

Acompanhamento temporal do urbanizado de Mogi Guaçu/SP – O crescimento horizontal por meio do sensoriamento remoto

Antoniane Arantes de Oliveira Roque¹
Robert Rilson Carlos¹

¹Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
Rua Paula Bueno, n°240, Centro, CEP 13840-000, Mogi Guaçu/SP, Brasil
antoniane@yahoo.com.br, engenheirobert@gmail.com

Abstract. Brazilian cities have grown and grow today, without proper planning and land management, with the population solving alone their more immediate problems of housing and access to basic services. Understand of this dynamic, is necessary for the proper planning of future actions of territorial management. The aim of this study was to map the urban area of the city of Mogi Guaçu/SP-Brazil, on three different dates in the last 24 years, and make the correlation with the resident population. To this end, was made mapping of the images from the Landsat series of the years 1991, 2001 and 2015, using false-color composition (with near infrared), and correlating mapped areas with to census data. The growth of the urban area of Mogi Guaçu, in the the 24 years analised, was 61.4%, for the first period (1991-2001) of 23.1%, rising to 31.1% (2001-2015), a fact that coincides with the period of industrialization of location, having at the final study (2015), 43.86 km² of urbanized area. The population density of the city increased, but the population density of the urban area decreased. This, shows that the growth of the urban area was performed in a planned manner, that is, the emergence of neighborhoods with horizontal growth, and maintenance of green areas.

Palavras-chave: vetorização manual, densidade demográfica, Landsat, população.

1. Introdução

As cidades brasileiras cresceram e crescem ainda hoje sem planejamento e gestão territorial adequados, com a população resolvendo por si só seus problemas mais imediatos de moradia e acesso aos serviços básicos (luz, água, disposição de lixo e esgotamento sanitário). A consequência mais imediata desta expansão desordenada foi o surgimento de problemas relacionados à utilização do meio físico, principalmente no que se refere à estabilidade de encostas, inundações em áreas urbanas e ao desperdício de recursos naturais. Doravante, é possível e imprescindível minimizar e/ou resolver os problemas já instalados, bem como ordenar futuras expansões, através da realização de estudos que caracterizem o meio físico natural, de forma a subsidiar o planejamento e gerenciamento do uso do solo (Souza, 2004).

A análise do meio físico dos municípios é imprescindível, visto que os ambientes construídos de variados centros de atividades e habitantes necessitam de um ordenamento do espaço urbano a fim de proporcionar uma sadia qualidade de vida das pessoas que vivem nesses ambientes (Francisco Neto, 2012).

O plano diretor é um instrumento básico e importante na organização de uma cidade, e no caso do município de Mogi Guaçu/SP, existe a lei complementar n° 1176 de 23 de Dezembro de 2011, que visa a preservação do meio ambiente, a saúde da vizinhança, a capacidade dos serviços, equipamentos e infraestrutura urbana, além da efetivação da função social da propriedade, os quais podem ser conquistados através do plano diretor. Ordenar a cidade é estabelecer uma ordem de prioridades, definidora de quem primeiro vai ser atendido por esta ou por aquela obra, por este ou por aquele serviço, em qual tempo e qual lugar, da mesma forma, quem será preferido do atendimento e por qual período (Cartaxo, 2000).

Dentro deste contexto, o Município de Mogi Guaçu apresenta poucos estudos voltados à expansão urbana, planejamento e ordenamento através de recursos fotográficos e de imagens de satélite.

O Mapeamento Urbano também tem uma função muito importante para a elaboração do plano diretor de uma cidade. Para Carneiro e Paulino (1998), o Mapeamento Urbano é conjunto unificado de informações sobre os imóveis urbanos, valores dos imóveis, contribuintes, obras públicas e particulares e ocupação do espaço urbano são uma das principais ferramentas para a elaboração do plano diretor municipal, leis e regulamentos sobre loteamento e zoneamento, em relação ao que existe.

Num cenário cada vez mais dinâmico e com necessidade de respostas rápidas frente às oscilações do mercado, os sistemas de informação geográfica (SIG's) mostram-se como tendência irreversível de uso em órgãos estratégicos de planejamento e gestão do espaço físico, pois possibilitam análises rápidas e com grande precisão de áreas prioritárias para aplicação de políticas públicas, com diversas ferramentas de análises gráficas e espaciais (Roque et al., 2009).

O mapeamento urbano é confeccionado utilizando técnicas de topografia e/ou o auxílio da aerofotogrametria, e mais recentemente imagens de sensoriamento remoto, em escala grande o suficiente para atender seu objetivo, que é mostrar o parcelamento do solo, ou seja, mostrar a estrutura fundiária de um determinado lugar, sendo área urbana ou rural. O mapeamento urbano é extremamente útil para estudos locais, municipais ou urbanos, por isso, geralmente seus usuários são os diversos organismos públicos ou empresas de utilidade pública. Destaca Loch (2006) que as principais aplicações do mapeamento são as avaliações e manejo dos recursos da terra; o planejamento e implantação de assentamentos coloniais; o planejamento urbano ou rural; o saneamento básico, a telefonia, a rede de distribuição de energia elétrica e, também contribui para a elaboração do plano diretor.

No estágio atual das tecnologias, e na busca da modernização administrativa, segundo Cordovez (2012), a utilidade do geoprocessamento como ferramenta fundamental na gestão pública não pode mais ser contestada, bem como o uso das geotecnologias.

O Sensoriamento Remoto, devido à rapidez e periodicidade na obtenção de dados primários sobre a superfície terrestre, destaca Jacintho (2003), constitui-se numa das formas mais eficazes de monitoramento ambiental em escalas locais e globais.

No que diz respeito ao âmbito da municipalidade, destacam-se algumas necessidades de conhecimento do meio físico e o planejamento do uso do recurso territorial, além de uma delimitação confiável dos aspectos de restrição e potencialidade de uso inadequado dos mesmos. Além da relevância e premência de desenvolvimento de estudos referentes às questões ambientais municipais, ressalta-se a necessidade de se compor esse estudo como um efetivo auxiliar ao planejamento e gestão de territórios.

O objetivo deste estudo foi produzir delimitações temporais do urbanizado do município de Mogi Guaçu, apresentando a evolução temporal da área urbana, com base na utilização de imagens de satélite (série Landsat) e informações cadastrais, avaliando o crescimento da área urbanizada a partir do ano de 1991, verificando o crescimento urbano do município nos últimos 24 anos, mapeando três épocas diferentes de ocupação urbana, e identificando os núcleos de expansão urbana, bem como a correlacionando com a população residente, visando associação com a forma de crescimento urbano.

2. Metodologia de Trabalho

O estudo foi realizado em Mogi Guaçu (Figura 1), município brasileiro do estado de São Paulo, localizado a uma latitude de 22°22'15" sul e a uma longitude 46°56'38" oeste, estando a uma altitude de aproximadamente 591 metros. A população estimada para o ano de 2015 é de 147.233 habitantes, conforme IBGE - Censo de 2010. O município possui uma área de 812,743 km² (Mogi Guaçu, 2014).

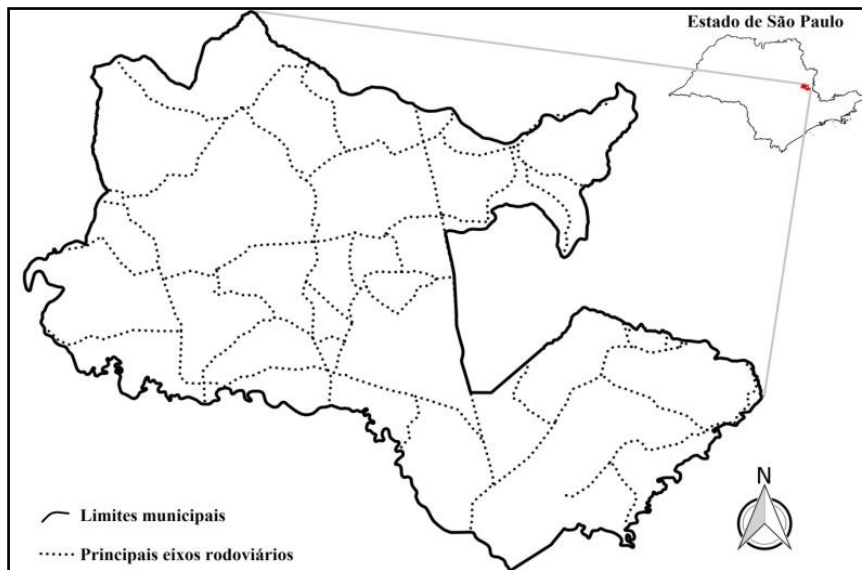


Figura 1 - Mapa do município de Mogi Guaçu/SP.

Realizou-se um levantamento de estatísticas populacionais, territoriais, demográficas, ente outras, tendo como fonte das informações o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, por meio de seus diferentes censos.

Na segunda etapa, foram obtidas uma série de imagens do satélite Landsat 5 sensor TM (ano de 1991), Landsat 7 sensor ETM+ (ano de 2001) e Landsat 8 sensor OLI (ano de 2015), todas da órbita/ponto 219/76.

Para a análise e vetorização sobre as imagens, foram realizadas as seguintes composições:

- Landsat 5 sensor TM (data da coleta - 17/06/1991): composição de bandas RGB321 - cor verdadeira e RGB432 - composição com infravermelho;
- Landsat 7 sensor ETM+ (data da coleta - 07/08/2001): composição de bandas RGB321 - cor verdadeira e RGB432 - composição com infravermelho;
- Landsat 8 sensor OLI (data de coleta - 22/08/2015): composição de bandas RGB432 - cor verdadeira e RGB543 - composição com infravermelho.

Ressalta-se a escolha da data de coleta das imagens, tendo sido dada preferência ao período do ano de menor precipitação e menores temperaturas (junho e agosto) em que as coberturas vegetais estão menos intensas, permitindo-se maior destaque às áreas urbanizadas.

A escala de mapeamento adotada foi a de 1:40.000, tendo-se adotado a projeção UTM com datum SIRGAS 2000 fuso 23S, sendo a classificação das áreas urbanas realizada a partir da interpretação visual das imagens cor verdadeira auxiliado pelas composições com infravermelho, que permitiram um maior destaque a áreas vegetadas e com solo exposto, com a delimitação manual da mancha urbana da cidade de Mogi Guaçu, através de edição vetorial no *software* QGIS, versão 2.10.1.

A partir dos vetores obtidos no processo de classificação foram gerados três mapas, que representam o crescimento da área urbana de Mogi Guaçu no período de 1991 a 2015, totalizando um acompanhamento de 24 anos da área.

Por meio de ferramentas de geoprocessamento, efetuaram-se operações com os diferentes polígonos obtidos, de forma a se acompanhar a evolução nas diferentes frentes de expansão, bem como dos aglomerados urbanos que foram surgindo com o passar do tempo, mapeando e identificando os núcleos de expansão urbana, com vistas a apontar as direções deste crescimento e sua correlação com a população residente.

3. Resultados e Discussão

Realizada a vetorização sobre a base matricial obtida para o ano de 1991, constatou-se um total de área urbanizada de 27,17 km², conforme Figura 2, na qual se pode observar como imagem de fundo, a composição com infravermelho do satélite Landsat 5, sensor TM, tendo-se levantado no censo demográfico do IBGE de 1991, um total de 107.454 habitantes. Pode-se verificar ainda a existência do distrito de Martinho Prado Júnior, a oeste da área urbana de Mogi Guaçu, e ainda dois aglomerados urbanos ao norte.

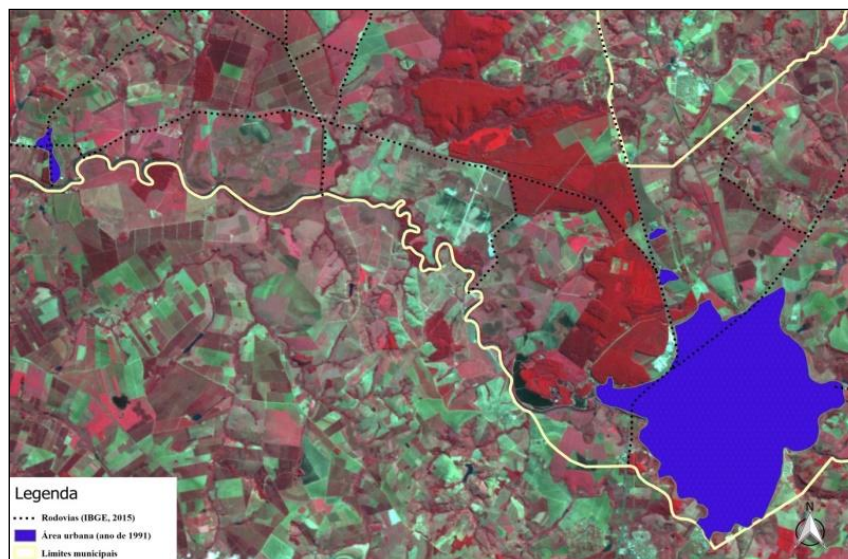


Figura 2 - Mancha urbana do município de Mogi Guaçu, ano de 1991.

No ano de 2001 (Figura 3) é possível notar visualmente que a cidade cresce de maneira considerável, e a mancha urbana passa a ter 33,45 km², verificando-se, portanto, um crescimento urbano de 23,1% em sua área ocupada, com 124.228 habitantes, de acordo com o censo demográfico do IBGE de 2000. Essa expansão se deu de maneira distribuída ao longo de todo o entorno do perímetro, com maior enfoque à região nordeste, com expansão dos dois aglomerados urbanos existentes em 1991 e surgimento de outro, em margem oposta da SP-340 (Rodovia Deputado Mario Beni), ao já existente em 1991.

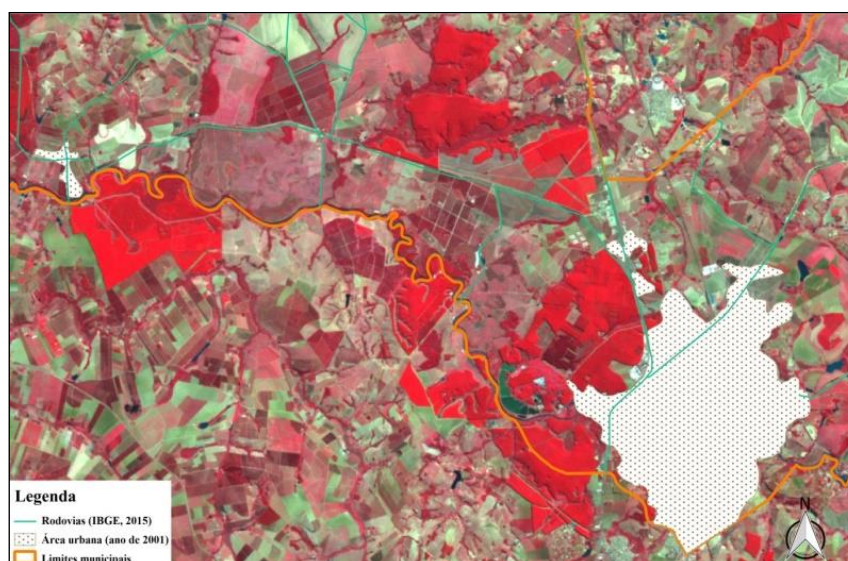


Figura 3 - Mancha urbana do município de Mogi Guaçu, ano de 2001.

Constatou-se que o crescimento em direção sul, atingiu a borda da divisa com o município de Mogi Mirim, formando com este um aglomerado urbano entre dois municípios vizinhos, expansão típica de grandes metrópoles e de áreas com eixos comuns de crescimento.

A área urbana de Mogi Guaçu, que antes representava 3,3% da área total do município, agora passa a representar 4,1% deste, tendo-se verificado ainda um substancial incremento da área urbana no distrito de Martinho Prado Júnior, com crescimento em direção ao rio Mogi Guaçu e no entorno da estrada que o liga com o bairro do Caju.

O ano de 2015 registra um crescimento de aproximadamente 31,1% da mancha urbana em relação ao ano de 2001, com área urbanizada atual de 43,85 Km² conforme Figura 4, com imagem do satélite Landsat 8 ao fundo, composição com infravermelho. O município possui 147.223 habitantes, de acordo com a estimativa do Censo demográfico do IBGE de 2010. Destaca-se ainda que relativo ao ano de 1991, este crescimento significou um incremento de 61,4% em sua área.

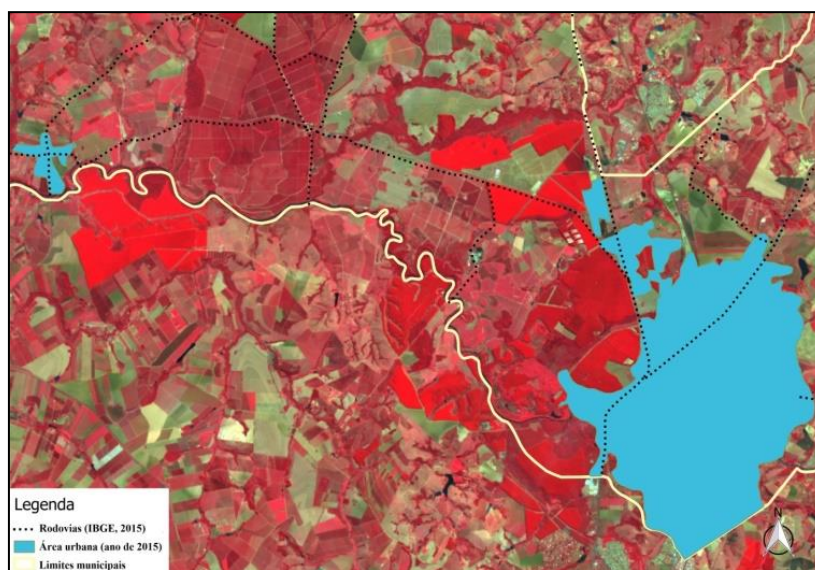


Figura 4 - Mancha urbana do município de Mogi Guaçu, ano de 2015.

Constata-se que houve junção dos aglomerados urbanos existentes, havendo a tendência de formação de um grande aglomerado urbano único, fato semelhante ao verificado em grandes metrópoles, no crescimento em direção a cidades satélites de seu entorno.

É possível notar que as áreas de maior desenvolvimento urbano do município de Mogi Guaçu-SP, se deram às margens das principais rodovias da cidade (SP 342 - Rod. Dr. Gov. Ademar Pereira de Barros e SP 340 – Rod. Deputado Mario Beni). Por serem rodovias de elevado fluxo de automóveis e caminhões, e eixo de escoamento de diversos produtos da região.

Notam-se também nas proximidades destas áreas em que foi mapeado o crescimento, extensos polos industriais, com empresas de grande porte, tais como: International Paper, Mahle, Lenços Presidente, Lanzi, entre outras. Esses polos industriais são um dos principais motivos do crescimento urbano nessas áreas, devido a sua existência em áreas de fácil acesso, pelos eixos rodoviários, e ainda suas proximidades de zonas urbanas. O mapeamento mostra que o crescimento urbano tende a margear tais polos industriais, possibilitando aos trabalhadores destas indústrias, alcançar menores transições entre trabalho e casa e vice versa.

Analisando-se o plano diretor do município, se pode constatar a separação destas áreas para a implantação de indústrias, chamadas neste, de zonas industriais pesadas (ZIP), e assim o plano diretor acaba por contribuir para que este eixo de crescimento da área urbanizada continue se expandindo para estas regiões.

Na Figura 5, pode-se verificar a mancha de expansão urbana do município de Mogi Guaçu, notando-se que as áreas de plantio de eucalipto da empresa International Paper, a oeste, acabam por formar um impedimento a este crescimento, demonstrando que quando o uso do solo da localidade provê renda ao proprietário da terra, a especulação imobiliária acaba por não pressionar tais regiões. Nota-se ainda o crescimento de maior expressão ocorrendo nos últimos 14 anos, fato este que corrobora com o período de industrialização do município, indicando, portanto, que este é fator preponderante para a expansão das áreas urbanizadas, às quais são voltadas para a implantação de casas de moradia e suas respectivas obras públicas de viver e conviver da localidade.

O crescimento urbano da cidade nos últimos 14 anos torna-se voltado para as direções “Norte/Nordeste/Leste”, porém com maior expressão no sentido nordeste.

O crescimento, antes de 23,1%, passa a ser de 31,1%, fato este que, também possui influência pela diferença de período analisado, sendo de 10 anos para o primeiro período (1991 a 2001) e de 14 anos para o segundo (2001 a 2015), mas que coincide com o período de industrialização da localidade, o que poderá ser comprovado em trabalhos futuros por um maior número de recortes temporais, com vistas a identifica-los.

É possível observar que o crescimento urbano no município foi considerado maior no período de 2001-2015, do que no de 1991-2001, neste período (2001-2015), o município expandiu sua área urbana em 10,40 km², 65,6% a mais que o crescimento do período anterior (1991-2001), que expandiu apenas 6,28 km².

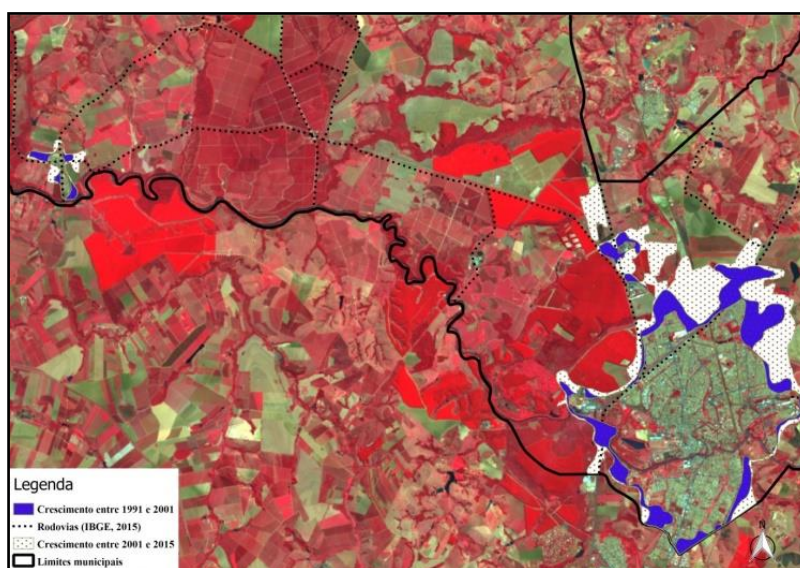


Figura 5 - Expansão da área urbana de Mogi Guaçu/SP.

Conclui-se, portanto, que a área urbana de Mogi Guaçu cresceu cerca de 61,4% em 24 anos, área esta que pode ser visualizada na Figura 5. Esse crescimento inclui a geração de 43 novos “bairros”, identificados através das manchas urbanas geradas.

O trabalho realizado através de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento para análise do crescimento do município possibilitou não só uma análise temporal de sua expansão, como foi possível verificar que o crescimento populacional do município de Mogi Guaçu/SP, acompanha de perto o crescimento urbano da cidade, tendo-se como resultados compilados os números constantes na Tabela 1.

A densidade demográfica calculada, demonstra o crescimento da população, tendo esta uma taxa de crescimento médio de cerca de 15% por decênio, estando o município de Mogi Guaçu entre os municípios paulistas de média densidade populacional.

Tabela 1 – Valores obtidos e calculados para a área de estudo.

	Ano		
	1991	2001	2015
Área do município	812,75	812,75	812,75
Área urbana (km ²)	27,17	33,45	43,85
Taxa de crescimento da área urbana (%)	...	23,11	31,09
Número de habitantes	107.454	124.228	147.223
Taxa de crescimento populacional (%)	...	15,61	18,51
Densidade demográfica do município (hab./km ²)	132,21	152,85	181,14
Densidade demográfica da área urbana (hab./km ²)	3954,88	3713,84	3357,42

Quando analisado a densidade demográfica relativa a área total do município e sua respectiva área urbana (Figura 6), constata-se que a primeira decaiu e a segunda aumentou. Tal fato demonstra que o crescimento da área urbana se deu de forma planejada, ou seja, surgimento de bairros com crescimento horizontal e com manutenção de áreas verdes. A densidade demográfica de Mogi Guaçu, relativa a área urbana de 2015, de 3.357,42 habitantes por quilômetro quadrado a coloca próxima a capitais como João Pessoa/PB e Vitória/ES, demonstrando que o município configura-se como um grande centro do interior paulista.

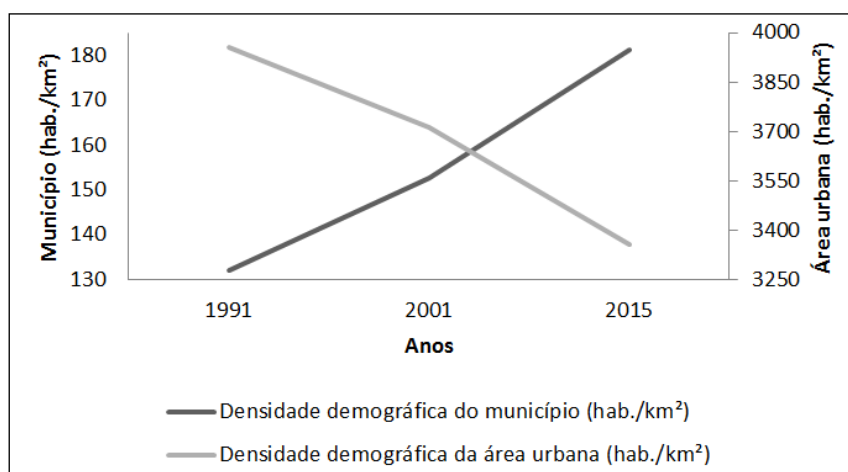


Figura 6 – Densidade demográfica relativa a área do município e a área urbana.

O município possui área total de 812,753 km², segundo base cartográfica do IBGE, tendo-se classificado que 43,85 km² do território corresponde a áreas urbanizadas, ou seja, apenas 5,4% do território. Com exceção das áreas de plantio, Mogi Guaçu é um município com grande potencial de crescimento urbano para os próximos anos, visto que seu território é amplo. É importante notar as diretrizes estabelecidas no plano diretor do município, a fim de não gerar impactos ambientais devido a estrutura mal dimensionada para tal crescimento.

Os eixos de crescimento apontados no plano diretor do município, voltados à implantação de grandes conjuntos habitacionais, expansão de condomínios e serviços está de acordo com o verificado.

4. Conclusões

O crescimento da área urbana de Mogi Guaçu nos últimos 24 anos foi de 61,4%, estando atualmente com 43,86 km², sendo este crescimento de maneira horizontal, favorecendo a criação de espaços para o bem estar social.

O trabalho trouxe informações de extrema importância para o município de Mogi Guaçu/SP, base para se entender o crescimento das áreas urbanizadas e se identificar tendências futuras, às quais são informações que se mostram efetivas para o complemento do plano diretor do município. Utilizando o mapeamento sobre as imagens de diferentes datas tornou-se possível a elaboração de mapas, que auxiliam a visualização dos dados e eixos de crescimento, favorecendo o conhecimento da área estudada, possibilitando assim uma melhor visualização da área urbana do município.

Conclui-se que as constatações do presente trabalho e o plano diretor do município, caminham em comum acordo; o sentido de direcionamento da expansão urbana (Norte/Nordeste/Leste), definido pelo município é claramente observado nas vetorizações realizadas.

Por meio dos resultados obtidos é possível mensurar que o município trabalha em torno de seu plano diretor, a fim de obter um crescimento ordenado, visando a preservação do meio ambiente, a saúde da vizinhança, e a capacidade dos serviços, equipamentos e infraestrutura urbana.

Indica-se para trabalhos futuros a tentativa de se identificar os períodos de efetivo crescimento, tentando-se correlacioná-los com as datas de implantação de indústrias de grande e médio porte.

3. Referências Bibliográficas

CARNEIRO, A. F. T. PAULINO, L. A. **Base de dados para Sistema de Informações Geográficas**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC. Florianópolis: 1998.

CARTAXO, J. **A cidade fátua**. Fortaleza. In: Imprensa Universitária, 2000.

CORDOVEZ, J. C. G. **Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão Urbana**. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 1, 2012, Aracajú. Sergipe, 2012. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/pa_pu_01.PDF>. Acesso em: 28/10/2015.

FRANCISCO NETO. C. V. **Controle das políticas públicas de ordenamento urbano através das ações coletivas**. 2012. Disponível em: <http://www.mpcce.mp.br/esmp/publicacoes/edi001_2012/artigos/07_Francisco.das.Chagas.de.Vasconcelos.Neto.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2015.

JACINTHO, L. R. de C. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramentas a gestão ambiental de unidades de conservação: O caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP**. 2003. 121 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrologia) – Instituto de Geociências/USP. São Paulo, 2003.

LOCH, R. E. N. **Cartografia**: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis, 2006.

Mogi Guaçu (SP). Prefeitura, 2014. Disponível em: <<http://www.mogiguacu.sp.gov.br>>. Acesso em: 25 mai. 2015.

ROQUE, A. A. O. et al. **Uso de sistemas de informação geográficas no gerenciamento de políticas públicas: o projeto LUPA em SP**. In: 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal – Embrapa Informática Agropecuária/INPE. Corumbá, 2009.

SOUZA, L. N. **Diagnóstico do meio físico como contribuição ao ordenamento territorial do município de Mariana – MG**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2004.