

**Análise do crescimento urbano da cidade de Cajazeiras-PB através de imagens do RapidEye****Analysis of urban growth in the city of Cajazeiras-PB using RapidEye images**

DOI:10.34117/bjdv6n9-075

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação: 03/09/2020

**Bianca Anacleto Araújo de Sousa**

Especialista em gerenciamento da construção civil  
Universidade Regional do Cariri - URCA  
Av. Leão Sampaio, 107 - Lagoa Seca, Juazeiro do Norte - CE, 63041-145  
E-mail: biancasspb@gmail.com

**Cícero de Souza Nogueira Neto**

Mestre em Engenharia Civil e Ambiental  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB  
Campus I - Lot. Cidade Universitaria, PB, 58051-900  
E-mail: ciceronetocivil@hotmail.com

**Geovany Ferreira Barrozo**

Mestrando em Estruturas e Construção Civil - PECC  
Universidade de Brasília - UNB  
Campus Darcy Ribeiro, no Plano Piloto de Brasília.  
E-mail: geovany.sh75@gmail.com

**Breno Francisco Pereira**

Engenheiro Civil  
Instituto Federal da Paraíba - IFPB  
Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis - Cajazeiras - PB, 58.900-000  
E-mail: breno-francisco08@live.com

**Jéssica Silva**

Especialista em gerenciamento da construção civil  
Universidade Regional do Cariri - URCA  
Av. Leão Sampaio, 107 - Lagoa Seca, Juazeiro do Norte - CE, 63041-145  
E-mail: jessicasilva.admi@gmail.com

**Alexandra Amador de Abreu**

Engenheira Civil  
Instituto Federal da Paraíba - IFPB  
Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis - Cajazeiras - PB, 58.900-000  
E-mail: alexandraamdor@gmail.com

**RESUMO**

A urbanização é um processo de modificação territorial onde ocorre alterações das características rurais pela implementação de infraestruturas urbanas como, sistemas de água, esgoto, malha viária, entre outros. É um fator necessário ao desenvolvimento trazendo consigo benefícios tais como o

crescimento econômico e geração de emprego e renda, porém também acarreta consequências negativas, como o desgaste ambiental, agravamento da desigualdade social e precarização dos serviços essenciais como o saneamento básico. Hoje a investigação da dinâmica urbana torna-se cada vez mais facilitada, principalmente com os mecanismos de monitoramento por satélite. O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter informações da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida, como é o caso do RapidEye, um sistema composto por cinco satélites Alemães de mesma órbita. O presente estudo objetivou-se a avaliar a situação do crescimento urbano, uso e ocupação do solo no município de Cajazeiras localizada no interior da Paraíba a aproximadamente 468 km da capital João Pessoa. Diante da temática em questão, o presente estudo objetivou-se a avaliar a situação do crescimento urbano da cidade de Cajazeiras-PB, analisando a dinâmica do crescimento urbano, suas zonas de expansão e concentração no período de 2011 à 2014. Utilizando-se do software QGIS -QGIS 2.18.7 foi executada uma composição RGB (Red, Green e Blue) falsa cor com os arquivos raster obtidas gratuitamente no site do MMA. Ainda através do uso do QGIS realizou-se uma classificação supervisionada em todo o perímetro do município, mostrando a área urbana, a vegetação, os mananciais e as regiões de solo exposto presentes. Empregou-se o Semi-Automatic Classification Plugin -SCP que é um complemento desse software que torna possível a classificação pixel a pixel.

**Palavras-Chave:** RapidEye, máxima verossimilhança, urbanização, uso do solo.

#### **ABSTRACT**

Urbanization is a process of territorial modification where changes in rural characteristics occur through the implementation of urban infrastructures such as water systems, sewage, road network, among others. It is a necessary factor for development bringing with it benefits such as economic growth and generation of employment and income, but it also has negative consequences, such as environmental exhaustion, worsening of social inequality and precarious ing of essential services such as basic sanitation. Today the investigation of urban dynamics becomes increasingly facilitated, especially with satellite monitoring mechanisms. Remote sensing is a technology that allows information to be obtained from the earth's surface by capturing and recording the reflected energy, as is the case with RapidEye, a system composed of five German satellites of the same orbit. This study aimed to evaluate the situation of urban growth, land use and occupation in the municipality of Cajazeiras located in the interior of Paraíba, approximately 468 km from the capital João Pessoa. In view of the theme in question, this study aimed to evaluate the situation of urban growth in the city of Cajazeiras-PB, analyzing the dynamics of urban growth, its areas of expansion and concentration in the period from 2011 to 2014. Using the QGIS -QGIS 2.18.7 software, a false color RGB (Red, Green and Blue) composition was performed with the raster files obtained for free on the MMA website. Also through the use of QGIS, a supervised classification was carried out throughout the perimeter of the municipality, showing the urban area, vegetation, springs and regions of exposed soil present. The Semi-Automatic Classification Plugin -SCP was used, which is a complement to this software that makes it possible to classify pixel by pixel.

**Palavras-Chave:** RapidEye, maximum likelihood, urbanization, land use.

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo de modificação territorial, ocorrendo alterações de características rurais pela implementação de infraestruturas urbanas como sistemas de água, esgoto, rede elétrica, malha viária, entre outros. É um fator necessário ao desenvolvimento trazendo consigo benefícios tais como o crescimento econômico e geração de emprego e renda, porém também acarreta consequências negativas, como o desgaste ambiental, agravamento da desigualdade social e precarização dos serviços essenciais como o saneamento básico. Isso porque na maioria das vezes não há um planejamento das áreas em processo de urbanização. Partindo desse pressuposto ressalta-se a importância de analisar as condições de crescimento e urbanização das cidades como forma de prevenir problemas futuros que prejudiquem a qualidade de vida dos cidadãos e a preservação ambiental.

A cidade de Cajazeiras- PB segue esse mesmo processo de urbanização com a aberturas de ruas, do alargamento de avenidas e da construção de novas edificações e implementação de loteamentos. Essas obras tem como consequência a expansão das áreas urbanas e o crescimento populacional (NETO, 2015). Cajazeiras é um município localizado na a mesorregião do sertão paraibano. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística- IBGE Cajazeiras tem população estimada para o ano 2014 em 61.030 habitantes e densidade demográfica de 103,28 hab/km<sup>2</sup>.

Hoje a investigação da dinâmica urbana torna-se cada vez mais facilitada, principalmente com a implementação do monitoramento por satélite. O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter informações da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida por essa superfície. As imagens obtidas por sensores remotos têm sido cada vez mais utilizadas em diversas áreas de estudo, como na cartografia, avaliação de cobertura vegetal, estudos de áreas urbanas e monitoramento de áreas agrícolas (ANTUNES, 2013). A exemplo temos o RapidEye é um sistema composto por cinco satélites Alemães de mesma órbita. A faixa da abrangência de coleta de imagens é de 77 km de largura e 1500 km de extensão, o tamanho do pixel (ortorretificado) é de 5 metros. Entrou em operação em 29 de agosto de 2008, fornecendo imagens multiespectrais em cinco bandas: azul, verde, vermelho, red-edge e infravermelho próximo. (ENGESAT, 2017). As imagens do RapidEye são disponibilizadas de forma gratuita para órgãos públicos federais, estaduais, municipais e universidades públicas. A obtenção dessas imagens é feita no site do Ministério do Meio Ambiente- MMA.

Nesse contexto este estudo se utiliza do sensoriamento remoto, através das imagens do sistema RapidEye, para caracterizar a ocupação do solo no município de Cajazeiras pela confecção de mapas temáticos de classificação supervisionada entre os anos de 2011 e 2014. Esses procedimentos foram

executados no software QGIS, utilizando-se o Semi-automatic Classification Plugin -SCP e o algoritmo de máxima verosimilhança- MAXVER. Além de quantificar as classes obtidas por meio do algoritmo r.report.

A classificação supervisionada permite agrupar os pixels de um raster em classes pré-determinadas por um operador, daí o termo supervisionada. Desse modo torna-se mais fácil a visualização e a localização de diferentes tipos de objetos no território analisado. Segundo Ferreira et al. (2010), ao aplicar técnicas de sensoriamento remoto, para obtenção de um panorama de mudanças do uso e cobertura de uma determinada área da superfície terrestre, torna-se imprescindível a análise espacial e mapeamento desta, uma vez que, a utilização dessas técnicas tem se mostrado fundamentais para diagnosticar e monitorar informações captadas na superfície da terra.

O desenvolvimento desse estudo possibilitou a confecção de mapas que mostram a expansão urbana e a cobertura do solo, através da distribuição espacial feita em classes dentro da Cidade de Cajazeiras. Quantificado cada classe e fazendo um comparativo nesse período de tempo entre 2011 e 2014, buscando destacar principalmente o delineado urbano.

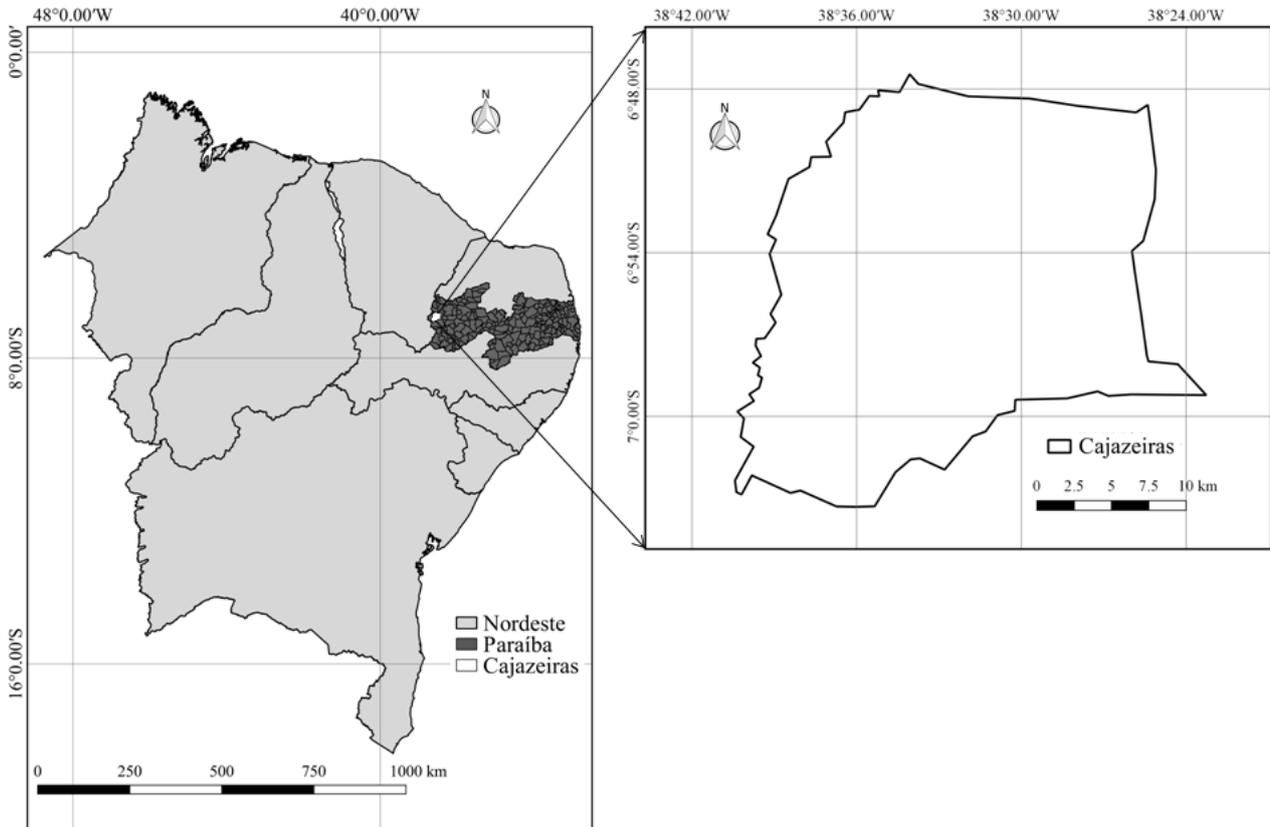
Uma vez que os usos e ocupações do solo impactam de forma direta e indireta as características ambientais e sociais dos municípios, e sendo o seu mapeamento e monitoramento técnicas eficazes para conhecer e mitigar os danos ambientais atuais e futuros (FARIAS, 2020).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo se desenvolveu no município de Cajazeiras interior da Paraíba distante cerca de 450 km da capital João Pessoa. Trata-se de uma cidade pertencente a mesorregião do sertão paraibano, região nordeste do Brasil como mostra a Figura 1.

Figura 1. Localização da área de estudo.



O citado município apresenta duas instituições públicas de ensino superior, além de outras com ensino particular. Cajazeira dispõe também de um distrito industrial, localizado a três quilômetros da zona urbana, cobrindo 21,39 hectares possuindo treze empreendimentos. As indústrias mais abundantes são a alimentícia, a de construção civil e a têxtil, além das indústrias de couro, fiação, sucata, tinta e tecelagem (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJAZEIRAS, 2019). Por esses motivos atrai moradores de várias cidades circunvizinhas, que vem tanto para estudar quanto para trabalhar, contribuindo para expansão urbana.

Localizada na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu a cidade é abastecida principalmente pelo Açude Engenheiro Ávidos, mas devido a escassez, as áreas que foram mais recentemente edificadas passaram a ser abastecidas por uma adutora que transporta à água da barragem de Lagoa do Arroz, passa pelo tratamento feito pela CAGEPA e depois segue para distribuição.

## 2.2 OBTENÇÃO DE DADOS

Após delimitação da área de estudo efetuou-se a criação de um banco de dados para tornar possível a criação dos mapas temáticos e posterior inferência. As principais fontes consultadas foram: Ministério do Meio Ambiente- MMA, Agência Executiva de Gestão das Águas -AESAs,

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE e Prefeitura Municipal de Cajazeiras -PMCZ como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resumo dos arquivos usados para desenvolvimento do estudo.

Tipo	Extensão do arquivo	Fonte
Imagens RapidEye	tif	Geocatálogo -MMA
Estados do Nordeste	shp	IBGE
Municípios da Paraíba	shp	Geoportal - AESA
Mapa Urbano Cajazeiras 2017	dwg	PMCZ

Foi realizado o cadastro do professor orientador no site do Ministério do Meio Ambiente - MMA, que após passar por uma análise do órgão teve sua aprovação, então as imagens foram liberadas para download. Foram obtidas imagens do RapidEye datadas entre os anos de 2011 à 2014.

### 2.3 TRATAMENTO DAS IMAGENS DE SATÉLITE

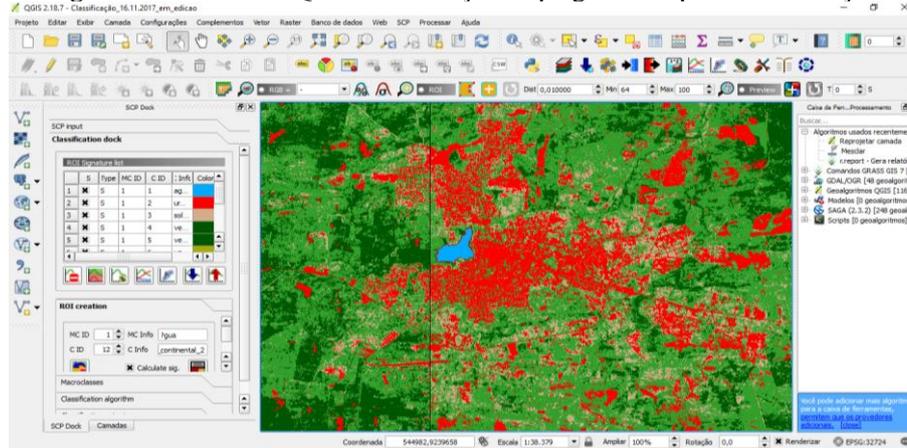
Para manusear as imagens foi utilizado o software QGIS. As imagens adquiridas vieram particionadas em quatro quadrantes e em tamanho superior ao perímetro da cidade de estudo. Foi necessário executar um processo de mesclar os quatro quadrantes do raster, de modo a resultar em um único raster, que posteriormente foi recortado através da camada shp correspondente ao perímetro de Cajazeiras usando a ferramenta recorte.

Ainda com uso do Software QGIS executou-se uma composição falsa-cor RGB com intuito de destacar melhor a área urbana desse município e principal objeto de estudo desse trabalho, em seguida realizou-se uma vetorização, ou seja, o contorno da urbanização, criando-se um arquivo shp para imagem de 2011 e outro para a imagem de 2014. Os arquivos shp foram sobrepostos e comparados, assim obteve-se as principais áreas de expansão urbana.

### 2.4 CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA

Após a composição falsa cor RGB foi executada a classificação supervisionada, para classificar o uso e ocupação do solo dentro do município de Cajazeiras. Utilizou-se o plugin SCP, mostrado na Figura 2, para realização e validação desse procedimento. O algoritmo classificador utilizado foi o máxima verossimilhança -MAXVER com o limiar de aceitação de 100%, isso significa que todos os *pixels* anteriormente definidos para suas respectivas classes foram 100% classificados. Para a Classificação Supervisionadas se fez a aquisição de no mínimo 20 amostras para cada classe temática.

**Figura 2.** Interface do QGIS na utilização do plugin SCP após a classificação.



A classificação supervisionada consiste na atribuição de classes de uso e ocupação do solo através de uma amostra de pixels selecionada por um operador na imagem de satélite, ou seja, o operador escolhe a amostra para representar uma determinada classe e o algoritmo calcula pelas características da amostra quais pixels dentro da imagem pertencerão à aquela classe. Para esta classificação foram selecionadas seis classes: urbanização, água, vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo exposto e nuvens. Para item o vegetação foram selecionadas duas amostras. A classificação supervisionada foi feita nas imagens do ano de 2011 e 2014, para posterior comparação.

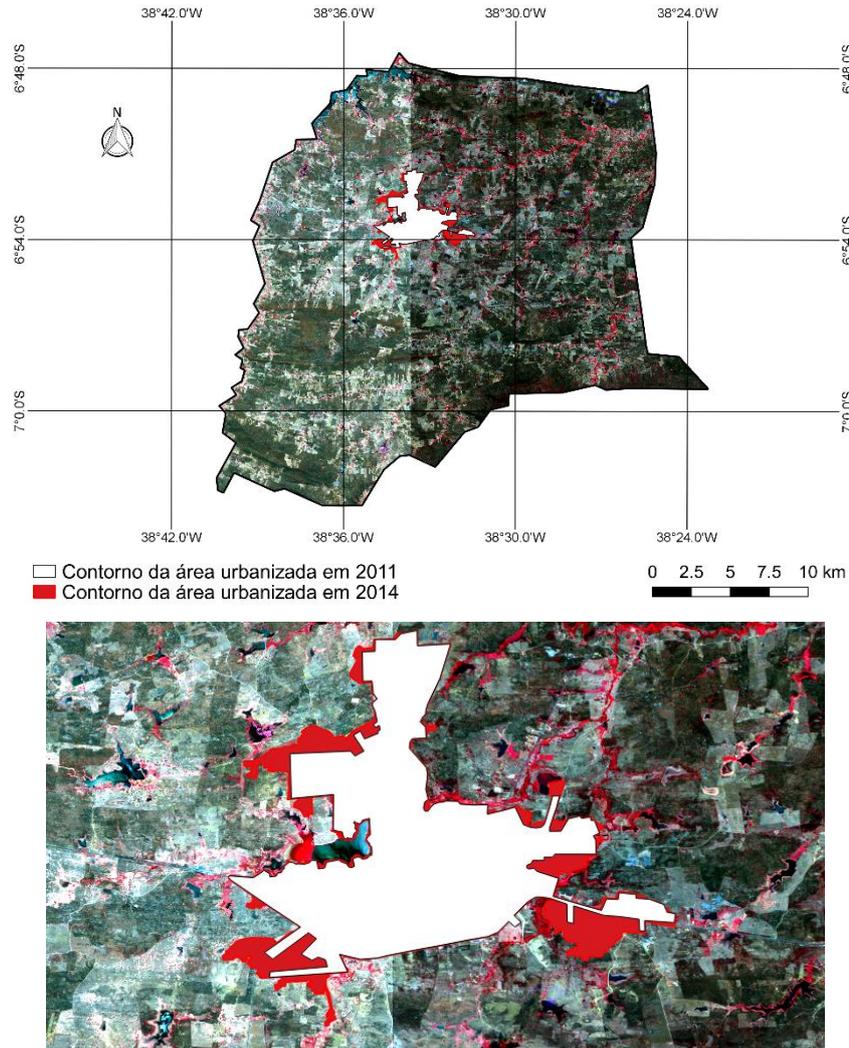
A avaliação do erro foi realizada no próprio SCP, pela ferramenta "accuracy". Esse algoritmo permitiu avaliar o erro das imagens classificação através da validação cruzada, fornecendo-nos a matriz de erros e o índice Kappa. Para isso, o plugin pede para entrar com a imagem classificada e com as áreas de validação.

Para averiguar algumas informações vistas nas imagens de satélite, alguns pontos próximos dos pontos coletados como amostras para a classificação foram visitados e fotografados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em posse das imagens, através do QGIS iniciou-se o tratamento e após testar inúmeras variações, chegou-se a composição R5G3B2, como a melhor opção para destacar a área urbana. Com a vetorização da área urbana nos anos de 2011 e 2014 e a sobreposição das camadas shp criadas, nota-se os pontos em expansão da cidade mostrados na Figura 2.

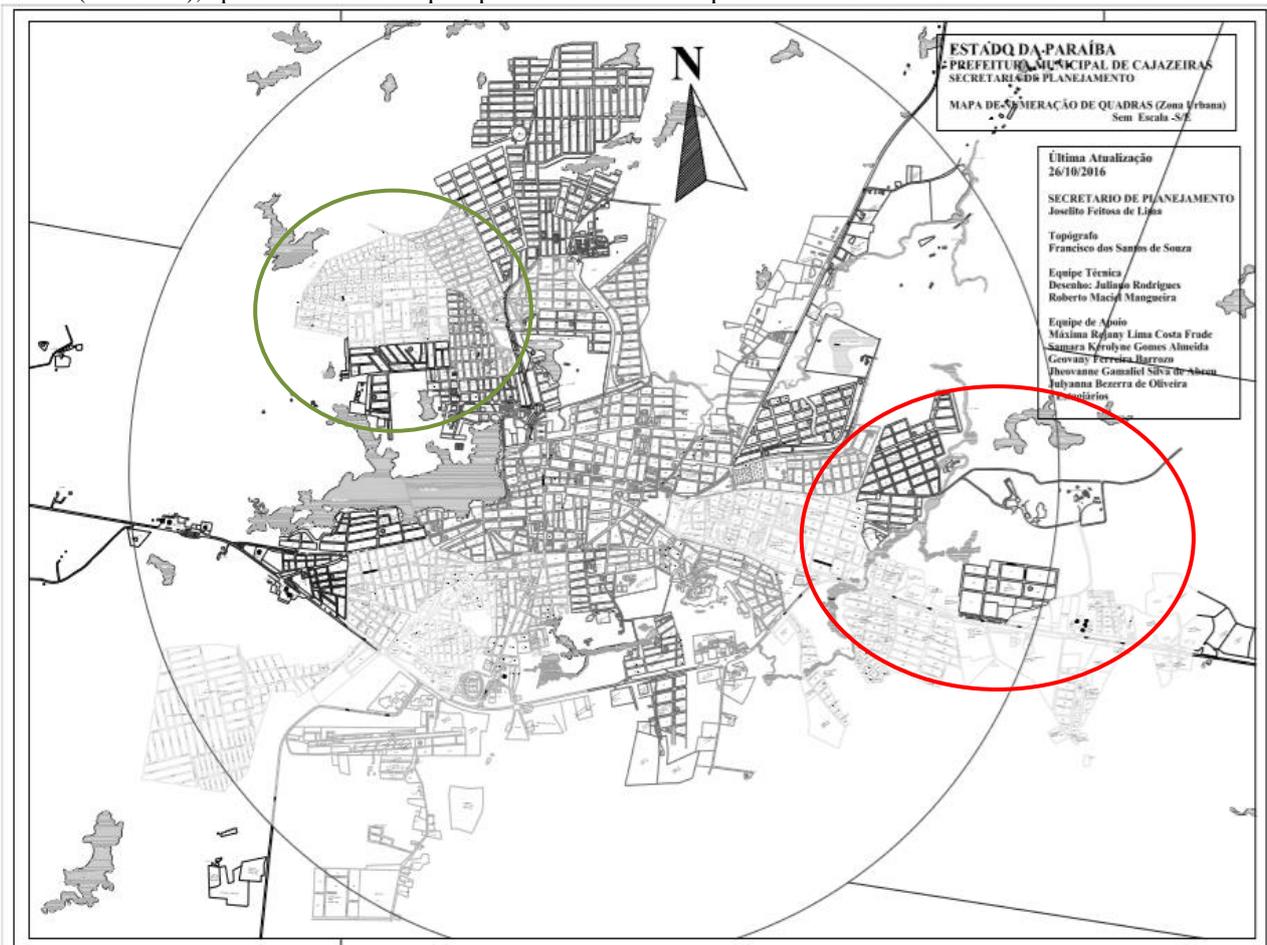
Figura 2. Imagem do RapidEye sob composição R5G3B2, com área urbana vetorizada.



A área branca na imagem é o arquivo shp criado sobre a urbanização de 2011, a área vermelha trata-se do contorno da urbanização em 2014. O que mostra que toda essa região passante são pontos de expansão urbana da cidade. A diferença de área passante é de aproximadamente 221 hectares.

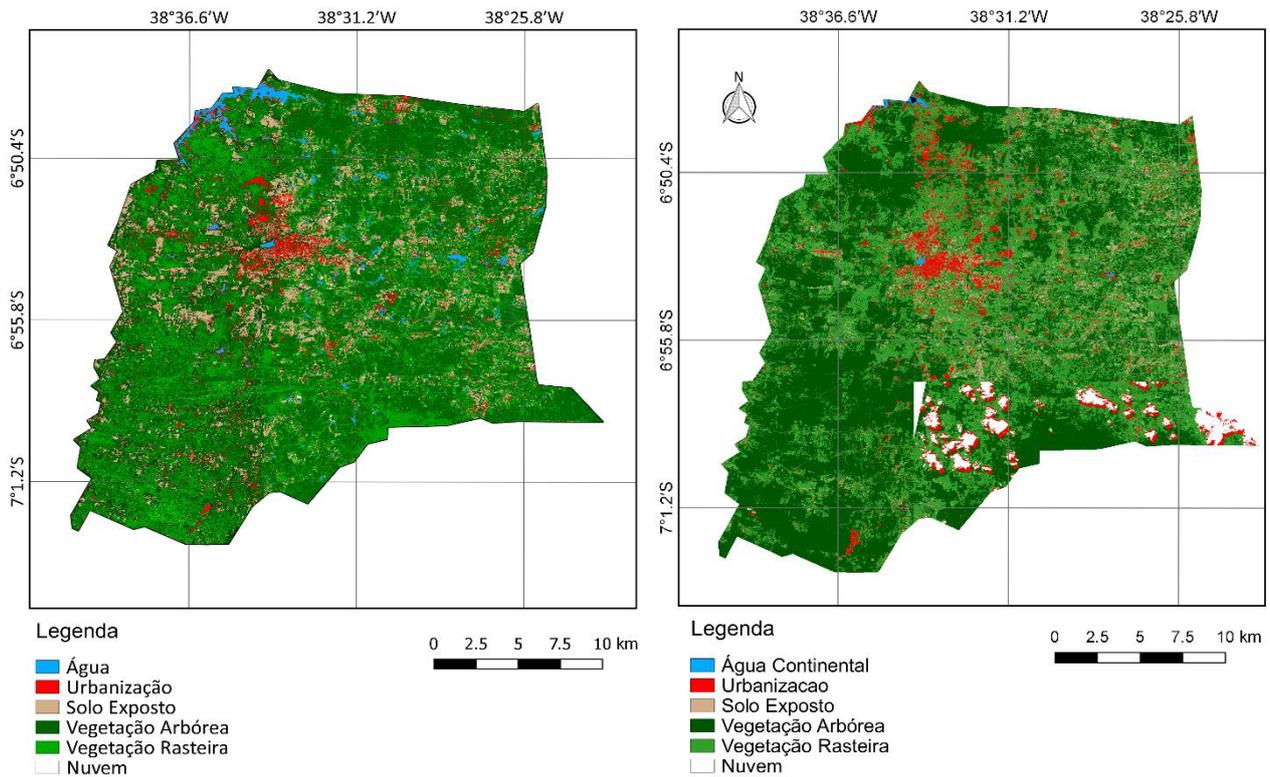
A PMCZ através da sua secretaria de infraestrutura disponibilizou um arquivo dwg correspondente a área urbana de Cajazeiras atualizado no ano de 2017, onde podemos observar na Figura 3 que as mesmas áreas detectadas como aumento do perímetro urbano continuam a se expandir. Vale ressaltar, porém, que alguns loteamentos que constam no mapa da PMCZ ainda não estão efetivamente edificados, diferentemente das áreas destacadas em vermelho na imagem de satélite, as quais já estão efetivamente ocupadas.

**Figura 4.** Zona urbana de Cajazeiras/PB 2017, com destaque aos bairros Pio X à esquerda (verde) e Jardim Oásis a direita (vermelho), apontados como os que apresentaram maior expansão nos últimos anos.



Como resultado do processo de classificação supervisionada nas duas imagens, obteve-se os mapas expostos na Figura 4. Destacado em vermelho a urbanização.

**Figura 4.** A esquerda a classificação supervisionada executada com a imagem de 2011, a direita a classificação executada com a imagem de 2014.



Com os arquivos raster gerados pela classificação e se utilizando da ferramenta r.report, obteve-se as áreas em hectares de cada classe apresentadas na tabela 2 e na tabela 3.

**Tabela 2.** Área correspondente a cada classe, com a imagem de 2011.

Classe	Área (hectare)	Área em Porcentagem (%)
Água	1004	1,71
Urbanização	2662	4,54
Solo Exposto	6509	11,11
Vegetação Arbórea	28880	49,29
Vegetação Rasteira	19214	32,79
Nuvens	330	0,56
Total	58599	100,00

**Tabela 3.** Área correspondente a cada classe, com a imagem de 2014.

Classe	Área (hectare)	Área em Porcentagem (%)
Água	80	0,14
Urbanização	3159	5,40
Solo Exposto	29,43	5,03
Vegetação Arbórea	27840	47,63
Vegetação Rasteira	23263	39,79
Nuvens	1183	2,02
Total	58468	100,00

Podemos observar houve um aumento na área urbanizada de aproximadamente 497 ha entre 2011 e 2014. Com relação aos corpos hídricos captados pela imagem nota-se discrepância nos valores dessa classe, isso foi atribuído tanto a escassez de água que ocasiona o desaparecimento sazonal dos mananciais perenes, associado as aferições feitas em campo onde foi constatado que muitos mananciais estão parcialmente eutrofizados, isso faz com que esses corpos hídricos se assemelhem a vegetação principalmente quando apresentam-se com baixo volume hídrico.

Por estar localizada em uma região de caatinga, principalmente no chamado “polígono das secas”, a cidade apresenta um clima tropical quente e seco, do tipo semiárido, que se caracteriza por altas temperaturas (25 a 29°C) e baixa pluviosidade (400 a 800 mm/ano) (FREIRE, 2020; LIMEIRA, 2014.). Esta pluviosidade é irregular, devido às alterações na variabilidade climática decadal e sazonal, resultando em escassez hídrica dos corpos d’água intermitentes, fazendo com que esse fator influencie a resposta para a representação da classe de água em determinados períodos.

A avaliação do erro que valida essas classificações, obteve os índices mostrados na Tabela 4, sendo a qualidade da classificação considerada pelo valor do Índice Kappa de acordo com os intervalos da Tabela 5.

**Tabela 4.** Resultado da avaliação de erro, pelo processo de validação cruzada.

Raster Classificado	Algoritmo Classificador	Acurácia Global (%)	Índice Kappa	Qualidade da Classificação
2011	MAXVER	91,1413	0,78887	Muito Boa
2014	MAXVER	92,5947	0,82274	Excelente

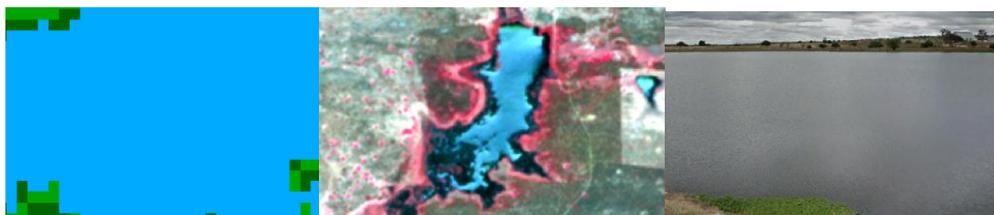
**Tabela 5.** Qualidade da classificação associada aos valores da estatística Kappa. Fonte: Adaptada de Landis e Koch, 1977, citado por Moreira (2011).

Valor do Kappa	Qualidade do mapa temático
< zero	Péssima
zero - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito boa
0,80 - 1,00	Excelente

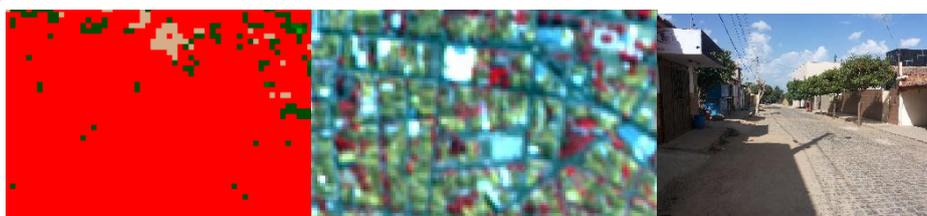
Para garantir a melhor representatividade possível da região em estudo, as áreas de treinamento coletadas como amostras foram visitadas em suas proximidades. A Figura 5 mostra à comparação entre o pixel classificado, o pixel no raster e a área visitada que ele representou na superfície.

**Figura 5.** Representação da classe, seguida da imagem sob composição falsa cor R5G3B2 e do registro fotográfico feito nas proximidades das áreas de treinamento.

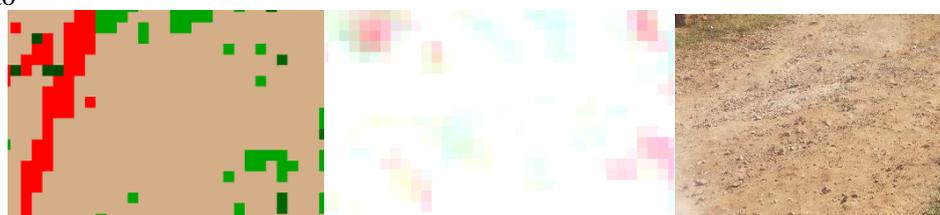
a) Água



b) Urbanização



a) Solo Exposto



d) Vegetação Arbórea (densa)



e) Vegetação Rasteira



## 4 CONCLUSÕES

Esse trabalho possibilitou uma melhor caracterização da distribuição espacial do município de Cajazeiras/PB. Mostrando o sensoriamento remoto como uma tecnologia eficaz, bem como, um grande facilitador nesse estudo de caracterização da superfície terrestre. O estudo mostrou as principais regiões em expansão urbana dentro do município de Cajazeiras. O algoritmo de Máxima verossimilhança foi utilizado com bastante êxito na classificação de imagens do sistema RapidEye. Recomenda-se que esses estudos sejam realizados com certa regularidade para que se possa acompanhar as mudanças na morfologia urbana e suas complexidades, assim como, é recomendado a reprodução em outros intervalos temporais e com imagens de outros sensores.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Instituto Federal da Paraíba pelo fomento à pesquisa. Agradecendo ao Ministério do Meio Ambiente, por autorizar o download gratuito das imagens de satélite e também a Prefeitura Municipal de Cajazeiras pelas informações cartográficas disponibilizadas.

**REFERÊNCIAS**

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas. "**Geoportal**". Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html>. Acesso em: 12/06/2017.

ANTUNES, M. A. H.; SIQUEIRA, J. C. S. In: "**Características das imagens RapidEye para mapeamento e monitoramento agrícola e ambiental**". XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. 2013, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: Inpe, 2013. p. 0547-0554.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente - MMA, "**Geocatálogo**". Disponível em: <http://geocatalogo.mma.gov.br>. Acesso em: 11/06/2017.

COHEN, S. C. "**Habitação saudável como um caminho para a promoção da saúde**". [tese de doutorado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz: 2004.

ENGESAT. "**RapidEye**". Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/rapideye/>. Acesso em: 24/01/2017.

FARIAS, E. S.; QUINELATO, R. V.; BRITO, J. M. S.; ANDRADE, D. S.; SILVA, J. B. L. Temporal evolution in the use and occupation of soil in the city of Itanhém, Bahia. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 2, p. 9161-9130, Curitiba: 2020.

FERREIRA, M. V.; RIEDEL, P. S.; MARQUES, M. L.; TINOS, P. M. Comparação entre técnicas de classificação digital de imagens para detecção de mudanças do uso e cobertura da terra. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, n. 4, p. 613-627, Uberlândia: 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. "**Cidades**". Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250370>. Acesso em: 26/11/2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. "**Bases cartográficas**". Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/bc250/versao2017/shapefile/](ftp://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2017/shapefile/). Acesso em: 12/01/2017.

LIMEIRA, E. A. **Influência dos fenômenos acoplados oceano-atmosfera sobre os Vórtices Ciclônicos de altos níveis observados no Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande: 2014.

MOREIRA, Maurício Alves. "**Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**". Viçosa. Ed. UFV, 2011.

NETO, A. P. S. "**Planejamento urbano e crescimento do município de Cajazeiras -PB de 1980 até 2015**". [monografia]. Cajazeiras: Universidade Federal de Campina Grande: 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAJAZEIRAS. "**Geografia**". Disponível em: <http://cajazeiras.pb.gov.br/geografia/>. Acesso em 24/11/2016.

RIBEIRO, R.J.C., BAPTISTAM G.M.M, BIAS, E.S, "**Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano**". XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril de 2007, INPE, p. 5471-5478. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.03.11.59/doc/5471-5478.pdf>> Acessado em: 10 de setembro de 2017.

SCHUCH, M. I. S. "**Arborização urbana: uma contribuição á qualidade de vida com uso de geotecnologias**". [dissertação de mestrado]. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria: 2006.

1.9.2. FREIRE, N. C. F.; MOURA, D. C.; SILVA, J. B.; PACHECO, A. P. Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação de proteção integral da administração federal no bioma caatinga. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 5, p. 24773-24781, Curitiba: 2020.