

GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO DIAGNÓSTICO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO GUARIBAS EM UBERLÂNDIA – MG

Erich Vectore Pavanin

Mestre em Geografia (2014) pelo Instituto de Geografia – UFU.
Bacharel em Geografia (2010) e Licenciado em Geografia (2011) pela Universidade Federal de Uberlândia.
Bolsista FAPEMIG de Iniciação Científica (2010-2012).
Graduado em Engenharia Civil (2016) pela Universidade de Uberaba - Uniube.
E-mail: <erich.vp@gmail.com>.

Maria Lígia Chuerubim

Professora Adjunta – Faculdade de Engenharia Civil – UFU.
Membro do Grupo de Pesquisa em Geotecnia, Transportes e Geociências - GEO2T.
Doutoranda em Engenharia de Transportes – Escola de Engenharia de São Carlos – EESC
da Universidade de São Paulo (USP).
Mestres em Ciências Cartográficas (2009) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas
da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/FCT.
Engenheira Cartógrafa (2006) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP/FCT.
E-mail: <marialigia@ufu.br>.

Bruno de Oliveira Lázaro

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) – UFU.
Bolsista de Iniciação Científica (2014) - Pró-Reitoria de Graduação da UFU.
E-mail: <brunodeoliveira38@hotmail.com>.

Luiz Nishiyama

Professor Associado II - Instituto de Geografia – UFU.
Doutorado em Geotecnia - Universidade de São Paulo, USP, Brasil
Mestrado em Geotecnia - Universidade de São Paulo, USP, Brasil
Especialização em Metodologia de Ensino de Geociências Em Nível Superior - UNICAMP, Brasil.
Graduação em Geologia - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil.
E-mail: <nishi@ufu.br>.

RESUMO

Este trabalho estabelece um diagnóstico do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, localizada em Uberlândia – MG, por meio da utilização e aplicação de geotecnologias e técnicas de geoprocessamento. A região de estudo se configura como uma área de grande influência para a expansão urbana no município de Uberlândia, o que evidencia a necessidade da elaboração de estudos acerca da dinâmica do uso e parcelamento do solo a fim de promover ferramentas importantes para o planejamento e infraestrutura urbana regional e sua concomitância com a preservação dos

recursos ambientais e populações existentes neste ecossistema. Neste aspecto, a utilização de geotecnologias desponta como um importante instrumento para a efetivação de políticas de gestão territorial e engenharia urbana e auxiliam na promoção do desenvolvimento urbano sustentável. Desta maneira, este trabalho utilizou imagens de satélite Quickbird, e os *softwares* livres Google Earth e SPRING com o intuito de promover uma análise da evolução do uso e ocupação do solo na área de drenagem do Córrego Guaribas, procurando relacionar este processo com outros parâmetros a fim de estabelecer escopos para melhorias na gestão territorial da região.

Palavras-chave: Engenharia urbana. Geotecnologias. Geoprocessamento. Uso e ocupação do solo. Bacia hidrográfica.

1 INTRODUÇÃO

Desde o começo da vida em sociedade e estabelecimento das primeiras civilizações organizadas, o homem apresentou como característica inata a capacidade de transformar o meio onde vive. Estas transformações se efetivavam a fim de satisfazer as necessidades físicas e naturais da espécie humana. Desta forma, o ser humano sempre promoveu modificações no meio ambiente, seja desmatando florestas, construindo casas e abrigos, plantando lavouras e pastagens, canalizando água, domesticando animais, etc.

Assim, observa-se que inicialmente o processo de transformação do ambiente natural em um ambiente antrópico foi impulsionado pela necessidade de sobrevivência humana. Todavia, ao longo do tempo, o homem passou a buscar também condições de conforto e comodidade, intencionando sempre promover a sua evolução como espécie e o desenvolvimento de seu ambiente de convívio e vivência.

Entre as principais transformações antrópicas promovidas sobre o ambiente natural, pode-se destacar o processo de urbanização e construção de cidades. A urbanização é um fenômeno de escala global e que promove modificações significativas nos ecossistemas naturais, gerando uma série de impactos que podem colocar em risco a integridade destes ambientes e suas populações.

Diante destas transformações, a preocupação com a preservação ambiental e planejamento urbano é consequência direta dos processos de expansão urbana e industrial vivenciados em todo o mundo. Historicamente, as aglomerações urbanas se desenvolveram sem levar em consideração os limites impostos pela utilização indevida dos recursos naturais disponíveis no meio em que se inserem. Desta forma, de maneira geral, a ocupação humana e evolução urbano-industrial se dá em primeira instância, desconsiderando as implicações que causam nos ecossistemas naturais (BRAGA, 2003).

No caso de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento como o Brasil, a discrepância entre a urbanização e preservação ambiental é ainda mais notória. Enraizado em problemas de ordem econômica, social e política, o processo de urbanização destes países demanda por profissionais cada vez mais capacitados a promover a concomitância entre desenvolvimento construtivo e gerenciamento ambiental (CASILHA; CASILHA, 2009).

Em se tratando do Brasil, o processo de urbanização experimentado pelo território nacional se deu de forma tardia e descentralizada quando comparado ao ocorrido em outros países ao redor do mundo. Assim, a urbanização brasileira se concretizou de maneira rápida e desorganizada, iniciando no final do século XIX, sendo intensificada a partir de 1920, o que resultou em uma grande concentração de pessoas vivendo em um espaço limitado nas grandes cidades, fato este que trouxe sérios problemas ao ambiente urbano (CARRIJO; BACCARO, 2000).

Neste aspecto, torna-se necessário a elaboração de estudos e análises que busquem auxiliar na gestão territorial brasileira. Tais estudos são utilizados pelos órgãos competentes como ferramentas de suporte à tomada de decisão por possibilitarem a relação de variados parâmetros de influenciam na dinâmica de uso e ocupação dos solos das cidades brasileiras (NOVO, 2011).

A elaboração destes estudos urbanos e ambientais pode ser promovida por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento. Com isto, é possível auxiliar de forma direta a elaboração de políticas e ações que visem garantir o desenvolvimento urbano sustentável das comunidades humanas no Brasil e

ao redor do planeta. Assim, com base nas tecnologias difundidas pelas Geociências (Cartografia, Topografia, Geodésia, Sensoriamento Remoto, entre outras), é possível produzir análises, diagnósticos, projetos, planos e políticas diretoras do espaço construído a fim de proporcionar a convergência entre urbanização, preservação e recuperação ambiental (BONHAM-CARTER, 1996; VITTE; KEINERT, 2009).

Neste cenário, o presente trabalho realiza um estudo de diagnóstico da evolução dos processos de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, localizada nos limites da área urbana do município de Uberlândia – MG. Esta bacia se configura como uma das principais micro bacias hidrográficas urbanas da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e experimenta, atualmente, uma série de problemas decorrentes da utilização do solo de sua área de drenagem para atividades domésticas, agrícolas e industriais.

Segundo Soares et al. (2009), os problemas ambientais urbanos das cidades brasileiras de médio grande porte dizem respeito tanto aos processos de construção da cidade, quanto às condições de vida da população que vive em áreas urbanas. Sendo assim, os processos de expansão e transformação urbana podem proporcionar baixa qualidade de vida a parcelas significativas da população, bem como impactos negativos ao meio ambiente em que estão inseridas.

Essa problemática também é evidenciada no município de Uberlândia, em especial na área de drenagem do Córrego Guaribas, onde se identifica a existência de políticas públicas insuficientes e que impossibilitam a implantação de ações integradas envolvendo os diversos setores da sociedade civil para garantir o desenvolvimento urbano sustentável da região. Esta ineficiência acarreta no uso e ocupação do solo de forma desordenada e inadequada, gerando impactos negativos tanto para com o ambiente como para sua população.

Por se tratar de uma área de drenagem de cursos d'água, a Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas possui Áreas de Preservação Permanente (APP) em seu território. Todavia, algumas das edificações existentes na bacia não respeitam as determinações da Resolução Nº 303/2002 do CONAMA, da Lei 4.771/1965 e da Lei Orgânica Municipal, que estabelecem, em conjunto:

[...] São consideradas áreas de preservação permanente na zona urbana as nascentes, as margens numa faixa de trinta metros e os cursos d'água dos córregos, ficando vedado o lançamento de afluentes domésticos e industriais em todo o seu percurso; os remanescentes de matas ciliares, capões de mata e buritizais; uma faixa de cinquenta metros de largura em ambas as faixas do Rio Uberabinha, em toda a sua extensão na zona urbana; e os parques, reservas, praças e demais logradouros públicos de valor ecológico, paisagístico e cultural (UBERLÂNDIA, 2010).

Na porção norte do perímetro urbano da bacia do córrego Guaribas compreende 4 bairros: Jardim Canaã, Jardim Holanda, Jardim das Palmeiras e Nova Uberlândia. Destes apenas o Jardim Canaã possui deficiências referentes a ausência de infraestrutura urbana básica (esgotamento sanitário, distribuição de água, coleta de resíduos sólidos, redes de iluminação elétrica, sistemas de tráfego e pavimentação asfáltica, etc.). O bairro Nova Uberlândia se destaca por ser um condomínio horizontal.

Desta forma, é necessário desenvolver mecanismos que possibilitem uma melhor eficiência na gestão do solo da área de drenagem da bacia, a fim de adequá-lo à necessidade de seus moradores, bem como conciliar a prática construtiva local com a oferta de qualidade de vida para o homem e preservação do meio ambiente.

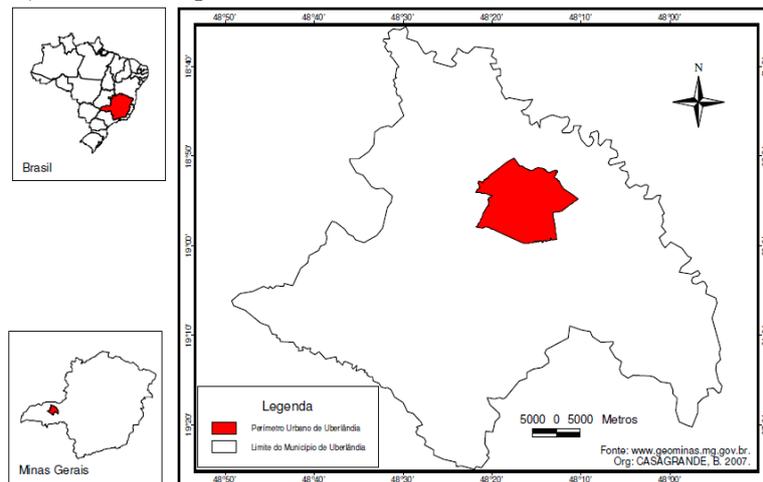
Portanto, este trabalho apresenta um diagnóstico do histórico da ocupação na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, com o objetivo de se elaborar as cartas de uso e ocupação do solo na bacia, referentes aos anos de 1979, 2007 e 2013. Por meio do estudo e análise dessas cartas, será possível definir como foi o processo de evolução da ocupação urbana realizada nessa bacia, identificando os possíveis agentes modificadores do espaço e os impactos destes para com os recursos naturais do local.

Salienta-se, por fim, que a Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas localiza-se em uma região de forte expansão urbana e também serve como fronteira entre os limites dos espaços urbanos e rurais dentro da área do município de Uberlândia. Portanto, a bacia torna-se um cenário ideal para o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem correlacionar a influência da morfologia espacial urbana e as mudanças estruturais do espaço de modo a oferecer para a administração pública municipal instrumentos para aprimorar a gestão territorial e promover o desenvolvimento urbano sustentável.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Uberlândia localiza-se no estado de Minas Gerais, na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, entre as coordenadas geográficas 18°33'59.00" e 19° 13'59.00" Sul, 47°02'59.00" e 48°49'59.00" Oeste (Figura 1). De acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o município conta com uma superfície de 4.115,09 km² de extensão e possui uma população de, aproximadamente, 646.673 habitantes (IBGE, 2014).

Figura 1 – Localização do Município de Uberlândia – MG

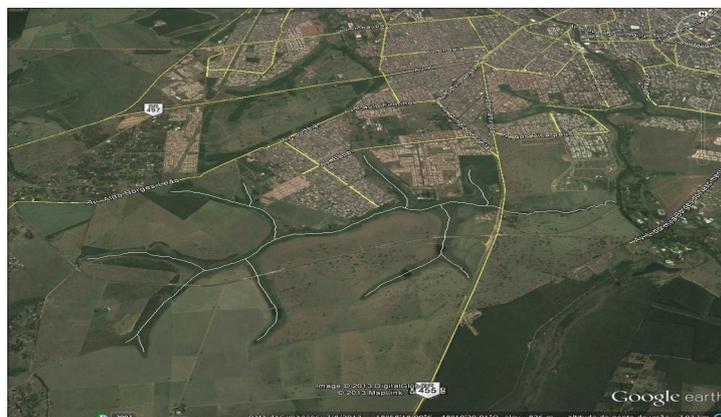


Fonte: Prefeitura de Uberlândia (2015).

Segundo a Prefeitura de Uberlândia (2015), da área total do município a área urbana ocupa apenas 219,00 km², enquanto os outros 3.896,09 km² restantes são ocupados por áreas rurais, dominadas principalmente pela pastagem e plantações de soja. Uberlândia é dividida em 05 Distritos: Uberlândia (Distrito sede), Cruzeiro dos Peixotos, Martinésia, Miraporanga e Tapuirama. O município faz divisa com os municípios de Araguari, Indianópolis, Monte Alegre de Minas, Prata, Tupaciguara, Uberaba e Veríssimo.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas está localizada na porção Sudoeste (SW) da área urbana do município de Uberlândia, Minas Gerais. Ela encontra-se compreendida na zona do Fuso 22, entre as coordenadas Geográficas 18°58'10,0" S – 48°17'35,48" O e 18°58'52,58" S – 48°21'16,04" O, apresentando uma área de aproximadamente 24,38 km², fazendo parte da margem esquerda do rio Uberabinha. O Córrego possui, ao todo, dez nascentes, sendo que três estão dentro do perímetro urbano e o restante está na zona rural do município (Figura 2).

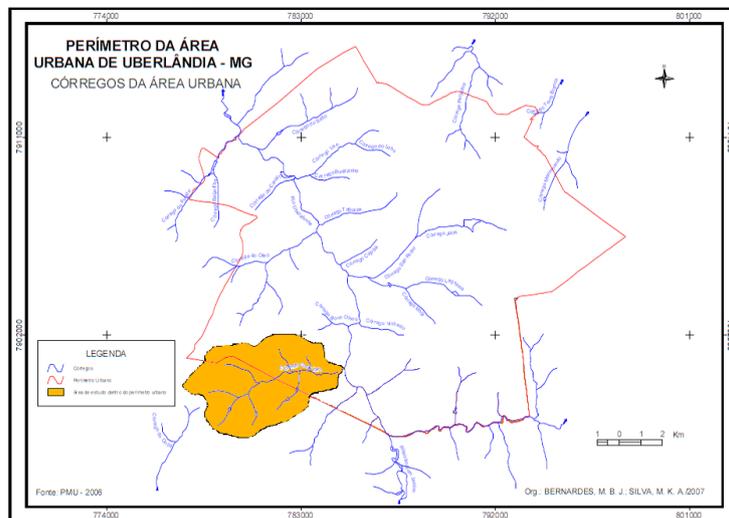
Figura 2 – Córrego Guaribas



Fonte: Pavanin e Chuerubim (2014).

De acordo com o zoneamento da Prefeitura Municipal de Uberlândia (2007), a Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas (Figura 3) abrange, além da zona rural do município, os bairros Jardim Canaã, Jardim Holanda, Jardim das Palmeiras II no setor Oeste e o bairro Nova Uberlândia, no setor Sul do município. A estimativa populacional desses bairros é de aproximadamente 12.600 habitantes.

Figura 3 – Localização da Bacia no perímetro urbano do município de Uberlândia



Fonte: Bernardes (2007) modificado por Pavanin (2014).

Segundo Moura (2002), a ocupação dos bairros abrangidos pelos limites da bacia se iniciou no final da década de 1980, com o intuito de promover a construção de moradias destinadas a população de baixa renda do município de Uberlândia. Atualmente, a Bacia do Córrego das Guaribas é caracterizada pela expansão dos loteamentos populacionais do programa governamental “Minha Casa, Minha Vida” (Figura 4) e por possuir grandes vazios demográficos destinados à agropecuária (Figura 5).

Figura 4 – Programa “Minha Casa, Minha Vida” no Bairro Jardim Canaã



Fonte: Pavanin (2014).

Figura 5 – Área de pecuária e pastagens próximo ao Bairro Jardim Canaã



Fonte: Pavanin (2014).

Em 2006, foi criado próximo ao médio curso do Córrego Guaribas o loteamento Jardim das Palmeiras II pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, em resposta ao Programa de Arrendamento Residencial (PAR). Foram construídas 500 unidades habitacionais, que começaram a ser habitadas em 2008.

Na área rural, a bacia abrange quatro fazendas, sendo três de grande porte, destinadas à agricultura e pastagem, e outra de menor porte destinada à criação de frangos. Na região também encontram-se instaladas algumas pequenas propriedades rurais de cultivo familiar de hortaliças e rebanho leiteiro para consumo interno.

3 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho se desenvolveu em duas etapas distintas que foram, posteriormente, correlacionadas. Estas etapas se configuraram como sendo Estudos de Campo e Estudos de Geoprocessamento, conforme explicado a seguir.

Os estudos de campo se configuraram como sendo a parte inicial deste trabalho. Nesta etapa, foram empreendidas visitas técnicas e percursos de campo na área de drenagem do Córrego Guariba com o objetivo de verificar visualmente, *in loco*, as condições de uso e ocupação do solo local.

As visitas foram empreendidas, sempre que possível, concomitantes ao rastreamento dos percursos e georreferenciamento dos mesmos por meio da utilização de plataformas GPS (*Global Positioning System*). Assim, foi possível acompanhar o avanço geoespacial do trabalho e assegurar que o mesmo contemplasse a totalidade do ambiente da bacia.

Esta etapa resultou na obtenção de documentos fotográficos e relatórios atuais acerca da dinâmica urbanística e realidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas. Posteriormente, estes dados seriam correlacionados com os resultados obtidos na segunda etapa do trabalho por meio do processo denominado Álgebra de Mapas (ou Análise de Multicritérios).

Os estudos de laboratório, por sua vez, se configuraram como sendo a segunda parte das atividades deste trabalho. Nesta etapa, limitou-se a atuação dos autores e sua equipe às ações de geoprocessamento de dados em laboratórios especializados dentro das dependências do Instituto de Geografia (IGUFU) e da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Primeiramente, precisou-se delimitar a área de drenagem da Bacia do Córrego Guaribas. Para isto, foram utilizadas cartas topográficas editadas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicação. As cartas encontram-se documentadas sob os índices MI-2488/1-NE e MI-2451/3-SE Uberlândia, e foram produzidas na escala 1:25000 e, atualmente, estão disponíveis em

meio digital pelo Instituto de Geografia da UFU. Dessa forma, por meio da análise das curvas de nível das referidas cartas e com o auxílio do *software* livre SPRING, disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), delimitou-se a área de drenagem referente à Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas (Figura 6).

Figura 6 – Delimitação da Bacia Hidrográfica do Córrego das Guaribas



Fonte: Pavanin e Chuerubim (2014).

Após esta fase, decidiu-se que seriam elaborados mapas de uso e ocupação do solo da área da Bacia do Córrego Guaribas em três épocas distintas: 1979, 2007 e 2013. O mapa referente à primeira época já havia sido produzido em outros trabalhos e encontrava-se à disposição para consulta e utilização em meio digitalizado. Já para as outras épocas, determinou-se que seriam utilizadas imagens de satélite obtidas por meio do *software* Google Earth, versão Profissional.

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo dos anos de 2007 e 2013, foram utilizadas uma grande quantidade de imagens de vários satélites. Para isto, utilizou-se o *software* livre Google Earth, versão Profissional e seus recursos de captura de imagens e séries históricas de fotografias aéreas.

A metodologia para a caracterização e mapeamento de categorias de uso do solo baseou-se em Rosa (2005), que define as seguintes etapas:

- ◆ Elaboração de um mapa base que contenha os limites da área de estudo, drenagem, coordenadas, rodovias, etc.;
- ◆ Elaboração de uma chave de fotointerpretação;
- ◆ Interpretação visual preliminar das imagens, podendo assim estabelecer uma associação entre o que se identificou nas imagens, com as correspondentes unidades existentes no terreno.

Com a aplicação desta metodologia, estabeleceu-se parâmetros para categorizar as classes de uso e ocupação do solo local, mediante a correlação entre estes parâmetros e o banco de dados de imagens de satélite obtidos via Google Earth. A correlação destes dados se deu mediante, novamente, a utilização da plataforma SPRING para obtenção de uma interface digitalizada e infográfica dos mapas temáticos estabelecidos.

Assim, em posse dos mapas de uso e ocupação do solo desenvolvidos e da documentação fotográfica atualizada da região, foi possível aplicar o processo de Análise de Multicritérios (ou Álgebra de Mapas). Este processo foi fundamental para cruzar os resultados obtidos e elaborar um diagnóstico final, preciso e completo da situação de uso e ocupação do solo e suas implicações na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas.

O termo Álgebra de mapas foi popularizado a partir do livro “Geographic Information System and Cartographic Modeling” (Tomlin, 1990). Esta foi a primeira abordagem em que se buscou explorar de uma maneira formal as propriedades dos dados representados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), usualmente representados por mapas.

De acordo com Tomlim (1990), o processo de Álgebra de Mapas (também conhecido como Análise de Multicritérios) pode ser entendido como a técnica na qual dados referentes a um determinado agente ou campo geográfico, representados sob a forma de diferentes variáveis e parâmetros, podem ser correlacionados por meio de instrumentos matemáticos e algébricos. Esta correlação gera como produto final uma sequência de mapas temáticos, tabelas, gráficos e outros instrumentos de interpretação visual que sintetizam a correlação entre os critérios que formam o SIG analisado (Figura 7).

Figura 7 – Hierarquia básica da Análise de Multicritérios ou Álgebra de Mapas



Fonte: Autores (2016).

Desta maneira, por fim, aplicou-se o processo de Análise de Multicritérios para realizar o diagnóstico final da evolução do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em Uberlândia – MG. Os resultados obtidos por meio da metodologia exposta encontram-se na subseção a seguir.

3.2 CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, foi preciso determinar alguns parâmetros de classificação. Desta maneira, foi proposta a seguinte categorização (Tabela 1):

Tabela 1 – Classes de uso e ocupação do solo

Classes de uso e ocupação do solo	
CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Vereda	Mata ciliar, floresta, vegetação arbórea, campos
Cerrado	Vegetação natural do ambiente, espécies nativas
Estradas	Rodovias (BR 455) e associações de transporte
Solo exposto	Solo erodido, desmatado, voçorocas e ravinas
Pastagem	Vegetação rasteira e destinada à criação de gado
Culturas	Zona destinada à agricultura (doméstica e/ou comercial)
Zona Urbana	Áreas domésticas e ocupadas por edificações
Chacreamento	Regiões domésticas rurais destinadas ao lazer e recreação em chácaras
Represa	Zona de domínio hidráulico, lagos, açudes, barragens de pequeno porte

3.3 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

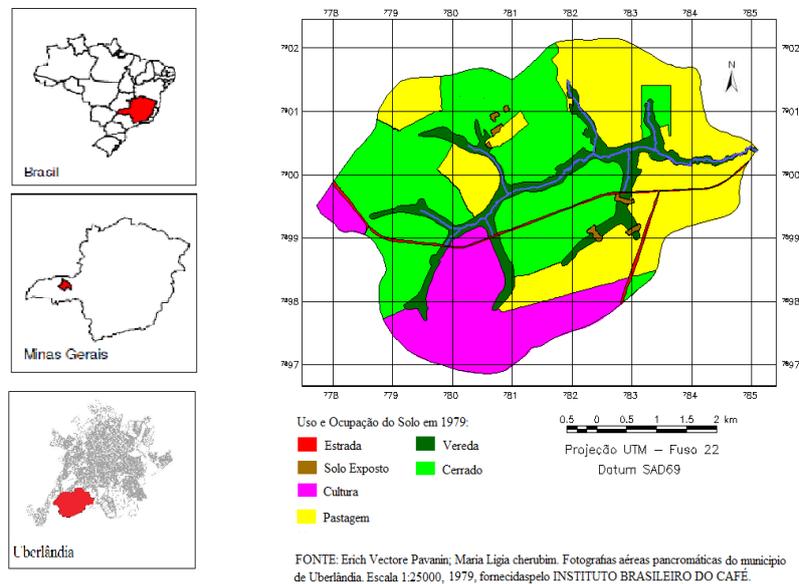
A fotointerpretação e manipulação das cartas e imagens de séries históricas, bem como análise de mapas e cartas anteriormente feitas, possibilitou a identificação e o mapeamento de uso e ocupação do solo da bacia para o ano de 1979, conforme visto na Figura 8.

No ano de 1979, foi possível se notar que, quase a metade da área total da bacia do Córrego Guaribas se encontrava com vegetação nativa do cerrado, sendo este, portanto, o uso predominante de seu solo, seguidas pelas áreas destinadas a pastagem e agricultura. Portanto, em 1979, verifica-se um aparente equilíbrio na distribuição da área ocupada pela vegetação natural e as atividades antrópicas.

Posteriormente, com base em novas fotointerpretações e análises de outras imagens de satélite de séries históricas referentes ao ano de 2007, elaborou-se o mapeamento de uso e ocupação do solo da bacia para esta época (Figura 9). Nele, é possível identificar o surgimento de três novas classes de uso e ocupação do solo, quando comparado com 1979: área urbana, chacreamento e represas.

Figura 8 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em 1979

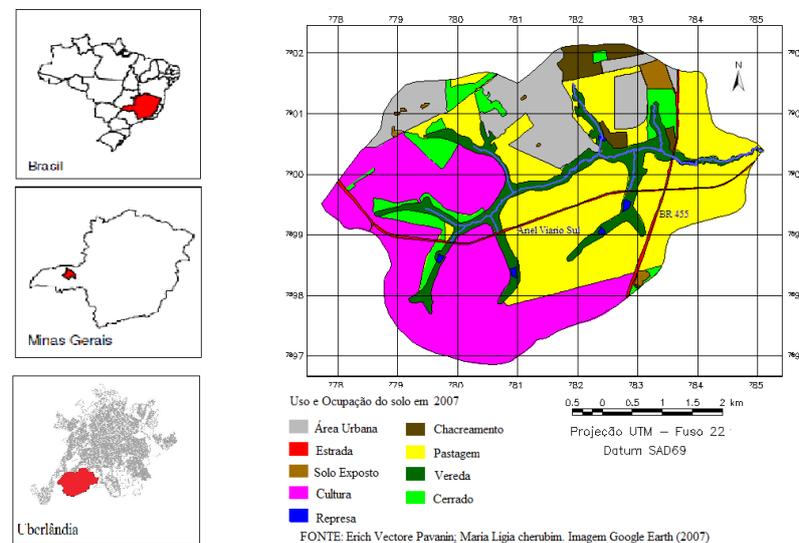
Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Guaibas em 1979



Fonte: Pavanin e Chuerubim (2014).

Figura 9 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em 2007

Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Guaibas em 2007



Fonte: Pavanin e Chuerubim (2014).

Por fim, para o ano de 2013, um novo processamento de imagens de satélite revelou que foram mantidas as nove classes identificadas em 2007. Todavia, foi possível observar, a partir das imagens de satélite do *software* Google Earth (o que fora confirmado, também, pelas visitas de campo efetuadas) a ocorrência de mudanças significativas na paisagem local, sendo uma das mais marcantes a substituição de áreas anteriormente utilizadas em atividades agrícolas para a função de pastagem. Além disso, identificou-se uma ampliação da área urbana, que passou a ocupar, praticamente, todo o solo que era classificado como exposto. O mapa de uso e ocupação do solo da bacia para o ano de 2013 encontra-se representado na Figura 10.

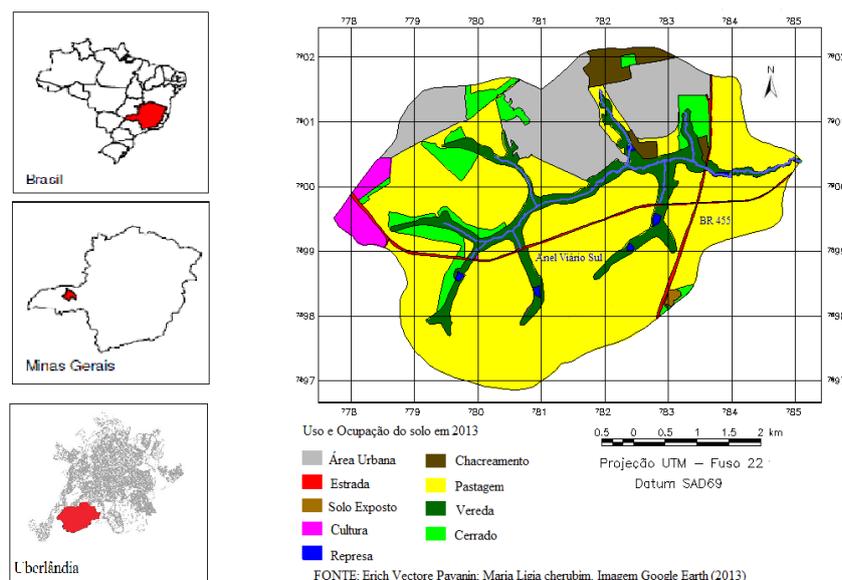
Com base no mapa, observa-se que as áreas de pastagem apresentam a maior porcentagem de área ocupada no limite da bacia, algo em torno de ente 2/3 da área que se encontra no limite da bacia, caracterizando este, portanto, como o principal uso do solo local. O segundo uso que mais se destaca é o que representa a área urbana do município, com 16,6 % das áreas ocupadas no limite da bacia.

Com relação a vereda, foi possível observar que em 2013, ainda se encontrava parcialmente preservada mantendo, na prática, os mesmos valores de uso e ocupação dos solos identificados no ano de 1979. De um modo geral, no médio curso do córrego, as áreas de vereda representam uma parcela modesta do uso e ocupação do solo da bacia, totalizando apenas 1/10 de sua área ocupada.

Apesar disso, as áreas que ainda apresentam remanescentes da vegetação natural de cerrado se encontram em situação preocupante, representando apenas 6% da área total do limite da bacia.

Figura 10 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em 2013

Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Córrego Guaibas em 2013



Fonte: Pavanin e Chuerubim (2014).

3.4 ANÁLISE DE MULTICRITÉRIOS E INTERPRETAÇÃO NUMÉRICA DOS RESULTADOS

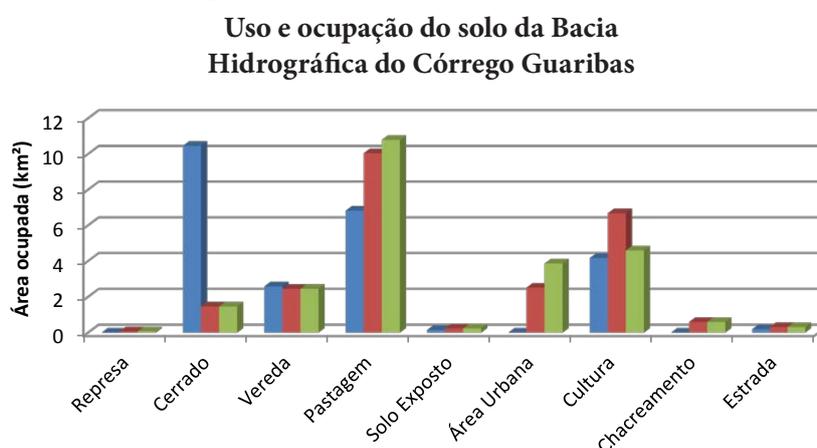
Baseando-se nos mapas de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, foi possível aplicar a metodologia de Álgebra de Mapas (ou Análise de Multicritérios) para diagnosticar e compreender fenômenos associados à evolução do processo de uso e ocupação do solo local. Desta forma, primeiramente, elaborou-se um gráfico comparativo da área ocupada pelas classes de utilização de solo nas três épocas distintas analisadas. Os resultados encontram-se na Tabela 2 e na Figura 11.

A Figura 11 representa a evolução de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas ao longo das três épocas de estudo estabelecidas. Desta maneira, os valores da Série 1 representam as taxas de ocupação do solo local referentes ao ano de 1979. Os da Série 2 representam os valores encontrados no ano de 2007 e, por fim, os da Série 3 apresentam os valores para o ano de 2013.

Tabela 2 – Evolução numérica do uso e ocupação do solo

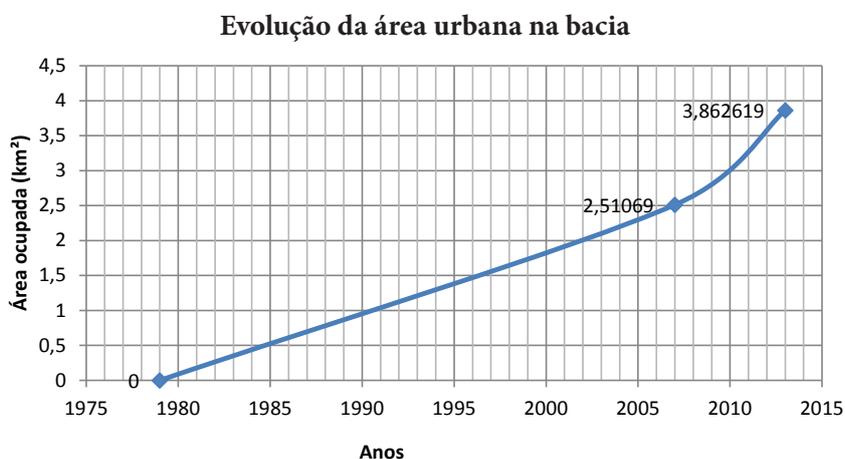
Classe de utilização do solo da Bacia	Área Ocupada – 1979 (km ²)	Área Ocupada – 2007 (km ²)	Área Ocupada – 2013 (km ²)
Represa	0	0,075735	0,075735
Cerrado	10,45715	1,46254	1,458442
Vereda	2,58382	2,446530	2,446530
Pastagem	6,82518	10,04277	10,789876
Solo Exposto	0,14625	0,243762	0,238272
Área Urbana	0	2,51069	3,862619
Cultura	4,16824	6,67893	4,594660
Chacreamento	0	0,597524	0,597524
Estrada	0,19501	0,31688	0,311992
Área total das classes	24,375648	24,375648	24,375648

Figura 11 – Gráfico de uso e ocupação do solo da bacia ao longo dos anos



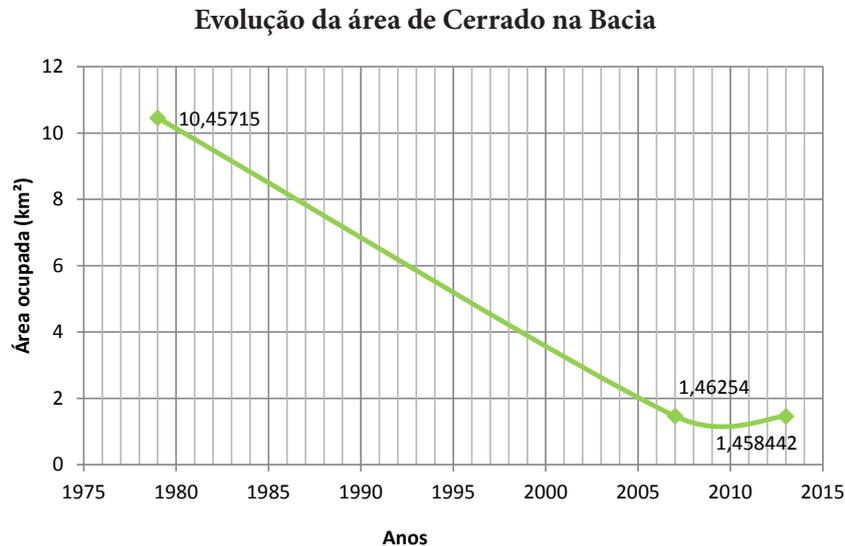
Analisando-se o gráfico, torna-se evidente que na área de drenagem do Córrego Guaribas houve um intenso processo de expansão urbana frente à manutenção e preservação do ecossistema local. A partir do ano de 1979, o avanço de zonas urbanas e edificações domésticas na região se fez mais intenso, de modo a contemplar uma tendência linear até o ano de 2007 e, a partir deste, assegurar-se com um crescimento exponencial suave até os dias de hoje, conforme pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 – Evolução da área urbana na Bacia do Córrego Guaribas



O aumento gradativo da ocupação urbana regional implicou, de modo geral, numa tendência de redução também gradativa das áreas ocupadas por Cerrado e vegetação nativa (Figura 13). De fato, a urbanização local só se tornou possível mediante a promoção de práticas de desmatamento, regularização de relevo, exposição e revólvo de solo, impermeabilização etc. Assim, estas ações antrópicas ocasionaram intensos impactos ambientais na região.

Figura 13 – Evolução da área de Cerrado na Bacia do Córrego Guaribas



3.5 IMPACTOS DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

No âmbito dos impactos anteriormente citados, pode-se destacar os processos de desmatamento, perda de cobertura vegetal, desertificação, exposição de solo como aqueles que mais interferem na dinâmica geomorfológica local. Tais impactos influenciam na configuração do relevo da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas de forma a proporcionar condições favoráveis à ocorrência de erosão e desprendimento de massas de solo e rochas na região, caracterizando assim áreas de intensa instabilidade geotécnica.

Ainda dentro destes impactos, o avanço da urbanização local pode provocar problemas no curso d'água do Córrego Guaribas e sua área de drenagem. Entre estes problemas, destacam-se os processos de lixiviação de nutrientes do solo, assoreamento de rios, perda de vazão hídrica e contaminação de recursos hídricos superficiais por elementos externos, patológicos e poluentes.

Neste contexto, torna-se urgente a elaboração de políticas e ações que visem melhorar a gestão territorial da área de drenagem do Córrego Guaribas. Por meio destas ações, é possível promover o amparo ao processo de administração das práticas de uso e ocupação do solo local a fim de minimizar os impactos causados pela ação antrópica de expansão urbana (LÁZARO; FURTADO; CHUERUBIM, 2015).

Tais ações e políticas se tornam necessárias devido ao fato de que a expansão urbana da região se apresenta, atualmente, com forte tendência a se perpetuar ao longo dos anos e até mesmo se intensificar (conforme fora apresentado nos gráficos anteriores). Assim, espera-se que, com o passar do tempo, caso não haja melhores táticas de gestão territorial, a área de drenagem do Córrego Guaribas esteja ocupada por edificações urbanas, e com reduzias regiões de mata ciliar e nativa.

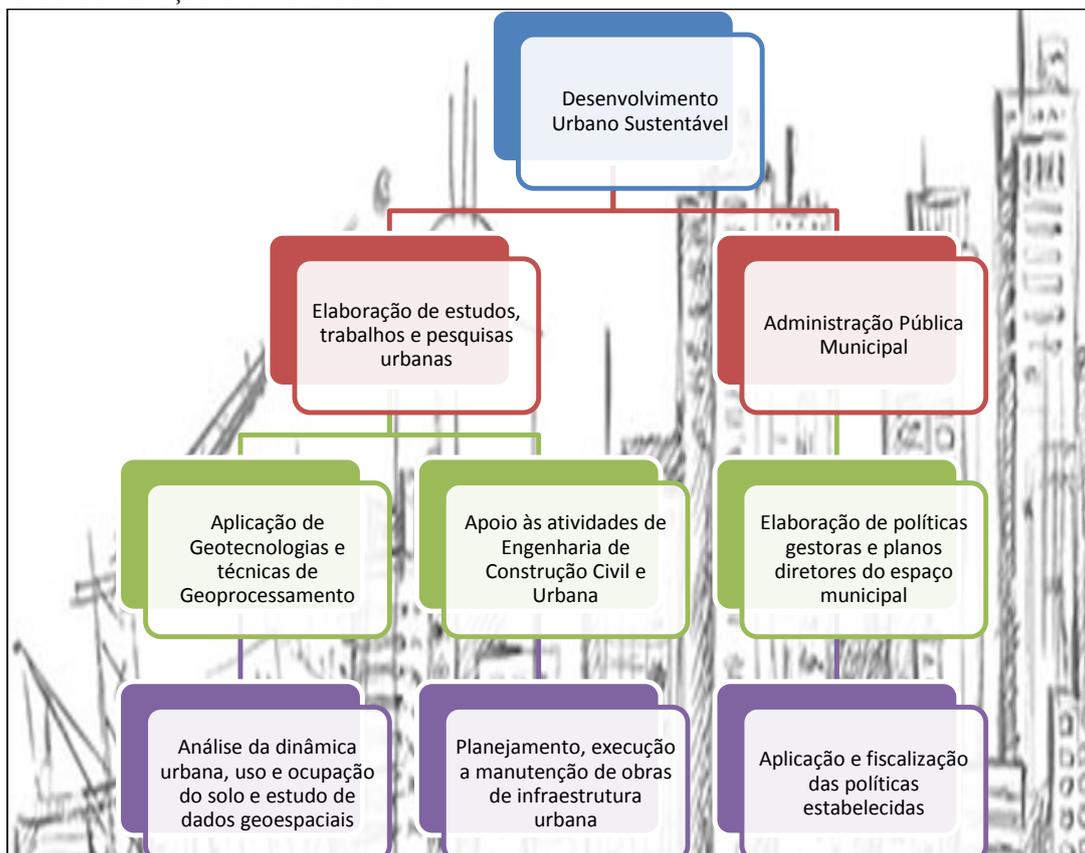
O avanço dessa frente de urbanização não é compatível com os investimentos disponíveis em infraestrutura urbana, aplicados pela administração pública municipal de Uberlândia. Para se garantir o pleno desenvolvimento construtivo da região, é necessário a elaboração de planos diretores mais eficientes, bem como a readequação das redes de distribuição de água e coleta de esgoto, sistemas de transporte e redes de pavimentação, moradias, instalações elétricas e edifícios destinados a saúde, educação, recreação e lazer.

Portanto, deve-se atentar ao atendimento das determinações do CONAMA e da Lei Orgânica Municipal de Uberlândia a fim de promover a urbanização local levando em consideração a preserva-

ção das APPs e zonas de manancial e mata nativa. Com isto, pode-se esperar que haja uma concomitância entre o desenvolvimento urbano, a qualidade de vida da população e a manutenção dos recursos ambientais locais.

De forma simplificada, a Figura 14 esquematiza o fluxo de atividades que podem ser empreendidos para se auxiliar no processo de tomada de decisão por parte dos órgãos públicos competentes e buscar o desenvolvimento urbano e social sustentável da bacia.

Figura 14 – Fluxo de atividades para desenvolvimento urbano sustentável dentro da prática da Engenharia de Construção Civil e Urbana



4 CONCLUSÕES

A utilização de Geotecnologias, como no caso deste trabalho com Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento, contribuem para que se possa identificar, caracterizar e mapear diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Nesta perspectiva, a adoção de uma bacia hidrográfica como unidade de planejamento permite correlacionar diferentes variáveis ambientais e antrópicas, o que possibilita avaliar de forma qualitativa e quantitativa a dinâmica urbana e ambiental de áreas importantes dentro dos municípios.

Ainda dentro desta perspectiva, nota-se que a utilização de Geotecnologias se configura, atualmente, como um instrumento de extrema importância para o processo de tomada de decisão dentro do âmbito da administração pública territorial. Neste aspecto, as Geotecnologias proporcionam ferramentas para a análise geoespacial detalhada de parâmetros importantes para o desenvolvimento de projetos e obras de Engenharia de Construção Civil e Urbana que impactam diretamente no traçado e dinâmica das cidades brasileiras e suas populações.

No caso da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas em Uberlândia – MG, ao longo de 34 anos, período compreendido para o estudo realizado, foi possível constatar o quanto a ação humana, ali empreendida de modo desordenado e sem regulamentação, pode impactar negativamente o ambiente.

No caso da região de estudo, diagnosticou-se que ela está em um processo de degradação, assim como a maioria dos demais cursos d'água do município de Uberlândia, devido principalmente à falta de gerenciamento do processo de uso e ocupação de seu solo.

Com esta análise, evidenciou-se a necessidade da realização de trabalhos futuros a fim de monitorar a situação urbana e ambiental da bacia. Estes trabalhos podem possibilitar a amenização ou retardo dos processos de degradação das nascentes e corpos d'água localizados, em especial, nas zonas urbanas.

Com este estudo, para a região do Córrego Guaribas, verificou-se que durante o período de 1979 a 2007, a vegetação nativa do cerrado foi substituída por atividades agrícolas e pela expansão da área urbana do Município, caracterizada pela presença de construções de caráter popular, bem como de condomínios fechados horizontais. De 2007 a 2013 a única mudança relevante foi o fato de que grande parte das áreas voltadas para a agricultura terem sido substituídas pelas atividades pecuárias.

Além disso, diagnosticou-se também que as áreas de veredas encontram-se minimamente preservadas, fato que se verifica com a ocupação irregular das áreas de APP com pastagens e áreas urbana assentadas de maneira clandestina. Quanto às áreas de vegetação natural, estas se encontram em alto estágio de degradação, identificadas por alguns fragmentos isolados entre si por áreas urbanas ou de pastagem.

Portanto, este trabalho diagnosticou que a Baca Hidrográfica do Córrego Guaribas encontra-se, atualmente, com sérios problemas ambientais e de infraestrutura urbana, sendo a maior parte deles ocasionados, de forma direta ou indireta, pelos processos indevidos de uso e ocupação do solo local. Torna-se, por fim, necessário a elaboração de políticas e ações regulamentadoras de uso e ocupação do solo da região por parte dos órgãos competentes, pautadas na prática consciente da Engenharia de Construção Civil e Urbana, para se garantir o desenvolvimento urbano sustentável da área de drenagem do Córrego Guaribas, bem como a qualidade de vida de seus habitantes e a preservação ambiental e dos recursos naturais disponíveis nos ecossistemas ali instalados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, M. B. J. *Bacia Hidrográfica de Rio Uberabinha: A Disponibilidade de Água e o Uso do Solo sob a Perspectiva da Educação Ambiental*. 2007. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufu.br/tde_arquivos/MBJBernardesTES01PRT.pdf>. Acesso em: 31 out. 2011.

BONHAM-CARTER, G. F. *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS*. Ottawa: Pergamon. 398 p, 199612.

BRAGA, R. *Planejamento urbano e recursos hídricos*. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal-IGCE – UNESP. 2003. p. 113-127.

BRASIL. *Resolução CONAMA N° 303*, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso: abr. 2016.

CASILHA, G. A., CASILHA, S. A. *Planejamento Urbano e meio ambiente*. Curitiba: IESDE Brasil S. A., 2009. 176p. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~felipe/Livro%20Planejamento.pdf>>. Acesso: abr. 2016.

CARRIJO, B. R., BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, n. 1, v. 2, p. 70- 83, dez. 2000.

LÁZARO, B. O., FURTADO, D. B., CHUERUBIM, M. L. Álgebra de Mapas e Planejamento Urbano: Estudo do potencial de percolação de poluentes no solo de bacias hidrográficas urbanas. In: 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia de Uberaba. Universidade de Uberaba – UNIUBE. Nov. 2015.

GOOGLE EARTH. 2012. *Imagens GEOEYE da região da Bacia do Córrego Barbosa localiza na cidade de Uberlândia-MG referentes ao ano de 2011*.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2012. *Spring*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/>>. Acesso em: mar. 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo demográfico 2013*. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: mar. 2014.

- MOURA, G. G. *Imagens e representações da periferia de Uberlândia (MG): um estudo de caso do setor Oeste*. Dissertação (Mestrado) 284 fls. Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.
- NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4ª.ed. São Paulo: Blucher, 2011. 387 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. *Secretaria de Planejamento Urbano. Mapas de Uberlândia*. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/secretariapagina/56/134/mapas_de_uberlandia.html>. Acesso: Out. 2015.
- PAVANIN, E. V. *Impacto da expansão urbana sobre a bacia do córrego das Guaribas, setor sudoeste da cidade de Uberlândia – MG: uma análise de sua vulnerabilidade ambiental*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia. Uberlândia, 2014.
- PAVANIN, E. V.; CHUERUBIM, M. L. *Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Guaribas no município de Uberlândia-MG*. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV Expositiva, 2014, Gramado.
- ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*, 16 (2005) 81-90. Disponível em: <<http://www.doaj.org/doi/func=abstractid=1074436>>. Acesso: Set. 2012.
- SOARES, A. M.; CUNHA, D. A. I.; DANTAS, G. D.; OLIVEIRA, H. L. P. Bacia Hidrográfica do Córrego Lagoinha, Uberlândia-MG: desafios do planejamento urbano. In: *Revista da Católica*, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 103-115, 2009a. Disponível em: <www.catolicaonline.com.br/revistadacatolica>. Acesso: jun. 2012.
- TOMLIM, D. *Geographic Information System and Cartographic Modeling*. Prentice Hall, New York, 1990.
- UBERLÂNDIA. *Lei Orgânica do Município de Uberlândia – Minas Gerais*. 9ª Ed. Outubro de 2010. Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/4256.pdf>. Acesso: abr. 2016.
- VITTE, C. C. S.; KEINERT, T. M. M. *Qualidade de vida, planejamento e gestão urbana*. 1ª. ed. Bertrand Brasil, 2009. 312 p.

ABSTRACT

This work establishes a diagnosis of land use and land occupation of the Hydrographic Basin of Guaribas Stream located in Uberlândia - MG, through the use and application of geotechnology and GIS techniques. The study area is configured as an area of great influence to the urban expansion in Uberlândia city, so it is necessary to conduct studies on the dynamics of use and installment of its soil to promote important tools for infrastructure planning regional urban and its concurrence with the preservation of environmental resources and existing populations in this ecosystem. In this sense, the use of geotechnology emerging as an important tool for effective land management policies and urban engineering and contributes in promoting sustainable urban development. Thus, this study used Quickbird satellite images, and Google Earth free software and SPRING in order to promote an analysis of the evolution of the use and occupation of land in the catchment area of howlers Stream, trying to relate this process with other parameters in order to establish scopes for improvement in land management in the region.

Keywords: Urban Engineering. Geotechnologies. Geo-processing. Land use and occupation. Water basin.