erosivo ao longo do córrego Olho d'Água, ao ser analisado entre os anos de 2001 e 2006, teve um aumento de 196%. Já de 2006 até 2011, também houve um acréscimo, porém ele não foi tão expressivo quanto o de 2011 até 2017, quando chegou a 583%.

Em relação ao crescimento urbano, principalmente na cabeceira da bacia, que afeta diretamente nas alterações ocorridas no solo (supressão de vegetação, construção de residências e compactação solo), as impermeabilizações (asfalto e calçadas) e o aumento do escoamento superficial, fazem com que o fluxo da água pluvial seja direcionado com maior velocidade ao canal do córrego, aumentando a probabilidade de erosão no mesmo.

Dentre as causas, conforme a evolução temporal apresentada na Figura 2, o aumento do adensamento urbano na cabeceira e à margem direita do córrego Olho d'Água é possível ser observado. No ano de 2001, primeiro ano estudado pelas imagens na pesquisa, alguns loteamentos/setores estavam iniciando suas construções, como o caso dos Jardins Madri, Orientville e Chácaras Talismã. No decorrer dos anos, com o crescimento urbano nestes setores, os lotes e alguns espaços, até então vazios, passaram a ser ocupados, até ter-se visivelmente um aumento deste adensamento pela imagem de 2017. Este fato, associado diretamente ao sistema de drenagem insuficiente, fez com que houvesse o avanço considerável na evolução dos processos erosivos ao longo do curso hídrico.

Em relação ao processo erosivo linear encontrado, algumas características foram avaliadas: possui várias ramificações de forma alongada entre as margens à esquerda e à direita e os taludes estão mais estáveis a montante, enquanto apresentam-se instáveis a jusante (Figura 3a e 3b).

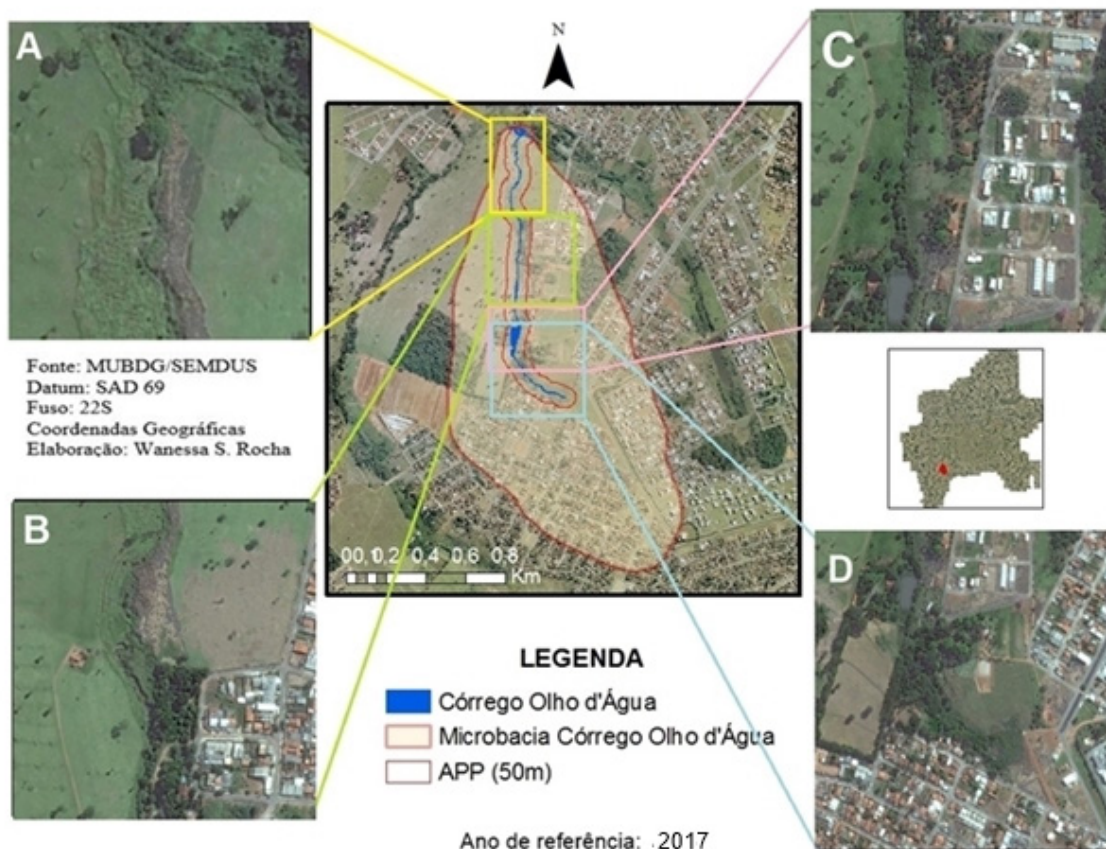


Figura 3: Recortes com aproximação do canal fluvial.  
 Nota: adaptado de MUBDG/SEMDUS e BaseMap (ArcGis).

Analisando tecnicamente estes fatos, fica evidente que a carga de água das vias asfaltadas dos setores circundantes é direcionada, em época de chuva, para a calha do córrego, que com sistemas de contenção de velocidade insuficientes ou mal dimensionados, faz com que surjam os processos erosivos e os mesmos continuem a aumentarem suas dimensões. Todo esse conjunto de fatos e fatores, quando associado ao descobrimento do solo, favorece a ocorrência do direcionamento natural das águas pluviais em relação ao eixo do córrego, levando ao desprendimento e transporte de partículas, fatores estes influenciáveis a gerar erosão.

A Lei Municipal nº 9511/2014, que estabelece regras para o controle de águas pluviais e de drenagem urbana, dispõe em seu artigo 6º que:

Os projetos de loteamentos do solo e os projetos urbanísticos a serem aprovados pelos órgãos da administração pública municipal deverão apresentar projeto complementar de drenagem pluvial, sendo que as descargas em fundos de vale devem conter sistemas de dissipação de energia de águas pluviais ou sistemas de múltiplos lançamentos que evite a concentração dos fluxos de água no corpo hídrico, a fim de reduzir os impactos sobre essas áreas, em conformidade com o disposto nesta Lei e demais legislações pertinentes (GOIÂNIA, 2014).

Como a exigência de projeto complementar no Plano de Drenagem Urbana do município de Goiânia é relativamente nova, há uma defasagem entre a aprovação e a fiscalização dos loteamentos aprovados antes desse período. No caso da área estudada, principalmente na última década, por exemplo, uma série de novos loteamentos foi implantada



e neles o sistema de drenagem foi mal dimensionado ou insipiente. Disso decorre o fato de que eles não conseguem dissipar a energia das águas pluviais na cabeceira da micro-bacia, direcionando o fluxo para a calha do córrego Olho d'Água, o que fez com que os processos erosivos crescessem expressivamente ao longo dos últimos anos.

O poder municipal já havia estipulado no Plano Diretor de Goiânia, através da Lei nº171/2007, Art. 14, que:

Os programas de sustentabilidade socioambiental serão implementados através dos seguintes sub-programas, projetos e ações: I – Subprograma de Gerenciamento e Proteção Ambiental Ações: a) promover e implantar, com base em parcerias, um programa de proteção e recuperação do meio ambiente e paisagem urbana degradada do município; em especial para as áreas de preservação permanente e unidades de conservação [...] g) implantar um cadastro georreferenciado das erosões do município de Goiânia com atualização contínua e permanente, permitindo, dessa forma, monitorar a evolução dos processos erosivos (GOIÂNIA, 2007).

Desse modo, mesmo que para implantação de novos loteamentos ainda existam atrasos na legislação municipal referente à drenagem urbana, tem-se que áreas de preservação deveriam ser conservadas, assim como, deveria ser implementado um programa para gerir e monitorar os processos erosivos no município. Isso, entretanto, não aconteceu, visto que vários casos de sub-bacias e microbacias, localizadas no município de Goiânia, possuem sérios processos de degradação ambiental, principalmente com formação de erosão urbana, como no caso da área em estudo.

Para Almeida e Stipp (2013), a ocupação urbana deve adequar-se à declividade do terreno, ao sistema natural de drenagem, às condições de estabilidade dos taludes naturais ou artificiais, entre outros fatores. E fica claro que estas questões, na maioria das vezes, não são colocadas em prática. Nas áreas urbanas, principalmente em zonas de crescimento, Stein apud Silva et al. (2004, p. 95) reforçam que ainda é importante realizar estudos de casos, partindo-se do cadastramento dos processos para o entendimento de seus condicionantes, objetivando conter erosões, reabilitar as áreas afetadas e definir vetores críticos ou favoráveis à expansão urbana. Eles devem começar pela avaliação do tipo de uso e ocupação da área, os fatores físicos (geologia, geomorfologia, pedologia, relevo) e a infraestrutura, para assim levantar todas as causas e efeitos que levaram aos processos de degradação ambiental.

Referente ao uso e a ocupação na microbacia, eles são basicamente do tipo residencial na margem direita e na cabeceira e, na margem esquerda, do tipo pastagem (Figura 3). A cabeceira encontra-se mais urbanizada, inclusive com a existência de um condomínio horizontal, o Jardins Madri, gerando, assim, incentivo para a expansão daquela região, além da possibilidade do surgimento de novos loteamentos nas áreas ocupadas por propriedades rurais ou glebas/lotês vazios.

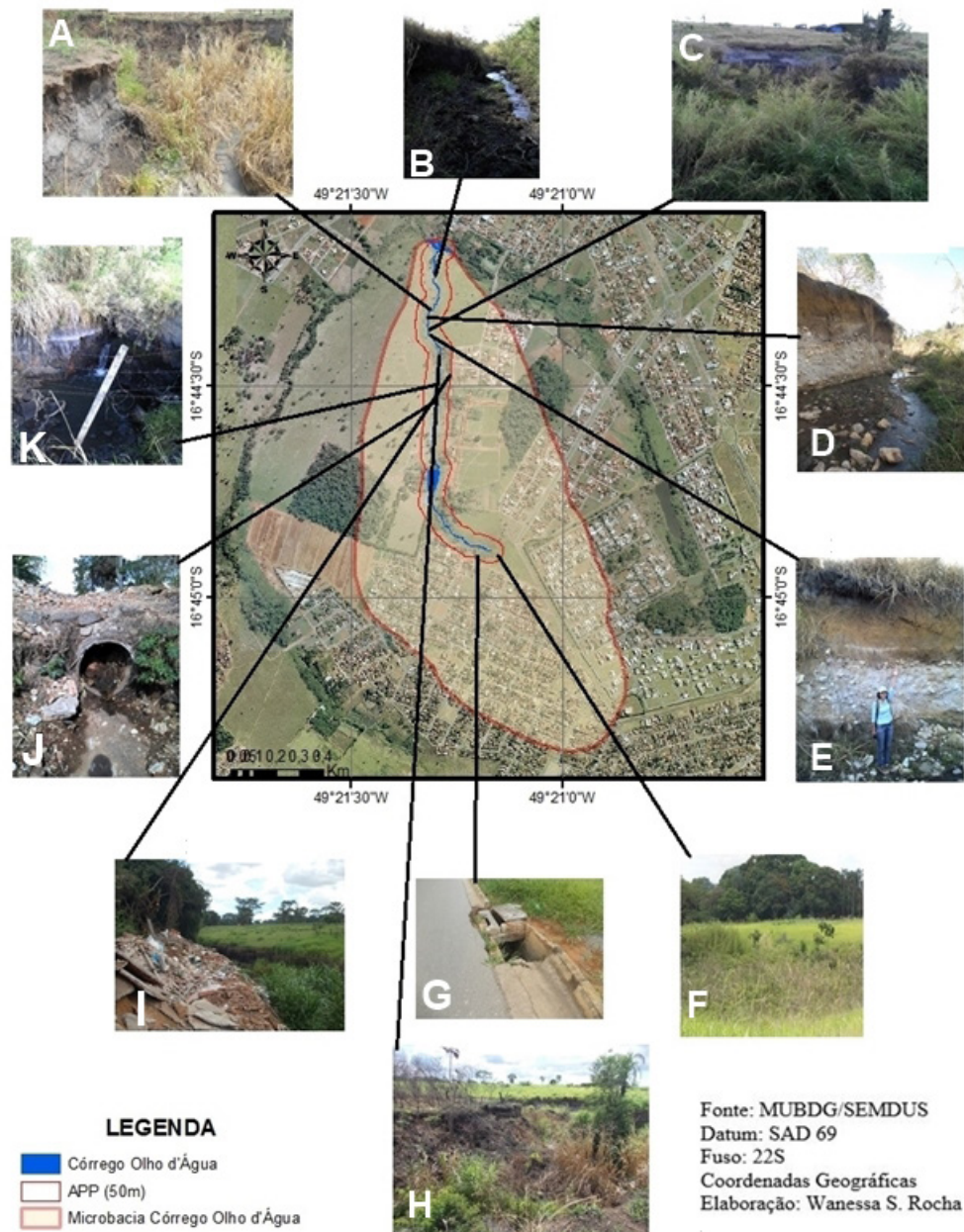


Figura 4: Relatório fotográfico com detalhes ao longo do córrego Olho d'Água  
 Nota: adaptado MUBDG/SEMDUS e arquivo pessoal.

Tudo isto, associado à existência de uma faixa de ocupação por atividade de pastagem, na margem esquerda, trazem consequências ambientais negativas, como o descobrimento do solo, compactação dele pelo pisoteio dos animais e a supressão da faixa de APP. Isso faz com que os sedimentos e águas pluviais sejam escoados diretamente para a calha fluvial e, por consequência, tem-se processos erosivos e assoreamentos.

Algumas constatações importantes foram verificadas: a praticamente inexistência da mata ciliar (Figura 4f); construções em faixas de APP (Figuras 4c e 4k); acúmulo de resíduos da construção civil deixado ao longo das margens (Figuras 4d e 4i); sistema de drenagem necessitando de manutenção (Figuras 4g e 4j) e processo erosivo ao longo do córrego, com diversas dimensões e ramificações (Figuras 4a, 4b, 4e e 4h).

Por fim, Porto (1998) apud Kaetsu (2015) salienta que a urbanização e seus impactos sobre os recursos hídricos e o meio ambiente requerem uma abordagem integrada. Ela deve envolver os aspectos de planejamento urbano, as interações entre os diversos usos do solo urbano e os aspectos institucionais e legais necessários para o embasamento e a sustentabilidade das ações de prevenção e controle.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que um conjunto de fatores apresentados neste estudo foi determinante para a formação e expansão da erosão urbana linear instaurada na microbacia do córrego Olho d'Água, como: sua localização em uma faixa de expansão urbana com limitado planejamento, associado ao uso e ocupação do espaço atual, que no decorrer do tempo originou a supressão das faixas de APP; o descobrimento e impermeabilização do solo em determinados pontos e a infraestrutura de drenagem pluvial insípida com ausência de mecanismos que reduzam a velocidade de águas pluviais.

Salienta-se que a impermeabilização do solo nas áreas mais altas da microbacia, a partir da pavimentação e calçamento das vias, com um sistema de drenagem pluvial sem manutenção e inexistência de galerias e bueiros, leva ao escoamento direto no leito do córrego Olho d'Água, aumentando a susceptibilidade dos processos erosivos. Para a minimização dos impactos ambientais na microbacia estudada, recomenda-se uma maior atuação por parte do poder público, em conjunto com a população, discutindo e efetivando as medidas não estruturais, assim como, a implantação de medidas estruturais.

Quanto aos resíduos sólidos dispostos de forma inadequada ao longo do córrego, estes devem ser retirados do local pelo poder público municipal, por meio da Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG). Além disso, deve ser feita uma fiscalização e identificação dos autores e responsáveis destes resíduos por parte da Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA). Com relação aos processos erosivos instalados ao longo do córrego, faz-se necessário a implantação de dissipadores de energia, a fim de reduzir a força com que as águas pluviais são lançadas. Evita-se com isso que o leito do córrego se aprofunde cada vez mais, além de auxiliar no controle das erosões existentes nas margens, os quais devem ser controlados através da estabilização da encosta, por meio de infraestrutura específica, como o taludamento e colocação de gabião.

Recomenda-se um planejamento por parte do órgão público que envolva a população local, de modo a contemplar as medidas mitigadoras, como a implantação e manutenção de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Devendo esse ser alinhado, urgentemente, à revitalização e à implementação do sistema de drenagem na microbacia.

## Referências

ALMEIDA FILHO, G. S.; SANTORO, J.; GOMES, L. A.; Estudo da dinâmica evolutiva da boçoroca São Dimas no município de São Pedro, SP. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1. ed. 2004. *Anais...* Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: < [http://agencia.fapesp.br/agenda-detalle/1simposio\\_brasileiro\\_de\\_desastres\\_naturais/2488/](http://agencia.fapesp.br/agenda-detalle/1simposio_brasileiro_de_desastres_naturais/2488/)>. Acesso em: 03 fev. 2017.

ALMEIDA, M. N.; STIPP, N. A. F. Análise Ambiental de Impactos Socioambientais Urbanos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Limoeiro no Município de Londrina-PR. In: Encontro de Geógrafos de

- América Latina. Eixo Temático: Geografia Física. *Anais... Peru*, 2013. Disponível em: <[http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra\\_Maria-Nilza.pdf](http://www.egal2013.pe/wp-content/uploads/2013/07/Tra_Maria-Nilza.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2017.
- BRASIL. Lei nº 12.251, de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm)>. Acesso em: 02 jan. 2017.
- CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M.; Previsão da vazão em macrobacias urbanas: Arroio Dilúvio em Porto Alegre. In: *Avaliação e controle da drenagem urbana*. TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. (orgs). 1 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000. p. 53.
- CONCEIÇÃO, J. R. *Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná: Estudo de caso bacia do Passaúna*. Dissertação. Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial do setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná em parceria com o SENAI. Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36880/R%20-%20D%20-%20JOSE%20ROBERTO%20DA%20CONCEICAO.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*. CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.
- DALMOLIM, D.; HENKES, J. A. A degradação nas margens de Arroios no município de Ipiranga. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 363-383, out. 2014 / mar, 2015. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/2534/1841](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2534/1841)>. Acesso em: 11 jan. 2018.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.
- KAETSU, P. T. *A abordagem sistêmica na gestão integrada de recursos hídricos: limites e possibilidades de atuação do Comitê Cubatão*. Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Ciências da Educação – FAED. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental. Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <[http://www.faed.udesc.br/arquivos/idsubmenu/1962/patriciataeko\\_kaetsu.pdf](http://www.faed.udesc.br/arquivos/idsubmenu/1962/patriciataeko_kaetsu.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- MAPA Urbano Básico Digital De Goiânia. – MUBDEG. Versão 22. Goiânia: Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação – SETEC. Banco de dados digitais, 2016.
- NASCIMENTO, T. V. do; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 170-178, jan.-abr. 2017. ISSN impressa: 0100-8307. ISSN on-line: 2179-460X. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21737/pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2017.
- PORTO, M. F. A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: TUCCI, C. E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, v. 5, p. 387-414, 1995.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIANIA. Plano Diretor. Lei Complementar nº 171, 29 de maio de 2007. Prefeitura Municipal. *Diário Oficial do Município de Goiânia*, 2007. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/Download/seplam/olet%3%A2nea%20Urban%3%A2stica/1.%20Plano%20Diretor/1.%20Plano%20Diretor%20%20Lei%20Comp.%20171.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2017.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE GOIANIA. Plano para controle de águas pluviais e de drenagem urbana. Lei Municipal nº 9511/2014. Prefeitura Municipal. *Diário Oficial do Município de Goiânia*, 2014. Disponível em: <[https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinetecivil/sileg/dados/legis/2014/lo\\_20141215\\_000009511.pdf](https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinetecivil/sileg/dados/legis/2014/lo_20141215_000009511.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2017.
- RODRIGUES, A. A. *Uso de veículos aéreos não tripulados para mapeamento e avaliação de erosão urbana*. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/6646>>. Acesso em: 19 set. 2017.
- ROSIN, C.; SILVA, I. L.; BERTÃO, N. C.; BRUM, B. R.; LUZ, T. E. da. Diagnóstico ambiental da microbacia urbana do córrego Gambá, Cuiabá, MT. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v. 10, n. 18, p. 1236-1250. ISSN impressa: 1809-0583. ISSN on-line: 2317-2606. 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014%20AGRARIAS/Diagnostico%20ambiental>>.



pdf>. Acesso em: 13 set. 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL – SEMDUS. Ortofotos do município de Goiânia. *Prefeitura Municipal de Goiânia*, 2016.

SECRETARIA MUNICIPAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – SETEC. Shapefiles, arquivos em extensão kmz do Município de Goiânia. *Prefeitura Municipal de Goiânia*, 2016.

SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO – SIEG. Shapefiles, arquivos em extensão kml e kmz do estado de Goiás. *Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento - SEGPLAM*. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. 2016.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*. São Carlos: Rima, 2004.

SOFTWARE ARCGIS. Versão 10.1. ArcMap. BaseMap. ESRI – Official Distributor, portadora de direitos sobre a plataforma. Laboratório de informática da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2016.

SOFTWARE BASE CAMP GARMIN. Versão 4.2.3. GPS Montana 650. GARMIN LTDA. 2016.

SOFTWARE GOOGLE EARTH PRO. Versão 7.1. Google Inc., portadora de direitos sobre a plataforma. Versão gratuita para download. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. 2016.

\* Recebido em: 08.02.2018. Aprovado em: 18.02.2018

WANEISSA SILVA ROCHA

Engenheira Ambiental. Mestranda em Desenvolvimento e Planejamento Territorial, Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), Goiânia, Brasil.

ANTÔNIO PASQUALETTO

Engenheiro Agrônomo. Professor Dr. Coordenador no mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial da PUC Goiás.

GITAIR MOREIRA DOS SANTOS

Geógrafo. Professor Msc. na Escola de Formação de Professores e Humanidades da PUC Goiás.

THIAGO AUGUSTO MENDES

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Campus Aparecida de Goiânia.

HARLEN INÁCIO DOS SANTOS

Biólogo, Professor Dr., Escola de Engenharia da PUC Goiás.