

Análise da expansão urbana e impactos ambientais no município de Goiânia-GO

Eliete Gonçalves da Silva
Gisele Andreia Rodrigues da Silva
João Paulo Magna Júnior
Giovanni de Araújo Boggione

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás - IFGGO
Rua 75, nº 46, Centro – 74055- 110 – Goiânia - GO, Brasil
elietesilva25@hotmail.com
gisele.andreia@hotmail.com
{joao.paulo, giovanni.boggione}@ifg.edu.br

Abstract. The disorderly municipalities growth can cause impacts in the urban infrastructure and in the environment. To follow the urban area evolution is essential to quantify the impacts that can degrade the environment mainly the water sources, springs and areas of environmental preservation. The orbital images has a great potential in this sense, it become possible the temporal analysis and features identification. The Google Earth Pro provides free images in several epoch of acquisition. So, in the present research, images of the Google Earth Pro from 2004 and 2014 were used to follow the Goiânia urban zone growing and measure the environmental impacts along of the water flows, conservation units and springs at the urban area. By using geoprocessing tools it was possible to identify the west region as the one of most growing at the urbanization process and to measure the environmental impacts due the irregular occupation. Two methodologies were used to identify the urban growth: the generation of growth vectors with visual inspection after the digitalization of the urban perimeter; and the computation of areas to each quadrant. By the analysis was checked that 53% of the permanent preservation areas of the Ribeirão Anicuns has irregular building in the west region, as so as 45% of the Ribeirão Anicuns watershed. By in loco visitation was possible verify the dump of industrial and domestic Waste, pollution, erosion, sanitary sewage, uncharacterized vegetation, waste, etc.

Palavras-chave: urbanism, environmental impacts, geoprocessing, digital image processing, urbanismo, impactos ambientais, geoprocessamento, processamento de imagem digital.

1. Introdução

Nas ultimas décadas o crescimento urbano tem se dado de forma acelerada e desordenada, gerando sérios problemas ao meio ambiente. O crescimento desordenado das cidades, aliado à dificuldade da população de baixa renda para a aquisição da moradia tem contribuído para a constante ocupação de áreas inadequadas à urbanização por meio da invasão de terrenos e consequente ocupação de áreas de proteção ambiental, encostas dos morros, fundos de vales, dentre outros. Essas ocupações muitas vezes eliminam matas ciliares, lançam esgoto sem tratamento em cursos d'água, dentre outros impactos que contribuem para a destruição dos recursos naturais, em particular, córregos e áreas verdes.

A capital Goiânia, idealizada em 1933 e planejada inicialmente para 50 mil habitantes, já contava entre os anos de 40 e 50 com mais de 53 mil habitantes, com aproximadamente 40 mil pessoas (cerca de 75% da população) vivendo em território urbano (SEMDUS, 2013). Atualmente, de acordo com o Censo do IBGE de 2010, Goiânia conta com 1.302.001 habitantes, sendo que 1.297.155 habitantes residem em área urbana (cerca de 99,6 %) da população. O crescimento da população urbana muito além do planejado trouxe consequências sociais, econômicas e, principalmente ambientais para o município.

Dessa forma, se torna relevante um estudo que identifique as regiões de maior crescimento urbano e monitore as condições ambientais dessas regiões, auxiliando na fiscalização e na sustentabilidade do meio ambiente na cidade.

Os problemas causados pela expansão urbana desordenada das cidades podem ser acompanhados utilizando técnicas de Geoprocessamento, sobretudo no que se refere ao uso de imagens aéreas ou orbitais e à aplicação de técnicas de processamento digital de imagens e

Sensoriamento Remoto. Utilizando tais recursos é possível avaliar, por exemplo, o sentido de crescimento da área urbana, identificar e mensurar os impactos ambientais decorrentes desse avanço. Dessa forma, se torna possível auxiliar os gestores nas tomadas de decisões em relação ao meio ambiente, planejamento estratégico para cadastros técnicos urbanos, dentre inúmeras outras situações.

Silva; Ferreira e Boggione (2005) utilizaram técnicas de Geoprocessamento para identificar a área de maior crescimento do município de Goiânia, traçando automaticamente vetores de crescimento entre o ponto central e o perímetro urbano. Realizaram uma análise temporal identificando a região onde predominou o maior avanço da área urbana até o ano de 2005.

Este trabalho tem por objetivo identificar a região de maior crescimento da área urbanizada de Goiânia durante uma década (2004 a 2014) e verificar alguns impactos ambientais causados pela expansão urbana, com o auxílio de imagens disponibilizadas pelo Google Earth Pro.

2. Metodologia de Trabalho

No desenvolvimento desse trabalho foram utilizados os seguintes materiais e programas: Mapa Urbano Digital de Goiânia (MUBDG) versão 25, com seus dados vetoriais; lista das Unidades de Conservação de Goiânia, com sua localização; imagens disponibilizadas por meio do aplicativo Google Earth Pro para os anos de 2004 e 2014 cobrindo toda a área do município de Goiânia e ArcGis versão 10.

O método utilizado para a avaliação do crescimento da zona urbana de Goiânia foi dividido em 3 etapas conforme é apresentado no fluxograma (Figura 1).

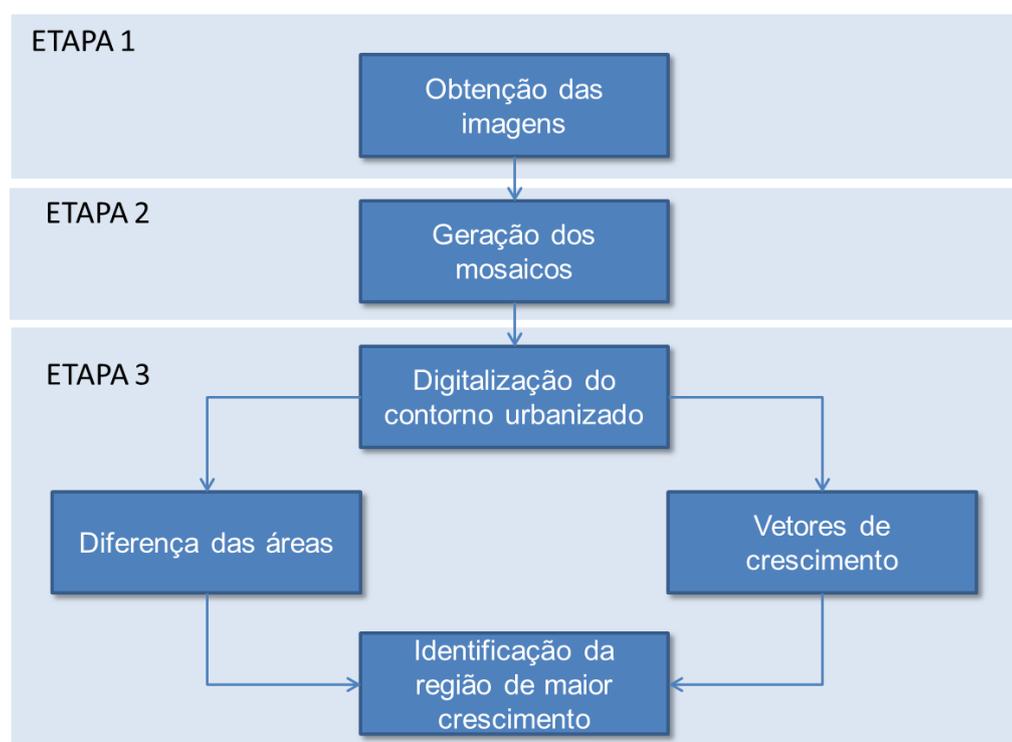


Figura 1 – Etapas para avaliação do crescimento da zona urbana

As imagens utilizadas foram obtidas por meio do aplicativo Google Earth Pro e contemplam uma avaliação de uma década, sendo avaliados os anos de 2004 e 2014. Para se definir as imagens que deveriam ser obtidas foi utilizado o contorno do município de Goiânia

disponível no MUBDG 25 como referência. Foram obtidas 80 imagens para cada ano, totalizando 160 imagens com resolução de tela de 4800 x 2718 pixels e altitude de 6 km.

As imagens obtidas foram georreferenciadas ao *World Geodetic System of 1984* (WGS84), na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM). Para tanto, foram coletados pontos de controle com coordenadas obtidas no Google Earth Pro. Um total de 800 pontos de controle foram coletados, sendo 5 pontos para cada uma das 160 imagens.

Com as imagens georreferenciadas foram montados dois mosaicos, um para cada ano, 2004 e 2014, de forma que se pudesse trabalhar com uma imagem contínua em cada época.

Na identificação da direção de maior crescimento urbano, realizou-se a digitalização de forma manual do perímetro urbano da cidade, gerando assim dois polígonos, um para o ano de 2004 e outro para 2014. Para avaliar setorialmente o crescimento, o perímetro urbano foi dividido em quatro quadrantes a partir de um ponto definido no centro da região urbanizada com coordenadas E = 682524,341 m e N = 8156750,651 (SIRGAS2000 – Projeção UTM – Fuso 22S). Dessa forma, foram definidas as regiões Norte, Leste, Sul e Oeste.

A quantificação do crescimento da zona urbana foi realizada de duas maneiras:

1. Pela geração de vetores de crescimento e diferença de comprimento entre vetores; e
2. Pela comparação das áreas em cada quadrante entre os anos avaliados.

A geração de vetores de crescimento foi realizada a partir do ponto central da área urbana. Os vetores foram dimensionados por intersecção vetorial com os contornos urbanos previamente digitalizados (2004 e 2014). Posteriormente foi realizado o cálculo da diferença do comprimento dos vetores de crescimento de 2014 e 2004 e computadas essas diferenças por quadrante. Dessa forma foi possível identificar a região de maior crescimento urbano como sendo a que apresentava maiores diferenças entre os vetores.

Outra abordagem para calcular o crescimento urbano foi pela diferença de áreas entre os polígonos das regiões para os dois anos. Uma vez que os contornos da área urbanizada já haviam sido delimitados (digitalizados), foi possível, transformar cada quadrante em um polígono limitado pelos limites urbanos. Dessa forma, para cada quadrante foram calculadas as áreas em 2014 e em 2004 e feitas às diferenças entre elas.

Uma vez identificada a região de maior crescimento urbano, o próximo passo é avaliar os impactos ambientais decorrentes desse crescimento. Existe uma série de impactos que poderiam ser explorados, entretanto, este trabalho se limitou a avaliar os impactos decorrentes da ocupação em áreas de preservação permanente, em algumas unidades de conservação e principais nascentes, observando a legislação vigente sobre o assunto.

As avaliações se basearam nas orientações do Plano Diretor de Goiânia (Lei complementar Nº 171 de 29 de maio de 2007), já que, de acordo com o novo Código Florestal, o município pode estabelecer ou mensurar as áreas a serem preservadas de acordo com o interesse público.

3. Resultados e Discussão

A sobreposição dos polígonos representando os perímetros digitalizados nos anos de 2004 e 2014 é apresentado na Figura 2.

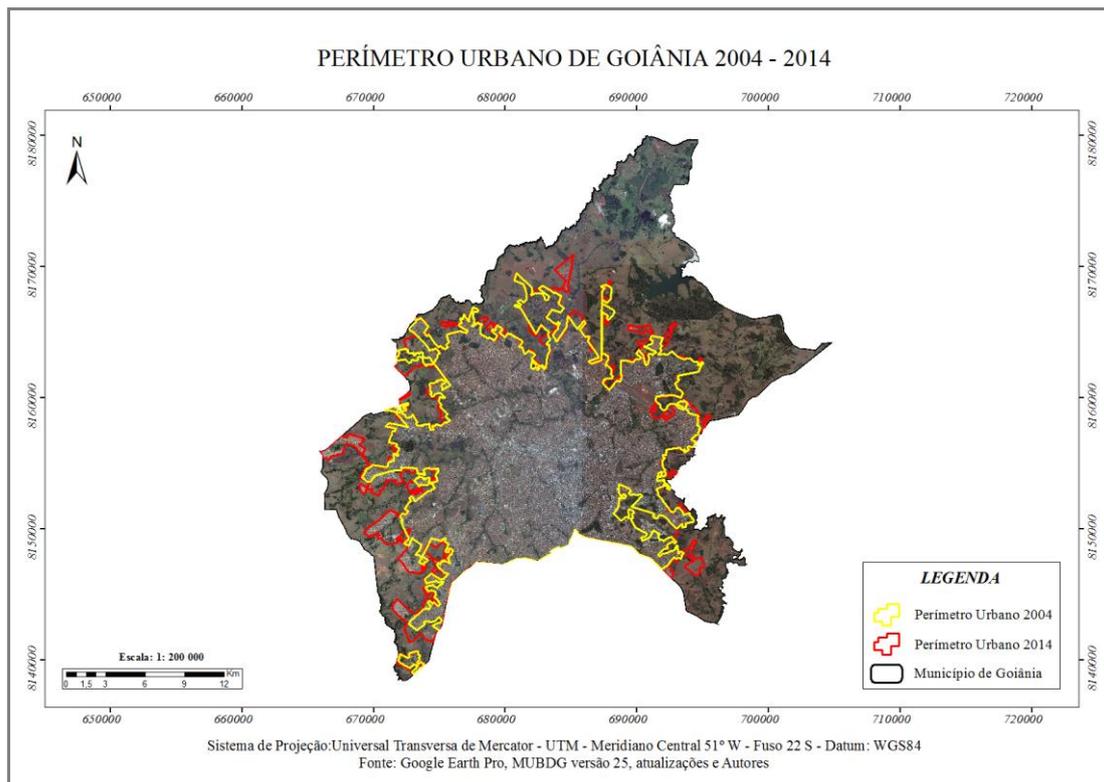


Figura 2 - Sobreposição do vetor do perímetro urbano em 2004 e 2014

3.1 Análise do Crescimento na Área Urbanizada

A integração entre os vetores de crescimento urbano de Goiânia de 2004 - 2014 é apresentada na Figura 3.

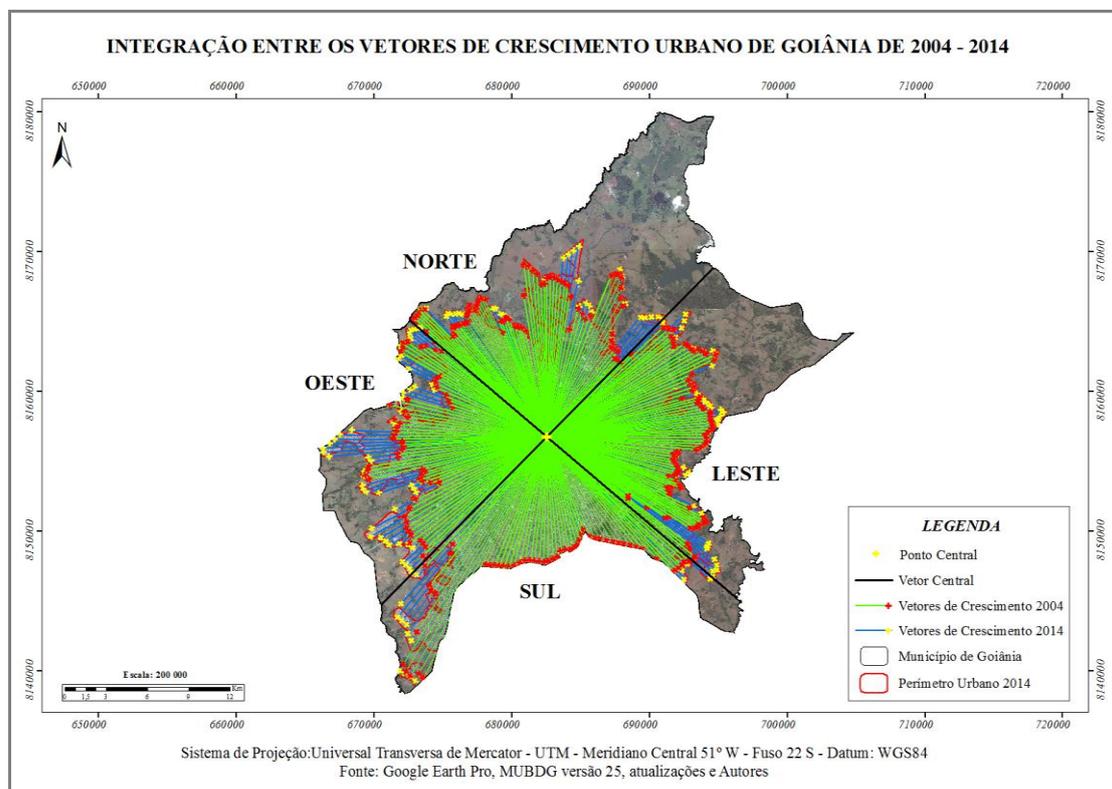


Figura 3 - Sobreposição dos vetores de crescimento 2004 – 2014

A Tabela 1 apresenta os valores das diferenças de comprimento dos vetores de crescimento por quadrante para os anos de 2004 e 2014.

Tabela 1 – Diferenças entre os vetores de crescimento

Regiões	Comprimento (m)		Diferenças (m)
	2004	2014	
Norte	771685,03	723397,16	48287,87
Leste	899857,71	836859,93	62997,78
Sul	626161,75	597350,40	28811,34
Oeste	746646,03	636595,26	110050,78

A partir da Tabela 1 é possível verificar que a região de maior crescimento entre os anos de 2004 e 2014 foi a região correspondente ao quadrante oeste. Para colaborar com a identificação do crescimento urbano foi utilizada outra técnica, na qual se efetuou o cálculo das áreas conforme cada região por quadrante entre os anos de 2004 e 2014. Com esses dados foi possível calcular a taxa de expansão da área urbanizada por setor, a qual é apresentada na Figura 4.

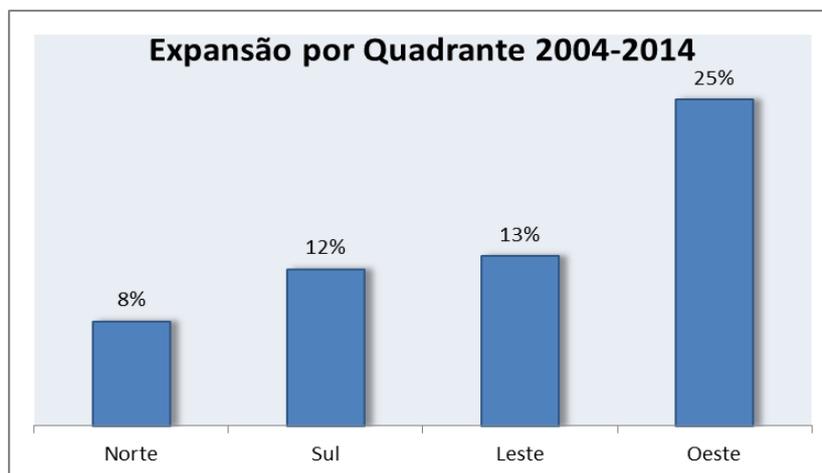


Figura 4 – Taxa de expansão da zona urbana por setor entre os anos de 2004 e 2014

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 4 corroboram com a afirmação de um maior crescimento da região urbanizada na região correspondente ao quadrante oeste. Essa constatação vai de acordo com o que prevê o Plano Diretor de Goiânia (Lei complementar N° 171, de 29 de maio de 2007), no Artigo 7°, Capítulo I, onde trata da estratégia de ordenamento territorial (GOIÂNIA, 2007):

Art. 7° A implementação da estratégia de ordenamento territorial se efetiva:

III – ajustando os indicativos de crescimento da cidade à dinâmica de sua ocupação concêntrica, paralelamente a sua indução à Sudoeste.

A região delimitada pelo quadrante oeste compreende 12 bairros (Aeroviários, Rodoviário, Goiá, Setor Veloso, Jardim Botânico, Goiá, Goiá 2, Goiá IV, Cidade Jardim, Nossa Senhora de Fátima, Recreio do Funcionário Público, Capuava e São Francisco) e mais 338 regiões entre glebas, chácaras, conjuntos habitacionais, vilas e sítios.

3.2 Análise dos Impactos Ambientais

No processo de crescimento desordenado da cidade de Goiânia, a análise dos impactos ambientais na região abrangida pelo quadrante oeste, que foi a região identificada com maior

crescimento. Nessa região foram identificados 12 cursos d'água, 9 nascentes e 48 unidades de conservação. As análises nessa pesquisa concentraram-se ao longo do curso do Ribeirão Anicuns e sua bacia hidrográfica, bem como algumas Unidades de Conservação e nascentes presentes no mesmo quadrante.

De acordo com o PUAMA (2016) o Ribeirão Anicuns é classificado como o mais poluído curso d'água da capital, sendo o seu principal afluente o Córrego Macambira. A bacia formada por esses dois cursos d'água drena aproximadamente 70% da área urbana, sendo a mais representativa bacia hidrográfica de Goiânia.

Para realizar a delimitação da APP do Ribeirão Anicuns e de sua bacia, foi gerado um *buffer* (áreas de influência) de 100m para o Ribeirão Anicuns e de 50m de largura para seus afluentes e feito à intersecção do mesmo com o *shapefile* dos lotes do MUBDG 25 e extraído apenas os lotes que estão dentro da área de influencia do *buffer*, sendo possível identificar e mensurar as áreas irregularmente ocupadas.

Na Figura 5 é apresentado um *buffer* que delimita a APP do Ribeirão Anicuns com 100m e de sua bacia com 50m e a quantidade de lotes invadindo essa área que deveria estar preservada.

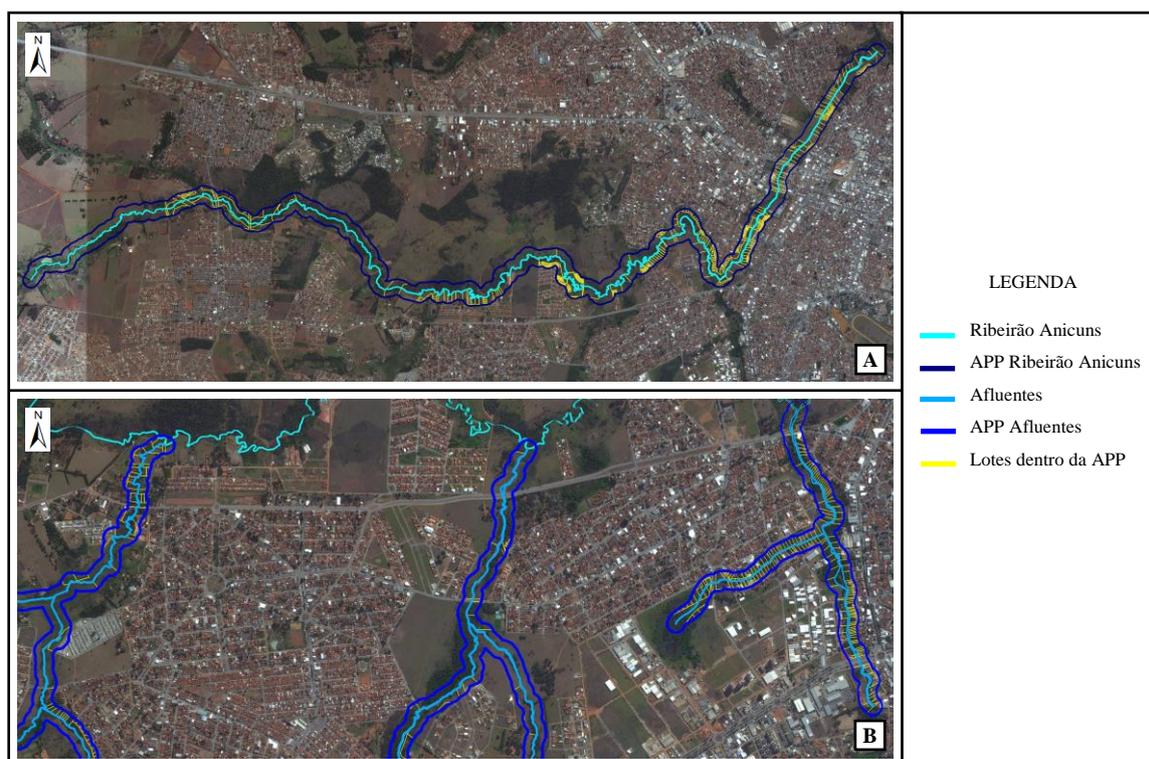


Figura 5 - Delimitação da APP no Ribeirão Anicuns (A) e detalhe do *buffer* representando a área de APP na bacia do Ribeirão Anicuns (B)

Por meio da intersecção dos dados vetoriais dos lotes e do *buffer* do Ribeirão Anicuns e de sua Bacia associados à imagem, tornou-se eficaz a análise de parâmetros legais sobre o ambiente de estudo. Com essa análise foi possível identificar que a área total do *buffer* que delimita a APP do Ribeirão Anicuns corresponde a 362,461 ha e que havia até 2014 uma ocupação de 192,487 ha dessa área por edificações. Essa ocupação corresponde a cerca de 53% da APP.

A Figura 6 apresenta um detalhe com presença de edificações próximas ao leito do Ribeirão Anicuns.

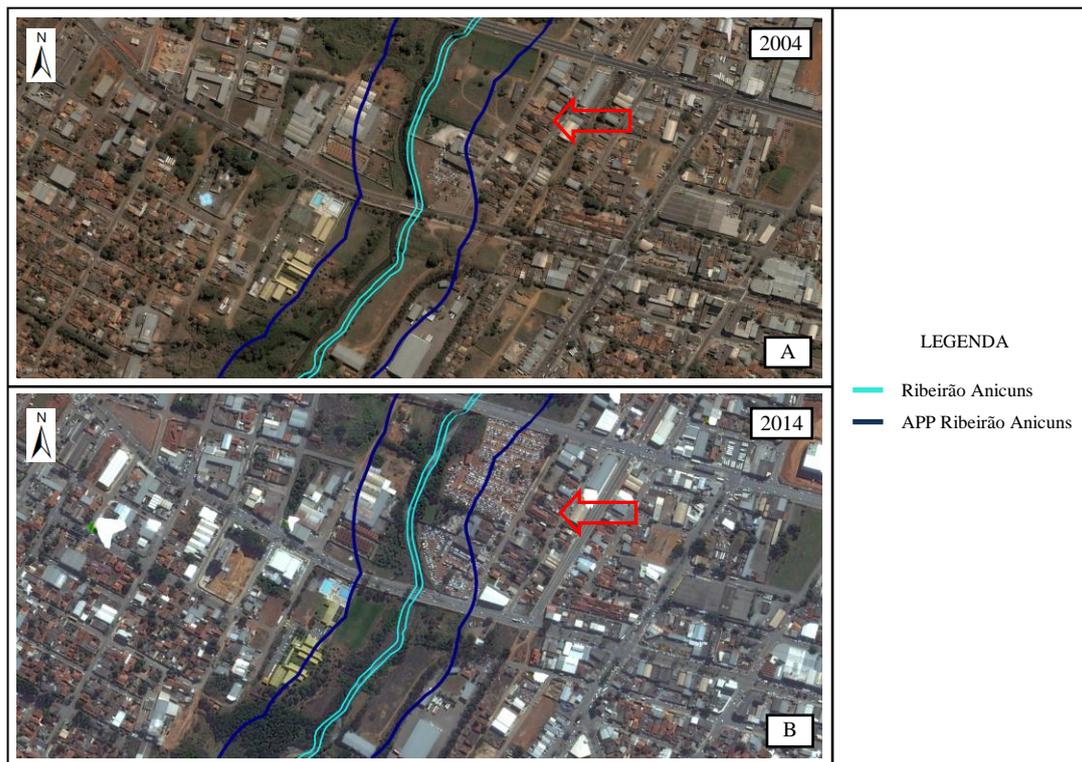


Figura 6 - Ocupação da APP do Ribeirão Anicuns em 2004 (a) e em 2014 (b)

Considerando a Bacia do Ribeirão Anicuns, também há grande incidência de construções em área irregular. Ao se realizar um buffer com 50 m de largura em cada lado do eixo das drenagens calculou-se uma área de 602,74 ha, sendo que 268,535 ha (cerca de 45% da área total) encontrava-se ocupada. Além da ocupação irregular a bacia hidrográfica sofre com problemas de falta de mata ciliar e assoreamento.

Além dos cursos d'água as unidades de conservação e nascente também são impactadas pelo crescimento urbano. No Parque Municipal Residencial Solar Bouganville (Figura 7), que possui uma área de 22.546,38 m², se verifica a presença de Mata Ciliar no Córrego Taquaral e de Buritis. No entanto apresenta de forma irregular o plantio de hortaliças, além de apresentar áreas desmatadas.

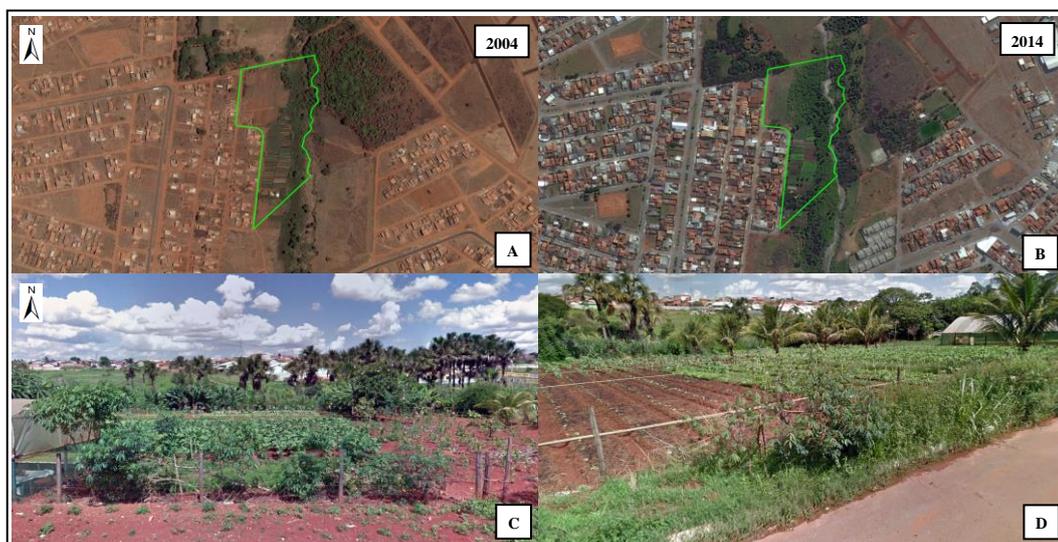


Figura 7 - Área do Parque Municipal Residencial Solar Bouganville em 2004 (A) e 2014 (B);
Plantação de hortaliças dentro da área da UC em (C e D)

Em visitas in loco em 6 unidades de conservação com presença de nascentes de importantes Córregos foi possível constatar a ausência de mata ciliar, erosão, despejo de dejetos industriais e domésticos, poluição, lançamentos de esgoto, vegetação descaracterizada, depósito de entulhos, dentre outros.

4. Conclusões

Este projeto teve o intuito de enfatizar a utilização da técnica de Geoprocessamento e dos dados geográficos para a análise da expansão urbana, fenômeno contínuo e que representa o desenvolvimento das cidades, mas que traz consigo vários impactos que devem ser dimensionados e minimizados.

A utilização de imagens como as disponibilizadas pelo Google Earth foi um diferencial da metodologia proposta, pois, além dessas imagens serem disponibilizadas gratuitamente também é possível obtê-las em diferentes épocas, o que possibilita acompanhar temporalmente o desenvolvimento da mancha urbana. Outra vantagem de utilização do Google Earth é a possibilidade de identificar as eventuais irregularidades urbanas a partir do Google Street View, que traz imagens coletadas das fachadas dos imóveis.

Após identificar a tendência de crescimento do município de Goiânia para oeste, foram avaliadas as áreas de preservação ao longo do Ribeirão Anicuns e em algumas unidades de conservação e nascentes ao longo de sua bacia e verificado que 53% da APP do Ribeirão Anicuns encontrava-se ocupada irregularmente em 2014. Ao considerar as principais drenagens na Bacia do Ribeirão Anicuns cerca de 45% da área de APP encontrava-se irregularmente ocupada.

Com esse trabalho foi possível verificar que com a utilização de técnicas de Geoprocessamento é possível utilizar dados gratuitos para avaliar o crescimento da região urbanizada e seus impactos, promovendo a sustentabilidade ambiental, de modo mais eficiente e com baixo custo.

Referências

GOIÂNIA, Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007. Diário Oficial do Município, 2007.p.1-103, 26 de jun. 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município de Goiânia e dá outras providências.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010** – Goiás. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=52&dados=0>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

PUAMA – PROGRAMA URBANO AMBIENTAL MACAMBIRA ANICUNS. Goiânia: Prefeitura de Goiânia, 2016. Apresenta informações sobre o programa urbano ambiental Macambira Anicuns. Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/download/puama/programa.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

SEMDUS – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano Sustentável. Anuário Estatístico de Goiânia 2013. Goiânia: Prefeitura de Goiânia, 2013.

SILVA, W. V.; FERREIRA, N. C.; BOGGIONE, G. A. Análise de vetores de crescimento para a quantificação das transformações urbanas no município de Goiânia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 681-688.