

Análise espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Natal/RN nos anos de 1984 e 2011 através de sensoriamento remoto

Nara Guimarães Azevedo¹

Sara Amélia de Oliveira Galvão²

Resumo. As áreas verdes são importantes elementos da paisagem urbana que contribuem para uma melhor qualidade de vida da população. Entretanto com o crescimento urbano essas áreas muitas vezes são reduzidas pela pressão antrópica. A investigação dessa diminuição pode ser feita utilizando-se o sensoriamento remoto, ferramenta útil e eficiente na detecção de mudanças e que contribui efetivamente para análise e elaboração de um diagnóstico, além de envolver menores custos e menor tempo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar duas imagens de satélite do município de Natal/RN nos anos de 1984 e 2011 para verificar a diminuição de áreas verdes na cidade e calcular o índice de área verde por habitante. Os resultados obtidos a partir das imagens de satélite permitiu concluir que em Natal a vegetação urbana diminuiu cerca de 54% enquanto a área urbana aumentou em aproximadamente 50%. O índice de áreas verdes correspondeu a 40,4m²/hab, bem acima do estabelecido pela ONU, FAO e OMS (12m²/hab). Os resultados confirmam a falta de planejamento e de investimentos nas áreas protegidas dentro do município.

Palavras-chave: áreas verdes urbanas, urbanização, crescimento urbano, índice de área verde.

Abstract. Green areas are important elements of the urban landscape because contribute to better the quality of life. However the urban growth are often reduced by anthropogenic pressure. The investigation of this decrease can be done using remote sensing, because is a useful and efficient tool to detect changes and contributes effectively for analysis and design of a diagnosis, moreover involve less cost and time. Thus, the objective of this study was to compare two satellite images of the Natal city (Brazil) in 1984 and 2011 to verify the reduction of green areas in the city and calculate the index of green area per inhabitant. The results obtained from satellite images showed that Natal's urban vegetation decreases about 54% while the urban area increased by approximately 50%. The ratio of green corresponded to 40.4 m²/hab, above the established for ONU, FAO and OMS (12m²/hab). The results confirm the lack of planning and investment in protected areas within the municipality.

Keywords: green urban areas, urbanization, urban growth, index of green areas.

¹ Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, aluna do Curso de Especialização em Gestão e Perícia Ambiental da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN. Autor para correspondência: naraguima1@yahoo.com.br

² Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, coordenadora do curso de Pós-graduação em Gestão e Perícia Ambiental pela UNI-RN, s_galv@yahoo.com.br

1. Introdução

As áreas verdes urbanas são importantes fornecedoras de bens e serviços ambientais que proporcionam benefícios e bem-estar social tais como beleza cênica, contemplação, biodiversidade, proteção da fauna e da flora, controle de erosão, melhoria da qualidade do ar e da água (Costanza, 1997; Romeiro, 2010). Além disso, as áreas verdes são importantes elementos da paisagem urbana, principalmente porque essas áreas propiciam à sociedade a efetivação do direito ao lazer ao praticarem atividades recreativas nestes locais (Dias, 2009). Porém, sua importância para o bem-estar das cidades e dos cidadãos é muitas vezes negligenciada no planejamento urbano e na criação de políticas públicas de desenvolvimento (Jim e Chen, 2006).

O crescimento urbano das últimas décadas e a consequente alteração da paisagem e das características ambientais gerados pela falta de planejamento urbano levaram a população e a administração pública a perceber e discutir a importância da vegetação no espaço urbano (Hildebrand *et al*, 2010). Reconhecer os benefícios econômicos destas áreas permite que os gestores públicos avaliem com maior precisão o conflito existente entre proteção de áreas verdes e a expansão da cidade (Hobden *et al.*, 2004).

De acordo com a Constituição Federal de 1988 o Município tem a competência de planejar e controlar o uso do solo urbano dentro de uma política ordenada de desenvolvimento com a obrigação de priorizar o interesse coletivo. Entretanto, os investimentos públicos nessas áreas muitas vezes são reduzidos, geralmente são recursos que sobram de outras atividades consideradas mais importantes no processo de desenvolvimento das cidades, realçando o descompasso existente entre as relações socioambientais e econômicas (Loboda e Angelis, 2005).

Para que as áreas verdes urbanas possam desempenhar de maneira satisfatória suas funções é necessário que sejam integradas no planejamento urbano. Ou seja, é necessário que haja um adequado ordenamento urbano que vise uma integração da natureza e as populações humanas (Cavalheiro e Del Picchia, 1992). Entretanto, para Gomes e Soares (2003) o que ocorre, na maior parte das cidades brasileiras, é uma distribuição não uniforme de áreas verdes, pois a localização destas, na maioria das vezes, está associada à especulação imobiliária. Assim, os espaços destinados ao lazer, quer sejam parques e praças públicas, quando bem equipados, tornam as áreas em seu entorno mais valorizadas e, conseqüentemente, procuradas pela garantia de uma vida mais saudável devido aos diversos benefícios que esses espaços lhes oferecem.

Uma ferramenta útil e eficiente na detecção de mudanças e que contribui efetivamente para análise e elaboração de um diagnóstico que subsidie o planejamento do uso do solo das áreas urbanas é o uso de sensoriamento remoto (Florenzano, 2011). Esta ferramenta acelera e reduz os custos do mapeamento, pois o custo por quilômetros quadrados da utilização de imagens de satélite é menor do que o de fotografias aéreas ou levantamentos de campo, facilitando o planejamento urbano para as administrações municipais que enfrentam o problema de escassez de recursos (Paranhos Filho et al, 2008).

Portanto, este trabalho tem como objetivo verificar a situação da cobertura vegetal no município de Natal/RN, comparando duas imagens de satélite no período de 1984 e 2011 através de técnicas de sensoriamento remoto, a fim de verificar se houve diminuição de áreas verdes neste município e se a quantidade de metros quadrados de áreas verdes por habitantes está de acordo com o índice proposto pela ONU, FAO e OMS ($12\text{m}^2/\text{hab}$).

1.1 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto é uma técnica de geoprocessamento que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Meneses e Almeida (2012) definem sensoriamento remoto como *“uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres”*.

Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos e as fotografias aéreas são uma classe de sensores remotos. O filme fotográfico foi o primeiro material construído pelo homem capaz de registrar a radiação eletromagnética e de transformá-la na imagem do objeto fotografado. Entretanto, hoje, há um grande número de satélites em órbita, capazes de capturar imagens da terra para serem interpretadas (Volpato e Barros, 2001).

A interpretação de uma imagem obtida por um sensor remoto é apresentado em forma de um mapa que servirá para identificação de impactos ambientais, mapeamento multitemporal, caracterização geoambiental e até mesmo a geração de um banco de dados ambientais georreferenciados (Medeiros, 2009).

Dessa forma, estudos na área ambiental que utilizam esta ferramenta são relevantes para se compreender a situação real do espaço, possibilitando o reconhecimento das fragilidades e servindo de base para a formulação de proposta para uma melhor utilização dos recursos naturais (Medeiros, 2009).

A expansão da cidade de Natal provocou a ocupação de áreas de mangue e a substituição da vegetação natural por diferentes tipos de uso da terra intensificando o processo de desmatamento. Assim, aspecto multitemporal das imagens de satélite permite avaliar e monitorar a redução da área verde na cidade, acompanhando as transformações do espaço ao longo do tempo.

2. Material e métodos

Área de estudo

O município de Natal está localizado no estado do Rio Grande do Norte (Brasil), a uma latitude de 05° 47' 42" S e longitude 35° 12' 34" W, conforme mostra a figura 01, pando uma área total de 169,9 km², dos quais 108,6 km² correspondem a área urbanizada (Embrapa, 2012). Segundo o IBGE (2012) a população da cidade de Natal no ano de 2010 é de 803.739 ha e a densidade urbana de 4.808,2 hab/Km².

O clima da cidade segundo a classificação de Köppen é do tipo climático AS', quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e verão seco, influenciado pelas massas de ar oriunda do Oceano Atlântico, constituída pelos ventos alísios de Sudeste para Noroeste, responsáveis pelas condições climáticas amenizantes da cidade.

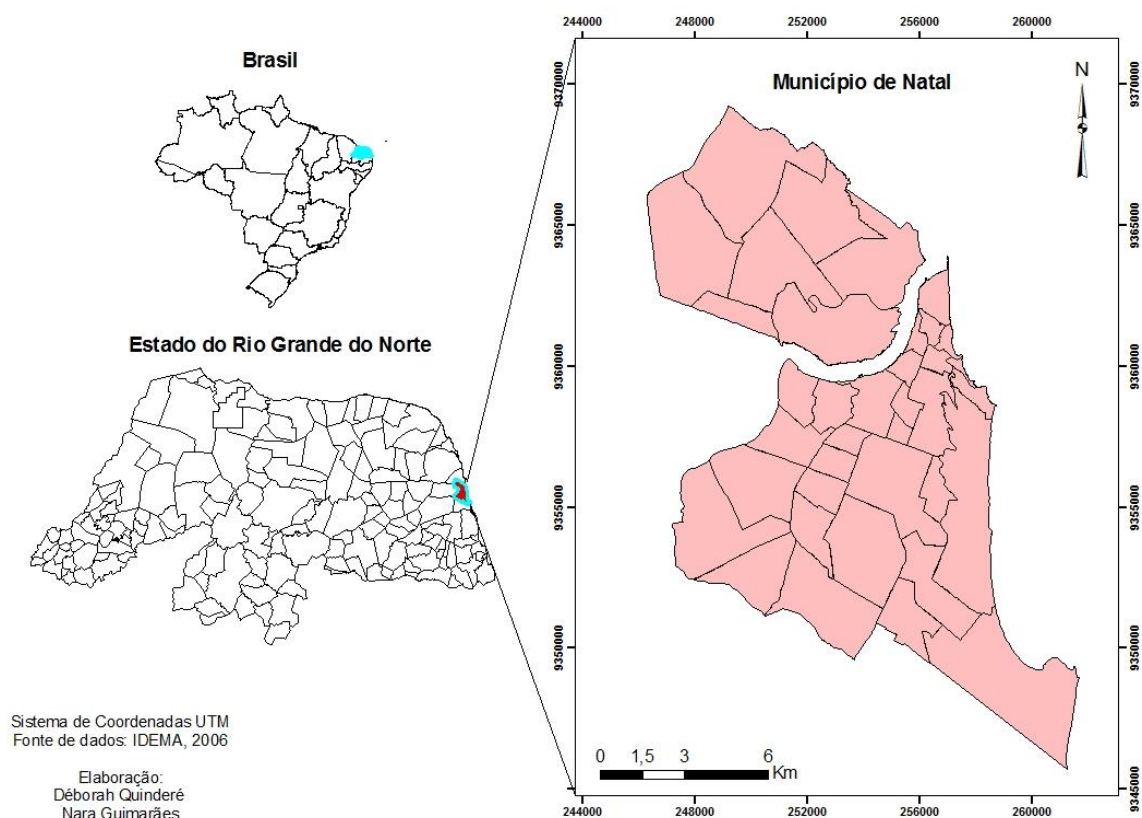


Figura 01: Área de estudo: Município de Natal - RN. Mapa elaborado através do *software* ArcGis 9.3

Método

No primeiro momento, foram adquiridas duas cenas de imagens de satélite do período de 1984 e 2011 do sensor TM/LANDSAT, órbita/ponto 214/64 que abrange o município de Natal-RN, correspondentes as cenas do dia 17/11/1984 e 09/09/2011. Tais cenas foram obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE; <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>), e as diversas etapas de processamento de imagens foram realizadas no *software* ENVI 4.5 e no sistema de informações geográficas ArcGIS 9.3.

Nas imagens correspondentes as bandas 4, 3 e 2 foi aplicado o contraste gaussiano com o objetivo de melhorar a qualidade visual da imagem e facilitar a interpretação da mesma. Em seguida foi utilizado o índice de vegetação da Razão Simples (Simple Ratio - SR) para evidenciar a vegetação, obtendo-se uma imagem como resultado da razão entre o infravermelho próximo e o vermelho. Esta imagem foi utilizada para fazer a coloração RGB, na qual foi atribuído ao R a banda 4 (infravermelho próximo), ao G a imagem gerada após aplicação do índice de vegetação e ao B a banda 2 (verde).

Após a coloração, essas imagens foram recortadas no ArcGIS 9.3, de forma que abrangessem apenas o município de Natal. Então utilizou-se o processo de classificação não supervisionada k-médias e para isto foram definidas 4 classes de cobertura (rio, dunas, vegetação e área urbana) através do software ENVI 4.5, como mostra a figura 02.

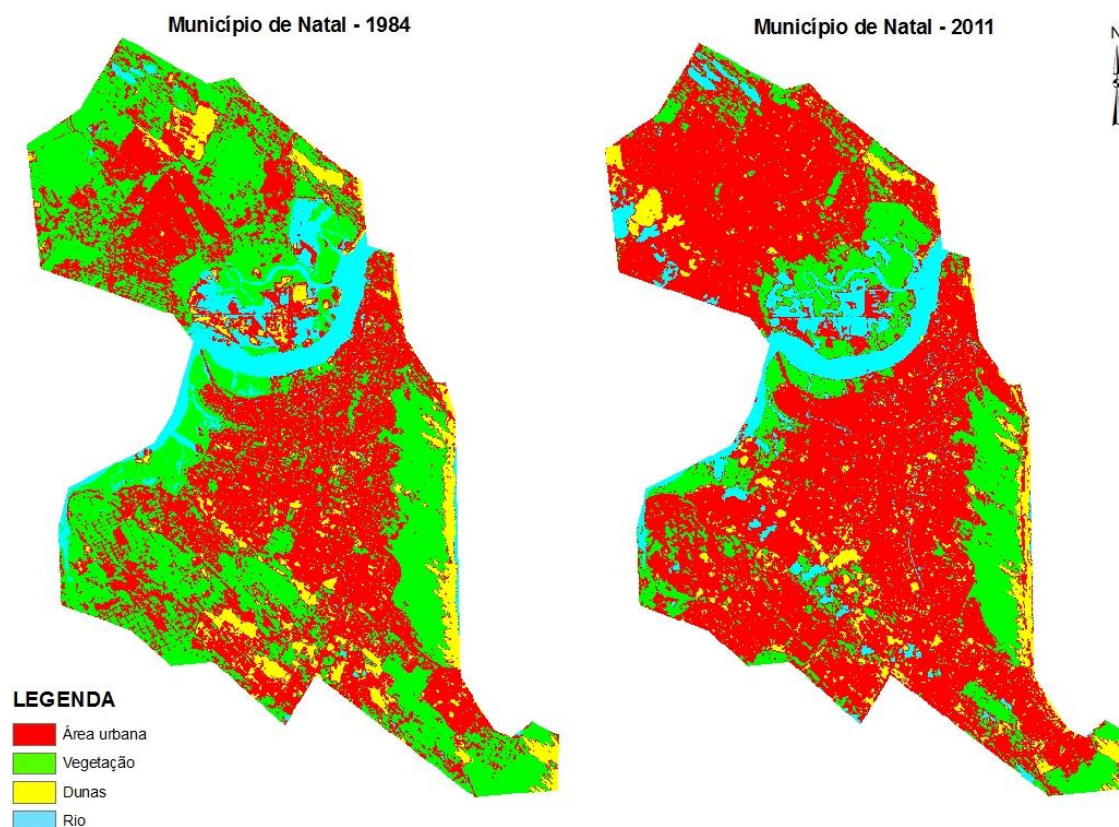


Figura 02: Imagens Landsat classificadas mostrando os diferentes tipos de cobertura no município de Natal/RN nos anos de 1984 e 2011.

A partir das imagens classificadas e das porcentagens referentes a cada tipo de cobertura do município de Natal, foi possível o cálculo do índice de área verde, que expressa a quantidade de cobertura vegetal dividido pelo número de habitantes da localidade ($\text{m}^2/\text{hab.}$).

3. Resultados e Discussão

A partir das imagens classificadas, figura 02, foi possível extrair a porcentagem de cada tipo de cobertura existente em Natal. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 01.

Tabela 01: Porcentagem dos diferentes tipos de cobertura existentes no município de Natal/RN em 1984 e 2011.

Tipo de cobertura	1984	2011
Rio	7,73 %	8,84 %
Dunas	7,03 %	6,97 %
Área Urbana	43,90 %	65,65 %
Vegetação	41,91 %	19,12 %

Observa-se que a área urbana de Natal apresentou um crescimento expressivo entre os anos de 1984 e 2011 passando de 74,6 km² para 111,5 km², o que representa um aumento de 49,46%. Este crescimento se deve pelo aumento populacional na cidade, que na década de 80 possuía 416.898 habitantes e praticamente duplicou em 2010, chegando a 803.739 habitantes (<http://moraremnatal.com/natal-rn/demografia-de-natal-rn>) e pela forma de ocupação da cidade.

O crescimento da área urbana nas últimas três décadas se deu predominantemente nos sentidos norte, oeste e sul da cidade. Inicialmente, foi caracterizado pela expansão imobiliária horizontal, com a construção de conjuntos habitacionais, que passaram a ocupar áreas que até então não sofriam com a intensa pressão antrópica. Em um segundo momento, com a intensa ocupação da região norte da cidade e por fim, com a consolidação do crescimento da cidade nos sentidos norte, oeste e sul, que agora pressionam as últimas áreas verdes da cidade, com crescente especulação imobiliária em um sentido vertical (Oliveira e Nunes, 2005).

Para Pereira (2001) o aumento populacional implica na ocupação do solo urbano, esse aumento do consumo habitacional determina como a cidade será estruturada, pois para ocupar o solo urbano é preciso pagar ao comprar imóveis ou alugar. Sendo assim, a população de menor renda tende a ocupar terras ilegais ou irregulares, contribuindo para a degradação urbana e diminuição da qualidade de vida.

Além disso, em Natal o crescimento da cidade é acompanhado pela ausência de infraestrutura urbana como saneamento básico que inclui rede coletora de esgoto e destinação adequada do lixo, medidas importantes que visam a proteção do ambiente natural.

Devido a essa pressão da urbanização, as áreas verdes de Natal também sofreram mudanças significativas, passando de 71,2 km² em 1984 para 32,5 km² em 2011, o que representa uma diminuição de 54,35% da cobertura vegetal do município. Um dos indicadores da qualidade de vida dos habitantes é a quantidade de área verde de uma cidade. A Organização das Nações Unidas (ONU), a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) estabelece valores de 12 m² de área verde por habitante como ideal (Morero et al, 2007). Neste trabalho o índice de áreas verdes

correspondeu a 40,4m²/hab o que representa um valor muito acima do recomendado, confirmando a necessidade de preservar e manter os espaços verdes no ambiente urbano.

Entretanto o uso desse índice é questionado, pois contabiliza todo tipo de área verde, não considerando a qualidade dessas áreas, expressando apenas uma informação quantitativa e que pode limitar a avaliação da questão ambiental e social (Rosset, 2005; Alvarez, 2004). Portanto, é necessário investigar se essas áreas são de uso da população e se atende as necessidades de lazer para que assim seja feito um planejamento adequado pra manutenção dessas áreas.

Entre outras mudanças corridas na paisagem, observou-se que a classe Rio teve um pequeno aumento de 1984 para 2011, passando de 13,1 km² para 15,0 km², pois nuvens contidas na imagem de 2011 foram classificadas como pertencentes a esse mesmo grupo, dessa forma este aumento deve ser desconsiderado. A classe dunas corresponde a todas as áreas de dunas móveis (sem vegetação), que demonstraram não sofrer grandes alterações, principalmente pelo fato dessas áreas estarem em Zonas de Proteção Ambiental, como por exemplo, as dunas localizadas no Parque da Cidade (ZPA 01), Parque das Dunas (ZPA 02) e Morro do Careca (ZPA 06).

4. Conclusões

O uso do sensoriamento remoto neste trabalho contribuiu para comprovar a expansão da cidade e a sua relação com a redução da cobertura vegetal nas últimas três décadas, através dos resultados obtidos pode-se confirmar que o crescimento da cidade não foi acompanhado de um planejamento adequado que apontasse para um desenvolvimento sustentável, porém um programa que busque integrar desenvolvimento e preservação ambiental se faz necessário para manter as áreas verdes ainda existentes na cidade, como também a criação de novos espaços protegidos por lei.

5. Referências Bibliográficas

Alvarez, I.A. Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação. 2004. 209 p. Tese de Doutorado (Doutorada em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz /USP, Piracicaba – SP. 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-22102004-165714/pt-br.php>> Acesso em: 28 set. 2012.

Brasil, Senado Federal. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. Disponível em: <http://www.ipsm.mg.gov.br/arquivos/legislacoes/legislacao/constituicoes/constituicao_federativa.pdf> Acesso em: 13 set. 2012.

Cavalheiro, F.; Del Picchia, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. Anais do 1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, Vitória ES, p. 29-38, 1992.

Costanza, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253 – 260, 1997.

Dias, G. M. Cidade Sustentável – fundamentos legais, política urbana, meio ambiente, saneamento básico. Natal, RN: Ed. Do autor, 2009. 384 p.

Embrapa. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpem.embrapa.br/conteudo/uf/rn.html>> Acesso em: 17 set. 2012.

Florenzano, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. São Paulo/SP: Oficina de textos, 2011. 128 p.

Gomes, M. A. S; Soares, B. R. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 1 (1), p. 19-29, jun, 2003.

Hildebrand, E., Graça, L. R. e Hoeflich, V. A. Valoração contingente na avaliação econômica de áreas verdes urbanas . *Floresta*, v. 31, n. 1, p. 121- 132, 2010.

Hobden, D. W., Laughton, G. E., Morgan, K. E, 2004. Green space borders—a tangible benefit? Evidence from four neighbourhoods in Surrey, British Columbia, 1980–2001. *Land Use Policy*, 21 (2), 129–138.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 17 set. 2012.

Jim, C.Y, Chen, W.Y, 2006. Impacts of urban environmental elements on residential housing prices in Guangzhou (China). *Landscape and Urban Planning*, 78, 422-434.

Loboda,C. R.; Angelis, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos usos e funções. *Ambiência*, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2005.

Medeiros, M. L. de. Estudo Multitemporal da Dinâmica Espacial do estuário Potengi/RN, utilizando como base os dados de Sensoriamento Remoto. 2009. 107p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Meneses, P. R.; Almeida, T. de (org.). Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília: CNPq. 266 p., 2012.

Morero, A. M.; Santos, R. F.; Fidalgo, E. C. C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso em Campinas – SP. Rev. Inst. Flor., v. 19, n. 1, p. 19-30, 2007. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/rev19-1pdf/19-30.pdf> Acesso em: 26 set. 2012.

Oliveira, F. F. G.; Nunes, E. Sensoriamento Remoto na análise espaço-temporal da expansão da mancha urbana em Natal/RN (1969-2002). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Artigos, p. 3871-3878. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.19.59/doc/3871.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2012.

Paranhos Filho, A. C.; Lastoria, G.; Torres, T. G.. Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias: material didático. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2008. 198 p.

Pereira, G. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. Desenvolvimento e meio ambiente, n. 3, p. 53-63, 2001. Disponível em: <ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/download/3027/2418> Acesso em: 28 set. 2012.

Romeiro, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H. (org.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. 2 ed., Rio de Janeiro: Elsevier, p.3-31, 2010.

Rosset, F. Procedimentos Metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erechim, RS. 2005. 61 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – SP. 2005. Disponível em: <http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=631> Acesso em: 28 set. 2012.

Volpato, G. H.; Barros, M. V. F. Análise dos Remanescentes Florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi – Paraná, Utilizando Sistemas de Informação Geográfica. Geografia, Londrina, v. 10, n. 2, p. 231-243, jul./dez, 2001.