

MAPEAMENTO DE ÁREA URBANA A PARTIR DE IMAGENS LANDSAT 8 DO MUNICÍPIO DE PATOS, PB

Pedro Mateus Silva Lourenço¹

Diego Vicente Sperle da Silva¹

Carla Bernadete Madureira Cruz¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza - Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil (pedromateusrj@gmail.com; diegovsperle@gmail.com; carlamad@gmail.com)

ABSTRACT

The semi-arid region of Brazil requires a complex analysis when it is made by Remote Sensing Images. This region requires more attention and researches that contribute to new forms of public policies for this area. The present study has as main objective to deal with the challenges in mapping the urban area in this region with Landsat 8 images. For this, a mapping of the urban area of Patos county of Paraíba state, was made. According to data from the IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics), multiple cities in the semi-arid region experienced an increase in the amount of urban population. Patos county experienced an increasing of urban population from 70% to 94% in the last 50 years. For the execution of the project, some geotechnological techniques were used. The GEOBIA for those analysis was the most appropriated technique.

Keywords: Semi-arid; Urban; Geotechnology; Thematic Cartography.

INTRODUÇÃO

O estudo de uso e cobertura por sensores remotos de áreas semiáridas, em especial do semiárido brasileiro, apresenta desafios que necessitam ser levados em consideração. Tal área possui alta variação espectral, diante da transição entre períodos úmidos e secos. Dentro dos limites espaciais do semiárido brasileiro, a área urbana que possui grande variação de cores, textura e formas, pode ser facilmente confundida com outras unidades espaciais próximas, como afloramentos rochosos, solos e sedimentos expostos e até com porções do bioma Caatinga no período seco. O mapeamento da mancha urbana através de imagens de satélite demanda técnicas específicas que permitem trabalhar com a área abordada. O presente estudo trata dos esforços de mapeamento da mancha urbana do município de Patos através de GEOBIA. Patos, segundo o censo do IBGE (2010), é o segundo município mais populoso do semiárido paraibano e o quarto mais populoso do Estado da Paraíba (tabela 1).

TABELA 1: Cidades mais populosas da Paraíba

Município	Total de habitantes
João Pessoa	723.514
Campina Grande	385.276
Santa Rita	120.333
Patos	100.695

Fonte: IBGE

Segundo Souza (2005), municípios que possuem influência econômica e regional, além da forma de ocupação extrinsecamente urbana, podem ser considerados como metrópoles. Um exemplo disso é o município de Patos (PB). Diante da importância do município no contexto local e regional, influenciando sua vizinhança, pode-se afirmar que este município se destaca no semiárido. Outrossim, além das áreas urbanas possuírem alta especulação imobiliária, são nesses locais onde ocorrem as maiores trocas comerciais, financeiras e informacionais. Em suma, há necessidade de compreender tais áreas, principalmente através ocupação espacial urbana.

Estimativas realizadas pelo IBGE indicam que no ano de 2019, Patos atingiu o quantitativo populacional de 107.605 habitantes, o que representa um aumento populacional de 6,42%, entre os anos de 2010 e 2019. Tal estimativa aproxima-se do aumento populacional da macrorregião do Nordeste brasileiro, entre os mesmos anos, que foi de 7,52%. Comparando os últimos cinquenta anos, com dados dos cinco censos demográficos de 1970 a 2010, pode-se afirmar que o município de Patos foi o segundo que mais cresceu no semiárido paraibano, estado atrás apenas de Campina Grande (Figura 1).

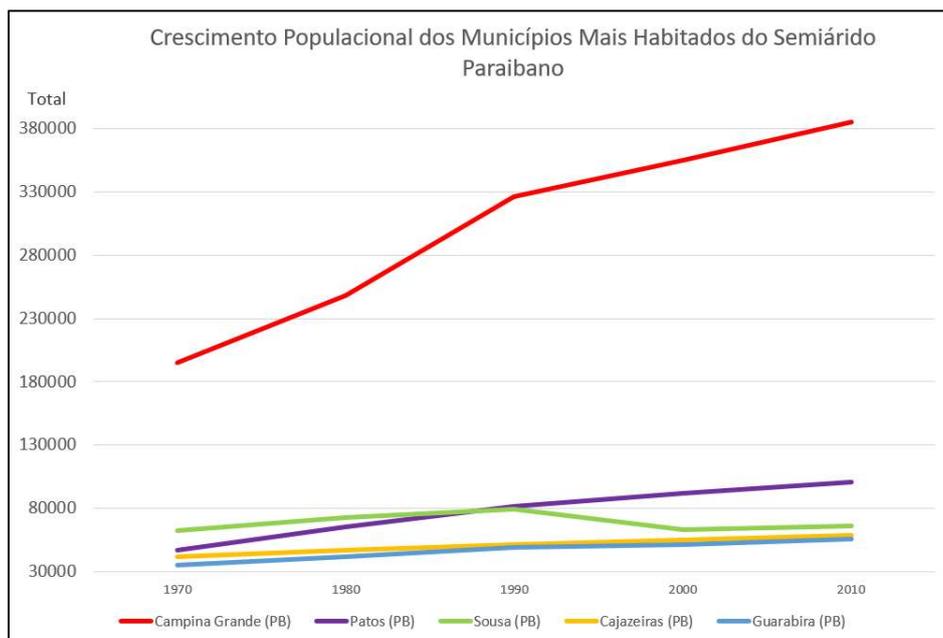


Figura 1. Crescimento populacional dos cinco maiores municípios do semiárido Paraibano.
(Fonte IBGE)

O mapeamento de manchas urbanas no semiárido demanda técnicas específicas que permitam trabalhar com as peculiaridades desta área. Segundo Corrêa (1989), o espaço urbano consiste num conjunto de diferentes usos da terra e que em si estão justapostos. Além disso, Corrêa também afirma que tais áreas são marcadas pela centralidade, local de concentração, serviços, gestão, lazer, entre outros. Ainda, segundo o autor, o conjunto de usos está marcado na “organização espacial” da cidade. Segundo o documento REGIC do IBGE (2007), o município de Patos (PB) exerce influência sobre 25 municípios, sendo 21 cidades consideradas Centros Locais, 3 cidades Centros de Zona B e uma Centro de Zona A. Patos (PB) é considerado Centro Sub Regional A. Isso demonstra sobretudo a importância que o município exerce sobre outras cidades.

METODOLOGIA

A alta taxa de variação espectral gerada pela área urbana em imagens de sensores orbitais pode ser confundida com outros alvos, já que o processo de urbanização envolve o uso de diferentes materiais com características espectrais diferentes. Diante desse problema, o uso do GEOBIA é uma das soluções que permite atender a essas condições e viabilizar o estudo. Segundo Castilla Hay (2008), a Análise da Imagem Baseada no Objeto Geográfico (GEOBIA), consiste numa subdisciplina da Ciência da Informação Geográfica voltado ao desenvolvimento de métodos automáticos para trabalhar com imagens de sensores remotos, visando analisar os objetos geográficos. Além disso é possível avaliar características espaciais, espectrais e

temporais, além de permitir gerar uma nova informação geográfica. A utilização do GEOBIA permite realizar a segmentação e a classificação baseados em características como cor, forma, textura e contexto. Isso proporciona a diferenciação de múltiplos objetos espaciais da imagem. Em suma, estudos usando o método GEOBIA permitem aprofundar soluções de problemas comuns em classificação, sendo importante buscar a incorporação do potencial deste tipo de modelagem para o mapeamento de áreas urbanas e, neste caso, no contexto específico de regiões semiáridas. Isso porque além de permitir o uso de valores de reflectância na definição das classes, possibilita o uso de hierarquia entre as classes e outros atributos para a classificação.

O estudo foi executado a partir de dados adquiridos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e da USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos). A imagem do satélite Landsat 8 utilizada tem data de imageamento do dia 25/01/2019. Essa data foi escolhida pela pouca cobertura de nuvens sobre a área de interesse e por ser do período úmido. O período de maior umidade favorece a diferenciação das áreas urbanas, que por diversos momentos no período seco se confunde com o solo exposto ou afloramentos rochosos. Foram utilizados também dados estatísticos dos censos realizados entre 1970 e 2010, com os quais foram gerados gráficos em apoio a análises do crescimento populacional, tanto do município de Patos, quanto de outros municípios do semiárido. O objetivo final, foi a geração de um mapa com a delimitação da mancha urbana de Patos. As etapas metodológicas, dados, softwares, e outros produtos e métodos relacionados ao estudo podem ser vistos no fluxograma da Figura 2.

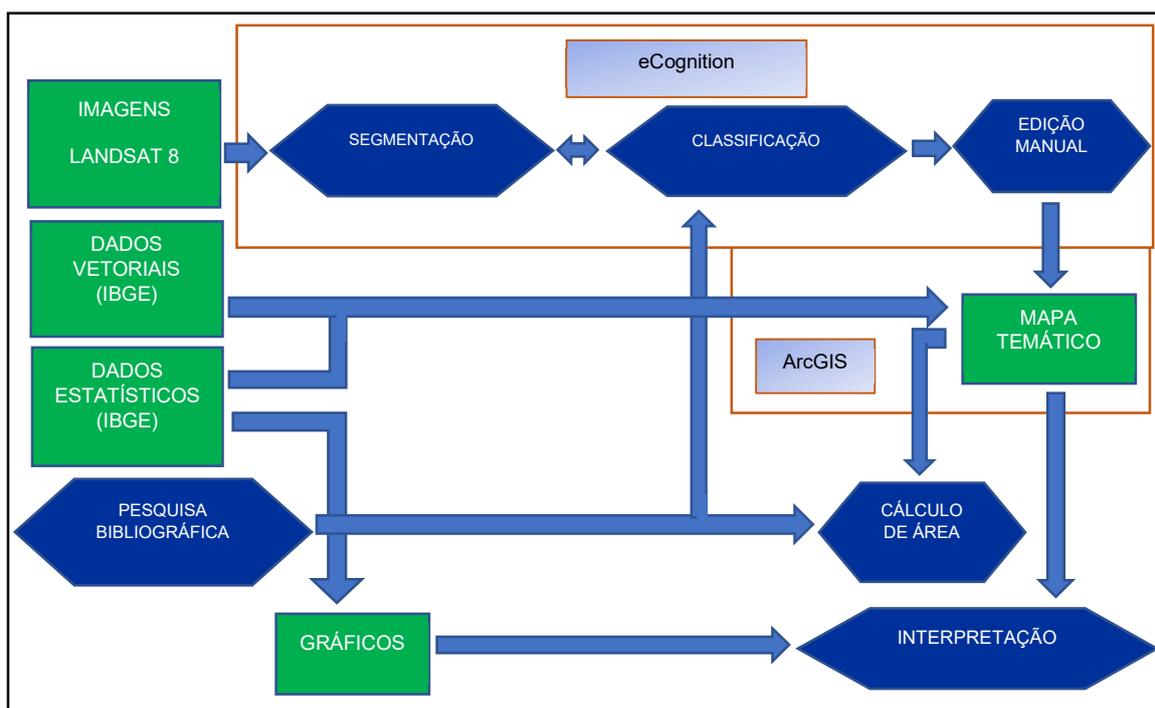


Figura 2: Esquema sobre uso de materiais e metodologia de realização da pesquisa

A segmentação e classificação foram realizadas no *software* eCognition, a partir das bandas 1 a 7 do Landsat 8. Para a modelagem da classificação foram utilizados diferentes parâmetros e índices, como o NDVI. Através de uma proposta de classificação hierárquica baseada numa árvore binária diferenciando duas classes complementares (classe & not classe), foram selecionadas amostras e estudados descritores e limiares de separação. Devido à dificuldade gerada pela classificação de áreas urbanas, que em diversos momentos apresentou confusão com afloramentos rochosos e solo exposto, na modelagem do conhecimento necessitou-se criar outras classes de forma a diminuir confusões e ajudar na melhor definição das classes de interesse. A modelagem do conhecimento utilizada na classificação é apresentada na tabela 2.

TABELA 2: Modelos utilizados na Classificação por GEOBIA

CLASSE	OPERADOR	PARÂMETRO	FUNÇÃO	INTERVALO
Não verde	and (min)	not_verde	-----	-----
└─▶ Água	and (min)	Brilho; not_urbano	booleana	[71.93, 474.47]
└─▶ Urbano	and (min)	Bandas 3, 4, 6 e NDVI	booleana	B3 [981.08, 1877.11]; B4 [1550,2350]; B6 [2180.25, 4290.50]; NDVI [0.19,0.31]
Outros	and (min)	not_agua; not_urbano	-----	-----
└─▶ Afloramento	and (min)	Bandas 6 e 7	booleana	B6 [2657.37, 3350] B7 [2000.00, 2766.81]
└─▶ Solo Exposto	and (min)	Variação do NDVI	booleana	[0.09, 0.23]
Verde	and (min)	Variação do NDVI	booleana	[0.51, 0.96]

Os objetos espaciais possuem diferentes valores de reflectância. É extremamente necessário observar que diferentes objetos respondem espectralmente de forma diferenciada para cada banda. É possível definir os limiares de separação entre classes através de modelos de pertinência (fuzzy) ou modelo discretos (booleanos), conforme o apresentado na Figura 3. As maiores dificuldades do contexto do semiárido são os objetos espaciais que possuem valores semelhantes de reflectância com as áreas urbanas, principalmente no período seco. Diante da complexidade de identificação da mancha urbana pelo método proposto, foi necessário o uso do modelo discreto, que permite ao usuário através de valores fechados indicar quais objetos pertencem a classe.

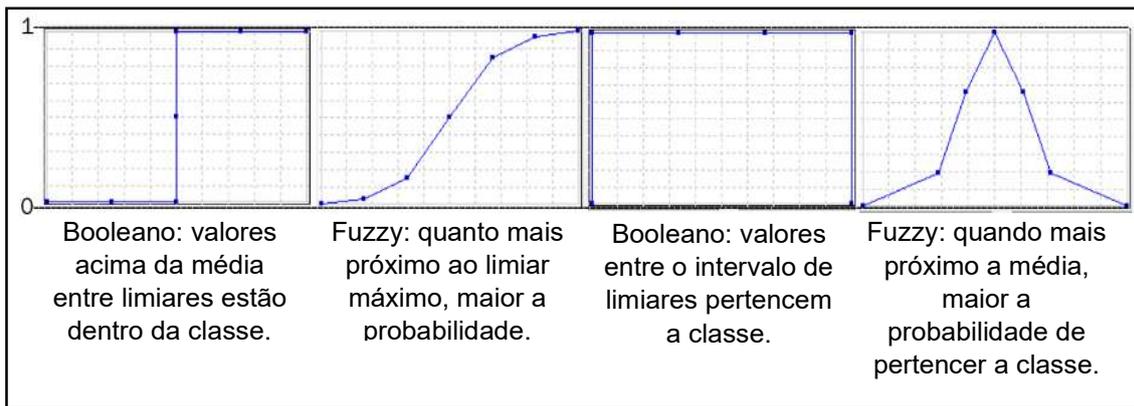


Figura 3. Diferença entre uso de limiares nas funções Booleano e Fuzzy (PINHO, 2005)

RESULTADOS

A classificação realizada no *software* eCognition Developer foi feita por meio da identificação dos principais objetos manifestados geograficamente no local e que são possíveis de serem vistos na escala 1:100.000, indicada para o conjunto de dados adotado. Assim, foi importante considerar a resolução espacial da imagem Landsat de 30x30 metros. Diante disso, é necessário levar em consideração os objetos espaciais a fim de diferenciá-los para cada classe. Para a realização da classificação, efetuou-se uma etapa anterior destinada ao detalhamento das sete classes de interesse. Esta caracterização é importante para auxiliar na definição da etapa de treinamento (tabela 3)

TABELA 3: INTERPRETAÇÃO DOS OBJETOS ESPACIAIS

CLASSE	Aspecto na imagem na LANDSAT 8.	Exemplo Representativo
Verde	Com cor verde, possuindo textura lisa ou rugosa.	
Água	Manchas escuras com textura lisa na cor azul escuro ou preto, normalmente em meandros.	
Urbano	Mistura de cores, formas e texturas diferentes.	
Outros	Objetos não pertencentes a nenhuma das outras classes.	

Afloramento	Com textura lisa, normalmente possui cor cinza	
Solo Exposto	Com cor alaranjada e textura lisa.	

Após a definição e aplicação do modelo, efetuou-se uma análise visual pormenorizada do resultado obtido e deu-se início a uma etapa de edição manual, de forma a que alguns ajustes pudessem ser realizados. A figura 4 apresenta as áreas de treinamento e o resultado da classificação automática a partir do modelo proposto.

Na edição manual, foi considerado como pertencentes à classe “urbano” as áreas que indicavam expansão da mancha com uso do solo transformado para a ocupação, pois indica a incorporação de novas áreas pelos agentes sociais produtores do espaço urbano. Nessa área, é possível observar o crescimento horizontal em múltiplos vetores.

A complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infraestrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade. (CORRÊA, 1989, p. 11)

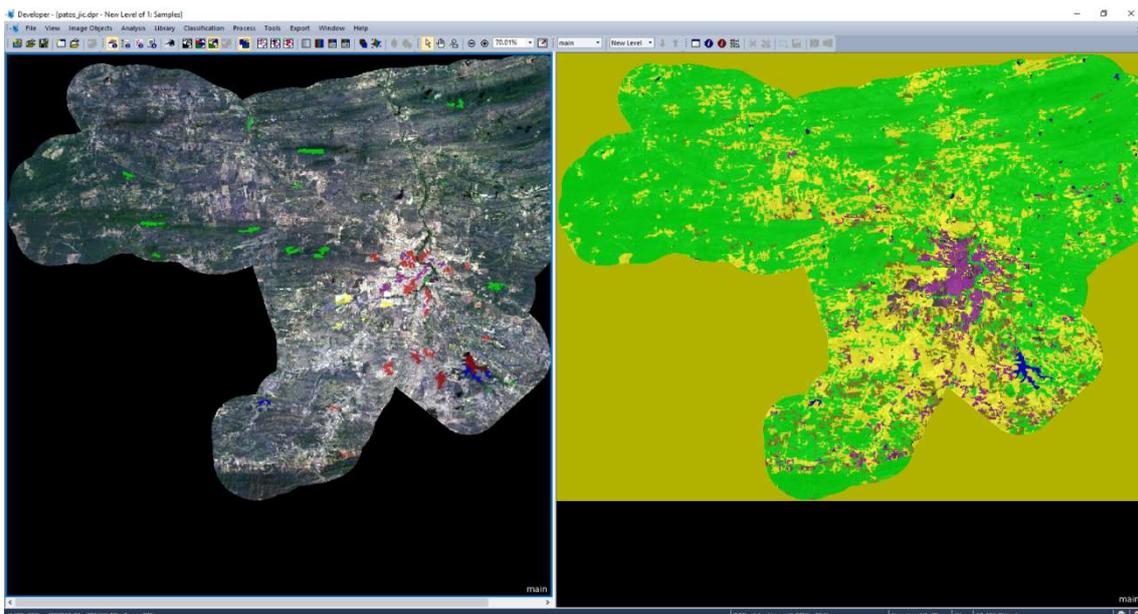


Figura 4. Visualização da classificação automática no software eCognition

Após a edição manual, exportou-se o mapa final para o *software* ArcGIS. Para a representação final do mapa, conforme o interesse da pesquisa, restringiu-se apenas à delimitação do perímetro urbano. O intuito final foi o de verificar a extensão, geometria e localização da mancha urbana do município, conforme o apresentado na figura 5. A área final do limite urbano mapeado foi de 26,2 km² de um total de 473,1 km², o que significa que aproximadamente 5,5% do território pode ser considerado urbano.

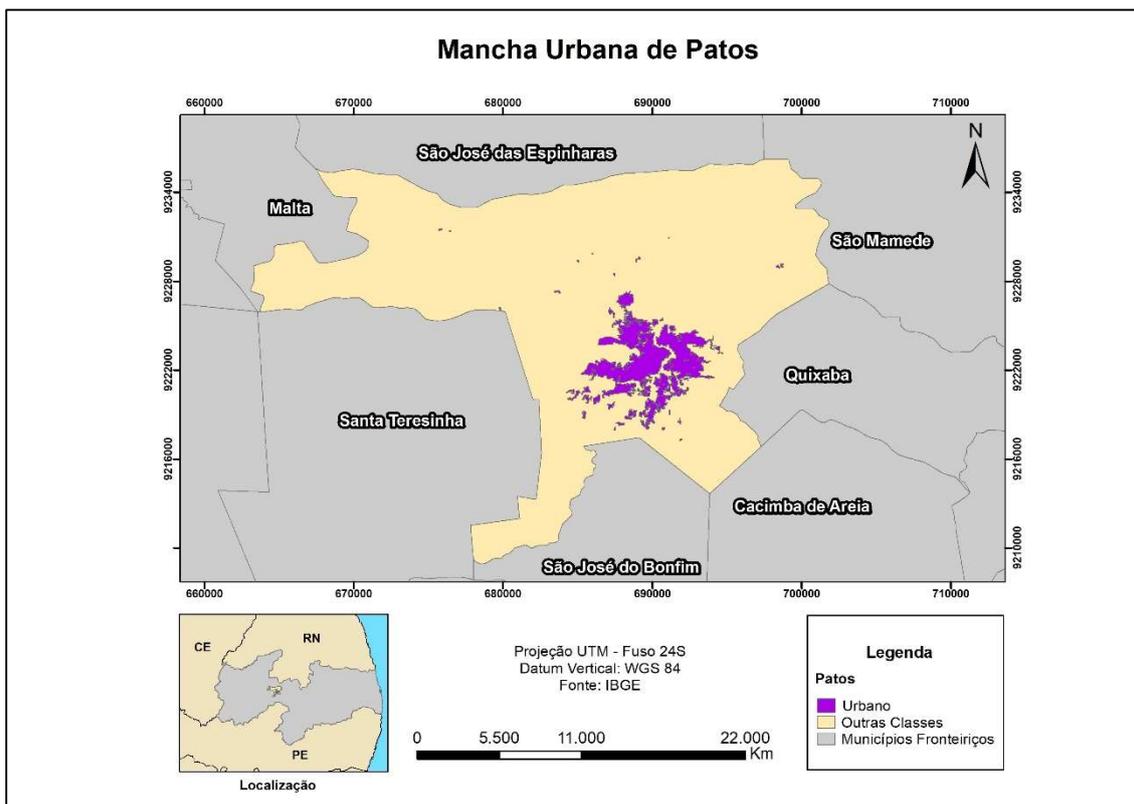


Figura 5. Mapa com mancha urbana do município de Patos.

CONCLUSÕES

A região semiárida do Brasil necessita de mais estudos e propostas de mapeamentos de uso de ocupação do solo. A dificuldade de encontrar bibliografia sobre alguns temas relacionados à área é desconcertante. Apesar de haver um crescimento demográfico em diversos municípios do semiárido, principalmente em áreas urbanas, municípios com grande influência regional e econômica tendem a ter o processo de urbanização acentuado. Além disto, diante da complexidade de se identificar as manchas urbanas a partir de imagens de sensores remotos devido às características físicas da região, é necessário encontrar novas formas de classificação de áreas urbanas no semiárido. Neste contexto, a utilização de GEOBIA permite uma abordagem que lide com a complexidade da região. Devido à pandemia não foi possível a realização da validação da modelagem do conhecimento utilizada, a fim de avaliar o mapeamento

realizado, antes e depois da edição manual. Contudo, em um futuro próximo esta etapa será realizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, R. L. O espaço urbano. São Paulo. Editora Ática. 1989.

HAY, Geoffrey J.; CASTILLA, Guillermo. Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline. In: Object-based image analysis. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. p. 75-89.

IBGE. www.ibge.gov.br (DADOS DO CENSO 1970, 1980, 1990, 2000, 2010). Acesso em 05 de setembro de 2019.

IBGE. www.ibge.gov.br (REGIC 2007). Acesso em 30 de setembro de 2019.

IBGE. www.ibge.gov.br (Relatório de estimativa de população). Acesso em 19 de outubro de 2019.

SOUZA, Marcelo Lopes. ABC do Desenvolvimento Urbano. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003.

SPERLE DA SILVA, Diego Vicente. Mapeamento de Tipologias de Caatinga na Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, PB, Através de Imagens Orbitais e GEOBIA. 2018. Dissertação de Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

PINHO, C. M. D. Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP. 2006. 180p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2006.

USGS. earthexplorer.usgs.gov (IMAGEM LANDSAT: Path 2015, Row 65 do dia 25 de janeiro de 2019). Acesso em 28/04/2019.