

Compartimentação morfopedológica como subsídio à compreensão dos processos de alagamentos e inundações na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, Goiânia-GO

Rosane Borges de Oliveira¹
Ariel Godinho Vespucci¹

¹Universidade Federal de Goiás-UFG
Instituto de Estudos Socioambientais-IESA
Caixa Postal 131 – 74.001-970– Campus Samambaia – Goiânia-GO
{rosaneborges_oliveira, arielvespucci}@hotmail.com

Abstract. This paper presents an analysis of the determinants of Anicuns River Water Parting, located in the county of Goiania - GO, from morphopedological compartmentation, as subsidy the comprehension of floods and flooding occurred in the water parting between 2008 and 2013. Therefore, the work was done according to the following steps: 1) bibliographic analysis and cartographic inventory; 2) preparation of maps of geology, geomorphology, slope, soils and hypsometric; 3) morphopedological compartmentation; 4) data crossing of floods and flooding with morphopedological compartments; 5) data analysis. The map products were produced through ArcGIS software version 10.1 / ESRI. Was used information from floods and flooding obtained by the Civil Defense, agency linked the Fire Department of the State of Goiás (CBPM-GO), and is related to treatment performed along to the population due to occurrences recorded between 2008 and 2013. Thus, the investigation of the relation between the constraints of the physical medium and the occurrences recorded was only possible through the help of GIS techniques which allowed of data spatialization. The work enabled a better understanding of the processes of floods and flooding through the physiographic characteristics of the water parting added soil sealing and rain characteristics for the county of Goiânia.

Palavras-chave: Floods, flooding, morphopedological compartmentation, soil sealing, inundações, enchentes, compartimentação morfopedológica, impermeabilização.

1.Introdução

Impactos sobre o regime hídrico têm sido causados pelo processo de adensamento urbano nas capitais brasileiras, a impermeabilização de lotes provoca aumento do escoamento superficial e a consequente alteração do pico de vazão de cheia de seus canais de drenagem (Nunes, 2012). Para Brito (2011) a ocupação desordenada e a urbanização das bacias hidrográficas ocasionam profundas alterações na dinâmica natural dos sistemas fluviais além de reduzirem as condições de saúde e a qualidade de vida da população. Retirada da cobertura vegetal original, a impermeabilização do solo, nivelamento do relevo por atividades de corte e aterro, canalização dos cursos de água, lançamento de esgoto e resíduos sólidos nos canais e planícies fluviais são algumas das interferências do homem no meio de maior impacto em bacias urbanas (Brito, 2011).

A capital do estado de Goiás, Goiânia, teve seu projeto inicial elaborado pelo arquiteto, urbanista e paisagista Atílio Correia Lima, inspirado na escola francesa de urbanismo do início do século XX planejou a construção de avenidas largas com traçados geométricos retilíneos. Para comportar a cidade planejada condições topográficas específicas eram necessárias, assim o espaço destinado ao projeto inicial da cidade está localizado na margem direita do ribeirão Anicuns, que possuindo longas vertentes e interflúvios amplos e suavizados (Nunes e Romão, 2010). Segundo Queiroz et al. (2011) estima-se que 70% da população da capital reside nas sub-bacias do ribeirão Anicuns e estas são fontes de problemas comuns a cursos de água urbanos como erosões e inundações.

Tucci e Braga (2003) explicam que pode haver dois tipos de inundações, as inundações ribeirinhas que ocorrem quando o rio transborda até seu leito maior devido a causas naturais e as inundações em consequência da urbanização produzidas pela impermeabilização e canalização. Os mesmos autores alertam que os principais impactos sobre a população ocorrem devido à falta de conhecimento sobre a ocorrência dos níveis de inundações e à falta

de planejamento na ocupação do espaço de acordo com os riscos de ocorrência das inundações.

Neste contexto, este trabalho objetiva contribuir para a compreensão dos processos de inundações e alagamentos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, ocorridas entre 2008 e 2013, a partir da compartimentação morfopedológica, possível em virtude de técnicas de geoprocessamento.

2. Área de estudo

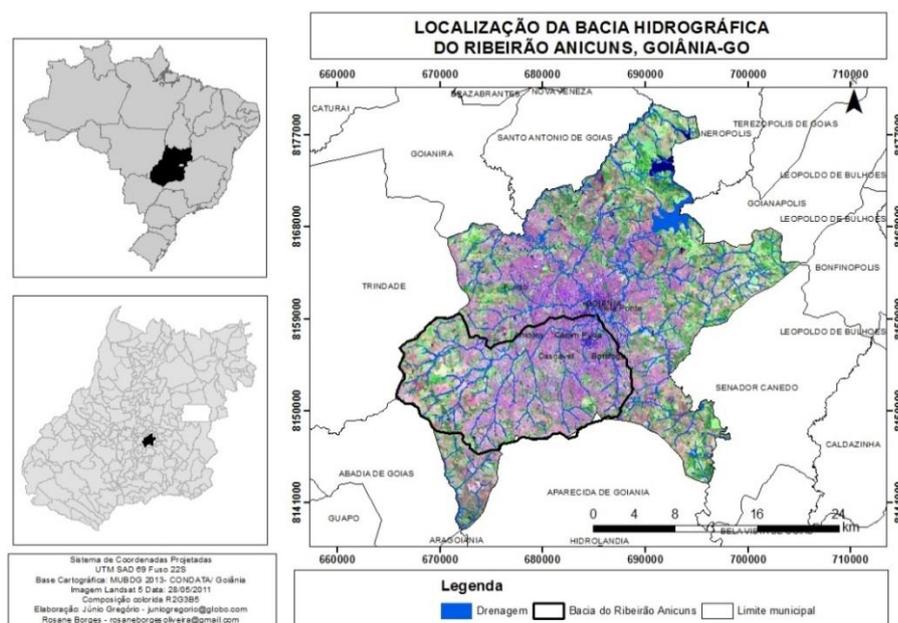


Figura 1. Localização da área de estudo.

A bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns situa-se na região centro-sul do município de Goiânia, ocupa uma área de 230 km² entre as coordenadas planas 666.000m – 690.000m e 8.160.000m – 8.144.000m. Na rede hidrográfica do município, o ribeirão Anicuns é tributário do Rio Meia Ponte que por sua vez integra a bacia do rio Paranaíba. A bacia do ribeirão Anicuns é responsável pela drenagem de maior parte da água pluvial, fluvial e de esgotamento do município de Goiânia (IBGE, 1999). A margem à direita do ribeirão, com maior densidade de drenagem, é composta por seis sub-bacias, entre elas Macambira, Botafogo e Cascavel que se destacam pela importância que assumem ao atravessarem áreas densamente urbanizadas. Enquanto a margem à esquerda existe apenas alguns córregos de primeira ordem. Pode-se constatar, pela Figura 1, que a bacia do Ribeirão Anicuns apresenta-se urbanizada em quase toda sua extensão, salvo a região a noroeste que ainda é rural.

3. Materiais e métodos

Este trabalho foi elaborado de acordo com as seguintes etapas: 1) análise bibliográfica e inventário cartográfico; 2) elaboração dos mapas de geologia, geomorfologia, declividade, hipsometria e solos; 3) compartimentação morfopedológica; 4) cruzamento dos dados de inundações e alagamentos com os compartimentos morfopedológicos; 5) análise dos dados.

A metodologia de compartimentos morfopedológicos (Castro e Salomão, 2000) considera os compartimentos morfopedológicos como fisionomias do meio físico biótico e abiótico que revelam um modelado de relevo delimitável suportado por estruturas litológicas e pedológicas. Assim, para Castro e Salomão (2000) os compartimentos revelam-se como produto de síntese das relações naturais produzidas por seus fatores de formação e evolução.

Foram utilizados mapas em escalas 1:100.000 e 1:250.000 considerando a importância dada às escalas de detalhe e semi-detalhe proposta pela metodologia de compartimentação, no entanto é importante ressaltar a dificuldade encontrada em adquirir dados cartográficos em escala de detalhe e que possibilitassem a uniformidade entre as mesmas. As escalas e fontes dos dados utilizados são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Base de dados com temas, escalas e fontes.

Tema	Escala	Fonte
Solo	1:100.000	CAMPOS, J. E. G. et al. Diagnóstico Hidrogeológico da região de Goiânia.
Geologia	1: 250.000	CAMPOS, J. E. G. et al. Diagnóstico Hidrogeológico da região de Goiânia.
Geomorfologia	1:100.000	CASSETI, V. Geomorfologia do município de Goiânia-GO. Adaptado por ROMÃO, P. de A. (2006)
Declividade	1: 250.000	TOPODATA/SRTM
Hipsometria	1: 250.000	TOPODATA/SRTM

Todos os produtos cartográficos foram elaborados através do *software ArcGis* versão 10.1/ESRI. Os mapas de hipsometria e declividade foram produzidos a partir do Modelo Digital de Terreno do projeto intitulado *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*, com resolução de 30 metros, disponibilizados pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, TOPODATA.

Os pontos de alagamentos e inundações foram obtidos junto a Defesa Civil, órgão vinculado ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBPM-GO), e relacionam-se ao atendimento realizado junto à população em função de ocorrências registradas entre 2008 e 2013.

4. Resultados e Discussão

4.1 Compartimentação Morfopedológica (CMP) e pontos de ocorrência de alagamentos e inundações

Os oito compartimentos morfopedológicos da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns elaborados a partir da interrelação entre substrato geológico, solos, geomorfologia, hipsometria e declividade estão representados na figura 2 e sintetizados no quadro 1.

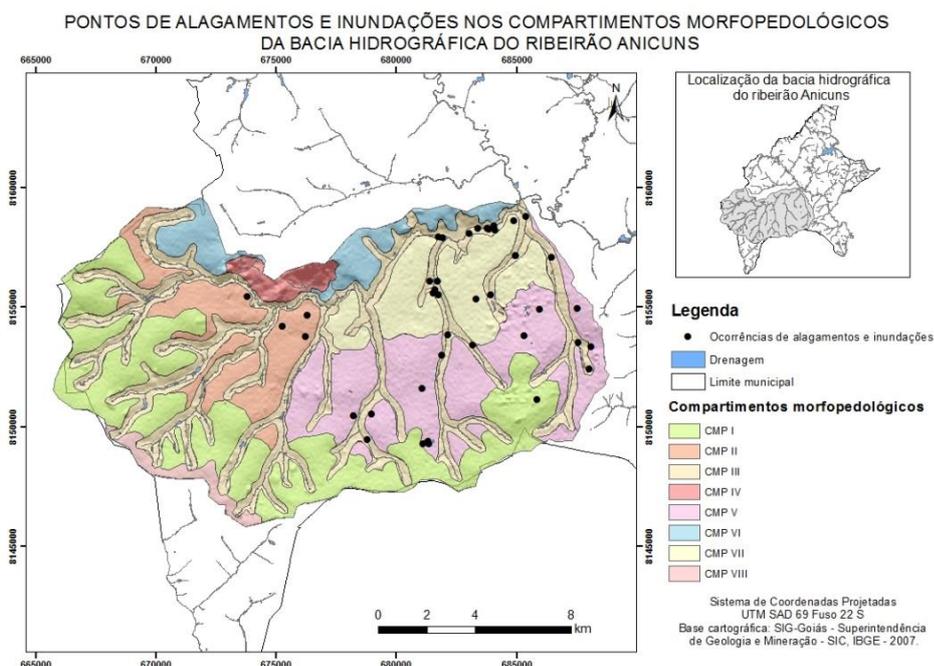


Figura 2. Mapa morfo-pedológico com pontos de alagamentos e inundações

Quadro 1. Síntese dos Compartimentos Morfo-pedológicos da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns.

Características - CMP	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Solos	LV e CX	LV	LV	RL	LV	LV, RY, NV e GX	LV	LVa e FF
Geologia	Pmp e Pmqa	Pmp e Pgaio	Pmp, Pgaio, Pgaip e Qa	Pgaip	Pmp	Pgaio, Pgaip e Qa	Pmp	Pmp
Geomorfologia	CG_A e PEG_c1	CG_A e CG_R	FV	PDG_a4	PEG_c1 e PEG_c2	PEG_c2	PEG_t	CG_A
Hipsometria (m)	820 - 914	754 - 820	697 - 914	754 - 914	754 - 820	697 - 855	697 - 754	855 - 914
Declividade	plano a ondulado	suave a ondulado	suave ondulado a ondulado	relevo ondulado a montanhoso	suave ondulado a ondulado	plano e forte ondulado	plano e suave ondulado	plano a suave ondulado
Ocorrências de alagamentos e inundações	1	4	23	0	10	0	2	0

O CMP I está em uma região de relevo plano a ondulado, com geomorfologia de Chapadões de superfície aplainada e Planalto Embutido com forma suavemente convexizada (CG_A e PEG_c1), com a elevação variando de 820 a 914m de altitude. O solo é da classe Latossolo Vermelho e Cambissolo Háplico, e a geologia é xisto (Pmp) e quartizito micáceo (Pmqa). Na área deste compartimento, entre 2008 e 2013, 1 ocorrência foi registrada pela Defesa Civil.

O CMP II está em uma região de relevo de suave a ondulado, com Chapadões de superfície aplainada e rampeada (CG_A e CG_R), com a elevação variando de 754 a 820m de altitude. O solo é da classe Latossolo Vermelho, e a geologia são xisto (Pmp) e granulito anfibólito (Pgaio). Entre 2008 e 2013, foram registradas 4 ocorrências de alagamentos e inundações na área deste compartimento.

O CMP III está em uma região de relevo de suave ondulado a ondulado, com geomorfologia de Fundo de Vale (FV), com a elevação variando de 697 a 914m de altitude. O

solo é da classe Latossolo Vermelho de acordo com a escala utilizada, e a geologia predominante é xisto (Pmp), mas também ocorrem granulito anfíbolito (Pgaio), granulitos bandados (Pgaip) e aluvião (Qa). Foram registradas 23 ocorrências de alagamentos e inundações na área deste compartimento no período analisado.

O CMP IV está em uma região de relevo ondulado a montanhoso, com geomorfologia Planalto Dissecado com formas aguçadas (PDG_a4), com elevação variando de 754 a 914m de altitude. O solo é da classe Neossolo Litólico, e a geologia é granulito bandado (Pgaip). Neste compartimento não há ocorrências registradas pela Defesa Civil.

O CMP V está em uma região de relevo predominante suave ondulado a ondulado, chegando a forte ondulado a leste, com a unidade geomorfológica Planalto Embutido a qual apresenta forma suavemente e moderadamente convexizada (PEG_c1 e PEG_c2), com a elevação variando de 754 a 820 m. O solo é da classe Latossolo Vermelho, e a geologia predominante é Pmp que corresponde aos xistos. Foram registradas 10 ocorrências de alagamentos de inundações neste compartimento entre 2008 e 2013.

O CMP VI está em uma área com declives entre plano e forte ondulado, a unidade geomorfológica corresponde ao Planalto Embutido de forma moderadamente convexizada (PEG_c2). Altitude varia entre 697 e 855m. A classe de solos predominante é o Latossolo Vermelho, há ainda Neossolo Flúvico, Gleissolo e Nitossolo Vermelho na área com maior dissecação. A geologia presente é de granulito anfíbolito (Pgaio), granulito bandado (Pgaip) e aluvião (Qa). Não existem ocorrências de alagamentos e inundações registradas neste compartimento para o período pesquisado.

O CMP VII está localizado em uma região de relevo variando entre plano e suave ondulado, a geomorfologia deste compartimento é Planalto Embutido com formas tabulares (PEG_t), com elevação variando entre 697 e 754 m. O solo é Latossolo Vermelho, com geologia predominante de xisto (Pmp). Entre 2008 e 2013, 2 ocorrências foram registradas na área deste compartimento.

O CMP VIII está em uma área de relevo plano a suave ondulado, com geomorfologia denominada Chapadões de Goiânia com superfície aplainada (CG_A), com a elevação variando entre 855 a 914m. O solo é da classe Latossolo Vermelho Amarelo e Plintossolo Pétrico, e a geologia é de xisto (Pmp). Não ocorreram processos de alagamentos e inundações neste compartimento entre 2008 e 2013.

4.2 Análise da relação dos condicionantes do meio físico e a ocorrência de alagamentos e inundações

Netto (1998) esclarece sobre o ciclo hidrológico, segundo o autor antes de atingir a superfície, a água precipitada pode ser parcialmente evaporada e/ou parcialmente interceptada pela vegetação, o restante é distribuído na superfície, parte se infiltra nos solos ou rochas e o excedente escoam superficialmente. O escoamento pluvial, gerado após determinado tempo de chuva, atinge o canal de drenagem e aumenta sua descarga e vazão (Neto, 1998). Quando a vazão a ser drenada é maior que a capacidade de descarga da calha ocorre o extravasamento das águas de um curso d'água, configurando um processo de inundação (Scariot et al., 2003). Dessa forma podemos perceber a importância da infiltração e do escoamento superficial na bacia hidrográfica.

Entre os fatores que mais influenciam o escoamento superficial na bacia hidrográfica, segundo Pruski et al. (2004), são: tipo de solo, topografia, rede de drenagem e obras hidráulicas presentes na bacia. Para Martins (1976) a capacidade de infiltração varia diretamente com a porosidade, o tamanho das partículas do solo e o estado de fissuração das rochas. Algumas das variáveis que Netto (1998) considera como reguladoras da capacidade de infiltração são as características físicas das chuvas e as condições de cobertura do solo. Neste contexto, características dos solos, relevo, geologia, rede de drenagem, chuva e cobertura dos

solos são abordados nos CMP para melhor compreensão dos processos de inundações e alagamentos.

As informações obtidas junto ao CBMGO não explicam os critérios adotados para a caracterização do fenômeno como inundação ou alagamento, assim impossibilitam a separação entre os dois processos nesta análise. No entanto, a espacialização da informação foi possível constatar que as ocorrências registradas no CMP I e CMP VII se tratam de alagamentos, um acúmulo momentâneo de água que pode ter sido causado pela deficiência no sistema de drenagem urbana ou por bueiros entupidos pelo acúmulo de lixo e entulho (Amaral e Gutjahr, 2011).

O CMP II possui predominantemente Latossolo Vermelho, solos minerais antigos, profundos, bem drenados com estrutura granular e grosseira que apresentam alta capacidade de infiltração. As rochas do Grupo Araxá compostas por xistos existentes no compartimento foram produzidas de deformações rúpteis, com o desenvolvimento de fraturas, diáclases e juntas, que representam os espaços que acumulam água subterrânea. Já as rochas do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu compostas por granulitos possuem capacidade de armazenamento de água nas fendas de acordo com o grau metamórfico sofrido pela maior pressão e temperatura a qual o conjunto é submetido (Campos et al., 2003). O relevo do CMP II abrange os Chapadões de Goiânia com hipsometria média e baixa declividade chegando a 8%, que funcionam como rampas extensas propiciando aumento da velocidade do escoamento superficial e conseqüentemente a infiltração é reduzida. Apesar dos solos e da geologia propiciarem a infiltração da água das chuvas, a geomorfologia associada às chuvas rápidas e intensas ocorridas em Goiânia, típicas de regiões tropicais (Ayoade, 1991), explicam a ocorrência de alagamentos e inundações neste compartimento já que estes colaboram para rápido aumento do *input* hidrológico recebido pelos cursos d'água.

O CMP III corresponde aos Fundos de Vale que, para Casseti (1992), se referem a faixas de transição de processos areolares e lineares, com declives que podem chegar a 40% ao longo dos cursos d'água. A declividade varia de acordo com o grau de incisão da drenagem relacionada ao comportamento litológico, de natureza tectônica (Brito, 2011). Segundo IBGE (1992) a litologia existente possibilita a erosão diferencial que aliada aos efeitos tectônicos responde, genericamente, pela adaptação do sistema hidrográfico. Assim, a configuração dissimétrica do vale do Ribeirão Anicuns, por exemplo, possui trechos retilíneos encaixados, seguidos de trechos meândricos. Características da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, tais como afluentes com cursos extensos na margem direita (da ordem de 10 km), com declives suaves, enquanto os afluentes da margem esquerda são de pequena extensão (2,0 km) e com maior declividade, denotam efeitos da tectônica local (IBGE, 1992).

Rede de drenagem muito densa e ramificada permite a rápida concentração do escoamento superficial, assim favorecendo elevadas vazões sobre a superfície e as obras hidráulicas, como retificação e canalização dos cursos d'água, geram aumento da velocidade de escoamento (Pruski et al., 2004). A bacia do ribeirão Anicuns apresenta-se ramificada na margem direita com cursos que atravessam área urbana e impermeabilizada com, inclusive, canais canalizados, a exemplo dos córregos Botafogo e Cascavél, tais aspectos associados a chuvas rápidas e intensas, indicados por Luiz (2012), provocam alteração na vazão dos rios que transbordam quando suas calhas não suportam o fluxo. É importante ressaltar que 10 das 23 ocorrências registradas no CMP III localizam-se a jusante do ribeirão Anicuns, confirmando o alerta de Tucci (2005) sobre a canalização dos rios, para este autor a canalização é uma prática generalizada que tende a aumentar o problema que procura resolver, ou seja, as inundações apenas são transferidas para jusante do curso d'água.

As superfícies de formas convexas presentes no CMP V possuem grau de dissecação variando de acordo com o grau das vertentes, suavemente convexizadas com declives até 10% respondendo pelo alto grau de ocupação (Casseti, 1992). Nunes e Romão (2010) afirmam que

as primeiras bacias urbanizadas foram as sub-bacias dos córregos Botafogo e Vaca Brava, que receberam na sua quase totalidade ruas com traçados na mesma direção do perfil das vertentes, facilitando assim o escoamento superficial e consequentemente a movimentação e o transporte de material inconsolidado. O acúmulo de sedimentos ocasiona assoreamento dos cursos d'água que tem sua calha reduzida, sendo este outro aspecto que contribui para explicação dos processos de inundação e alagamento neste compartimento, além do facilitado escoamento superficial.

Os CMP IV, VI e VIII apresentam relevos com maiores altitudes, os compartimentos IV e VI compreendem a área da margem esquerda do ribeirão Anicuns contendo cursos de primeira ordem a qual permitem a lenta concentração do escoamento superficial, o que possibilita uma compreensão generalizada da não ocorrência de processos de alagamentos e inundações nestes compartimentos.

5. Considerações

A compartimentação morfológica da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns possibilitou a melhor compreensão dos processos de alagamento e inundações no município de Goiânia, já que a análise por compartimentos da bacia permitiu a percepção dos condicionantes do meio físico e das modificações realizadas pelo homem no meio com maior detalhe.

A compreensão desses processos, assim como a identificação e espacialização, é importante para o desenvolvimento de planejamento urbano e de políticas públicas que atendam moradores das áreas de risco. O compartimento com maior número de ocorrências corresponde às áreas de planície de inundação dos rios, CMP III. Dessa forma, percebemos as inundações como processos naturais que causam prejuízos a sociedade por esta se estabelecer em áreas que deveriam ser preservadas.

Os latossolos predominam na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns, apesar de suas características naturais favoráveis a infiltração estes solos estão sujeitos a processos de compactação e impermeabilização na área urbana, o que coopera para a menor infiltração e maior escoamento superficial que chega aos cursos d'água. O escoamento alto associado ao relevo e as chuvas rápidas e intensas são aspectos que podem justificar os processos de alagamentos e inundações ocorridos na bacia do ribeirão Anicuns.

Agradecimentos

Agradecemos a professora Patrícia de Araújo Romão do Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, pelo apoio na realização deste trabalho, e também ao Laboratório de Climatologia Geográfica (Climageo) do mesmo instituto pela disponibilização dos dados de ocorrência de alagamentos e inundações utilizados também no relatório de iniciação científica da primeira autora.

Referências

- AMARAL, R. do; GUTJAHR, M. R. **Desastres naturais**. São Paulo : IG / SMA, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/>>. Acesso em: 01 out. 2014.
- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1991.
- BRITO, G. S. de. **Alterações ambientais decorrentes da presença de depósitos tecnogênicos na bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns em Goiânia, GO**. 2011. 140 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2011.
- CAMPOS, J. E. G.; RODRIGUES, A. P.; ALMEIDA, L de; RESENDE, L; MAGALHÃES, L. F.; SÁ, M. A. M. **Diagnóstico hidrogeológico da região de Goiânia**. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2003. 125 p.

CASSETI, V. Geomorfologia do município de Goiânia-GO. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n.1, p. 65 – 85, 1992.

CASTRO, S.S.de; SALOMÃO, F.X.T. Compartimentação Morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **GEOUSP**. Departamento de Geografia. FFLCH/USP, São Paulo, n.7, p.27-37, 2000.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Saneamento básico e problemas ambientais em Goiânia – 1992**. IBGE: Divisão de Geociências do Centro Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 81 p.

Luiz, G.C. **Influência da relação solo/atmosfera no comportamento hidromecânico de um solo tropical não saturado-estudo de caso: região de Goiânia-GO**. 2012. 246p. Tese (Doutorado em Geotecnia)-Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, 2012.

MARTINS, J. A. Escoamento superficial. In: PINTO, N. L. de S; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. cap. 3, p. 36 – 43.

NETTO, A. L. C. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. cap. 3, p. 93 – 148.

NUNES, F. G. Modelagem hidrológica e técnicas de geoprocessamento na estimativa da impermeabilização do solo e escoamento superficial da bacia hidrográfica do ribeirão Anicuns – Goiânia (GO). **Ateliê Geográfico**, v.6, n. 2, p. 55 – 74, ago./2012.

NUNES, E. D. ; ROMÃO, P. A. Processos erosivos lineares em Goiânia: uma avaliação no período de 1992 a 2007 com base na compartimentação em bacias hidrográficas. In: Encontro Nacional dos Geógrafos (ENG), 16, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AGB, 2010. Artigos, p.1-12. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=3601>>. Acesso em 02 ago. 2014.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. dos S.; SILVA, D. D. da. **Escoamento superficial**. 2. ed. Viçosa, UFV, 2004. 87p.

QUEIROZ, F. J.; PAULETTI, L. I.; SIQUEIRA, E. Q. Plano de monitoramento da qualidade da água da bacia do ribeirão Anicuns. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (SBRH), 19, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: ABRH, 2011. Artigos, p.1-13. Disponível em: <www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/d52c0bcc226c781c9b9964a5ef1009e_801e34f4b5cc1d3b1a68ad6774a02bda.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2014.

ROMÃO, P. de A. Modelagem de terreno com base na morfometria e em sondagens geotécnicas – região de Goiânia – GO. 2006. 166p. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SCARIOT, N.;PIRES, C. A. da F.; ROBAINA, L. E. Processos de riscos ambientais associados a desastres naturais no município de Santa Maria-RS. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada (SBGFA), 10, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Geo UERJ, 2003. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.3/223/223.htm>>. Acesso em: 25 out. 2014.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. Clima e recursos hídricos. In: Tucci, C. E. M.; Braga, B. (Orgs). Clima e recursos hídricos no Brasil. Porto Alegre: ABRH, 2003. cap. 1, p. 1 – 22.

TUCCI, C. E. M. Gestão de inundações urbanas. Porto Alegre: Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAezsAB/gestao-inundacoes-urbanas>>. Acesso em: 25 out. 2014