

## Caracterização da evolução urbana do município de João Pessoa/ PB entre os anos de 1990 e 2006, com base em imagens orbitais de média resolução

Renata de Araújo Rafael<sup>1</sup>  
Thaís Regina Benevides Trigueiro Aranha<sup>1</sup>  
Leonardo Figueiredo de Meneses<sup>1</sup>  
Alzira Gabrielle Soares Saraiva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET/ PB  
Av. 1º de Maio, 720 – Jaguaribe – João Pessoa – PB, Brasil – CEP: 58015-430  
{renatarafael\_, thais\_benevides, lfmeneses}@hotmail.com

<sup>2</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET/ PB  
Av. 1º de Maio, 720 – Jaguaribe – João Pessoa – PB, Brasil – CEP: 58015-430  
saxzira@yahoo.com.br

**Abstract.** The urbanization process has generated several problems that affect directly the quality of the environment of the cities. The City of João Pessoa, Paraíba's Capital, despite it is not a big metropolis; it has passed for a deep change in its urban material. The present work shows the space evolution of the urban area of the City of João Pessoa in the period that represents the years of 1990 until 2006, through the images of TM sensor, satellite LANDSAT 5. Beyond the quantification of the urban areas in the indicated period, there was the identification of urban growth in relation to the vulnerability of groundwater in the city. To carry out this research were used techniques of digital image processing and interpretation of images. By editing vector was held the mapping of urban areas, generating up a map for each of the periods studied. Based on the analysis of the maps, there was a change in the intense coverage of the earth, due to an expressive urban sprawl occurred in the city in the time studied. Between the years 1990 and 2001 the rate of growth of urban areas was 1.85% per year, approximately, while between 2001 and 2006 this rate was around 0.66% per year. It is intended, with this study; subsidize planning actions by the managers of the city.

**Palavras-chave:** urbanization, temporal analysis, remote sensing, urbanização, análise temporal, sensoriamento remoto.

### 1. Introdução

O processo de urbanização tem gerado diversos problemas que afetam diretamente a qualidade ambiental das cidades. Inundações, erosão e assoreamento de reservatórios e cursos d'água são conseqüências do uso inadequado da terra (PACHÊCO e RIBAS, 1998), que terminam por influenciar na qualidade de vida da população residente.

A dinâmica das cidades tem sido motivo de diversos estudos ao longo dos anos, geralmente buscando identificar o ponto de equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade ambiental e social. A preocupação com os vetores de crescimento tem sido uma temática cada vez mais abordada uma vez que a expansão espraiada compromete a capacidade da gestão municipal em oferecer e implantar a infra-estrutura básica (saneamento, abastecimento de água, transporte público).

O município de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, ainda que não seja uma grande metrópole, tem passado por uma profunda modificação em seu tecido urbano. Estas transformações são ocasionadas, em grande parte, pela especulação e pelo déficit imobiliário.

Segundo Gonçalves et al (1999), a urbanização em João Pessoa teve início a partir do final do século XIX, devido ao desenvolvimento da produção algodoeira que impulsionou os serviços públicos na capital e ao colapso do trabalho escravo que fez com que os senhores de engenho e fazendeiros passassem a ter residência permanente na cidade.

Somente na década de 40 do século XX, em conseqüência da abertura da Avenida Epitácio Pessoa, ocorrida em 1933, teve início a incorporação urbana das faixas litorâneas dos bairros de Cabo Branco e Tambaú. A partir da década de 1960 começaram a ocorrer

intervenções públicas, de órgãos federais, em João Pessoa, marcando um momento importante de reestruturação urbana da cidade. A implantação do Campus da Universidade Federal, do Distrito Industrial e de conjuntos habitacionais favoreceu a expansão em direção ao sul e sudeste do município, principalmente por parte da população de renda média e média-baixa. Já no eixo de ligação com as praias, em especial na Avenida Epitácio Pessoa, e nos bairros situados a beira mar, foram estabelecidas unidades habitacionais destinadas a população de renda mais elevada, o que contribuiu para a valorização do solo desses bairros e para iniciar o processo de ocupação de caráter permanente da orla marítima.

Também na década de 60 o território de João Pessoa foi perdendo gradativamente sua importância como lócus de produção agrícola e toda a área do município foi tendendo a se urbanizar. Atualmente, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2000) todo o município é considerado como urbano.

O presente trabalho apresenta a evolução espacial da área urbana do município de João Pessoa no período que compreende os anos de 1990 até 2006, através da interpretação digital de imagens do sensor TM, do satélite LANDSAT 5. Busca-se, ainda, apresentar uma correlação entre as áreas onde a evolução foi mais expressiva e áreas frágeis ambientalmente, em especial no que concerne a vulnerabilidade das águas subterrâneas.

Este trabalho também visa colaborar com estudos que estão em desenvolvimento pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Sensoriamento Remoto do CEFET-PB, relacionados a possíveis alterações do microclima local devido à evolução da estrutura urbana e supressão da vegetação.

O município de João Pessoa localiza-se no extremo Leste do Estado da Paraíba, entre as coordenadas 7°14'29" de Latitude Sul / 34°58'36" de Longitude Oeste e 7°03'18" de Latitude Sul / 34°47'36" de Longitude Oeste. Limita-se, ao Sul, com o município do Conde, ao Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita, ao Norte com o município de Cabedelo e ao Leste com o Oceano Atlântico (Figura 01). Possui uma área de, aproximadamente, 211 km<sup>2</sup> (João Pessoa, 2008) e uma população de cerca de 674.762 habitantes (BRASIL, 2008).

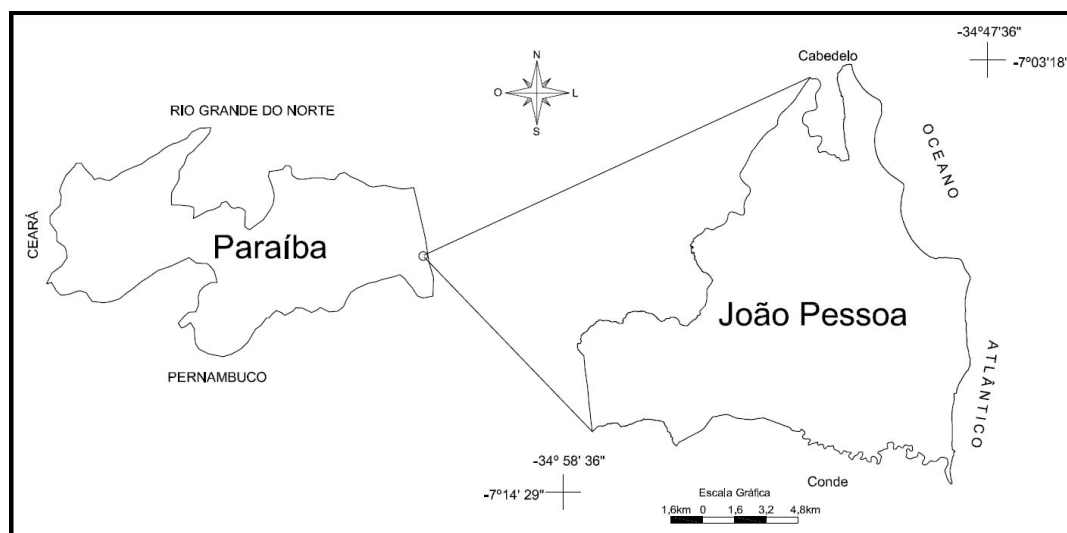


Figura 01 – Localização da área em estudo (MENESES, 2007)

## 2. Metodologia

Para a realização deste trabalho foram usadas imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, dos anos de 1990, 2001 e 2006, obtidas diretamente do sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Tais cenas foram selecionadas por apresentarem baixa

cobertura de nuvens sobre a área de estudo e por compreenderem um intervalo temporal representativo para a evolução do município.

Como o estudo envolve uma análise multi-temporal, realizou-se o registro das mesmas, ou seja, uma transformação geométrica para relacionar as coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, além de possibilitar a realização da comparação entre alvos presentes em mais de uma imagem.

A imagem de 2001 foi registrada utilizando-se uma base cartográfica cadastral do município, através da opção de registro em tela do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING (CÂMARA et al, 1996). A preferência por registrar primeiramente a imagem de 2001 se deve ao fato de que a base cartográfica utilizada como referência foi elaborada em 1998, possibilitando, assim, uma maior correlação entre os elementos presentes na imagem e na carta e propiciando um melhor resultado do processo de correção.

As imagens de 1990 e de 2006 foram registradas com base na correção aplicada à imagem de 2001, tendo sido adotados, em todos os casos, polinômios de 2º grau e o interpolador vizinho mais próximo. Os erros obtidos foram de 0,33 pixels e 0,28 pixels, para os dados de 1990 e 2006, respectivamente.

Para a identificação das áreas urbanas presente nas imagens optou-se, primeiramente, pela realização de uma classificação digital supervisionada, que consiste na identificação, por parte do usuário, de alguns dos pixels pertencentes às classes desejadas e no enquadramento automático, por parte do computador, dos demais pixels da imagem atribuindo-os a uma daquelas classes, baseando-se em regras estatísticas (CRÓSTA, 1992). Entretanto, este procedimento não se mostrou satisfatório uma vez que o comportamento espectral da área urbanizada assemelha-se com as áreas de solo exposto presentes tanto na área urbana quanto na área rural (Figura 02). Tal fato já foi documentado por Liu (2006), que indica a utilização de técnicas de análise de textura e reflectância espectral para delimitação das classes de uso da terra urbana.

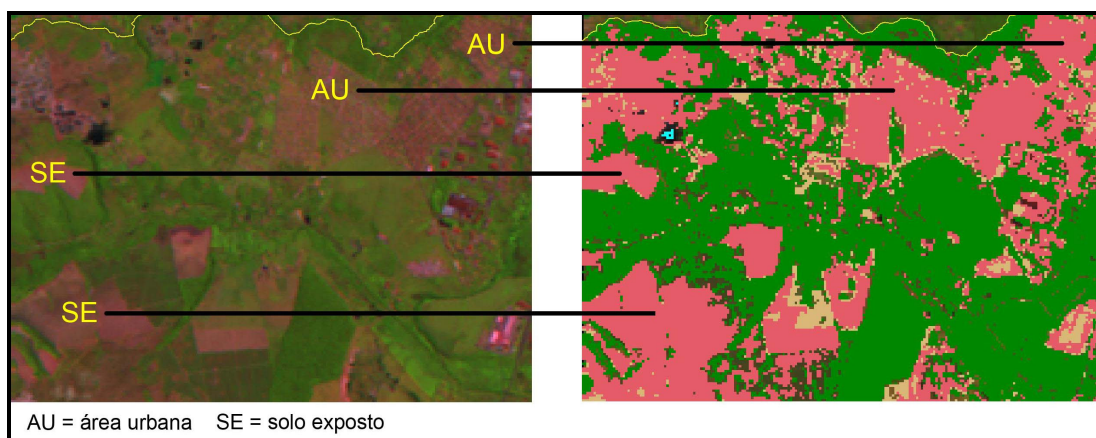


Figura 02 – Confusão entre alvos distintos (solo exposto e áreas edificadas)

A fim de evitar erros de análise advindos da confusão entre os alvos, passou-se então a realizar a classificação das imagens através de interpretação visual, que se baseia na utilização dos elementos da fotointerpretação: tonalidade, cor, textura, forma e estrutura (SOARES FILHO, 2000) para definir áreas homogêneas.

A identificação das áreas urbanas foi realizada sobre composições coloridas obtidas com as bandas 5, 4 e 3 aplicadas aos canais RGB, respectivamente. Através da edição vetorial foram mapeadas as áreas urbanas, gerando-se um mapa para cada uma das épocas estudadas.

Após a finalização do mapeamento foram quantificadas as áreas e realizou-se a avaliação da expansão urbana do município, verificando-se os vetores de expansão e as principais alterações ocorridas ao longo dos últimos anos.

### 3. Resultados

Através dos procedimentos apresentados, foram gerados três mapas temáticos indicativos das áreas urbanas do município nos anos de 1990, 2001 e 2006, estando os mesmos representados na Figura 03 que corresponde à síntese da evolução urbana no período estudado.

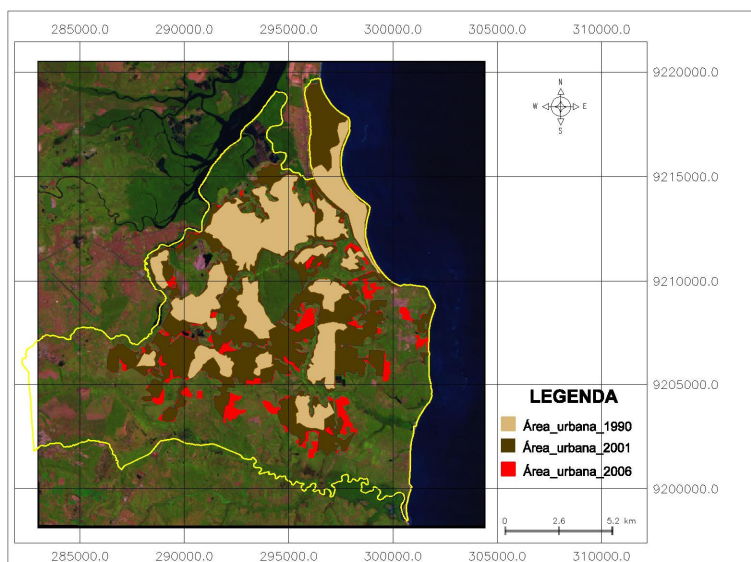


Figura 03 – Evolução da área urbana de João Pessoa entre 1990 e 2006

Com base na análise dos mapas, verifica-se uma intensa alteração na cobertura da terra, devido a uma expressiva expansão urbana sofrida no município no intervalo temporal estudado. A Tabela 01 apresenta esta evolução através da comparação da área urbana em cada ano estudado com a área total do município.

Tabela 01 – Evolução das áreas urbanas do município de João Pessoa

Ano	Área Urbana (km <sup>2</sup> )	Percentual do município (%)
1990	36.887198	17,482084
2001	79.783030	37,811863
2006	86.782942	41,129356

Percebe-se que entre os anos de 1990 e 2001, a taxa de crescimento da área urbana foi de 1,85% ao ano, aproximadamente, enquanto que entre 2001 e 2006 esta taxa ficou em torno de 0,66% ao ano. Salienta-se que tais valores dizem respeito à comparação entre as datas estudadas, podendo ter ocorrido flutuações dentro dos intervalos.

Pode-se explicar esta diferença pelo fato de que, no primeiro período (1990-2001) o crescimento foi mais espalhado, ocorrendo uma maior ocupação das áreas livres no município (Figura 04) tendo os principais vetores de expansão se concentrados na região litorânea norte do município (bairros do Bessa, Jardim Oceania e Aeroclube – Figura 05) e no setor centro-sul (Bancários, Valentina, Água Fria, Mangabeira e José Américo – Figura 06), tendo ocorrido a substituição de áreas de solo exposto e de vegetação por áreas edificadas.

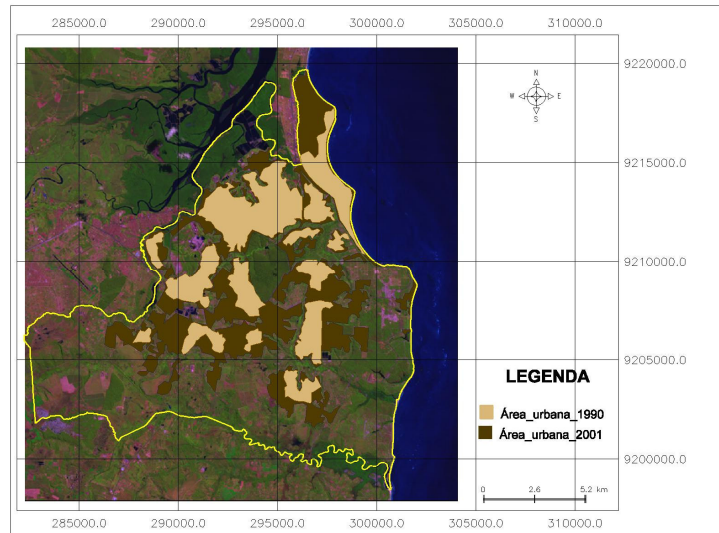


Figura 04 – Evolução da área urbana de João Pessoa entre 1990 e 2001



Figura 05 – Evolução urbana entre os anos de 1990 (esquerda) e 2001 (direita) nos bairros do litoral norte



Figura 06 – Evolução urbana entre os anos de 1990 (esquerda) e 2001 (direita) nos bairros do setor centro-sul do município

Já no período entre 2001 e 2006 (Figura 07), percebe-se que a ocupação das áreas livres teve seu ritmo reduzido (expansão urbana), não significando, entretanto, que a evolução do



setor imobiliário tenha seguido esta tendência. Ocorre que nos últimos anos tem-se observado uma tendência da substituição do padrão horizontal das edificações (casas) por um padrão de verticalização (edifícios), em especial na região litorânea e na Zona Sul do município devido, especialmente, à excessiva valorização do solo urbano nestes setores.

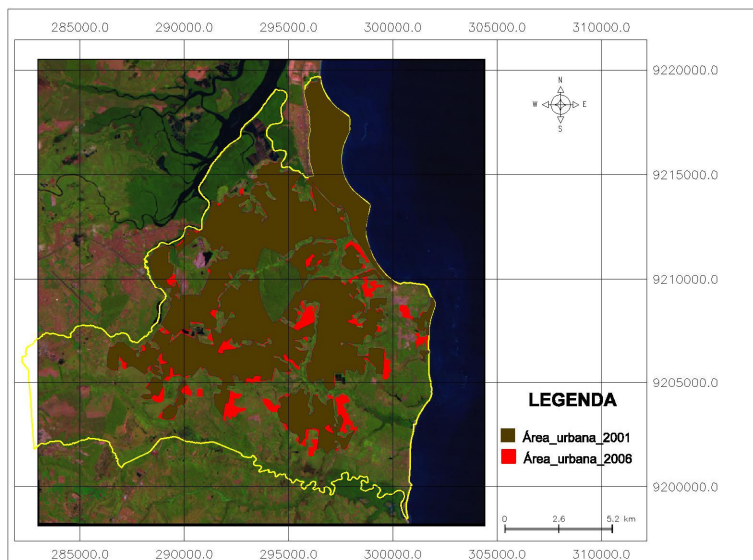


Figura 07 – Evolução da área urbana de João Pessoa entre 2001 e 2006

Esta tendência pode ser observada nos resultados do trabalho desenvolvido por Aranha et al (2008) para o bairro de Tambaú, localizado na região litorânea de João Pessoa. Neste trabalho foi analisada a evolução temporal da verticalização no referido bairro entre os anos de 1998 e 2008, tendo-se verificado que a quantidade de edifícios na área aumentou em 66,37% na última década. A Figura 08 apresenta graficamente a evolução da verticalização no período estudado.



Figura 08 – Evolução do processo de verticalização das edificações do bairro de Tambaú, litoral do município de João Pessoa/ PB (ARANHA et al, 2008)

O ritmo acelerado de urbanização do município dificulta o planejamento do uso da terra, influenciando a ocupação de áreas inadequadas para tal e a incompatibilidade de usos. Juntamente com a expansão urbana ocorre também a concentração populacional e, conseqüentemente, uma maior demanda por serviços como abastecimento de água e saneamento básico. Grande parte dos novos condomínios residenciais no município tem se utilizado de abastecimento de água por poços, visando uma redução nos custos para os condôminos.

Em estudo realizado por Meneses (2007), foi verificado o grau de vulnerabilidade<sup>1</sup> das águas subterrâneas dos aquíferos livres do município, tendo sido observado que as áreas mais vulneráveis localizam-se quase que totalmente na Planície Marinha e nas aluviões, às margens dos cursos d'água. Uma questão preocupante no caso das áreas onde a vulnerabilidade é maior é que estas coincidem, em sua maioria, com as áreas que nos últimos anos vem sendo alvo da expansão imobiliária e da verticalização (Figura 09).

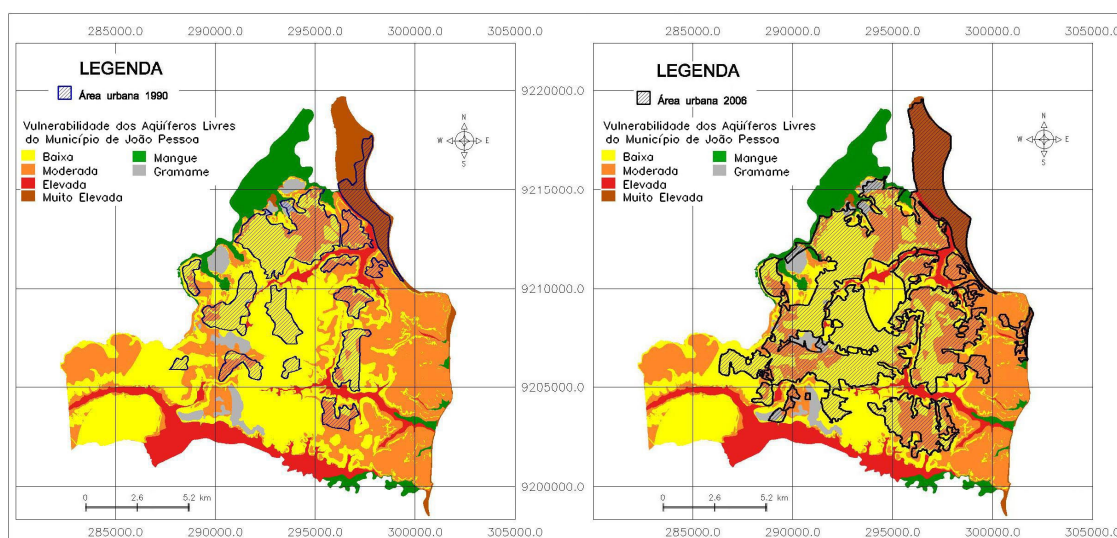


Figura 09 – Comparação entre a evolução urbana e a vulnerabilidade das águas subterrâneas no município de João Pessoa/ PB (Adaptado de Meneses, 2007)

#### 4. Considerações Finais

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto possibilitou a caracterização da evolução da área urbana do município de João Pessoa através da análise de imagens multitemporais. Verificou-se que esta expansão tem se dado sem uma integração com estudos que envolvam a avaliação de variáveis como vulnerabilidades naturais e capacidade de suporte do meio.

A utilização de técnicas de processamento digital de imagens contribuíram especialmente para a alteração do contraste das imagens de modo a facilitar a diferenciação dos alvos pesquisados. A substituição do procedimento de classificação digital pela interpretação visual mostrou-se eficiente, especialmente devido à experiência e conhecimento prévio da realidade de campo, que contribuíram positivamente para uma correta interpretação das imagens.

<sup>1</sup> De acordo com Lobo Ferreira (1998), a vulnerabilidade de um aquífero pode ser entendida como a sensibilidade à alteração da qualidade das águas subterrâneas frente à uma carga poluente, em função apenas das características intrínsecas – geralmente muito estáveis, do aquífero.

Almeja-se que os resultados obtidos nesta pesquisa possam ser utilizados pelos gestores do ambiente urbano como ferramenta de planejamento a médio e longo prazo, de modo que possa ser alcançado o ideal do desenvolvimento sustentável.

### **Referências Bibliográficas**

ARANHA, T. R. B. T.; RAFAEL, R. A.; MENESES, L. F. Análise Temporal do Processo de Verticalização no Bairro de Tambaú - João Pessoa - PB, através de Técnicas de Geoprocessamento. In: **Anais do IV Geonordeste**, 2008, Aracaju. Geotecnologias e Meio Ambiente, 2008.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). CD BIM - Base de Informações Municipais, Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em:  
< <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 06. Nov. 2008.

CÂMARA, G.; FREITAS, U.M.; SOUZA, R.C.M.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling**. Computers and Graphics, vol. 15, n.6, July 1996.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.

GONÇALVES, R. C.; LAVIERI, M. B. F.; LAVIERI, J.; RABAY, G. **A questão urbana na Paraíba**. João Pessoa: UFPB, 1999. cap.2, p. 39-65.

JOÃO PESSOA. PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Disponível em:  
<<http://www.joaopessoa.pb.gov.br>>. Acesso em: 25. Out. 2008.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 881 p.

LOBO FERREIRA, J.P.C. **Vulnerabilidade à poluição de águas subterrâneas: fundamentos e conceitos para uma melhor gestão e protecção dos aquíferos de Portugal**. IV Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Lisboa. 1998.

MENESES, L. F. **Avaliação da vulnerabilidade dos aquíferos livres no município de João Pessoa-PB através do modelo DRASTIC**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil. 2008.

PACHÊCO, A. P.; RIBAS, N. S. Sensoriamento Remoto Aplicado ao Uso da Terra. **Geodésica online**, v. 4, n. 1, p. 34-48, 1998.

SOARES FILHO, B. S. **Interpretação de Imagens da Terra**. Curso de Especialização em Geoprocessamento/UFMG, 2000.