

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE BAURU/SP

Luan Matheus Marchiori (*), Anderson Antônio da Conceição Sartori(2)
Universidade do Sagrado Coração (USC) – marchiori.arquiteto@gmail.com(*)

RESUMO

A falta de planejamento urbano e ambiental unidas ao capitalismo fez com que as ações antrópicas trouxessem diversos problemas socioespacial e ambiental. A cidade de Bauru nas últimas décadas teve um grande crescimento urbano decorrente do aumento demográfico em um curto período, assim como as demais cidades brasileiras. Considerando a tendência de aumento da pressão urbana no município de Bauru/SP, foi analisada a dinâmica da urbanização no período de 1990 a 2016, associando dados de uso e ocupação da terra, com a finalidade de subsidiar o planejamento urbano e territorial. Essa análise foi realizada em 3 períodos diferentes, sendo representada em mapas dos anos de 1990, 2003 e 2016. Para prever e evitar tais acontecimentos, existem ferramentas de geotecnologia que auxiliam órgãos governamentais bem como profissionais independentes, essas são chamadas de Sistemas de Informação Geográfico (SIG). Analisar o crescimento do município de Bauru nos últimos 26 anos foi essencial para a compreensão das tendências de crescimento urbano, bem como nos setores agrários e a preservação e manejo dos recursos naturais, com a finalidade de subsidiar o planejamento urbano e territorial. Foi analisado a partir do sensoriamento remoto aliado a outras ferramentas onde foi realizada a classificação de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. O método de classificação aplicado foi o Maximum Likelihood Classification. O resultado obtido ilustrou através de mapas e tabelas uma exorbitante redução da mata nativa decorrente da expansão urbana ausente de planejamento e fiscalização entre os períodos de 1990 a 2016. Os resultados obtidos mostram que o principal responsável pela grande diminuição dos fragmentos florestais é a expansão urbana ausente de planejamento.

PALAVRAS-CHAVE: gestão urbana, meio ambiente, planejamento urbano, uso e ocupação do solo, sensoriamento remoto.

INTRODUÇÃO

A atual urbanização mundial aliada ao capitalismo, tem-se caracterizado pelo rápido crescimento dos grandes centros, tendo como consequência inúmeros problemas de ordem ambiental e sócio espacial.

A cidade de Bauru, assim como as demais cidades brasileiras nas últimas décadas, expandiu-se muito. Essa expansão aconteceu principalmente após a nova ordem política e social instaurada pela ditadura militar na década de 70, de forma que havia a necessidade de uma modernização em termos urbanísticos. De lá para cá, só houve crescimento, onde a maior parte desse crescimento acontece sem planejamento (MARCHIORI, 2015).

Em termos ambientais, é notório os riscos e prejuízos causados pelo crescimento desenfreado e ocupação desordenada das áreas urbanas. O desaparecimento da biodiversidade vegetal e animal, dos recursos hídricos, e a contaminação do meio físico são algumas das consequências da expansão urbana ao longo dos anos.

Para prever tais eventos, o estudo das dinâmicas de transformação do uso e cobertura de solo torna-se essencial para o entendimento e compreensão do espaço, de forma que possibilite inferir tendências de cenários futuros, evitando consequências irreversíveis (BRANNSTROM ET AL., 2008).

Além de ser uma ferramenta indispensável para a prevenção de catástrofes ambientais, os SIG's vem sendo muito utilizados para fins de manejo de recursos naturais bem como controle e organização das cidades e seus crescimentos a nível urbano, regional, estadual e nacional através de órgãos governamentais (DIAS ET AL., 2008).

Dentro dos SIG's, o sensoriamento remoto segundo Forster (1994), surge como uma técnica eficiente na qual avalia o processo da expansão urbana, e quando aliada a outras tecnologias, fornece a possibilidade de monitorar além do crescimento urbano, os problemas ambientais decorrentes dos processos de urbanização e agrário.

A função dos sistemas de informação geográfica (SIG) consiste em integrar as informações obtidas por sensoriamento remoto com outros dados espacialmente distribuídos (modelo numérico do terreno e declividade, entre outros). Os SIG permitem, dessa forma, criar um modelo do mundo real ao integrarem dados de natureza diversa, voltados para uma aplicação em particular. Barredo (1996) sugere que, atualmente, a alta diversificação da informação espacial e o grande volume de dados espaciais gerados pelo sensoriamento remoto tornam os SIG uma potente ferramenta de gestão desses dados.

No entanto, realizada a gestão adequada dos dados espaciais, podemos pensar que a ordenação territorial e, em particular, os múltiplos aspectos do planejamento físico-territorial, podem ser assistidos pelos SIG. Contudo, quando se delineiam os problemas frequentes na ordenação territorial como onde, quanto, a que distância e quais, surge a necessidade de integrar ferramentas alheias aos SIG para respondê-los (FARINA, 2006).

Portanto, as possibilidades de utilização das técnicas expostas e a necessidade do desenvolvimento urbano compatível com a preservação ambiental podem estabelecer as formas a partir das quais as técnicas de geoprocessamento auxiliarão na definição de áreas adequadas à implantação e gestão de atividades urbanas.

Da perspectiva da gestão dos espaços urbanos, a questão do planejamento resgata a unidade homem/natureza. A organização territorial da sociedade envolve duas dimensões da reprodução social: as relações sociais e as relações entre sociedade e natureza que as práticas sociais causam. As relações sociais vigentes, nesse sentido, regem não apenas as relações entre os diferentes grupos e indivíduos da sociedade, mas, igualmente, as relações de interação a serem estabelecidas entre eles, como sociedade organizada e a natureza, originária ou transformada pela própria ação humana. A ausência dessa visão integradora na formulação de projetos de desenvolvimento urbano e nos processos de tomada de decisões é, em grande medida, responsável pela ação contra o meio ambiente observada, na atualidade, em muitos municípios (FARINA, 2006).

O artigo mostra dados da dinâmica espaço temporal ao longo de 26 anos no município de Bauru, apresentando o quão pode ser prejudicial à expansão urbana e outras ações antrópicas quando decorrentes de um modelo de desenvolvimento distinto dos padrões de sustentabilidade e meio ambiente.

OBJETIVO

Considerando o histórico de ocupação desordenada e a tendência de aumento da pressão urbana no município de Bauru/SP, foi analisada a dinâmica da urbanização no período de 1990 a 2016, associando dados de uso e ocupação da terra, com a finalidade de subsidiar o planejamento urbano e territorial. Essa análise foi realizada em 3 períodos diferentes, sendo representada em mapas dos anos de 1990, 2003 e 2016, toda com dados numéricos explícitos em tabelas.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O município de Bauru, interior do estado de São Paulo, localiza-se na região centro - oeste paulista e está situado na latitude 22° 18' 54"S e longitude 49° 03' 39" W. A vegetação original e predominante no município é a mata atlântica, porém por ação do clima e da devastação das florestas o bioma que cada vez mais vem ganhando espaço em Bauru é o Cerrado. Segundo a classificação de Köppen, a cidade possui clima do tipo Cwa, definido como tropical de altitude com diminuição de chuvas no inverno e temperatura média anual de 22,6°C, tendo invernos secos e amenos (raramente frio de forma demasiada) e verões chuvosos com temperaturas moderadamente altas.

IMAGENS ORBITAIS

Para o recobrimento do município de Bauru foram utilizadas imagens espectrais do satélite americano Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI, cenas situadas na órbita 221 e pontos 75 e 76. As imagens foram adquiridas gratuitamente através de download pelo site do DGI/INPE.

Para realização da análise temporal do município, buscou-se estudar a área com intervalo de 26 (vinte e seis anos), iniciando em 1990 e terminando em 2016.

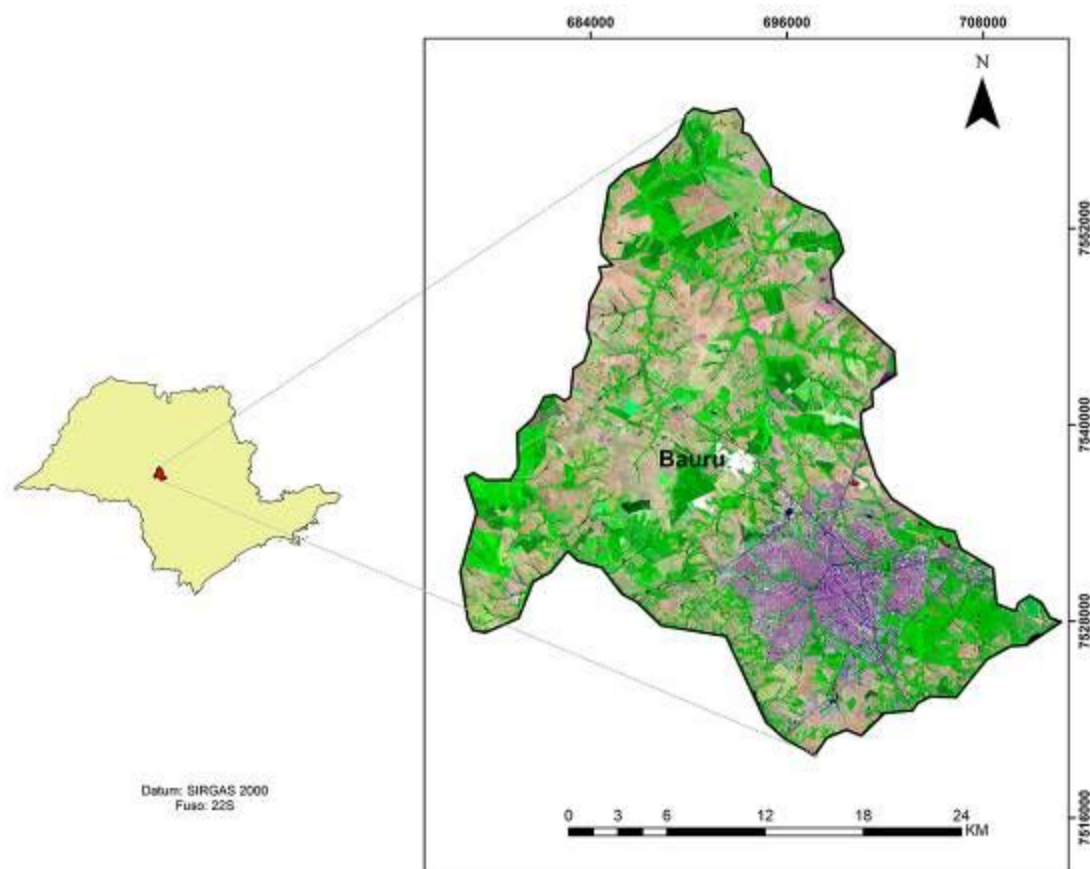


Figura 1 – Localização da área do estudo – Município de Bauru/SP – Fonte: Autor do Trabalho.

GEORREFERENCIAMENTO DAS IMAGENS

Foram aplicadas transformações polinomiais, o que é bastante comum no registro de imagens. As transformações polinomiais fazem o vínculo entre coordenadas de imagem e as coordenadas no sistema de referência através de pontos de controle. Estes parâmetros podem ser determinados por meio de pontos de controle Ground Control Points (GCP), ou seja, feições homólogas cujas coordenadas são conhecidas na imagem e no sistema de referência de maneira a formar um sistema de equações.

CLASSIFICAÇÃO

O método de classificação aplicado foi o Maximum Likelihood Classification.

O método de classificação supervisionada exige um conhecimento prévio da área de estudo, sendo necessário realizar algumas amostras do uso do solo da área de estudo. Para realizar as amostras de cada uso de solo foi criado um shape em forma de ponto, posicionando pontos de amostragem sobre os diferentes objetos e alvos, consequentemente foram estabelecidas oito classes de uso e ocupação: Área Urbana, Cultura Perene (Café, Citrus, e Cana-de-açúcar), Corpos d'água, Mata nativa, Pastagem, Reflorestamento e Solo exposto.

Para a introdução dos pontos no mapa de uso e ocupação do solo foi utilizando o Google Earth como ferramenta de apoio para uma melhor definição da cobertura do solo.

Essas amostras de uso do solo são utilizadas para treinar o sistema para reconhecer o padrão estabelecido. Então o sistema computacional compara os pixels selecionados como amostras com os pixels contíguos, e quando o pixel contíguo é aceito, o processo continua para os demais pixels. Esse processo ocorre até que todos os pixels da imagem estejam classificados, contidos na área de interesse.

Este método de classificação parte do pressuposto que o usuário conheça previamente a área analisada, bem com a distribuição das classes, para que desta forma, quando da aplicação da classificação, a seleção de amostras de treinamento possa ser o mais eficiente possível (CRÓSTA, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da elaboração dos mapas de uso da terra dos anos de 1990, 2003 e 2016, foi elaborado tabelas mostrando os dados numéricos, possibilitando a análise desses dados onde detecta e descreve as principais mudanças de uso. Os resultados das classificações estão apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, e nas figuras 2, 3 e 4.

Tabela 1 - Classes de uso do solo no município de Bauru em 1990 – Fonte: Autor do Trabalho

Classes de Uso	Área (ha)	Porcentagem
Área Urbana	5.931,90	8,83%
Mata Nativa	15.284,40	22,74%
Reflorestamento	4.498,19	6,68%
Solo Exposto	2.324,33	3,45%
Pastagem	26.462,60	39,34%
Café e Citrus	10.065,70	14,96%
Cana-de-açúcar	2.433,42	3,61%
Corpos d'água	263,59	0,39%

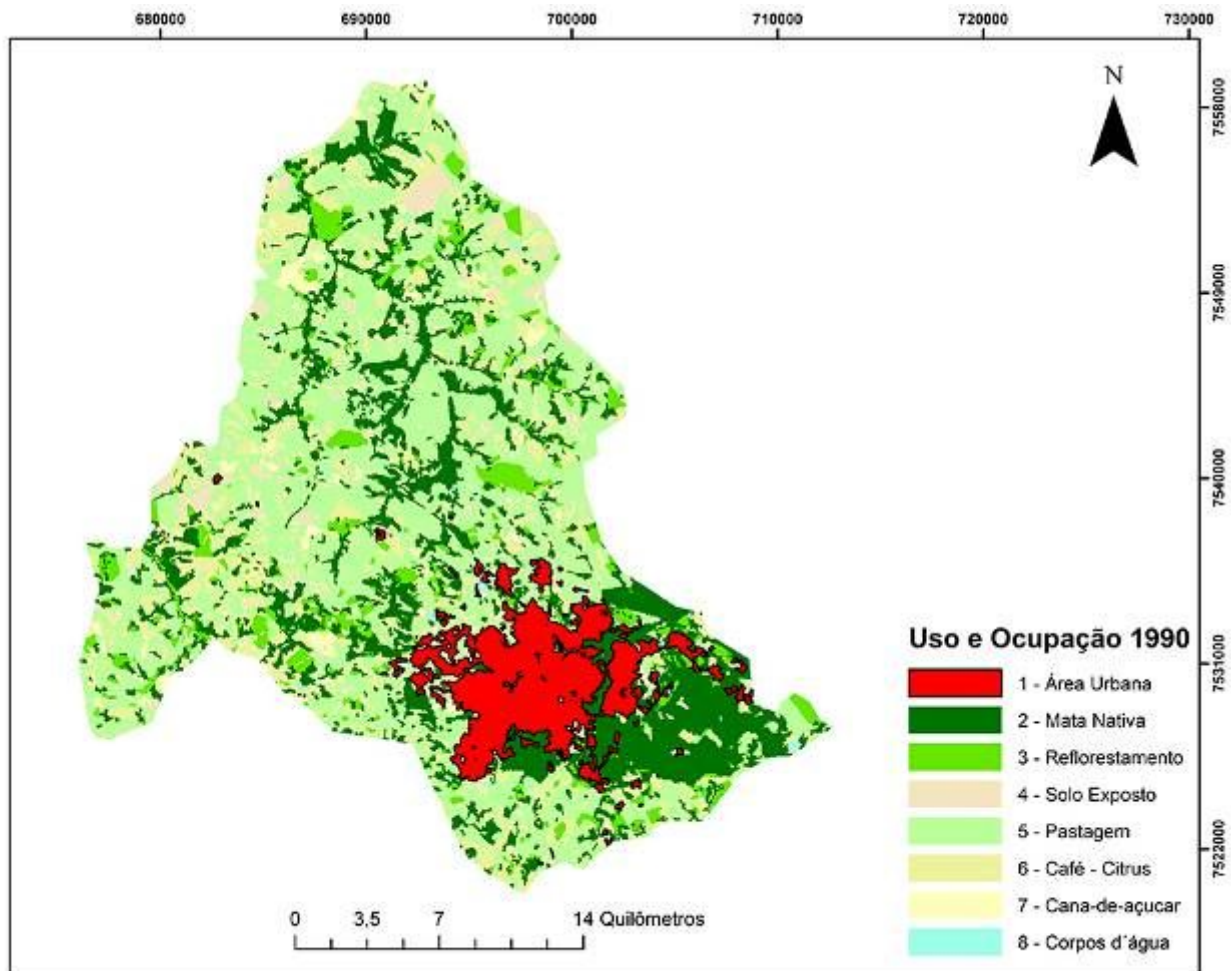


Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo no município de Bauru em 1990 – Fonte: Autor do Trabalho.

Em 1990, é possível observar que a área urbana ocupava 8,83% da área total do município, e a mata nativa 22,74%. Existia um importante aglomerado de mata nativa próximo à área urbana. O reflorestamento (eucalipto e pinus) era bem menos presente nesse período, e os “braços” da mata nativa na qual compunham as bacias, eram definidos e

robustos, de modo que tais corpos d'água (0,39%) estavam quase que imperceptíveis visualmente no mapa de uso e ocupação (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 2 - Classes de uso do solo no município de Bauru em 2003 – Fonte: Autor do Trabalho

Classes de Uso	Área (ha)	Porcentagem
Área Urbana	6.881,59	10,23%
Mata Nativa	9.628,74	14,31%
Reflorestamento	3.488,22	5,18%
Solo Exposto	1.711,13	2,44%
Pastagem	27.818,45	41,15%
Café e Citrus	10.916,09	16,58%
Cana-de-açúcar	6.153,52	9,14%
Corpos d'água	665,99	0,97%

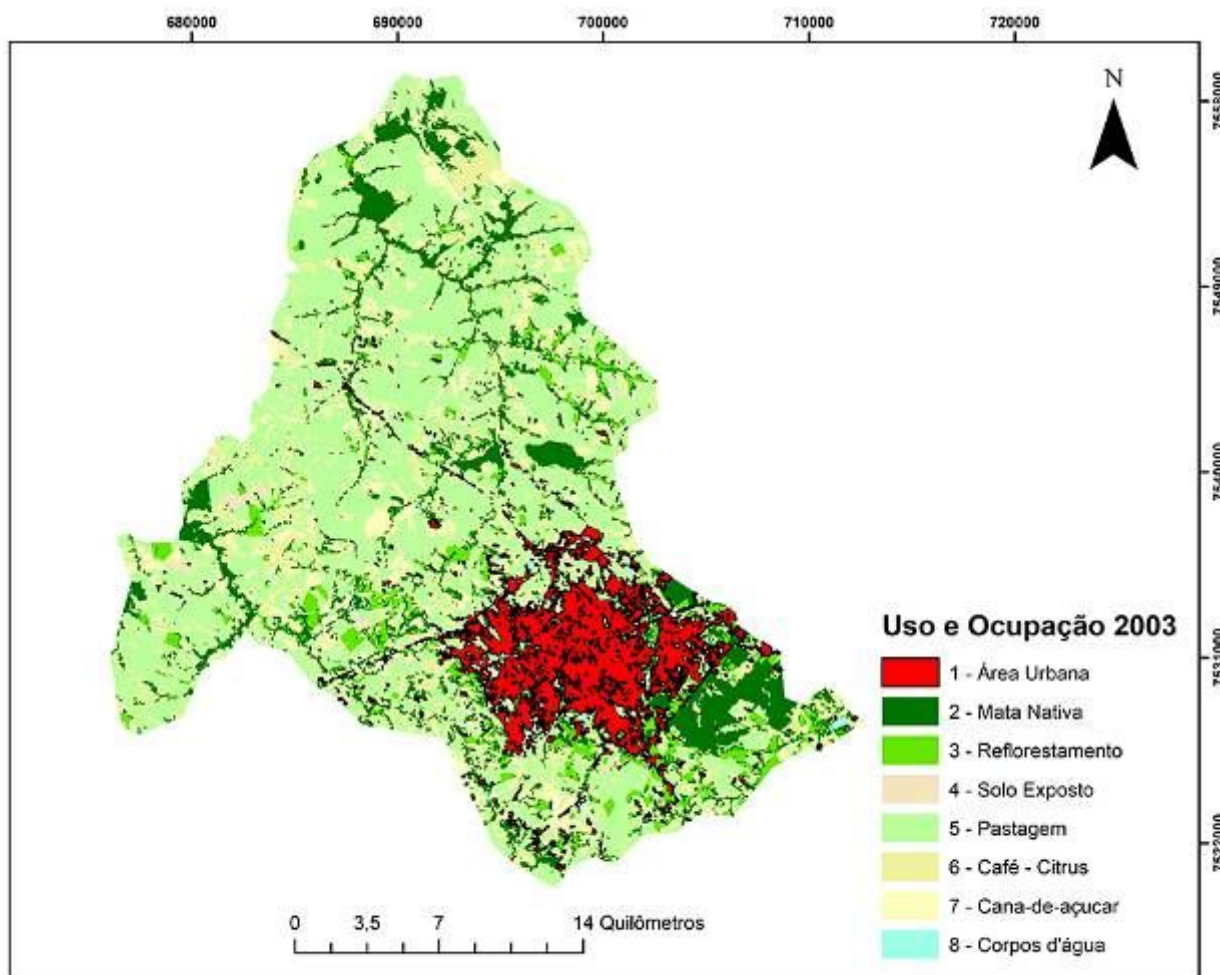


Figura 3 - Mapa de uso e ocupação do solo no município de Bauru em 2003 – Fonte: Autor do Trabalho.

Em 2003 (Tabela 2 e Figura 3) houve um pequeno aumento na área urbana, de forma que é possível comprova-lo através do crescimento demográfico desse período. Segundo Postigo e Sartori (2017), do final da década de 80 até o início dos anos 2000, Bauru teve um crescimento populacional de aproximadamente 34,9%, fato este que, justifica a expansão urbana na qual cresceu de forma dinâmica e rápida. Outro fato bem interessante é a oscilação do cultivo da cana-de-açúcar. Em 1990 (Figura 2 e Tabela 1), nota-se que tal cultivo compunha 3,61% da área de estudo, tendo um

aumento significativo em 2003 resultando em 9,14%. Esse valor em 2016 (Tabela 3 e Figura 4), houve outra mudança ainda mais significativa, onde sua ocupação decresceu para 2,82%. Isso mostra que no início dos anos 2000, o cultivo da cana-de-açúcar estava em alta, e atualmente, na área de estudo está praticamente extinta (Tabela 3 e Figura 4). Houve também, uma grande queda de ocupação da mata nativa entre os anos de 1990 e 2003, por conta de ações antrópicas (crescimento urbano e cultivo de cana de açúcar nesse período).

Tabela 3 - Classes de uso do solo no município de Bauru em 2016 – Fonte: Autor do Trabalho.

Classes de Uso	Área (ha)	Porcentagem
Área Urbana	9.635,85	14,34%
Mata Nativa	9.619,49	14,30%
Reflorestamento	7.419,57	11,03%
Solo Exposto	2.404,27	3,57%
Pastagem	26.530,20	39,44%
Café e Citrus	9.114,98	13,55%
Cana-de-açúcar	1.899,80	2,82%
Corpos d'água	642,23	0,95%

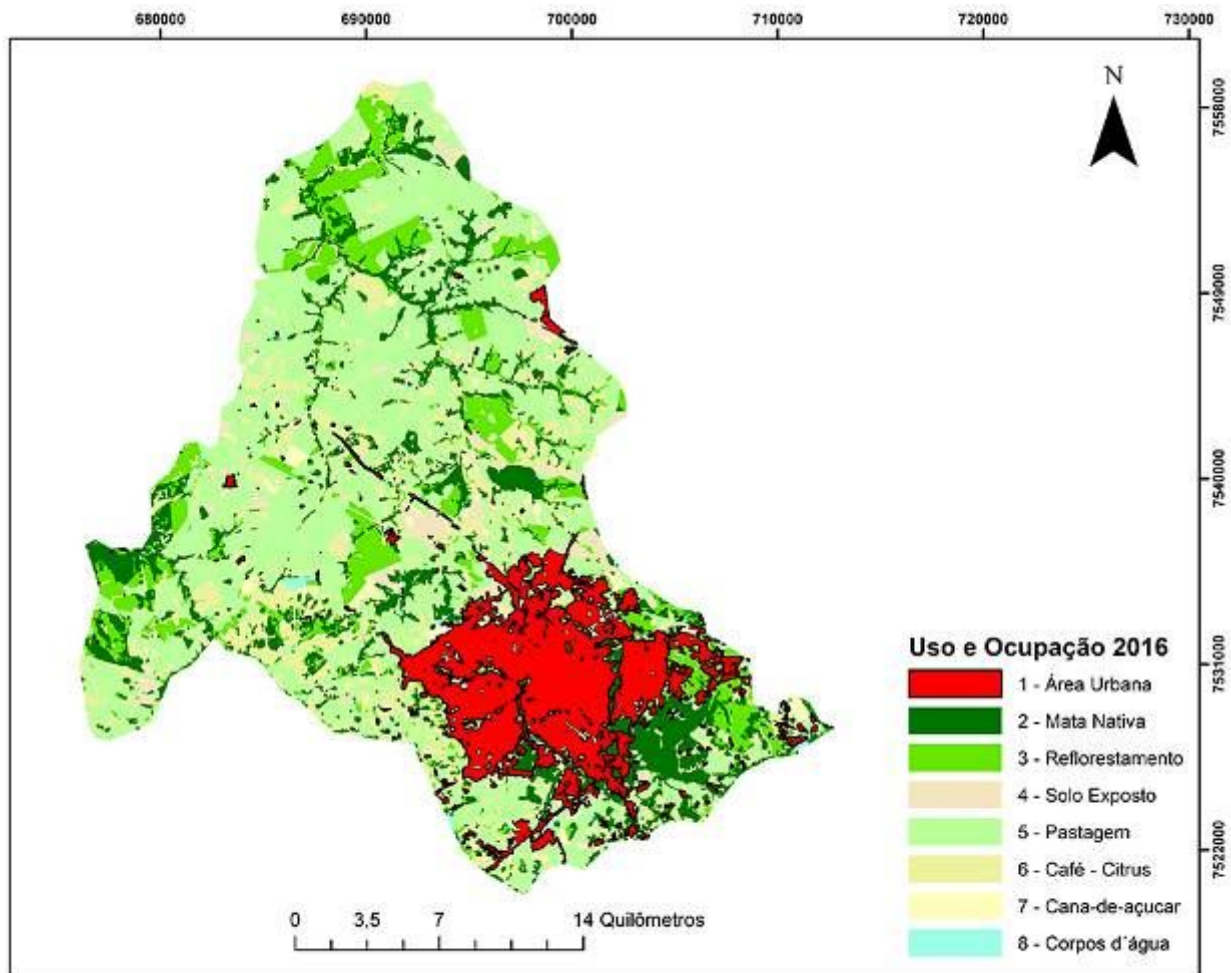


Figura 4 - Mapa de uso e ocupação do solo no município de Bauru em 2016 – Fonte: Autor do Trabalho.

Em 2016 (Tabela 3 e Figura 4), é possível observar que a área urbana teve um grande aumento, ocupando 14,34% da área total do município. Em relação aos fragmentos de mata nativa, houve permanência do uso quando comparado ao ano de 2003 (Tabela 2 e Figura 3), passando a ocupar 14,30% da área total (Tabela 3 e Figura 4). O reflorestamento

(eucalipto e pinus) tornou-se mais presente em locais que outrora era ocupado por mata nativa e cana de açúcar. E em relação à pastagem, não houve grandes mudanças em nenhum dos períodos.

Os “braços” da mata nativa no qual compõe as bacias tornaram-se mais nítidos e ausentes de vegetação, permitindo então que os corpos d’água (0,95%) aparecessem com maior frequência visual no mapa de uso e ocupação.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os dados de uso e ocupação do solo levantados, estudados e analisados nos anos de 1990, 2003 e 2016 foram essenciais para a compreensão da atual problemática que é o crescimento urbano desenfreado até nos dias atuais.

Por meio desses dados, foi possível visualizar a distribuição espacial dos atributos e sua dinâmica ao longo dos anos. A falta de fiscalização é um dos principais problemas se tratando de expansão urbana.

Notou-se que não houve precauções em relação à mata nativa, causando um enorme impacto ambiental negativo devido a sua redução, onde tal redução tem como principal responsável a expansão urbana sem planejamento.

A produção e a aplicação de conhecimentos sobre os impactos ambientais no meio urbano são tarefas necessárias para reduzir as pressões sobre os ecossistemas. Portanto, a competência, o saber e o conhecimento técnico e científico são fundamentais para a gestão ambiental. Na sociedade da informação e do conhecimento, a pesquisa e o estudo têm o mérito de reduzir a margem de erro na tomada de decisão.

Com as ferramentas de SIG e Sensoriamento Remoto tornou-se fundamental para compreensão da dinâmica das mudanças de uso da terra. Um aspecto a ser considerado são os conhecimentos reais da paisagem a ser estudada, pois torna-se fundamental na qualidade da classificação das imagens orbitais resultando nos planos de informação uso e ocupação das paisagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barredo, J. I. **Sistemas de información geográfica y evaluación multizriterio en la ordenación del territorio**. Madrid: RA-MA, 1996.
2. Brannstrom, C; Jepson, W.; Filippi, A. M.; Redo, D.; Xu, S.; Ganesh, S. **Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: Comparative analysis and implications for land-use policy**. In: Land Use Policy. v.25. p. 579-595, 2008.
3. Crósta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, Campinas, SP, UNICAMP, ed. rev., 1993.
4. Dias, E. D.; Gomes, O. V. O.; Goes, M. H. B. **O uso do geoprocessamento na determinação de áreas favoráveis a expansão urbana no município de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Instituto de Agronomia e Instituto de Geociências da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Volume 13, Número 2. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6769/6100>
5. Farina, F.F. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana**. CADERNOS EBAPE. BR, v. 4, no 4, Dez. 2006.
6. Forster, B.C. **An examination of some problems and solutions in urban monitoring from satellite platforms**. International Journal of Remote Sensing, 6(1): pp.139-151, 1985.
7. Marchiori, L. M. **Identidade da Rodoviária de Jaú e sua Importância Urbana**. Iniciação Científica do curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sagrado Coração, 2015. Disponível em: <https://www.usc.br/custom/2008/uploads/wp-content/uploads/2015/05/IDENTIDADE-DA-RODOVIÁRIA-DE-JAÚ-E-SUA-IMPORTANCIA-URBANA.pdf>
8. Postigo, M. D.; Sartori, A. A. C. **Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo (1987, 2000 e 2015)**. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR, 2017. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/sbsr/trabalhos/modelagem-da-dinamica-do-uso-e-ocupacao-do-solo-1987-2000-e-2015>



2017 VIII ConGeA
VIII CONGRESSO BRASILEIRO
DE GESTÃO AMBIENTAL

VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental
Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017
