

Análise do zoneamento como um instrumento de preservação ambiental utilizando técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto

Raphael e Silva Girão¹
Cristiane Nunes Francisco²
Pedro José Farias Fernandes^{2,3}

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geologia
Av. Athos da Silveira Ramos 274 - 21941-916 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil
raphaelgirao@hotmail.com

² Universidade Federal Fluminense
Av. Gal. Milton Tavares de Souza s/nº - 24210-346 - Niterói - RJ, Brasil
crisnf@vm.uff.br
pjf_fernandes@yahoo.com.br

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Divisão de Sensoriamento Remoto – DSR/INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil

Abstract. This study aims to analyze the environmental zoning as a tool to control urban expansion in environmentally protected areas using GIS techniques and remote sensing, taking as a test area the case of Itaipu Lagoon Region in Niterói (RJ). The present study was carried out in two parts: preparation of the database and spatial analysis of data in GIS. The first phase was the mapping of land use/land cover the in the years 2000 and 2007 in the region to analyze urban expansion, using aerial photographs and Quickbird data and visual interpretation, and the digitalization of the Environmental Zoning created for the Forest of Itaipu Lagoon by the Urban Plan for the Oceanic Region of Niterói and by the Municipal Decree 9060/03. Finally, in the step of spatial analysis, the intersect between land use/land cover maps and environmental zoning of Itaipu Lagoon Region was performed, creating urban occupation maps for the study area in 2000 and 2007. The environmental zoning of Itaipu Lagoon Region created areas with restrictions of occupation. In general, urban expansion in Itaipu Lagoon Region between 2000 and 2007 corresponds to a growth of 33.8%, of which 79.7% occurred in areas with restrictions, 3.1% occurred in protected areas, and 17.2% occurred in areas with parameters that restrict any type of urban occupation. It can be concluded that the methodology allowed the analysis of the urban occupation in the study area and of the environmental zoning.

Palavras-chave: Environmental zoning, urban expansion, geoprocessing, zoneamento ambiental, expansão urbana, geoprocessamento.

1 Introdução

O crescimento urbano tem ocorrido de modo acelerado e, na maioria das vezes, sem qualquer tipo de ordenamento. A falta de capacidade técnica e de vontade política para planejar e controlar a expansão urbana são umas das grandes dificuldades enfrentadas pelos gestores públicos por todo país.

A questão ambiental se tornou um tema amplamente discutido a partir da década de 1960, sendo rapidamente incluída nas práticas referentes ao planejamento territorial (LIMONAD, 2010) com a criação de instrumentos de gestão, entre eles o zoneamento, um dos mais difundidos, empregado tanto na face ambiental como na face urbanística (COSTA, 2008).

O zoneamento ambiental surge no Brasil a partir dos anos de 1970, como um instrumento destinado a normatizar e ordenar o território. Sua prática consiste na divisão do território em parcelas nas quais se autorizam ou não determinadas atividades, se voltando principalmente para a proteção do meio ambiente frente aos impactos negativos do crescimento econômico (MILLIKAN, 1998).

No país, o zoneamento ambiental foi instituído em 1981 pela Lei 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente e, posteriormente, regulamentado sob a denominação de zoneamento ecológico-econômico (ZEE). Na forma de instrumento de planejamento, o zoneamento ambiental adquiriu um caráter preventivo, focado em garantir a dimensão ambiental nas políticas referentes à ocupação do território, sendo também muito utilizado na tentativa de controlar a expansão urbana em áreas ambientalmente protegidas (BEZERRA, 1996).

Nesse contexto, o geoprocessamento aparece como um importante recurso para monitorar a expansão urbana. Tal tecnologia interdisciplinar permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos (CÂMARA et al., 2001). O geoprocessamento aliado às imagens aerofotogramétricas e orbitais de alta resolução espacial permitem, não somente levantar dados de elementos do fato urbano para determinados cenários, mas também caracterizar as alterações espacialmente ocorridas (ROSSETTI et al., 2007). As imagens aerofotogramétricas apresentam alta resolução espacial, o que, até recentemente, estimulava a sua utilização quase que exclusiva em estudos urbanos, já que as imagens orbitais apresentavam, até pouco tempo, média a baixa resolução espacial. Com os avanços da tecnologia aeroespacial, as resoluções espaciais dos sistemas-sensores têm aumentado continuamente, ampliando o potencial das imagens orbitais para aplicações urbanas (MORATO et al., 2011).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar o zoneamento ambiental como um instrumento para contenção da expansão urbana em áreas ambientalmente protegidas, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, tendo como estudo de caso a Região Lagunar de Itaipu.

A área de estudo corresponde a Região Lagunar de Itaipu, uma área de 1,9 mil ha que abrange o entorno da Laguna de Itaipu, localizada na Região Oceânica do município Niterói, pertencente à Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A região vem sofrendo intensamente com a expansão urbana e, conseqüentemente, com a especulação imobiliária. De acordo com Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia de Niterói (2002), a região apresentou uma taxa de crescimento demográfico anual de 6,9% entre 1970 e 2000, enquanto no restante da cidade correspondeu a 1,1%.



Figura 1. Localização da Região Lagunar de Itaipu.

A Região Lagunar de Itaipu é um dos alvos mais cobiçados pelo mercado imobiliário, sua localização privilegiada, próxima às praias e com paisagens exuberantes, faz com que áreas em seu entorno sejam reconhecidas como um dos metros quadrados mais valorizados do país. Contudo, a região também é caracterizada por ser uma importante área ambiental do município, berçário e habitat de diversas espécies endêmicas da fauna e flora, e que, apesar de uma série de intervenções antrópicas, ainda mantém parte do seu ambiente natural preservado.

Em vista disso, o Poder Público Municipal, no intuito de tentar conter a expansão urbana na Região Lagunar de Itaipu, criou uma área ambientalmente protegida, denominada de Bosque Lagunar de Itaipu, bem como seu primeiro zoneamento ambiental, que logo seria substituído por um novo zoneamento criado pelo Decreto Municipal nº 9060/03 (NITERÓI, 2003). Ambos os zoneamentos tinham como o objetivo ordenar e planejar o uso e ocupação da terra na região e, desse modo, conter a expansão urbana nas áreas ainda preservadas.

2 Metodologia de Trabalho

O presente estudo foi elaborado em duas partes: preparação da base de dados e análise espacial dos dados. (Figura 2), realizadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGis 9.3 (ESRI, 2008).

A primeira etapa constou do mapeamento do uso e cobertura da terra dos anos 2000 e 2007 na Região Lagunar de Itaipu com o objetivo de analisar a expansão urbana. Para isso, foram usados os seguintes materiais:

- Ortofotos do ano de 2000, na escala 1: 10.000 (AMPLA);
- Imagem digital do satélite QUICKBIRD pancromática do ano de 2007, com resolução espacial de 0,61 m e resolução radiométrica de 11 bits.

Para o mapeamento, executado através da interpretação visual e vetorização manual, foram criadas nove classes de uso e cobertura da terra: loteamento, baixa densidade urbana, alta e média densidade urbana, afloramento rochoso, água, praia, duna, vegetação herbácea – arbustiva e floresta.

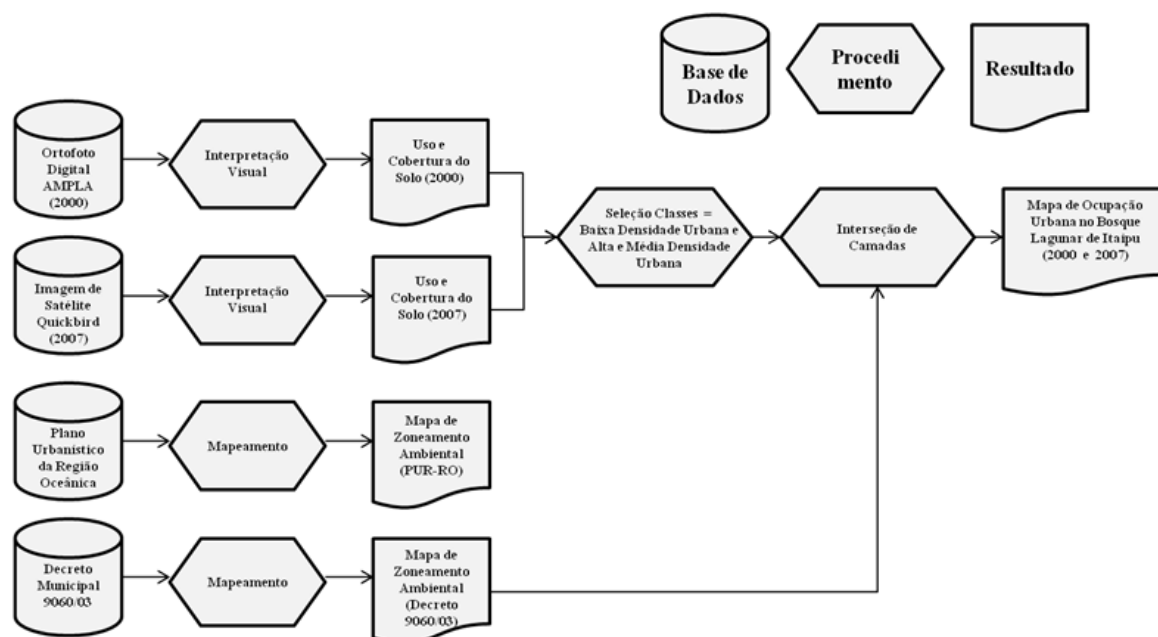


Figura 2. Fluxograma das etapas da pesquisa.

A seguir foi realizada a digitalização dos Zoneamentos Ambientais criados para o Bosque Lagunar de Itaipu pelo Plano Urbanístico da Região Oceânica de Niterói – PUR RO (NITERÓI, 2002) e pelo Decreto Municipal 9060/03 (NITERÓI, 2003). Os zoneamentos foram digitalizados através de vetorização manual com o auxílio da base cartográfica cadastral CIDE de 1997 na escala 1:2.000, seguindo as descrições encontradas na legislação correspondente a cada um dos zoneamentos. Posteriormente, foram inseridos os atributos, como é permitido em ambiente SIG, para compor o banco de dados geográficos.

Por fim, a última etapa, relativa à análise espacial, consistiu no cruzamento entre os mapeamentos de uso e cobertura da terra de 2000 e 2007 da Região Lagunar de Itaipu, e o mapeamento do Zoneamento Ambiental do Bosque Lagunar de Itaipu vigente, implantado pelo Decreto Municipal 9060/03 (NITERÓI, 2003), originando os mapas de ocupação urbana no Bosque Lagunar de Itaipu nos anos de 2000 e 2007.

3 Resultado e Discussão

3.1 Análise Espacial dos Zoneamentos Ambientais

O PUR RO (NITERÓI, 2002) criou na Região Lagunar de Itaipu uma área ambientalmente protegida denominada de Bosque Lagunar de Itaipu, implantando também um zoneamento ambiental temporário constituído de quatro zonas: Zona de Proteção Integral (ZPI), Zona de Uso Extensivo (ZUEX), Zona de Uso Intensivo e Recreação (ZUIR) e Área de Especial Interesse Urbanístico (AEIU). As duas primeiras (ZPI e ZUEX) apresentam parâmetros que restringem integralmente qualquer tipo de uso e ocupação. A ZUIR possui parâmetros vagos e suas definições de restrição a uso e ocupação foram estabelecidas no zoneamento posterior. Já a AEIU corresponde a uma zona destinada a construção de residências de uso coletivo a partir de contrapartidas ambientais que assegurem e incentivem a preservação ambiental das demais zonas do Bosque Lagunar de Itaipu. Na Tabela 1 é apresentada a representatividade espacial do zoneamento ambiental implantado pelo PUR RO (NITERÓI, 2002) para o Bosque Lagunar de Itaipu.

Tabela1 – Zoneamento ambiental do Plano Urbanístico da Região Oceânica de Niterói (NITERÓI, 2002) para o Bosque Lagunar de Itaipu, Niterói, RJ

CLASSE	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
ZPI	100,83	27,4
ZUEX	135,66	36,9
ZUIR	75,55	20,5
AEIU	56,07	15,2
TOTAL	368,11	100

Como o zoneamento ambiental implantado pelo PUR RO (NITERÓI, 2002) para o Bosque Lagunar de Itaipu apresentou caráter temporário, foi implantado um novo zoneamento, através do Decreto Municipal nº 9060 de 2003 (NITERÓI, 2003), com as seguintes zonas: Zona de Preservação Permanente (ZPP), Zona de Uso Extensivo (ZUEX), Non Aedificandi, Zona de Especial Interesse Ambiental (ZEIA), Zona de Especial Interesse Ambiental e Arqueológico (ZEIAA), Zona de Conservação da Vida Silvestre (ZCVS) e a Área de Especial Interesse Urbanístico (AEIU). As três primeiras apresentam parâmetros que restringem integralmente qualquer tipo de uso e ocupação. Na ZEIA e ZEIAA, o uso e ocupação da terra são permitidos em casos especiais julgados de interesse público pelo poder executivo municipal. Na ZCVS é permitido o uso e ocupação da terra de acordo com algumas restrições. Por fim, a AEIU manteve os mesmos parâmetros, correspondendo a uma zona para

a construção de residências de uso coletivo a partir de contrapartidas ambientais que assegurem e incentivem a preservação ambiental das demais zonas do Bosque Lagunar de Itaipu. Na Tabela 2 é apresentada a representatividade espacial do zoneamento ambiental implantado pelo Decreto Municipal 9060/03 (NITERÓI, 2003) para o Bosque Lagunar de Itaipu, que é o zoneamento vigente.

Tabela 2. Zoneamento ambiental do Decreto Municipal 9060/03 (NITERÓI, 2003) para o Bosque Lagunar de Itaipu, Niterói, RJ.

CLASSE	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
ZPP	100,83	27,4
ZUEX	135,66	36,9
ZEIA	29,43	8,0
ZEIAA	10,39	2,8
ZCVS	32,88	8,9
AEIU	52,79	14,3
NON AEDIFICANDI	6,13	1,7
TOTAL	368,11	100

O zoneamento ambiental vigente define 66% de toda a área do Bosque Lagunar de Itaipu como zonas integralmente protegidas em relação ao uso e ocupação da terra, 23,2% como passíveis de ocupação urbana, ainda que com algumas restrições, e 10,8% como protegidas, onde só é permitido o uso e ocupação em casos especiais julgados de interesse público pelo poder executivo municipal.

A análise comparativa dos dois zoneamentos para o Bosque Lagunar de Itaipu mostra que o segundo aumenta de 236,49 ha para 242,62 ha as áreas inseridas em zonas com parâmetros que restringem integralmente qualquer tipo de uso e ocupação da terra, correspondendo a um aumento de 2,59%. Em contrapartida, este mesmo zoneamento aumenta de 56,07 ha para 85,67 ha as áreas inseridas em zonas passíveis de ocupação urbana, ainda que com algumas restrições, o que representa um aumento significativo de 52,79%.

3.2 Análise da Expansão Urbana no Zoneamento Vigente do Bosque Lagunar de Itaipu

Ao analisar os resultados referentes à expansão da ocupação urbana no Bosque Lagunar de Itaipu entre 2000 e 2007 (Figura 3) (Figura 4) (Tabela 3), verifica-se que expansão ocorreu predominantemente nas áreas definidas como ZCVS, zona passível de ocupação ainda que com restrições, correspondendo a 79% da expansão urbana ocorrida no Bosque Lagunar de Itaipu. Nas áreas definidas como AEIU e ZEIAA, a expansão urbana foi menos significativa. Nas áreas definidas ZUEX e ZEIA, não ocorreu mudança.

Vale ressaltar que nas áreas definidas como ZPP e Non Aedificandi, zonas com parâmetros que restringem integralmente qualquer tipo de intervenção, ocorreu um pequeno crescimento da ocupação urbana, correspondendo respectivamente 0,70 ha e 0,53 ha.

De modo geral, a expansão urbana no Bosque Lagunar de Itaipu entre 2000 e 2007 foi de 7,15 ha, o que corresponde a um crescimento de 33,8%, do qual 79,7 % ocorreu em áreas passíveis de ocupação urbana ainda que com restrições (ZCVS e AEIU), 3,1% ocorreu em áreas protegidas, onde só é permitido o uso e ocupação da terra em casos especiais julgados de interesse público pelo poder executivo municipal (ZEIA e ZEIAA) e 17,2% ocorreu em áreas com parâmetros que restringem integralmente qualquer tipo de uso e ocupação (ZPP, ZUEX e Non Aedificandi).

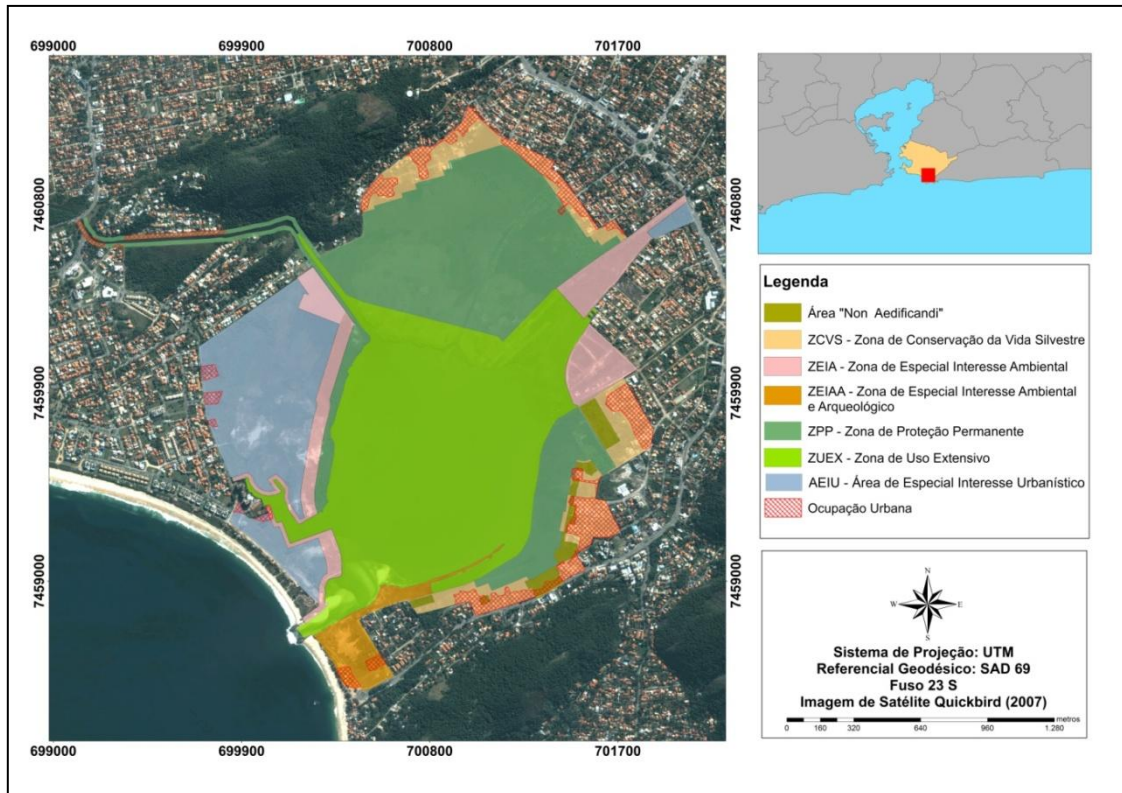


Figura 3. Mapa de ocupação urbana no interior do zoneamento ambiental vigente do Bosque Lagunar de Itaipu em 2000, Niterói, RJ.

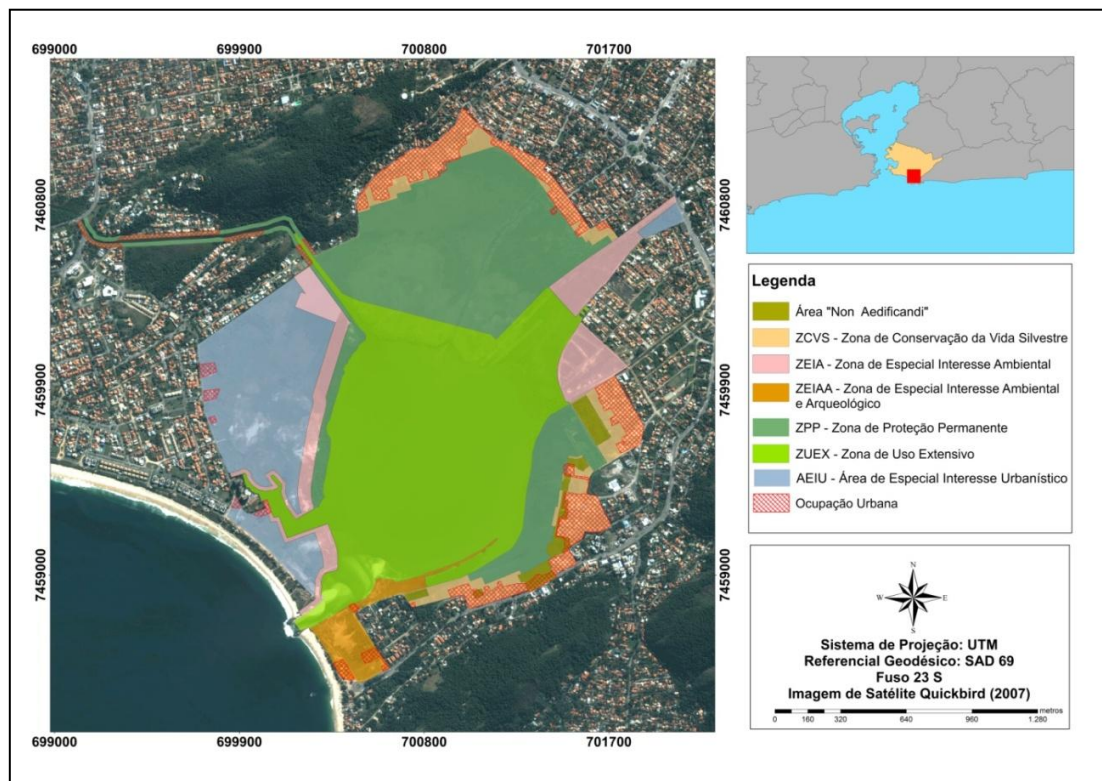


Figura 4. Mapa de ocupação urbana no interior do zoneamento ambiental vigente do Bosque Lagunar de Itaipu em 2007, Niterói, RJ.

Tabela 3. Expansão da ocupação urbana entre 2000 e 2007 no interior do zoneamento ambiental vigente do Bosque Lagunar de Itaipu, Niterói, RJ.

ZONAS	ÁREA URBANA EM 2000 (ha)	ÁREA URBANA EM 2007 (ha)	EXPANSÃO URBANA (ha)
ZPP	1,49	2,19	+ 0,70
ZUEX	0,00	0,00	0,00
ZEIA	0,11	0,11	0,00
ZEIAA	0,97	1,19	+ 0,22
ZCVS	16,50	22,14	+ 5,64
AEIU	1,22	1,28	+ 0,06
NON AEDIFICANDI	0,83	1,36	+ 0,53
TOTAL	21,12	28,27	+ 7,15

4 Conclusões

O zoneamento ambiental se mostrou um importante instrumento para ordenar e planejar o uso e ocupação da terra, pois conteve a expansão urbana nas áreas ambientalmente protegidas. Na Região Lagunar de Itaipu, mesmo com a implantação do Bosque Lagunar de Itaipu e seus respectivos zoneamentos ambientais, o crescimento da ocupação urbana ocorreu, contudo a maior parte nas áreas já degradadas, onde o zoneamento ambiental vigente definiu como passíveis de ocupação.

Menos de um quinto da expansão urbana ocorreu nas áreas integralmente protegidas pelo zoneamento vigente, correspondente somente a 1,33 ha, número que se mostra ser pouco significativo quando comparado com a extensão das áreas integralmente protegidas, correspondente a 242,62 ha, e também com a taxa anual de crescimento populacional da região.

Referências Bibliográficas

- Bezerra, M. C. **Planejamento e gestão ambiental: uma abordagem do ponto de vista dos instrumentos econômicos**. 1996. 227 p. Tese de Doutorado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Camêra, G.; Monteiro A. M.; Carvalho M. S.; Druck S. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- Costa, G. M. Prática e Ensino em Planejamento (urbano) no Brasil: da “velha” compreensividade multidisciplinar à abordagens transdisciplinar” In: Costa, G. M.; Mendonça, J. G. (org.) **Planejamento Urbano no Brasil: Trajetórias, Avanços e Perspectivas**. Belo Horizonte: ARTE, 2008.
- Limonad, E. A natureza da “ambientalização” do discurso do planejamento. Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2010, vol. XIV, nº 331 (66).
- Millikan, B. H. **Zoneamento no Brasil: Conceitos, Debates e Desafios**. Departamento de Geografia, Universidade da Califórnia, Berkeley – EUA. 1998.
- Morato, R. G.; Kawakubo, F. S.; Hayakawa, E. H.; Machado, R. P.; Análise da expansão urbana por meio de composições coloridas multitemporais. **Revista Mercator**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2011, vol. X.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI, **Bosque Lagunar de Itaipu**. Niterói, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI, **Decreto nº 9060 de 2003: Plano de Manejo do Bosque Lagunar de Itaipu**. Niterói, 2003.

Rossetti, L. A.; Pinto, S. A. F.; Almeida, C. M. Geotecnologias aplicadas á caracterização das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP). **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis**. INPE (2007).