

MAPEAMENTO DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE ATRAVÉS DO GEOTECNOLÓGICO COM IMAGENS DO LANDSAT 8

Pedro Mateus Silva Lourenço¹

Adinan Mazulo Maia Martins¹

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; adinanmaia@gmail.com; diegovsperle@gmail.com; carlamad@gmail.com)

Abstract

Campina Grande is the most important city of semi-arid of Paraíba state. This county has economic, social and regional importance. The present study has as main objective to map the urban area of Campina Grande with images Landsat 8. The complexity of this research is the big spectral variation in the images which makes the mapping difficult. For this, it was utilized the GEOTECNOLÓGICO technique that allows mapping according to the colors, shapes, texture or contexts. After this, it was built the map of the urban area in Campina Grande.

Introdução

O município de Campina Grande está localizado no estado da Paraíba e possui a segunda maior economia do estado. Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2019 o PIB (Produto Interno Bruto) desse município foi 9.510.318 mil reais, estando abaixo apenas do município de João Pessoa (TABELA 1). Tal município é de grande importância no contexto regional, pois o município de Campina Grande pode ser considerado uma cidade média que possui relevância política, econômica e social, visto que outros municípios dependem desse município para múltiplas atividades ¹.

TABELA 1: PRODUTO INTERNO BRUTO NO ANO DE 2019, SEGUNDO O IBGE

¹ O documento produzido pelo IBGE, “Região de Influência de Cidades (REGIC 2018)” mostra que o município de Campina Grande está posicionado hierarquicamente acima de outros municípios no âmbito da Rede Urbana. Isso demonstra a importância de Campina Grande perante outros municípios que dependem dos serviços e confere centralidade a esse município.

MUNICÍPIOS	VALOR (em mil reais)
João Pessoa	20.846.770
Campina Grande	9.510.038
Cabedelo	2.920.498
Santa Rita	2.570.701
Patos	1.914.259

A cidade de Campina Grande é a de maior importância do sertão paraibano. Com um passado relacionado principalmente à produção de algodão, o município manteve sua importância devido à forte industrialização, principalmente a partir de 1960. Diversas empresas mantiveram suas sedes nas principais metrópoles do Brasil e moveram as bases das indústrias de produção para cidades médias que possuíam minimamente uma infraestrutura ou outras vantagens locais para estas empresas. Isso fez com que aumentasse de forma rápida o quantitativo populacional, promovesse uma urbanização e intensificasse a importância regional de Campina Grande.

Tal município obteve aumento expressivo comparado a outros municípios do semiárido paraibano. A população do município de Campina Grande, em 50 anos, praticamente duplicou. É possível observar um incremento de aproximadamente 180 mil pessoas no município, conforme o apresentado na figura 1.

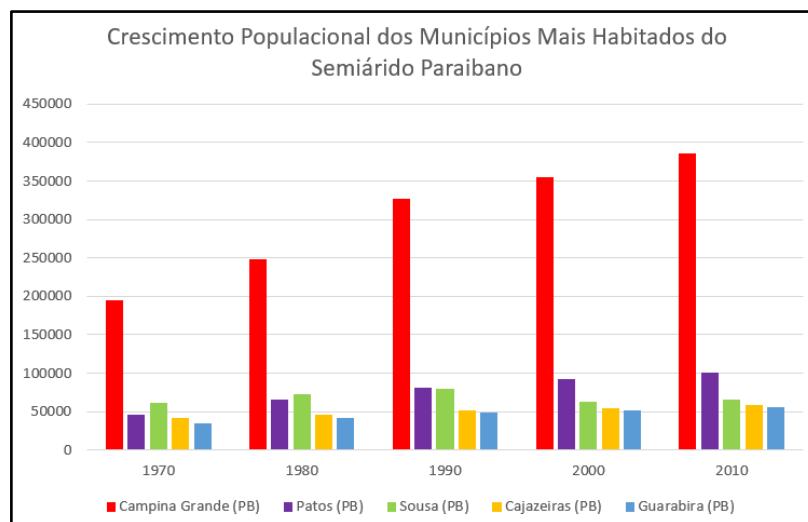


Figura 1. Crescimento populacional dos cinco municípios mais populosos do semiárido paraibano.

Além disso, a importância do município é percebida por conta do histórico e da função da cidade no passado. Segundo Maia (2017), Campina Grande ficou conhecido como “boca de sertão” por servir de assentamento aos povos que percorriam o Brasil na época do Brasil colônia. Havia uma necessidade de encontrar em áreas do interior locais que tivessem acessibilidade a recursos hídricos. Além disso, há notoriedade do município ao ter assumido no passado a condição de cidade “ponta de trilho”. Atualmente, o município possui a condição de cidade média.

O conceito de cidade média é aplicável à Campina Grande e pode ser percebido a partir de duas vertentes, do quantitativo populacional e/ou através do papel que a cidade desempenha no âmbito da rede urbana. Diversos autores definem que podem ser consideradas cidades médias aquelas que possuem entre 100.000 e 500.000 habitantes. Já SPOSITO (2006) afirma que é possível definir cidades médias como aquelas que possuem papel de intermediação entre cidades grandes (geralmente as metrópoles) voltadas para a gestão e as cidades pequenas voltadas para a agricultura. Campina Grande na condição de cidade média possui centralidade para diversas outras cidades do semiárido.

O município de Campina Grande está localizado no Agreste brasileiro. Tal área, entre a Zona da Mata e o Sertão, está localizada sobre o Planalto da Borborema e se encaixa no semiárido climático. Outrossim, órgãos governamentais delimitam municípios que podem ser configurados dentro da região do Semiárido, com intuito de criar normas administrativas específicas para esta área.

Atualmente, o semiárido político brasileiro possui 1427 municípios. Entre os estados presentes na delimitação do semiárido, estão incluídos Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Sergipe, Minas Gerais e Espírito Santo. Tal quantidade de municípios foi definida pela Resolução 150/2021 deliberada pelo Conselho Deliberativo da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). A resolução aprovada alterou os limites definidos nas Resoluções 107 e 115/2017 e incluiu 165 municípios. Do total de municípios, atualmente a Paraíba possui 188 municípios incluídos no semiárido brasileiro.

O município estudado obteve um aumento populacional expressivo nos últimos anos. Dados do IBGE afirmam que Campina Grande praticamente dobrou de população entre os anos de 1970 e 2010. Seu crescimento populacional foi de 97%, o que corresponde

em números absolutos a quase 200 mil pessoas. Tal aumento mostra a importância do município como pólo atrator quando comparado a outros municípios localizados no semiárido paraibano.

Materiais e Métodos

Para a realização da presente pesquisa foram utilizadas duas cenas de imagens Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros. A necessidade da utilização de duas imagens ocorreu devido ao fato do município não possuir o território completo em uma única cena. Diante da dificuldade de encontrar ambas as cenas na mesma data, foi necessário utilizar imagens com datas próximas e que permitissem observar o objeto de estudo com o mínimo de diferenças entre as duas datas. Diante disso, foram utilizadas imagens do dia 07/09/2020 e 10/10/2020. A escolha dessas datas foi feita devido à menor quantidade de nuvens. Tem-se uma grande complexidade na seleção de imagens de áreas pertencentes à região do Agreste brasileiro, pois a grande formação de nuvens provenientes do litoral e que aglutinam no contato com a barreira do Planalto da Borborema, faz com que exista uma maior persistência da presença de nuvens.

Ambas as imagens foram adquiridas do USGS (Serviço Geológico dos Estados Unidos). Tais imagens foram adquiridas gratuitamente, já ortorretificadas e com correção atmosférica. Após esse processo, foi feito o mosaico das imagens no software ArcGIS e extraído com base no *shape* do município de Campina Grande (adquirido pelo IBGE). Logo após, realizou-se a segmentação, classificação e edição manual no software Ecognition. Pequenos ajustes, a título de edição, foram necessários no sistema ArcGIS visando alcançar o mapa final. O fluxo metodológico é possível ser observado na figura 2, que demonstra os processos e os softwares utilizados para a realização da pesquisa.

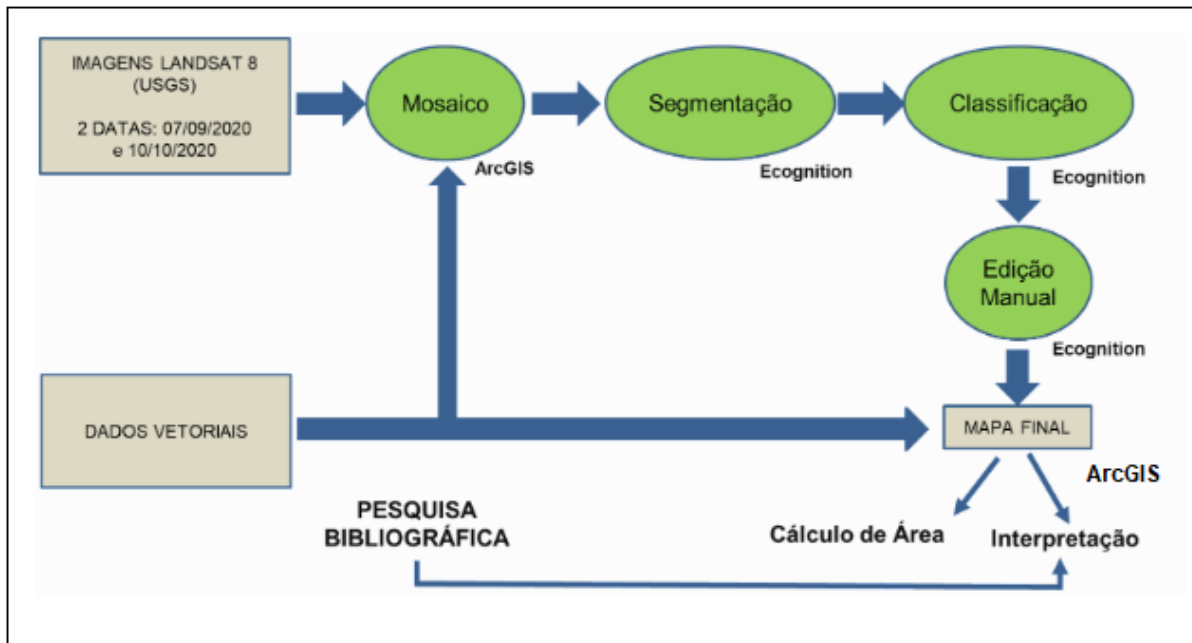


Figura 2. Fluxograma com os materiais e metodologias utilizadas para a realização da pesquisa.

A segmentação consiste em subdividir a imagem em áreas homogêneas ou objetos, através dos quais a classificação é estabelecida. Para realizar a segmentação, buscou-se parâmetros que melhor se adaptassem aos contornos dos objetos espaciais. A complexidade da segmentação ocorreu devido à grande variabilidade espectral proveniente da transição do período úmido para o período seco. Por ser uma área de ecótono, há também uma variabilidade que decorre da transição do bioma da Mata Atlântica para o bioma da Caatinga. Isso fez com que áreas com variação espectral fossem subdivididas em múltiplas partes, o que no momento da classificação dificultou devido a confusão de áreas de solo exposto com áreas urbanas. A classificação buscou obedecer uma hierarquia de classes dicotômica, dividindo sempre em duas ramificações: pertencente ou não pertencente (*class & not class*) em uma árvore binária. Dessa forma, foram utilizadas duas classes principais, sendo verde e não verde e dentro da classe não verde foram utilizadas subclasses como urbano, água e outros (Figura 3).

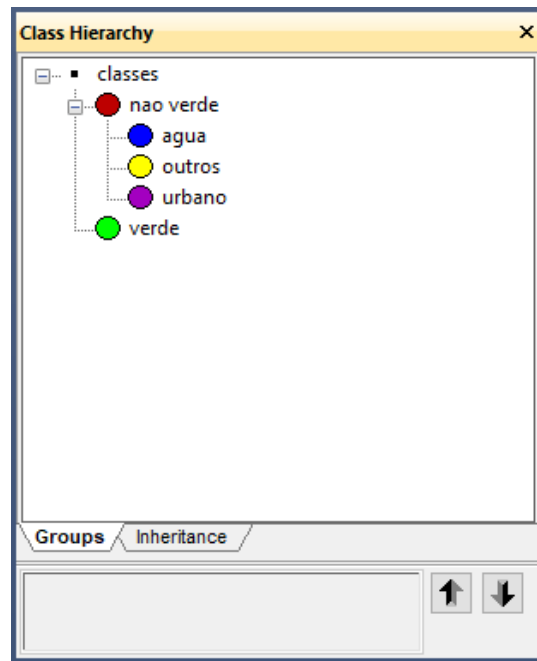


Figura 3. Árvore hierárquica com as respectivas cores e classes utilizadas.

Na classificação foram utilizadas as bandas 1 a 7, além do NDVI. Devido a dificuldade de classificação de áreas urbanas em áreas de semiárido, a classe “Urbano” necessitou de um número maior de bandas, além do próprio NDVI.

$$NDVI = \frac{[Infravermelho (Banda 5) - Vermelho (Banda 4)]}{[Infravermelho (Banda 5) + Vermelho (Banda 4)]}$$

A modelagem foi realizada através da técnica GEOBIA. O GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis) permite trabalhar com diversas características do objeto através de seus atributos. Segundo Castilla Hay (2008), o GEOBIA pode ser considerado como uma subdisciplina da Ciência da Informação Geográfica voltado ao desenvolvimento de métodos automáticos para trabalhar com imagens de sensoriamento remoto focando nos diferentes objetos geográficos. Diante disso, é possível trabalhar com as imagens e diferenciar os objetos segundo a textura, forma, cor ou contexto do qual o objeto está inserido.

As variações sazonais que ocorrem nessa região devido a menor quantidade pluviométrica em diversos meses do ano promovem uma alteração da paisagem e dificulta a identificação dos objetos espaciais nesta área. Como a realização do trabalho de mapeamento de áreas no semiárido é de tamanha complexidade, há uma necessidade de utilizar técnicas que permitam minimizar esta dificuldade de

reconhecimento. Desta forma, o GEOBIA é uma possibilidade de se trabalhar com mapeamento de forma mais especializada, tratando cada classe com um modelo particular.

Visando a diferenciação dos objetos, a árvore binária da classificação foi trabalhada a partir da ideia de classes complementares (classe & not_classe). Isso permite dizer que se algum objeto se encaixa fora daqueles parâmetros definidos, necessariamente se encaixa numa outra classe. Além disso, os parâmetros de cada banda foram determinados a partir de amostragens, dentro de descritores e limiares que permitem a separação de determinados objetos dos outros (Tabela 2).

TABELA 2: MODELOS E PARÂMETROS UTILIZADOS PARA CADA CLASSE UTILIZADA

CLASSE	OPERADOR	FUNÇÃO	PARÂMETROS	INTERVALO
Não Verde	and (min)	Booleana	not_verde	-----
Verde	and (min)	Booleana	NDVI	[0, 0.25]
Água	and (min)	Booleana	Brightness not_urbano	[100, 520]
Urbano	and (min)	Booleana	Banda 4 Banda 5 NDVI	B4 [1200, 2600] B5 [1070, 1720] NDVI [-0.2, -0,05]
Outros	and (min)	Booleana	not_agua not_urbano	-----

A modelagem da classe urbana foi a de maior complexidade e exigiu um número maior de bandas utilizadas na pesquisa. Os valores de reflectância das manchas urbanas são similares a de outras áreas, principalmente a de solo exposto, o que dificultou a classificação e separação do objeto. É importante evidenciar também que na pesquisa utilização da função booleana ocorreu a fim de obter uma melhor separação deste objeto geográfico em relação aos demais nas bandas. A função booleana consiste na determinação de um valor dentro de um intervalo ou divisão que define a classe e se

opção ao fuzzy que consiste em determinar a classe conforme o grau de pertinência (figura 4).

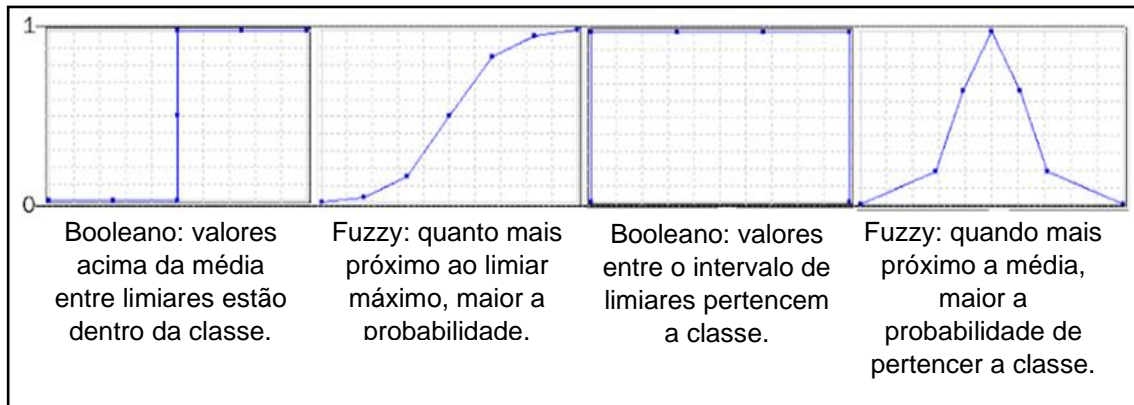

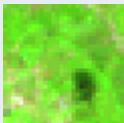
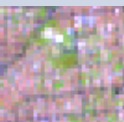
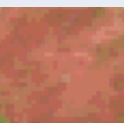


Figura 4. Descrição dos modelos fuzzy e booleano

Resultados

O mapa final do município de Campina Grande ficou na escala 1:100.000. Na tabela 3, é possível observar os principais elementos descritores da legenda. É importante considerar que as classificações foram feitas associadas aos segmentos que foram gerados a partir de uma resolução espacial de 30x30m.

TABELA 3: CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DOS OBJETOS DA IMAGEM

CLASSE	ASPECTO NA IMAGEM	EXEMPLO
Água	Com cor preta ou azul escuro possui textura lisa	
Verde	Possui cor verde, independente das texturas	
Urbano	Possui uma mistura de textura, formas e cores.	
Outros	São os objetos que não pertencem as classes citadas anteriormente.	

A interpretação da mancha urbana foi realizada conforme a interpretação de Corrêa (1989), que afirma que o espaço urbano de uma cidade capitalista possui múltiplas formas de utilização do solo que são justapostas entre si. Isso ocorre devido aos interesses de múltiplos agentes econômicos que atuam conforme seus interesses nesses espaços a fim de conferir lucro, seja no espaço urbano como mercadoria, seja na utilização deste para diversos fins, visando conferir valor. Diante disso, no reconhecimento das áreas urbanas através das imagens de satélite buscou-se classificar as áreas com múltiplos usos do solo como uma área de caráter urbano.

Após a classificação, foi feita a edição manual das classes visando o mínimo de distorções entre cada uma delas. A classe que mais necessitou de correções foi a classe urbana, devido a grande quantidade de áreas que foram classificadas como outras. O inverso também ocorreu devido a quantidade de áreas de solo exposto que foram classificadas como urbano. A interface do software com as classificações após a edição manual é possível ser observada na figura 5.

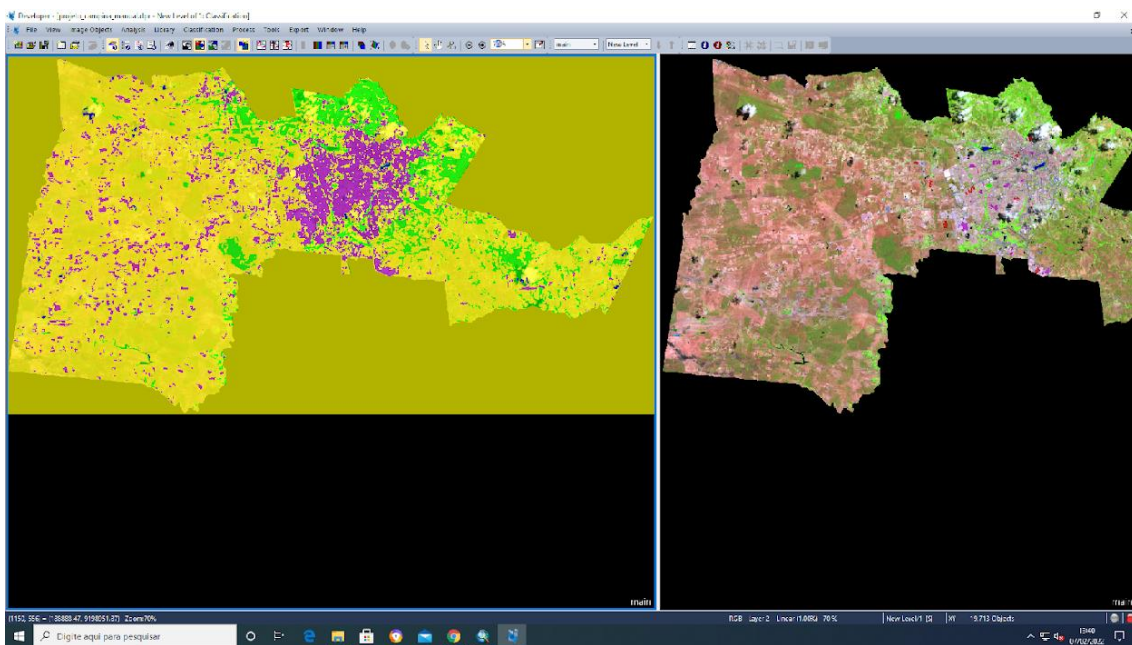


Figura . Interface do software Ecognition após a edição manual.

Concluída esta etapa, exportou-se as classes para o ArcGIS e gerou-se o mapa final. Com isso, foi possível observar a concentração da mancha urbana e realizar cálculos relacionados à mesma. Durante a classificação, foi observado que uma extensão 100.463,3 km² de área total de 594.128 km² pôde ser considerada urbana. Este total se mostrou superestimado e através das edições manuais chegou-se ao valor de 65.461,5 km².

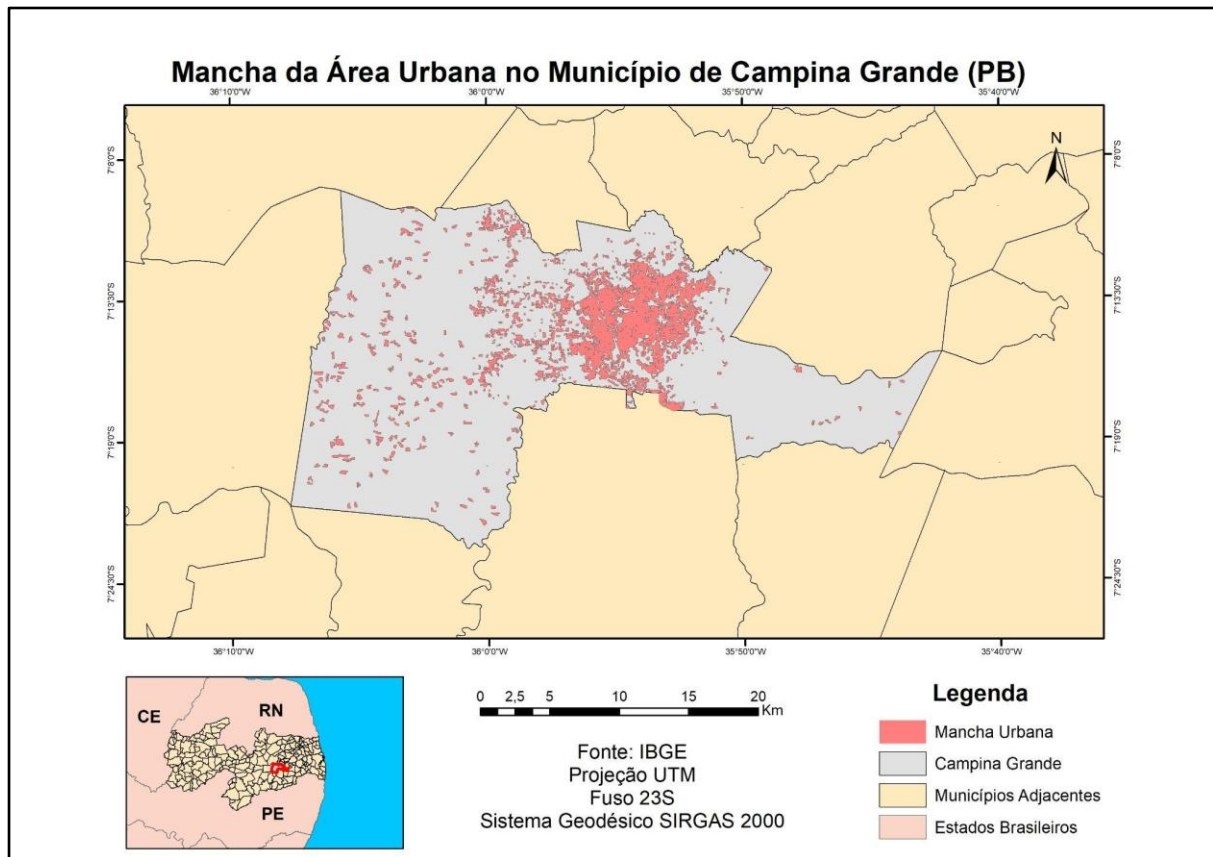


Figura 5. Mapa da mancha urbana do município de Campina Grande.

Conclusões

A modelagem orientada a objetos a partir de imagens de satélite é de grande complexidade em áreas do semiárido, tendo-se a necessidade de desenvolver novas técnicas a fim de facilitar esse processo. Apesar disso, o uso do GEOBIA como ferramenta é uma opção que permite trabalhar de forma a identificar objetos de maior complexidade segundo suas características particulares. É possível notar também a dificuldade relativa à aquisição de imagens em áreas do Agreste, pois a variação espectral do período úmido e seco soma-se às climáticas provenientes da transição entre o bioma Mata Atlântica e Caatinga. Além disso, a quantidade de nuvens nas áreas litorâneas e próximas à Serra da Borborema dificulta a aquisição de imagens e atrapalha o pesquisador a trabalhar com áreas de maior grandeza.

É de suma importância a introdução de novas pesquisas neste contexto regional para a incrementação de políticas públicas específicas nesta região. Diversas medidas governamentais são paliativas e não buscam entender as reais necessidades dessas áreas. Investir em cartografias representativas pode auxiliar no desenvolvimento do

pensamento geográfico, permitindo assim uma melhor compreensão das necessidades locais e regionais..

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

Ministério do Desenvolvimento Regional. RESOLUÇÃO CONDEL/SUDENE Nº 150, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2021. Imprensa Nacional. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623>. Acessado em: 23 de abril de 2022

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.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Delimitação do Semiárido. Disponível em: <http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acessado em: 23 de abril de 2022

USGS. earthexplorer.usgs.gov (IMAGEM LANDSAT: Dias 07/09/2020 e 10/10/2020). Acesso em 20/10/2021.