



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**IRAN JORGE CORRÊA LOPES**

**DETERMINAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE OLINDA-PE: UM SUBSÍDIO A  
GESTÃO FLORESTAL URBANA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RECIFE - PE  
2019**

**IRAN JORGE CORRÊA LOPES**

**DETERMINAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE OLINDA-PE: UM SUBSÍDIO A  
GESTÃO FLORESTAL URBANA**

Monografia apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto

Co-orientadora: Dra. Mayara Maria de Lima Pessoa

**RECIFE - PE  
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L864dd Lopes, Iran Jorge Corrêa  
Determinação da cobertura vegetal de Olinda-PE: um subsídio a gestão florestal urbana / Iran Jorge  
Corrêa Lopes. - 2019.  
49 f. : il.

Orientador: Everaldo Marques de Lima Neto.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2019.

1. Floresta Urbana. 2. Sensoriamento Remoto. 3. Cobertura Vegetal. I. Neto, Everaldo Marques de  
Lima, orient. II. Título

CDD 634.9

---

**IRAN JORGE CORRÊA LOPES**

**DETERMINAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DE OLINDA-PE: UM SUBSÍDIO A  
GESTÃO FLORESTAL URBANA**

---

Prof. Dr. Emanuel Araújo Silva  
Banca - Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dr<sup>a</sup>. Cybelle Laís Souto Maior Sales de Melo  
Banca – SEMA / Paulista - PE

---

Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto  
Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dr.<sup>a</sup>. Mayara Maria de Lima Pessoa  
Coorientadora - Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE  
2019**

“Um salve pros fiel que acreditou, uô  
Eu sou ladrão e pros perreco é poucas  
Um salve pra quem não desacreditou, uô  
Só guerreiro de fé vida loca”

(Djonga)

## RESUMO

A expansão urbana sem o planejamento adequado cria uma série de efeitos colaterais para seus habitantes, tanto ambiental quanto socialmente. Cada vez mais a vegetação vem sendo associada à qualidade de vida, devido aos comprovados benefícios que ela promove no ambiente urbano. O objetivo desta pesquisa foi classificar o uso do solo da cidade de Olinda - PE, bem como quantificar sua floresta urbana. Para isso, foram utilizadas técnicas do sensoriamento remoto, com a finalidade de gerar informações espaciais que serviram de base para o planejamento de uso e ocupação do solo urbano. Para tal foram identificadas por meio do software QuantumGIS as classes de infraestrutura urbana, água, solo exposto, vegetação e nuvem por meio da classificação supervisionada Maxver, com imagens de satélite SENTINEL-2 com resolução espacial de 10m, datadas de fevereiro de 2018. Foram determinados e quantificados os índices de floresta urbana da cidade. O município de Olinda apresentou cobertura para as classes de 6,32% de água, 12,96% de solo exposto, 59,86% de infraestrutura urbana, 12,72% de vegetação e 8,14% de nuvem. A quantidade de floresta urbana nas regiões foram variáveis, mas foram insatisfatórias para promover benefícios ambientais à população, com exceção da Zona Rural, local onde há maior quantitativo de vegetação da cidade. Observou-se que Olinda é uma cidade com baixa presença de vegetação, em comparação com algumas listadas neste trabalho. Foi possível perceber que o município carece de projetos de criação de áreas verdes e arborização.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, Floresta Urbana, Sistema de Informação Geográfica, QGIS, Olinda, Urbanização.

## **ABSTRACT**

Urban sprawl without proper planning create many side effects for its inhabitants, both environmentally and socially. Increasingly, vegetation has been associated to the idea of quality of life, due to the proven benefit it promotes in the urban environment. The objective of this research was to classify the land use of the city of Olinda – PE, as well as to quantify its urban forest. For this, were used remote sensing techniques, with the purpose of generating spatial information that will serve as a basis for urban land use and occupation planning. And so, the urban infrastructure, water, exposed soil, vegetation and cloud classes were identified through the QuantumGIS software with the Maxver supervised classification, with 10 meters resolution SENTINEL – 2 satellite images dated from February of 2018. The urban forest indexes of the city were determined and measured. The county of Olinda presented land use of 6,32% of water, 12,96% exposed soil, 59,86% urban infrastructure, 12,72% of vegetation and 8,14% clouds. The amount of urban forest in the regions was variable, but it was unsatisfactory to promote environmental benefits to the population, except for the rural zone, where is the greater amount of vegetation in the city. It was observed that Olinda is a city with fewer vegetation, compared to some listed in this work. It was possible to realize that the city lacks of creation of green areas and afforestation.

**Keywords:** Remote Sensing, Urban Forest, Geographical Information System, QGIS, Olinda, Urbanization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bandas espectrais do missão Sentinel-2.....	10
Figura 2. Espacialização Político-Administrativa dos Bairros de Olinda por RPA. ....	15
Figura 3. Fluxograma das etapas metodológicas para a determinação da cobertura vegetal. ....	17
Figura 4. Classes utilizadas na classificação de feições das imagens Sentinel-2.....	20
Figura 5. Resultado da classificação da imagem Sentinel-2.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Evolução do uso do solo de Olinda - PE. ....	8
Tabela 2. Índice Kappa calculado para a classificação da imagem SENTINEL-2 pelo algoritmo Maxver. ....	22
Tabela 3. Valores referentes ao Uso e ocupação do solo de Olinda-PE. ....	23
Tabela 4. Dados utilizados para os cálculos dos índices espaciais de Floresta Urbana e densidade populacional de Olinda - PE. ....	27



## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Valores da área de cobertura da Floresta Urbana em relação a quantidade de habitantes no município de Olinda - PE. ....	29
--	----

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. Geral.....	4
2.2. Específicos.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Conceitos e Definições de Floresta Urbana .....	5
3.2. Serviços Ambientais proporcionados pela Floresta Urbana (Ecológica, Socioeconômico, Estético) .....	6
3.3. Processo de uso e ocupação do solo em Olinda-PE (Região metropolitana. Estrutura urbana/ histórica, edifícios e loteamentos/zona expansão. ....	7
3.4. A geotecnologia como ferramenta à gestão da Floresta Urbana .....	9
3.4.1. Imagens de sensoriamento remoto .....	9
3.4.2. Classificação de Imagens de Ambientes Urbanos .....	10
3.4.3. Índices espaciais nas análises da floresta urbana .....	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4.1. Caracterização da Área de Estudo .....	14
4.2. Procedimentos Metodológicos.....	17
4.2.1 Aquisição das Imagens Digiais.....	18
4.2.2. Pré-processamento.....	18
4.2.3. Processamento digital de Imagens .....	19
4.2.4. Pós-processamento .....	21
4.3. Análise da Floresta Urbana .....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
5.1. Uso e ocupação do solo de Olinda-PE .....	22
5.2. Análise da Floresta Urbana do município de Olinda-PE .....	27
6. RECOMENDAÇÕES .....	31
7. CONCLUSÕES .....	32
8. REFERÊNCIAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do território brasileiro se deu prioritariamente em função dos ciclos econômicos que se baseavam nas particularidades das suas Metrópoles, como por exemplo a cultura da cana-de-açúcar em Pernambuco e o café em São Paulo. Ocorreu baseado na condensação de processos sociais e espaciais, culminando em padrões urbanísticos consolidados por um planejamento desestruturado que dificilmente contempla a variável de necessidades das diferentes regiões das cidades, indo de encontro às dinâmicas de um modelo urbano mais sustentável (LOURENÇO et al., 2016).

No município de Olinda não foi diferente. Apesar de existir um apelo turístico na cidade pela sua rica história, a realidade mostra que sua vegetação vem perdendo espaço para o crescimento urbano desordenado, resultante da falta de planejamento para contemplar seus habitantes com os benefícios advindos da floresta urbana.

A expansão urbana tem causado a perda e fragmentação de habitats naturais, e isto trouxe para a população problemas que refletem no cotidiano, principalmente para pessoas residentes de locais periféricos e com menor condição financeira, que sofrem mais as consequências da permeabilização do ambiente natural, como os desabamentos de encostas ou inundações, podendo citar outros exemplos relacionados à poluição atmosférica e das águas, alterações no microclima, degradação do solo, dentre outras deficiências (BARGOS, 2015).

De acordo com Figueiredo (2018), a acelerada urbanização é reflexo de políticas públicas que impulsionaram o êxodo rural, e isto fez locais que teoricamente estavam estabilizados saíssem do seu equilíbrio, colocando o ser humano na condição de competidor da natureza que ele precisa para viver.

Isso traz muitos questionamentos, visto que a maior parte da população mundial habita áreas urbanas e a qualidade de vida neste ambiente vem decrescendo conforme o tempo passa, principalmente nas regiões periféricas das cidades, sendo carente no Brasil políticas públicas que acompanhem o crescimento

populacional e busquem integrar o homem com o ambiente verde. (PORTO; BATISTA; FARIA, 2017).

Por outro lado vem aumentando no mundo inteiro o reconhecimento da importância das áreas verdes na qualidade de vida, por meio de campanhas ambientalistas e a divulgação científica, que reforçam a necessidade de um planejamento urbano adequado para amenizar uma série de problemas advindos da intensa urbanização.

A vegetação é o maior indicador de qualidade ambiental de uma região, devido a quantidade de serviços ecossistêmicos que proporciona ao seu entorno, e além disso a possibilidade de uso comum pela população de áreas verdes traz inúmeras melhorias, seja relacionada a saúde física e mental, o que reforça a importância da interação do homem com o meio ambiente e com atividades recreacionistas (BARROS; VIRGÍLIO, 2003).

Para que haja um planejamento adequado do sistema urbano, os planejadores devem possuir informações da composição do meio físico da cidade, associadas às características habitacionais. Visto isso, nota-se a necessidade de pesquisas que busquem entender a composição das cidades em função de suas áreas vegetadas e de convívio, que geralmente englobam praças, parques, jardins, unidades de conservação, canteiros centrais, trevos e rotatórias de vias públicas.

As cidades com os melhores panoramas ambientais, por consequência são aquelas que detêm a maior quantidade de estudos voltados para compreender e quantificar a presença dos espaços vegetados no meio urbano. Nessa perspectiva, foi encontrado apenas um trabalho de Ferreira e Ferreira (2013), em que se calculou o índice de vegetação por diferença normalizada do município de Olinda com uma imagem Landsat-5, sem considerar os perímetros das regionais e demais classes de uso do solo, além de vegetação e construções

Atualmente, sabe-se que existem imagens orbitais de qualidade superior disponíveis, e técnicas de sensoriamento remoto que melhor se adequam ao mapeamento do uso do solo urbano, de forma que o mencionado trabalho não preenche as lacunas necessárias para a compreensão do uso do solo olindense.

Sendo assim, trabalhos desse tipo necessitam de ferramentas que possibilitem uma visão holística, e para isso se empregam técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, junto com o Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a fim de produzir informações referentes à visualização e particularidades do ecossistema urbano; um método eficiente e econômico, possibilitando a criação de um banco de dados digitais de acordo com a realidade da área do estudo (ALBANO; CASTRO; BARTOLOMEU, 2017).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Determinar cobertura da vegetação e floresta urbana de Olinda, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, a fim de subsidiar a implantação de novas áreas verdes bem como áreas prioritárias à conservação no município.

### **2.2. Específicos**

- a) Classificar o uso e ocupação do solo urbano na área estudada;
- b) Calcular a área cobertura de Floresta Urbana, a partir do processamento de imagens, determinando quais áreas necessitam de maior atenção de políticas públicas para a criação florestas urbanas;
- c) Gerar informações para reflexão na gestão e planejamento de infraestrutura verde correspondente à realidade espacial da cidade.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Conceitos e Definições de Floresta Urbana

O termo floresta urbana foi discutido por pesquisadores desde a década de 60 quando foi empregado pela primeira vez para conceituar a arborização urbana (BIONDI, 2015), sendo esse conceito muito limitado visto que se refere apenas ao componente arbóreo, e na realidade uma floresta abrange demasiadas formas de vida, como: arbustos, trepadeiras, epífitas, herbáceas, entre outras.

Considera-se então que a estrutura da floresta urbana detém características biofísicas e geográficas como um ecossistema: composição de diferentes espécies, classes de idade e estado fitossanitário, bem como a disposição dos elementos florestais em relação uns aos outros e deste com a matriz urbana (MONTEIRO, 2015).

Destrinchando o conceito de florestas urbanas, temos as privadas e as particulares: Floresta Urbana Particular: correspondem aos bosques e jardins residenciais, bem como formações vegetais inseridas em perímetro privado.

Floresta Urbana Pública: que engloba a arborização de ruas e as áreas verdes públicas em ambiente urbano.

Paiva e Gonçalves (2002) usam o termo “floresta urbana” para designar áreas verdes produtivas (com finalidade de produção de bens provenientes das árvores) e áreas verdes de preservação (cuja finalidade é a conservação do sítio ou manutenção da biodiversidade), desta forma, inserem as unidades de conservação no sistema de áreas verdes como uma tipologia a parte.

Vale salientar que esses conceitos foram propostos levando em consideração a vivência de cada autor em seus trabalhos (COSTA; FERREIRA, 2009). De acordo com a heterogeneidade das cidades brasileiras, tais conceitos devem ser considerados complementares uns dos outros, desde que se justifique com embasamento teórico.

De acordo com o Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA Nº 369/2006, considera-se área verde de domínio público "o espaço de domínio público que

desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização".

### **3.2. Serviços Ambientais proporcionados pela Floresta Urbana (Ecológica, Socioeconômico, Estético)**

A demasiada remoção de áreas verdes nativas em prol da urbanização, com o tempo afastou o ser humano dos benefícios providos pelas florestas naturais, e isto é reflexo de políticas públicas que impulsionaram o êxodo rural (FIGUEIREDO, 2018), sendo este tema relacionado a problemas sofridos pela população, principalmente em locais com alta aglomeração humana (SENIS et al. 2015).

As áreas verdes permitem que o homem tenha experiências com formas de vida não humanas, exercitando um tipo de interação que nos foi tirada no passar dos tempos pela crescente urbanização. Vivemos num período de intensa substituição do natural pelo concreto, do permeável para o impermeável, e nos deparamos com modelos de cidades que cada vez mais nos afasta da natureza e dos benefícios que ela nos proporciona (FIGUEIREDO, 2018).

A qualidade ambiental de um lugar está relacionado aos benefícios que a população local desfruta dos serviços providos pela natureza, que influenciam em diversos níveis a vida humana nas cidades, sendo assim um desafio valorar o quanto somos afetados por estes serviços no cotidiano (CAMPOS, 1996).

No ambiente urbano as áreas verdes promovem a melhoria da qualidade do ar (BARGOS, 2015), sendo assim consideradas "pulmões" das cidades. Isso ocorre através da fixação de partículas em suspensão na atmosfera pelas folhas e filtragem de gases através de atividades fotossintéticas. Além disso, as folhas também servem de barreiras acústicas, o que ajuda a diminuir a poluição sonora dos ruídos comumente evidenciados no ambiente urbano (LIMA NETO, 2011).

As árvores urbanas também desempenham papel fundamental na melhoria do microclima da cidade (SILVA; LOPES; LOPES, 2011), amenizando

diretamente a incidência dos raios solares, produzindo sombra para os transeuntes e aumentando a umidade do ar através da evapotranspiração.

De acordo com BARGOS, (2015) a permeabilidade do solo e a segurança geológica também são serviços ambientais prestados pelas áreas vegetadas. Ao amortecerem os pingos de chuva facilitam a infiltração da água e evitam escoamentos superficiais, o que muitas vezes modifica o relevo levando a erosões (LIMA NETO, 2011).

Com relação aos benefícios psicológicos, as áreas verdes funcionam como escape para a monotonia causada pela artificialidade dos ambientes urbanos, consistindo em locais onde a população tem espaço para prática de atividades físicas, convivência ou simplesmente contemplar a beleza de um espaço esteticamente agradável no meio da cidade (PORTO, BATISTA, e FARIA, 2017).

Dentre as tipologias de área verde, Biondi et al. (2015) afirmam que as praças são as mais evidenciadas no mundo e no Brasil, o que mostra uma grande potencialidade das praças servirem de corredores ecológicos, formando um elo entre as demais áreas verdes e ruas arborizadas.

### **3.3. Processo de uso e ocupação do solo em Olinda-PE (Região metropolitana. Estrutura urbana/ histórica, edifícios e loteamentos/zona expansão.**

Ocupada originalmente por tribos da nação Tupi, Olinda teve seu ambiente natural modificado inicialmente devido à ação dos silvícolas da nação Caetés, que no século XVI já habitavam o local e comercializavam peles de animais e o pau-de-tinta com os franceses (PEREIRA JUNIOR, 2004).

Cenário de muita história, a cidade de Olinda vem chamando atenção dos órgãos públicos desde o início do século passado, devido às suas especificidades que vão das suas construções seculares que mantém a arquitetura da época do descobrimento, até as características artísticas e culturais.

Pontual e Milet (2001), apontam que essa visão de Olinda sempre esteve presente nos relatos, cartas, documentos e pinturas feitas pelos europeus na época

do descobrimento. Essas particularidades fomentaram o tombamento de uma área do sítio histórico de 1,2 km<sup>2</sup> no ano de 1969 (PEREIRA JÚNIOR, 2004). Dez anos depois esse perímetro aumentou para 10,4 km<sup>2</sup> com a criação de zonas de amortecimento, e em 1982 teve seu centro histórico considerado patrimônio cultural da humanidade.

O município de Olinda passou a ter cerca de 25% de sua área salvaguardadas, considerando suas respectivas zonas de amortecimento. Contudo, em outras partes da cidade foi evidenciado a substituição de grandes porções de cobertura vegetal por habitações, sem suas respectivas compensações, mostrando que o restante do município não se preparou adequadamente para o crescimento populacional (FERREIRA; FERREIRA, 2013).

Vale comentar que a empresa Fosforita Olinda S/A (que veio a falência) foi responsável pela conversão de porções de antigas propriedades rurais em loteamentos, onde a intensa exploração do subsolo para retirada de fosfato possibilitou que essas áreas fossem reabilitadas em habitações no início da década de 1980 (SOUZA, 2008).

Em estudo da dinâmica espaço-temporal de Olinda com o uso de imagem orbital Landsat5, Ferreira e Ferreira, (2013) constataram uma acentuada diminuição da vegetação do município no período de 1995 a 2011 (Tabela 1).

Tabela 1. Evolução do uso do solo de Olinda - PE.

<b>Ano</b>	<b>Vegetação</b>	<b>Construções</b>
<b>1989</b>	53%	47%
<b>1995</b>	53%	47%
<b>2001</b>	39%	61%
<b>2011</b>	32%	68%

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Ferreira e Ferreira, 2013.

A urbanização desenfreada e a ausência de planejamento urbano coerente com a realidade local culminam no mal uso do solo, sendo esta a realidade da maioria das cidades brasileiras. O preço da destruição de áreas verdes e

consequente poluição é pago pelos cidadãos, os quais deveriam ser contemplados com mais iniciativas do setor público e assim terem acesso a qualidade ambiental.

Se esse progresso aumentar nos próximos tempos as consequências ambientais serão cada vez mais difíceis de se remediar, o que reforça a necessidade de estudos que busquem compreender a cidade em função da vegetação, para embasar decisões melhores a serem tomadas pelos planejadores urbanos.

### **3.4. A geotecnologia como ferramenta à gestão da Floresta Urbana**

#### **3.4.1. Imagens de sensoriamento remoto**

O conhecimento sobre a condição do uso e cobertura da terra abre perspectiva para uma série de soluções para problemas enfrentados nas sociedades, e nessa perspectiva, os sensores orbitais tem se destacado como ferramenta amplamente utilizada. Na literatura, existe uma série de trabalhos que baseiam suas pesquisas em imagens fornecidas gratuitamente, como as do satélite Landsat.

Contudo, atualmente pode-se citar que o existem opções mais eficientes, visto que possui qualidade melhor e a partir de 2016 fornece imagens gratuitas. Fazendo parte do programa Copernicus, composto por 7 missões, o Sentinel-2 objetiva monitorar as mudanças no meio terrestre, através do sensor Multi Spectral Instrument (MSI) (ESA, 2018).

Com 13 bandas espectrais de resoluções espaciais de 10, 20 e 60 metros (Figura 1), resolução radiométrica de 12 bits e resolução temporal de 5 dias. A missão Sentinel-2 conta com dois satélites (A e B).

Figura 1. Bandas espectrais do missão Sentinel-2

Resolução	Nr da Banda	Nome da Banda	Comprimento de Onda Central (nanômetro)	Combinações de Bandas
10 m	B02	Blue (Azul)	490	Cor Verdadeira RGB 04/03/02 Falsa Cor 1 e 2 RGB 08/04/03 e 04/08/03
	B03	Green (Verde)	560	
	B04	Red (Vermelho)	665	
	B08	NIR (Infravermelho Próximo)	842	
20 m	B05	Red Edge 1	705	SWIR 1 RGB 12/11/8A
	B06	Red Edge 2	740	
	B07	Red Edge 3	783	
	B08A	Red Edge 4	865	
	B11	SWIR 1	1610	
	B12	SWIR 2	2190	
60 m	B01	Aerossol	443	-
	B09	Water Vapor	940	
	B10	Cirrus	1375	

Fonte: [www.earthexplorer.usgs.br](http://www.earthexplorer.usgs.br)

### 3.4.2. Classificação de Imagens de Ambientes Urbanos

Os ambientes urbanos são desafiadores de serem analisados por meio de sensoriamento remoto em relação às áreas naturais devido à heterogeneidade da paisagem, pois incluem uma ampla gama de telhados, vias, calçadas, submetidos a intemperismo e de diversas idades, qualidades e composições químicas, entre outros aspectos (ANJOS et al., 2017).

Visto que os elementos da paisagem urbana possuem alturas variáveis, o ângulo de visão do sensor para os objetos pode criar confusões de alguma classe com o sombreamento. Para que o pesquisador crie mapas fidedignos com a realidade, ele precisa ter conhecimento de técnicas de distinção dos alvos, bem como de realce da imagem da área de estudo (ANDRADE, 2017).

As imagens de sensores remotos aliados a dados da superfície terrestre permite a criação e atualização de mapas de cobertura do solo com precisão a partir da divisão de classes dos diferentes componentes da paisagem. Pode-se averiguar muitas questões sobre a geografia urbana, e conseqüentemente espacializá-la e analisá-la, fomentando dados aplicáveis nos mais diversos contextos (MONTEIRO, 2015).

Os métodos de tratamentos da imagem para mapeamento variam de acordo com sua resolução e finalidade da pesquisa, e sua classificação se divide em dois modos: supervisionada e não supervisionada. Na classificação não supervisionada, algoritmos agrupam automaticamente os pixels desconhecidos em grupos naturais baseados em suas informações espectrais. Já na supervisionada, é necessário que o usuário do SIG colete amostras de treinamento que representarão as classes de cobertura da terra de acordo com suas características espectrais, sendo determinante no sucesso da classificação. Na classificação são identificados os padrões de resposta espectral dos pixels de cada classe previamente definida e coletada nas amostras (MENESES; MADEIRA NETTO, 2001).

Meneses e Almeida (2012) comentam a existência de diversos métodos para a classificação supervisionada, tal como: paralelepípedo, distância mínima, distância de mahabonis e máxima verossimilhança, sendo a última mencionada uma das técnicas mais utilizadas de classificação supervisionada, considerada por diversos autores como a mais consistente para determinar as classes de uso da terra (COSTA et al., 2016).

Além métodos mencionados anteriormente, a ferramenta do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) também é atrativa pela sua simplicidade de execução. Baseada na relação entre o fluxo radiante refletido no vermelho, e o refletido no infravermelho próximo, é possível mapear, medir e analisar a condição da vegetação de uma determinada área. Comumente utilizado para modelagem climática, balanço de carbono, estimativas e parâmetros de vegetação, atividades agrícolas, entre outras aplicações práticas (PORTO, 2017).

Para averiguar a confiabilidade da classificação, um dos métodos mais usados é a matriz de confusão, que baseia-se em relacionar os erros entre os dados de referência e os resultados da classificação. A partir da matriz de confusão de

determinada análise, o coeficiente Kappa fornece valores que variam de 0 a 1, estabelecendo a qualidade da classificação (ALMEIDA, 2016).

De acordo com Prates et al. (2017), os avanços na área das geotecnologias permitiram uma vasta gama de estudos espaciais, sobretudo na área florestal. Com o aprimoramento tecnológico a busca por informações geoespaciais diminuíram os custos e o tempo de trabalho, com melhoria na exatidão dos produtos cartográficos produzidos.

O armazenamento digital de dados fomenta o compartilhamento para diversas plataformas, e podem ser aproveitados de muitas formas. Nesta perspectiva, o estudo da vegetação urbana vem sendo conduzido por pesquisadores e profissionais dedicados à questão ambiental urbana, colaborando para a compreensão da efetiva contribuição desses elementos na qualidade de vida da população (BARGOS, 2015).

Em Nova Iorque, nos Estados Unidos existe uma plataforma chamada City Street Tree Map, que funciona como um mapa com a arborização das ruas georreferenciadas contendo informações relacionadas às espécies e seus benefícios para a cidade como quanta energia é conservada pela arborização, água da chuva captada, dióxido de carbono reduzido da atmosfera e benefícios ecológicos, o que aproxima a população das áreas verdes numa perspectiva de educação ambiental (TREE-MAP , 2019).

Ferramentas como o New York City Street Tree Map além de aproximarem os usuários de uma perspectiva conservacionista, são de grande utilidade para órgãos competentes pelas áreas verdes monitorarem, planejarem e intervirem na arborização urbana.

Desta forma, denota-se a importância das aplicações do geoprocessamento principalmente para o planejamento urbano, permitindo uma visualização em larga escala das características geomorfológicas da cidade, e assim a gestão contemplar os locais de acordo com suas especificidades (PORTO; BATISTA; FARIA, 2017).

### 3.4.3. Índices espaciais nas análises da floresta urbana

O planejamento de áreas verdes urbanas necessita de um conhecimento detalhado da geografia da região. Existe para isso técnicas de geoprocessamento que permitem que o gestor visualize dados e os integrem a uma gama de variáveis para a obtenção de mapas que facilitem a interpretação dos resultados, contemplando as particularidades geográficas de cada local, que torna o geoprocessamento bastante eficaz para fins de planejamento urbano (TORRES, 2003).

Em pouco tempo e de forma relativamente barata, o sensoriamento remoto pode fornecer dados espaciais em larga escala referente a geografia urbana, permitindo o conhecimento de índices relativos à quantidade de áreas verdes, revelando potencialidades ecológicas de cada área (MONTEIRO; BIONDI; ARAKI, 2016).

O Índices de Áreas Verdes (IAV) são os mais empregados pelos pesquisadores para diagnosticar a presença de arborização no ambiente urbano. O que traz controversas pela subjetividade das variáveis utilizadas no cálculo do IAV e a falta de consenso nas metodologias adotadas. Por isso, existem variações no emprego desses índices conforme o interesse da pesquisa e características da área de estudo (BARGOS, 2015).

É comum encontrar na literatura acerca do verde urbano a comparação entre áreas verdes, espaços livres, cobertura vegetal e floresta urbana sem diferenciá-los pelas suas funções (MONTEIRO, 2015).

Rocha (2017) comenta sobre os problemas na comparação dos índices entre as cidades, e além disso, a indicação de um valor para município por inteiro pode mascarar uma possível desigualdade entre os bairros que o compõem. Não obstante, Monteiro, Biondi e Araki (2016) constataram que a maior parte da vegetação da cidade de Curitiba (PR) encontra-se em domínio privado, não estando disponível à população.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da Área de Estudo

Olinda encontra-se sob as coordenadas 8° 00' 46.59"S e 34° 51' 07.96"W com cerca de 16 metros de altitude média, fazendo parte da região metropolitana do Recife, situada a 6 km da capital. Está inserida no bioma Mata Atlântica, possui clima predominantemente Tropical Úmido, com temperatura média anual de 27°C, e a média pluviométrica anual chega aos 2.422,4 mm. Além disso, o município abriga parte das bacias do Beberibe e Paratibe (Prefeitura de Olinda, 2012).

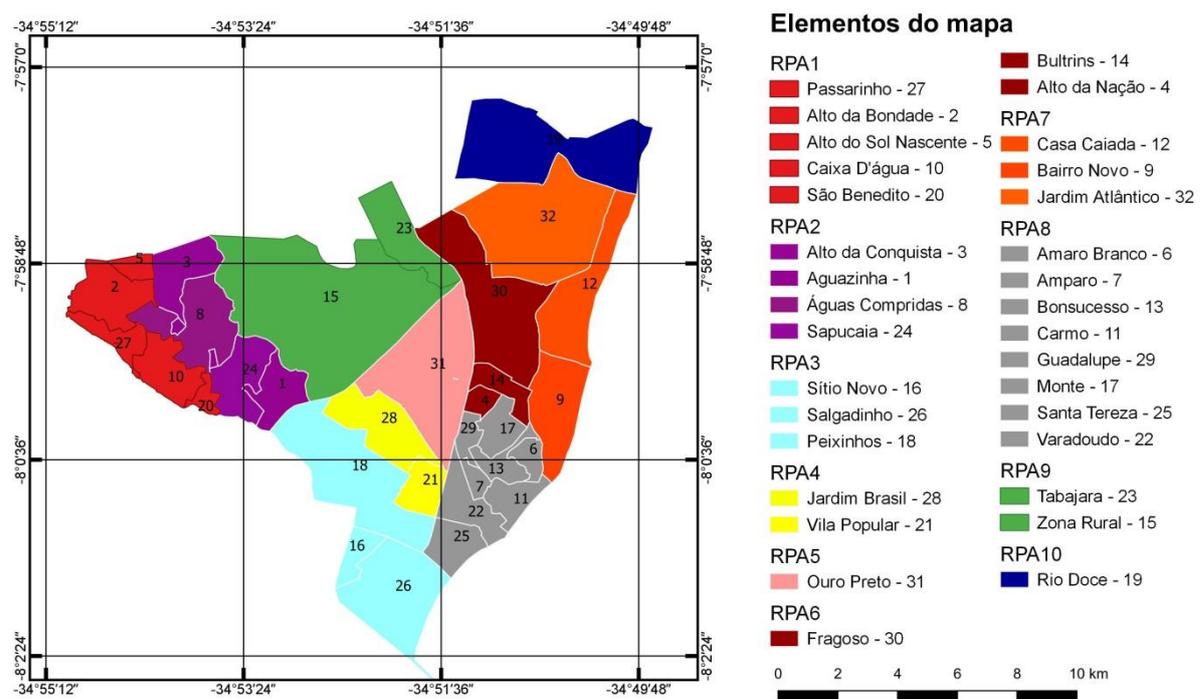
O município de Olinda abriga cerca de 377.779 habitantes, com densidade demográfica de 9.063,58 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), 43,55 km<sup>2</sup> de extensão territorial, em que 9,73 km<sup>2</sup> fazem parte da ZEPEC (Zonas Especiais de Proteção Cultural e Urbanística), com 1,89 km<sup>2</sup> da ZEPEC 1 (Sítio Histórico) e 7,84 km<sup>2</sup> do Entorno do Sítio Histórico. Olinda possui uma área urbanizada de 36,73 km<sup>2</sup>, e 6,82 km<sup>2</sup> de área rural (Prefeitura de Olinda, 2012). Na cidade constam 32 bairros, divididos em 10 regiões político-administrativas (RPA).

A região político-administrativa número um (RPA 1) é composta pelos seguintes bairros: Alto da Bondade, Alto do Sol Nascente, Caixa D'Água, Passarinho e São Benedito. Inserida nesta regional encontra-se a Mata do Passarinho, uma Reserva de Floresta Urbana que possui 14 hectares de Mata Atlântica, considerada como uma das últimas áreas representativas de Mata Atlântica em Olinda (PDMO, 2004).

A região político-administrativa de número dois (RPA 2) é composta pelos seguintes bairros: Águas Compridas, Aguazinha, Alto da Conquista e Sapucaia. Águas Compridas é um dos bairros mais populosos da cidade, e que apresenta maior incidência de moradores que constroem suas moradias em áreas consideradas de risco.

A região político-administrativa número três (RPA 3) é constituída pelos bairros de Peixinhos, Salgadinho e Sítio Novo (Figura 2). Peixinhos possui como atrativo principal o seu comércio representado pela famosa Feira de Peixinhos, bem como a grande quantidade de lojas instaladas na Avenida Presidente Kennedy.

Figura 2. Espacialização Político-Administrativa dos Bairros de Olinda por RPA.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A região político-administrativa número quatro (RPA 4) é representada pelos bairros de Jardim Brasil e Vila Popular. É válido ressaltar que devido a exploração de minério, originaram-se três grandes crateras no bairro de Jardim Brasil, as quais se transformaram nas “Lagoas do Jardim Brasil”: Lagoa Azul, Lagoa do Pantanal e Lago Arthol.

A RPA 5 é representada apenas pelo bairro de Ouro Preto, e a regional de número 6 (RPA 6), que abrange os bairros Alto da Nação, Bultrins e Fragoso.

Compõem a região político-administrativa número sete (RPA 7) o Bairro Novo, Casa Caiada e Jardim Atlântico. Vale salientar que no Bairro Novo constam o Shopping Patteo e o hipermercado Walmart.

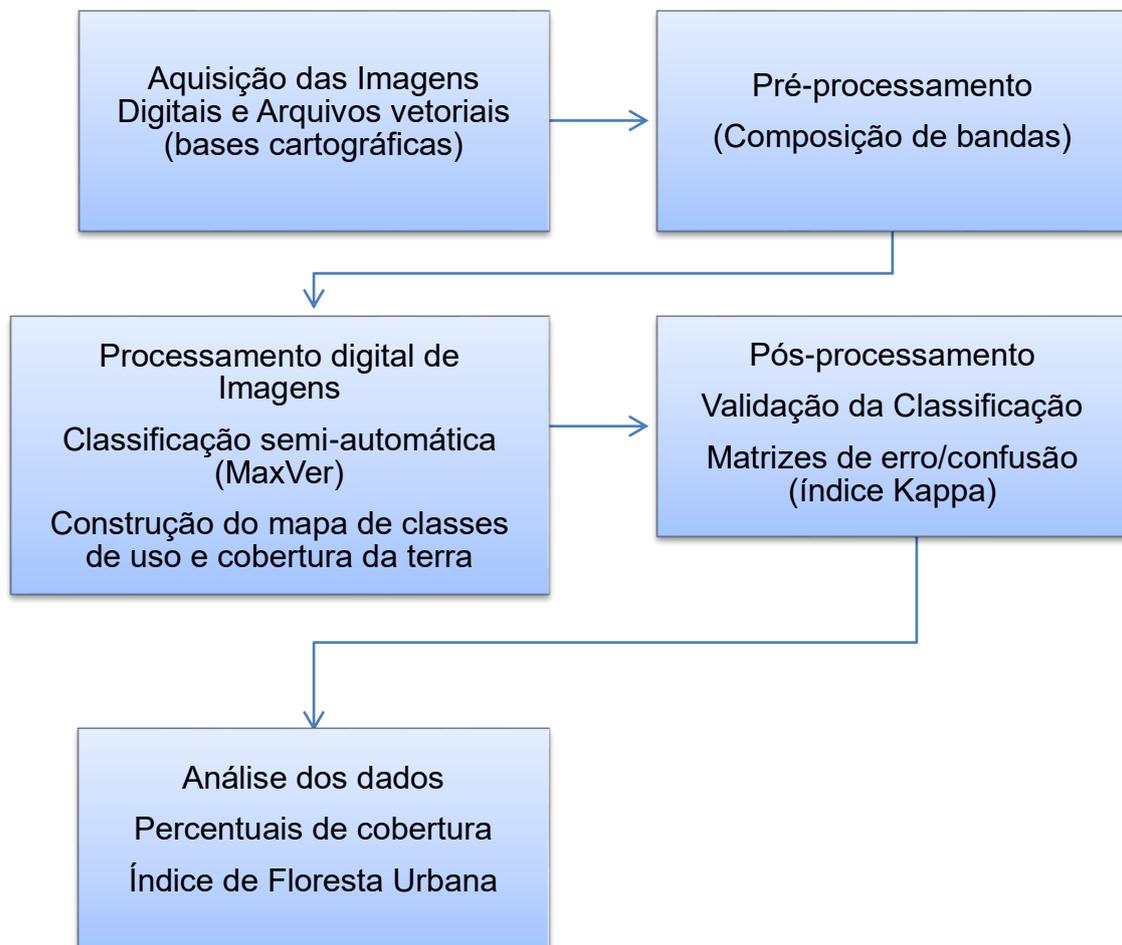
A regional número oito (RPA 8) representa os bairros que compõem o sítio histórico de Olinda, são eles: Amaro Branco, Amparo, Bonsucesso, Carmo, Guadalupe, Monte, Santa Tereza e Varadouro. Esta região é formada por Zonas Especiais de Proteção Cultural (ZEPC) e Proteção Ambiental Recreativas (ZPAR), o que resulta na menor taxa de permeabilização do solo fomentada pela urbanização. Essa particularidade está registrada no documento mais antigo que diz respeito à Olinda: a carta do Foral, na qual consta o primeiro plano diretor da cidade.

A regional de número nove (RPA 9) compreende os bairros Tabajara e Zona Rural, e a última região político-administrativa do município (RPA 10) representa apenas o bairro de Rio Doce.

## 4.2. Procedimentos Metodológicos

Para definir os procedimentos metodológicos e realizar a análise de dados e resultados, algumas etapas foram desenvolvidas. O fluxograma apresentado a seguir (Figura 2) resume essas diversas etapas.

Figura 3. Fluxograma das etapas metodológicas para a determinação da cobertura vegetal.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

#### 4.2.1 Aquisição das Imagens Digitais

Para a realização deste estudo, foram usadas imagens dos satélites Sentinel-2, para a determinação das classes de uso do solo. As imagens foram adquiridas através do portal do programa Copernicus, vinculado a Agência Espacial Europeia (ESA). Primeiramente foi acessado o endereço eletrônico (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), e seguido de um breve cadastro e confirmação de email, realiza-se o login no portal.

Na sequência, usa-se o menu para navegar para próximo da área, e com o cursor é possível traçar um retângulo e delimitar a área de interesse, onde é efetuada a busca e mostrado os resultados encontrados juntamente a opção de download da cena. Foram utilizadas imagens datadas de sete de fevereiro de 2018.

#### 4.2.2. Pré-processamento

Após a obtenção das imagens, os procedimentos de composição, pré-processamento, e classificação de imagens foi feito no *software* QGIS 2.14.11 (versão de longa duração), através do complemento SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*) versão 5.0, desenvolvido por Congedo (2013). Este complemento possui um conjunto de ferramentas desenvolvidas exclusivamente para as especificidades das imagens Sentinel-2.

As bandas 3, 4 e 8 foram importadas para o *software* e, geraram composições falsa cor R8G4B3 e R4G8B3, onde as bandas 3 e 4 situam-se no espectro visível, correspondendo às cores verde e vermelho, respectivamente, e a banda 8 corresponde ao espectro do infravermelho próximo. Buscou-se com isso realçar as características da vegetação, principalmente o seu grau de densidade.

Na etapa de pré-processamento foram, submetidas à técnica de correção atmosférica *Dark Object Subtraction 1* (DOS1). Com isso procedeu-se para a etapa de composição de bandas. Para o entendimento destes dados, foi utilizada projeção UTM Zona 22 Sul, e Datum SAD 69.

O recorte foi realizado com os *shapefiles* dos bairros, extraído do software Google Earth Pro em formato kml, e convertido em shp utilizando o QGIS, onde os mosaicos foram então divididos pela operação de intersecção entre a imagem e de acordo com os limites das dez regiões político-administrativas compostas pelos bairros do município segundo o plano diretor.

#### 4.2.3. Processamento digital de Imagens

Nesta fase buscou-se construir um mapa de classes de uso e cobertura da terra a partir de classificação semi-automática de imagens, com base no método da Máxima Verossimilhança - MaxVer. Neste método os pixels são relacionados a uma determinada classe por probabilidade estatística, a partir de polígonos amostrais (SWAIN; DAVIS, 1978).

Na classificação MaxVer cada pixel é destinado à classe que tem a mais alta probabilidade, isto é, a máxima verossimilhança. Isso significa que para um pixel na posição  $x$  do espaço multiespectral, um conjunto de probabilidades são computadas e que dão as possibilidades relativas do pixel pertencer a cada classe disponível ( $p(x|\omega_i)$ ), dada pela seguinte fórmula:

$$x \in \omega_i \text{ se } p(x/\omega_i)p(\omega_i) > p(x/\omega_j)p(\omega_j)$$

Onde, a probabilidade  $p(x/\omega_i)$  dá a possibilidade de  $x$  pertencer à classe  $\omega_i$  e  $p(\omega_i)$  é a probabilidade de a classe ocorrer na imagem, que de fato é conhecida das áreas de treinamento. Tantas quanto forem as classes de treinamento selecionadas, tantas serão  $p(x/\omega_i)$ .

Para a construção do mapa de classes de uso e cobertura fora observado na imagem as fisionomias de cor, forma e textura baseadas na aparência da composição de bandas da imagem. Foram coletadas amostras de treinamento levando-se em consideração as formas predominantes de uso e ocupação do solo no município.

Foram utilizados polígonos para a extração das amostras de treinamento, como forma de evitar muitos vértices na amostra. Foram coletadas, em média 75 amostras de treinamentos para cada classe, visando diminuir a confusão entre classes com maior variabilidade espectral.

Assim, Foram distinguidas as seguintes classes: infraestrutura urbana, água, vegetação, solo exposto e nuvem, sendo elas interpretadas da seguinte forma:

Figura 4. Classes utilizadas na classificação de feições das imagens Sentinel-2.

Classes temáticas	Definição	Feição
Infraestrutura urbana	Locais ocupados por logradouros públicos, habitações ou demais construções	
Água	Canais, lagos e componentes da hidrografia	
Vegetação	Área com vegetação independente do porte, arborização e áreas verdes	
Solo exposto	Área desmatada com exposição de solo	
Nuvem	Névoa/neblina	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

#### 4.2.4. Pós-processamento

Para avaliar a precisão do processamento das imagens, utilizou-se do índice Kappa o qual, por meio do resultado de análises estatísticas, baseadas em matrizes de erro/confusão que comparam o resultado das classificações com os valores das amostras definidas e determina se estas estão corretas.

Os valores de Kappa variam entre 0 e 1. Em que 0 significa que não há concordância entre a imagem classificada e a imagem de referência, e 1 significa que as imagens são totalmente idênticas. Portanto, quanto maior o coeficiente Kappa melhor a acurácia da classificação.

#### 4.3. Análise da Floresta Urbana

Os índices de floresta urbana de Olinda foram calculados levando-se em conta a classe de cobertura de vegetação (independente do porte) mapeada para a cidade, dividido pelo número total de habitantes, segundo o último censo do IBGE de 2010, dado pela seguinte equação:

$$\text{IFU} = \text{AV} / \text{N}$$

Onde:

IFU = Índice de Floresta Urbana;

AV = Área de cobertura da classe vegetação;

N = Número de habitantes;

Em posse desses dados, foi calculado também o IFU por região político-administrativa, seguido pela estimativa da relação entre a área das RPA e a IFU.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Uso e ocupação do solo de Olinda-PE

Com o auxílio do algoritmo de máxima verossimilhança, foram estabelecidas cinco diferentes classes de uso do solo de Olinda, são elas: os corpos hídricos, solo exposto, impermeabilização, a vegetação e a classe de nuvem.

Como pode ser visto, apenas a classe de solo exposto obteve uma acurácia mediana (0,60) no processo de classificação, enquanto que as demais se mostraram com escala aceitável (acima de 0,81). A confusão da classe referente ao solo exposto pode ter ocorrido porque a reflectância aferida é similar às de ruas sem calçamento, e estas se encontram próximas dos telhados e demais construções (infraestrutura urbana), sendo este um cenário comum no município de Olinda (Tabela 2).

Resultados satisfatórios também foram obtidos por Nery et al. (2013) utilizando-se a técnica de classificação supervisionada com o Maxver, bem como por Silva e Costa (2015), ao compararem sua eficácia com um classificador não supervisionado.

Tabela 2. Índice Kappa calculado para a classificação da imagem SENTINEL-2 pelo algoritmo Maxver.

<b>Classe temática</b>	<b>Índice Kappa</b>
Água	0,92
Infraestrutura urbana	0,87
Nuvem	0,97
Solo exposto	0,60
Vegetação	0,91

A classe de infraestrutura urbana é predominante no município de Olinda, ocupando 59,86% de sua área, totalizando 2541,29 ha (Tabela 3). ocupando 59,86%

Tabela 3. Valores referentes ao Uso e ocupação do solo de Olinda-PE.

Regionais	Corpos hídricos		Solo exposto		Infraestrutura urbana		Vegetação		Nuvem	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<b>RPA 1</b>	33,26	11,53	45,75	15,86	138,09	47,86	35,45	12,29	36	12,48
<b>RPA 2</b>	28,26	6,69	54,55	12,91	234,39	55,47	23,59	5,58	81,76	19,35
<b>RPA 3</b>	37,91	6,63	64,42	11,26	404,68	70,75	53,12	9,29	11,84	2,07
<b>RPA 4</b>	12,99	6,8	17,29	9,05	132,15	69,16	8,79	4,6	19,87	10,4
<b>RPA 5</b>	32,93	10,76	19,69	6,44	210,86	68,94	29,96	9,8	12,42	4,06
<b>RPA 6</b>	8,78	2,56	34,18	9,89	268,14	77,62	32,19	9,32	2,15	0,62
<b>RPA 7</b>	37,73	5,65	89,92	13,45	492,91	73,76	23,43	3,51	24,31	3,64
<b>RPA 8</b>	29,46	8,16	63,61	17,61	172,03	48,18	17,36	4,81	76,73	21,24
<b>RPA 9</b>	33,67	4,4	117,54	15,37	254,95	33,33	308,02	40,27	50,77	6,64
<b>RPA 10</b>	13,47	4,14	43,16	13,27	231,12	71,05	7,89	2,43	29,67	9,12
<b>Olinda</b>	268,47	6,32	550,1	12,96	2541,29	59,86	539,78	12,72	345,506	8,14

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Martini e Biondi (2015) comentam que áreas densamente construídas favorecem a retenção de calor, resultando nas ilhas de calor. Este fenômeno se relaciona negativamente com a saúde e conforto daqueles que habitam ou transitam nessas áreas.

Considerando, entretanto, toda cobertura de vegetação de Olinda, pôde ser visto que tal classe representou 12,72% (539,78 ha) da área total classificada. Valor pequeno quando comparados com a presença de vegetação em outras cidades brasileiras.

Através do processamento de imagem de alta resolução do satélite WorldView2, Hora, Medeiros e Capistrano (2013) estimaram que Natal – RN possuía 40,41% de cobertura vegetal no ano de 2010. Já no Rio de Janeiro, em análise feita pela Gerência de Cartografia da prefeitura, foi estimado que 41,1% da capital é coberta por vegetação, sendo divididas em Mata (31,4%) e Campo (10,7%).

Já em Curitiba, intitulada “capital ecológica do Brasil”, Monteiro (2015) estimou que 43,68% de seu território seja coberto por vegetação, sendo 8,89% em

áreas públicas, e 34,70% particulares. Esta abordagem na qual se divide a floresta urbana pública da privada é importante para evidenciar a cobertura vegetal cuja responsabilidade compete ao poder público (BIONDI, 2015).

A ideia de qualidade de vida no meio urbano está diretamente ligada à presença de vegetação e meio ambiente equilibrado, o que atrai habitantes para estes locais e impulsiona o mercado imobiliário a ofertar a eficiência ambiental para agregar valor ao imóvel. A noção de “cidades sustentáveis” está sendo cada vez mais colocada em pauta, e representa um atributo vantajoso para atrair investimentos que relacionem sustentabilidade à economia (ROCHA; NUCCI, 2018).

Com relação à área coberta por nuvens, 8,14% da área total de Olinda esteve sob a influência de nuvens no momento em que foi registrada a imagem orbital, sendo este valor comumente encontrado para esta região, que por ser litorânea sofre bastante influência das massas de ar que chegam ao continente.

Foi calculado para a RPA 1 uma cobertura de vegetação de 35,44 hectares, correspondendo a 12,29% da área total da regional. Este resultado traduz a irregularidade na distribuição de áreas verdes ao longo desta região em particular, visto que dos 35,44 hectares classificados, catorze (39,5%) estão concentrados em um único local correspondente à Mata do Passarinho.

Foi visto também que proporção de área água para a regional foi de 11,53% (33,25 ha). Mashiki e Silva (2013) comentam que devido a seu calor específico (1cal/g°C), a água necessita de grande quantidade de energia para elevar sua temperatura. Ou seja, a presença de corpos hídricos favorece a estabilidade da temperatura, resfriando o seu entorno durante o dia e irradiando calor à noite.

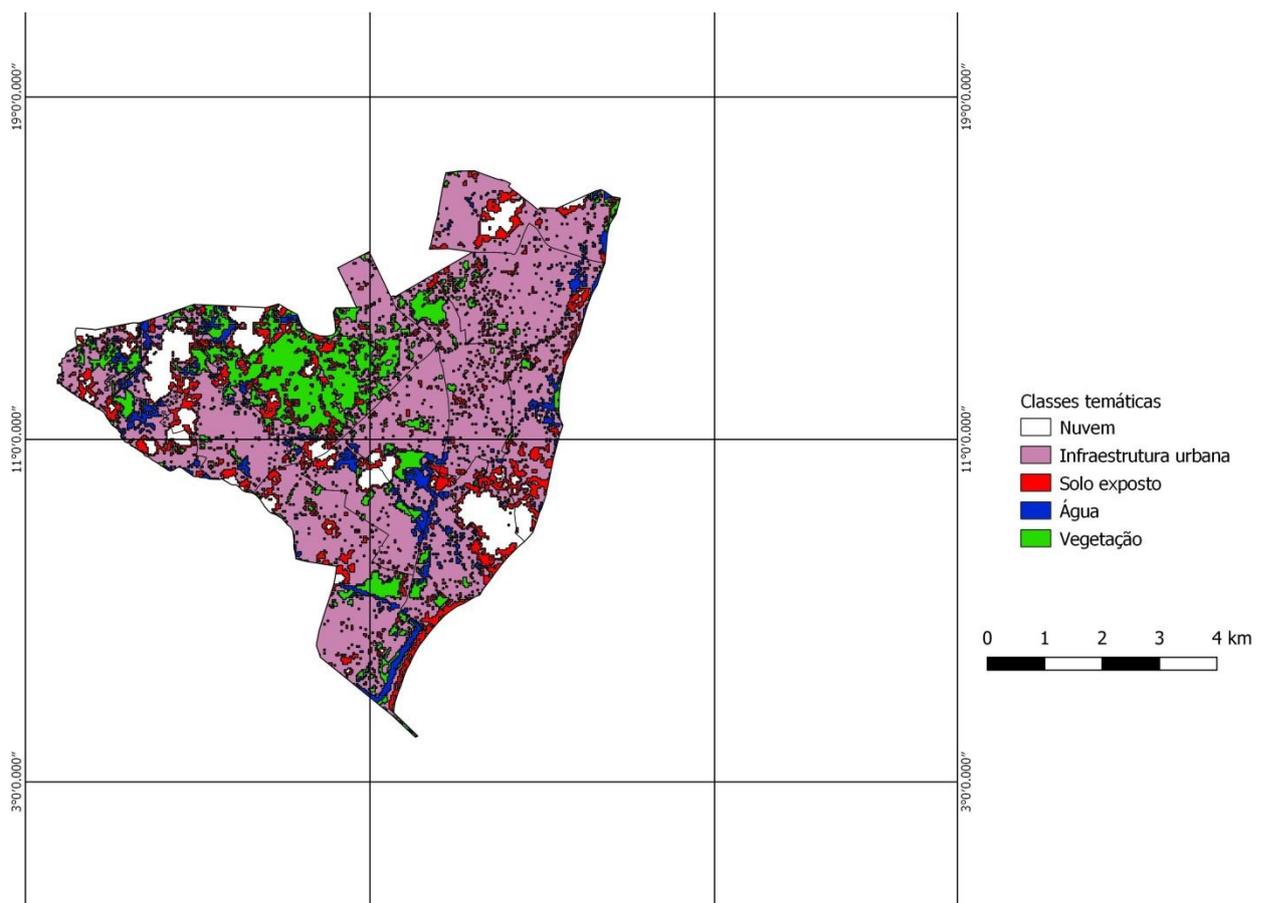
A classe de infraestrutura urbana ocupa 55,47% (234 ha) da área da RPA 2, seguida pela classe de solo exposto com 12,90% (54,54 ha), água com 6,68% (28,26 ha) e vegetação cobrindo apenas 5,58% (23,585 ha) do território.

Infelizmente a cobertura de nuvem esteve bastante presente nesta região (19,34%) no momento do registro feito pelo satélite, pois como mencionado anteriormente, o município olindense sofre bastante influência das massas de ar advindas do oceano.

Ao monitorar um plantio de cana-de-açúcar, Morais e Rocha (2011) também se depararam com interferência proveniente das nuvens. E ao mapearem uma área do Cerrado, Ferreira et al. (2009) constataram perda de confiabilidade dos dados devido a pixels sob influência de névoa.

Com 6,62% de cobertura da classe água (37,91 ha), a RPA 3 compreende a área estuarina do Rio Beberibe, uma área de proteção ambiental cujo ecossistema encontrado é o mangue. Além disso, apresentou 70% de seu território (404,67 ha) ocupados por instrumentos de infraestrutura urbana (Figura 5), e solo exposto, com 11,26% (64,41 ha). Ainda sobre a RPA 3, foi estimado que sua cobertura vegetal ocupa 9,28% (53,12 ha).

Figura 5. Resultado da classificação da imagem Sentinel-2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A RPA 4 obteve a classe de impermeabilização corresponde a 69,15% (132,14 ha), seguida pelas classes de solo exposto que ocupa 9,04% (17,29 ha), água com 6,79% (12,99 ha) e 4,59% (4,59 ha) representados pela vegetação.

RPA 5 Foram estimados para este local os seguintes valores correspondentes as classes de uso do solo: 210,85 ha (68,94%) infraestrutura

urbana, 32,92 ha (10,76%) de água, 29,96 ha (9,79 %) para a vegetação e um total de 19,68 ha (6,43%) de solo exposto.

RPA 6 foi a que apresentou maior de seu território impermeabilizado. Nessa perspectiva, a arborização de vias públicas assume importância fundamental. Assim, parte dos arruamentos contribuiria para aumentar a quantidade de árvores na região. Em regiões de temperatura elevada, é de fácil percepção para um observador o desconforto térmico causado por áreas de extensa pavimentação, de forma que uma sombra de árvore pode representar um oásis numa matriz urbana, como constatado por Martini (2016), ao analisar que uma árvore isolada apresentou melhor desempenho na redução da temperatura numa escala microclimática do que as demais tipologias.

Ainda sobre a RPA 6, foram estimados para este local os seguintes valores correspondentes as classes de uso do solo: 268,14 ha (77,62%) para a impermeabilização, apenas 8,78 ha (2,54%) de corpos hídricos, 32,18 ha (9,31 %) para a vegetação e um total de 34,18 ha (9,89%) de solo exposto.

Foram estimados para a regional 7 os seguintes valores correspondentes as classes de uso do solo: 492,90 ha (73,75%) para a impermeabilização, 37,73 ha (5,64%) de corpos hídricos, 23,42 ha (3,50 %) para a vegetação e um total de 89,91 ha (13,45%) de solo exposto.

A RPA 8, região onde se encontra o perímetro do sítio histórico apresentou o maior percentual de solo exposto, que por outra perspectiva é uma área potencial para receber arborização. Analisando a temperatura da superfície em função da ocupação do solo, Mashiki e Campos (2013) verificaram que a classe de solo exposto apresentou maior amplitude térmica entre as demais, favorecendo o aquecimento durante o dia e irradiação de calor no seu entorno.

De acordo com a classificação realizada, a RPA 8 apresentou 48,18% de seu território (174,02 ha) ocupados por instrumentos de infraestrutura urbana, seguidos pelas classes de solo exposto, com 17,61% (63,61 ha), corpos hídricos ocupando 8,15% (29,46 ha) e vegetação 4,80% (17,72 ha) da área total da regional (Tabela 3).

Por ter uma área extensa destinada à agricultura, a RPA 9 foi a que apresentou maior percentual de cobertura vegetal, abrangendo 40,26% (308,02 ha) da área total da RPA. Essa observação é uma tendência específica do contraste da estrutura urbana comparada com áreas rurais. Nesse contexto, é importante pensar

em medidas que fundamentem o ajuste da matriz produtiva desta região, de forma que a produção agropecuária ocorra da forma menos nociva possível aos ecossistemas presentes (ROHLING e SILVA, 2010).

A classe de impermeabilização da regional 10 corresponde a 71,04% (231,119 ha), seguidas pelas classes de solo exposto que ocupa 13,26% (43,16 ha), corpos hídricos com 4,14% (13,47 ha) e 2,42% (7,89 ha) de vegetação.

## 5.2. Análise da Floresta Urbana do município de Olinda-PE

Foi calculado que 5.387.820 m<sup>2</sup> do território olindense é coberto por Floresta Urbana (Tabela 4), e gerou um IFU de 14,26 m<sup>2</sup>/hab. Ao calcular o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) do município, Ferreira e Ferreira (2013) constatam que de 1989 até 2011 o percentual de cobertura vegetal de Olinda decresceu de 53% para 32%, e por outro lado, houve um incremento positivo na população, a qual de 1991 até 2009 passou de 341.394 para 377.779 habitantes.

Tabela 4. Dados utilizados para os cálculos dos índices espaciais de Floresta Urbana e densidade populacional de Olinda - PE.

Regionais	Número de habitantes	Área total (m <sup>2</sup> )	Densidade populacional (hab/km <sup>2</sup> )	Área coberta por Floresta Urbana (m <sup>2</sup> )	Percentual de Cobertura da Floresta Urbana (%)
<b>RPA 1</b>	33.086	2.885.400	10898,80	354.470	12,28
<b>RPA 2</b>	53.086	4.225.400	13016,80	235.850	5,58
<b>RPA 3</b>	50.455	5.719.600	9138,61	531.200	9,29
<b>RPA 4</b>	22.170	1.910.900	11633,60	87.800	4,59
<b>RPA 5</b>	30.644	3.058.500	9903,88	299.600	9,79
<b>RPA 6</b>	30.028	3.454.400	8521,85	311.880	9,02
<b>RPA 7</b>	63.553	6.682.900	10460,20	234.250	3,50
<b>RPA 8</b>	32.743	3.611.900	9046,13	173.630	4,80
<b>RPA 9</b>	20.379	7.649.500	2651,68	3.080.230	40,27
<b>RPA 10</b>	41.635	3.253.100	13172,10	78.910	2,42
<b>Olinda</b>	377.779	42.451.600	9059,45	5.387.820	12,69

Munido desses dados, pode se afirmar que Olinda sofreu um processo de crescimento acentuado de sua população associado à falta de planejamento de ocupação coerente com a realidade ambiental do local, culminando numa malha urbana sem padrão urbanístico bem definido.

Deve-se ter cuidado ao comparar diferentes índices encontrados em outros trabalhos, pois a falta de definição clara dos termos “florestas urbanas” e “áreas verdes” promove a criação de diferentes metodologias de análise de dados, e podem levar a interpretações erradas.

Visto isso, cabe ao pesquisador utilizar os indicadores para compreender o local de estudo de forma holística, e não focar apenas em índices que possibilitem a comparação com outras regiões.

Segundo Rocha e Nucci (2018), as próprias prefeituras divergem nos métodos e materiais para analisar a floresta urbana: O mapeamento realizado pela prefeitura de Curitiba considerou apenas a cobertura das copas com mais de 100m<sup>2</sup> identificadas em imagens de resolução 0,5m, fomentando um índice de 64,5m<sup>2</sup> de área verde por habitante. Já a prefeitura de Porto Alegre apresenta 49m<sup>2</sup> de área verde por habitante, sem especificar o conceito e os métodos adotados na pesquisa.

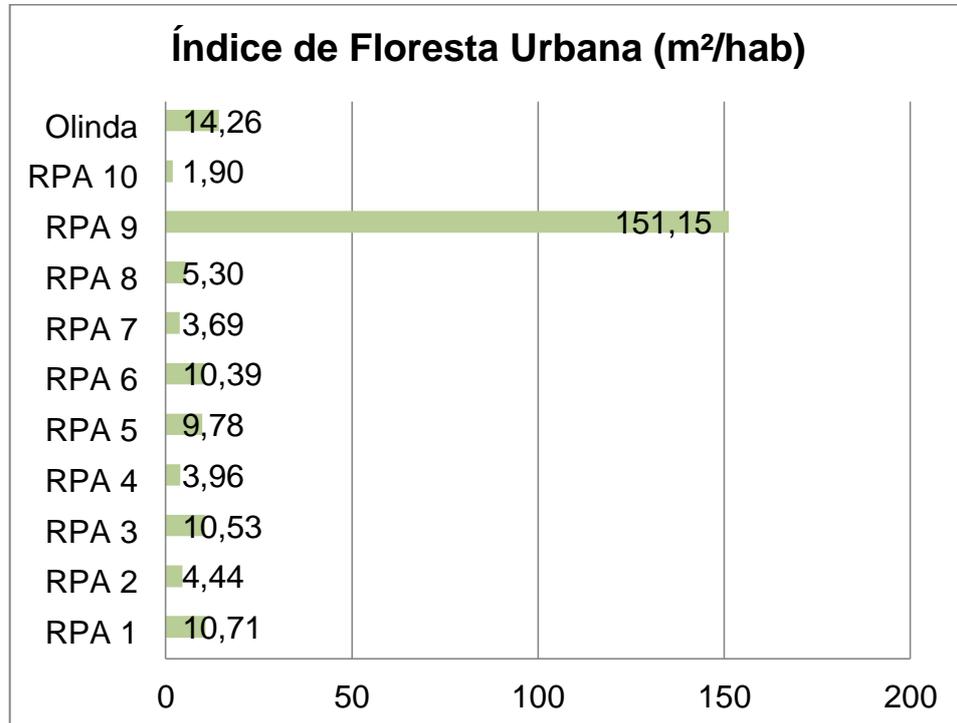
Diversos autores dissertam acerca dos parâmetros recomendados para se basearem as discussões referentes à vegetação urbana, e dentre eles é reforçada a necessidade de um percentual de cobertura vegetal de 30% para amenizar as condições climáticas no ambiente urbano. Desta forma, apenas a RPA 9 estaria satisfazendo as condições recomendadas, contando com 40,27% de Floresta Urbana em sua área.

Contudo, Rocha e Nucci (2018) comentam que este valor para cidades brasileiras deve ser maior que 30%, visto que essa recomendação foi baseada para condições de clima tropical úmido. E mesmo ao somar a classe de corpos hídricos à vegetação, a área do presente estudo e respectivas regiões não atingiram o patamar recomendado para controle da temperatura.

Ao analisar os índice de floresta urbana (IFU), das regiões em função do número de habitantes, foi visto que apenas a RPA 1, RPA 3, RPA 6 e RPA 9

atingiram índices acima de 10 m<sup>2</sup>/hab, que por terem maior representatividade de cobertura vegetal na cidade, são prioritárias à conservação (Gráfico 1).

Gráfico 1. Valores da área de cobertura da Floresta Urbana em relação a quantidade de habitantes no município de Olinda - PE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De acordo com os dados apresentados, pode-se afirmar que as regionais com menores percentuais de floresta urbana (2, 4, 7 e 10) são as que possuem maior densidade demográfica. Isto reflete uma menor disponibilidade de áreas verdes para os locais de maior habitação, corroborando com Monteiro (2015), que ao analisar regiões de Curitiba, constatou que a regional “Portão” apresentou menor índice espacial de floresta urbana (26,69%) e maior densidade populacional 72 hab/ha.

Visando uma melhoria na qualidade ambiental dos cidadãos residentes das RPAs 2, 4, 7 e 10, recomenda-se a ampliação dos poucos componentes de floresta urbana remanescentes, bem como a implantação de novas áreas verdes e incorporar a arborização nas calçadas, afim de incrementar a presença do verde nestes locais.

Em listagem feita por Moura e Nucci (2010), são apresentados valores de índices considerando apenas a cobertura vegetal por habitantes de uma série de

bairros de cidades brasileiras. Foram listados índices que variam de 2,52 a 110 m<sup>2</sup>/hab. Apesar de se tratar de uma relação entre áreas de bairros e regionais, é possível observar que estes apresentam uma mesma tendência nos valores encontrados (MONTEIRO, 2015).

Um interessante resultado foi apresentado pela RPA 9, a qual apresentou IFU para esta região de 151,15 m<sup>2</sup>/hab. A discrepância dos valores desta regional para as demais evidencia uma tendenciosidade nos valores de área de Floresta Urbana total do município, visto que todas as outras regiões obtiveram percentuais muito menores de Floresta Urbana.

A região político-administrativa 10, a qual possui maior densidade populacional das demais, apresentou 6,57% de seu território ocupado por floresta urbana, gerando um índice de 5,13 m<sup>2</sup>/hab. A mesma tendência foi observada por Menezes Filho (2013) ao levantar dados dos bairros de Porto Alegre-RS: quanto mais cobertura de vegetação, menor a densidade populacional do local.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a criação de projetos de implantação de áreas verdes ao longo de todo o município de Olinda priorizando os locais onde foi verificado solo exposto afim de aumentar a presença de vegetação, bem como um planejamento adequado para a inserção de árvores nas calçadas ao longo das vias, visando diminuir o desconforto dos transeuntes causado pela insolação direta.

Com exceção da RPA 9, onde está inserida a zona rural, as demais regiões se mostraram carentes quanto a presença de vegetação, e foi possível identificar uma relação entre maior densidade populacional com menor presença de vegetação (regionais 2, 4, 7 e 10). Deve-se então propor medidas que fundamentem a regulação da matriz produtiva da zona rural, como fiscalização e campanhas de conscientização, para que a produção agropecuária cause o mínimo de efeitos colaterais aos ecossistemas adjacentes.

Além disto, é recomendado maior atenção para as RPAs 2, 4, 7 e 10 no que se refere a projetos de criação de áreas verdes, pois são as regiões mais carentes nesse quesito. Para as demais regionais, recomenda-se primeiramente a conservação dos seus poucos remanescentes de floresta urbana.

## 7. CONCLUSÕES

As imagens de satélite SENTINEL-2 foram adequadas para identificar as classes de uso da terra do município de Olinda – PE, apesar da presença de nuvens, a classificação se mostrou satisfatória para fornecer elementos para o planejamento da floresta urbana da cidade. Os procedimentos apresentados neste trabalho podem servir de base para os profissionais da área de geoprocessamento das instituições responsáveis pela gestão e manutenção da floresta urbana do município de Olinda.

A paisagem de Olinda é formada por uma matriz urbana, na qual grande parte do território do município encontra-se impermeabilizado. Além disso foi possível verificar que a cobertura de vegetação mapeada (Floresta Urbana) é insuficiente para seus habitantes usufruírem dos benefícios ambientais providos por ela, confirmando a baixa oferta de áreas verdes

Apesar do entendimento dos benefícios oferecidos pelas áreas vegetadas, a realidade apresentada neste trabalho ainda está distante do ideal almejado para promoção da qualidade ambiental e de vida da população olindense. A escassez de informações disponíveis referente a realidade ambiental do município reflete a falta de iniciativa ou negligência dos órgãos competentes pela gestão do território. Conclui-se então que o crescimento desordenado da zona urbana, associado ao descaso do poder público resultaram em déficits de áreas verdes na cidade de Olinda.

## 8. REFERÊNCIAS

ALBANO, L. B.; CASTRO, B. D. O. S.; BARTOLOMEU, N. C. ANÁLISE DAS ÁREAS VERDES URBANAS COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM EM ÍNDICE DE VEGETAÇÃO. In VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS. **Anais...** IBEAS, 2017.

ALMEIDA, J. W. L. **MÉTODOS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO MAPEAMENTO DE VEREDAS NA APA RIO PANDEIROS**. 91p. Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Cartografia. Belo Horizonte, 2016.

ANDRADE, C. F. **ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA DA ARIE FLORESTA DA CICUTA E ENTORNO, RIO DE JANEIRO, BRASIL**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.

ANJOS, C. S.; ALMEIDA, C. M.; GALVÃO, L. S.; SOUZA FILHO, C. R.; LACERDA, M. G.; PRATI, R. C. ANÁLISE DO NÍVEL DE LEGENDA DE CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS URBANAS EMPREGANDO IMAGENS MULTIESPECTRAIS E HIPERESPECTRAIS COM OS MÉTODOS ÁRVORE DE DECISÃO C4.5 E FLORESTA RANDÔMICA. **Boletim de Ciências Geodésicas**, [S.l.], v. 23, n. 2, jul. 2017.

BARGOS, C. D. **CARTOGRAFIA DAS ÁREAS VERDES URBANAS: EFETIVIDADE E REPRESENTAÇÃO DA INFLUÊNCIA NO ESPAÇO URBANO EM PAULÍNIA (SP)**. 285 p. Tese (doutorado). Instituto de Geociências da Unicamp, Campinas, 2015.

BARROS, M. V. F.; VIRGÍLIO, H. PRAÇAS: ESPAÇOS VERDES NA CIDADE DE LONDRINA. **Geografia**, v. 12, n. 1, p. 533-544, 2003.

BIONDI, D. et al. **FLORESTA URBANA**. 1 ed. Curitiba. ISBN, 2015.

BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TOPONÍMIA DAS PRAÇAS DE CURITIBA – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba, v. 7, n. 3, p. 31 – 43, 2012.

CAMPOS, L. M. S. **UM ESTUDO PARA DEFINIÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE AMBIENTAL**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 1996.

COSTA, R. G. S.; FERREIRA, C. C. M. ANÁLISE DO ÍNDICE DE ÁREAS VERDES (IAV) NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE JUIZ DE FORA, MG. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.1, p.39-57, 2009.

CONGEDO, L. **SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN FOR QGIS**. Roma: Sapienza University of Rome, 2013. 25 p.

FERREIRA, L. G.; ROCHA, J. C. S.; PONTES, M. N.; ARAÚJO, F. M. **ANÁLISE SAZONAL DA QUALIDADE E ABRANGÊNCIA DE IMAGENS MODIS ÍNDICE DE VEGETAÇÃO PARA BIOMA CERRADO**. In XIV SBSR – Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal-RN.

FERREIRA, H. S.; FERREIRA, R. V. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE OLINDA-PE, UTILIZANDO IMAGENS DO SENSOR ORBITAL TM/LANDSAT 5. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013**, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 944-951.

FIGUEIREDO, A. N. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ÁREAS VERDES URBANAS: OS VÍNCULOS E AS RELAÇÕES AFETIVAS EM PROCESSOS EDUCATIVOS EM UMA MICROBACIA EM URBANIZAÇÃO**. 109 p. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

GALO, M. L. B. T.; VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; SANTOS, S. C. A. USO DO SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NO MONITORAMENTO DA DISPERSÃO DE MACRÓFITAS NOS RESERVATÓRIOS DO COMPLEXO TIETÊ. **Planta daninha**, Viçosa, v.20, n. spe, p. 7-20, 2002.

HARDER, I. C. F.; RIBEIRO, R. C. S.; TAVARES, A. R. ÍNDICES DE ÁREA VERDE E COBERTURA VEGETAL PARA AS PRAÇAS DO MUNICÍPIO DE VINHEDO, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2006.

HORA, C. E. P.; MEDEIROS, F. A. C.; CAPISTRANO, I. F. D. (Org.). **ANUÁRIO NATAL 2013**. Natal: Semurb, 2013.

ÍNDICE de área verde passa para 64,5 m<sup>2</sup> por habitante. **Agência de Notícias da Prefeitura de Curitiba**, 16 jan. 2012. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/indice-de-area-verde-passa-para-645-m2-por-habitante/25525>. Acesso em: 30 out. 2019

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. IBGE Censo, 2010. Disponível em < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > Acesso em 28 Fev. 2019

LIMA NETO, E. M. **APLICAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA O INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA, PR**. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LOURENÇO, L. F. A., MOREIRA, T. C. L., ARANTES, B.L., S, D. F., & MAUAD, T. METRÓPOLES, COBERTURA VEGETAL, ÁREAS VERDES E SAÚDE. **Estudos Avançados**, p. 113-130. 2016.

LUCON, T. N.; FILHO, J. F. P.; SOBREIRA, F. G. ÍNDICE E PERCENTUAL DE ÁREAS VERDES PARA O PERÍMETRO URBANO DE OURO PRETO, MG. **Revsbau**, Piracicaba, SP, v. 8, n. 3, p. 63-78, 2013.

MARTINI, A. **ANÁLISE QUANTITATIVA DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM DIFERENTES TIPOLOGIAS DE FLORESTA URBANA DE CURITIBA – PR**. 130 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MARTINI, A.; BIONDI, D. MICROCLIMA E CONFORTO TÉRMICO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA URBANA EM CURITIBA, PR. **Floresta Ambient**. 2015, vol.22, n.2, p. 182-193.

MASHIKI, M. Y.; CAMPOS, S. GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA TEMPERATURA APARENTE DA SUPERFÍCIE DO MUNICÍPIO DE BOTUCATU (SP). **Energia na Agricultura**, v. 28, n. 3, p. 143-149, 2013.

MENESES, P. R., ALMEIDA, T. PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Brasília**: 2012.

MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. da S. SENSORIAMENTO REMOTO: REFLECTÂNCIA DOS ALVOS NATURAIS. Brasília. Editora Universidade de Brasília; Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2001.

MENEZES FILHO, F. C. M. ESTIMATIVA DAS ÁREAS IMPERMEÁVEIS DE BAIRROS DE PORTO ALEGRE-RS COMO ETAPA AO PLANEJAMENTO URBANO. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 1, p. 33-42, 2013.

MONTEIRO, M. M. G. **CARACTERIZAÇÃO DA FLORESTA URBANA DE CURITIBA-PE POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Curitiba, 2015.

MONTEIRO, M, M, G.; BIONDI, D.; ARAKI, H. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E COBERTURA DE VEGETAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DE ÁREAS VERDES DE CURITIBA, PR. **Floresta Ambient.**, Seropédica , v. 23, n. 4, p. 498-510 . 2016

MORAIS, R. A.; ROCHA, J. V. IMAGENS DE COEFICIENTE DE QUALIDADE (QUALITY) E DE CONFIABILIDADE (RELIABILITY) PARA SELEÇÃO DE PIXELS EM IMAGENS DE NDVI DO SENSOR MODIS PARA MONITORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE SÃO PAULO. In: **Anais XV** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBRS, Curitiba: INPE, 2011.

NERY, C. V. M.; FERNANDES, F. H. S.; MOREIRA, A. A.; BRAGA, F. L. AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO MAXVER, MAXVER –ICM E DISTÂNCIA MÍNIMA EUCLIDIANA DE ACORDO COM ÍNDICE KAPPA. **Revista brasileira de geografia física**, v.6, n.2, p. 320-328, 2013.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **FLORESTAS URBANAS: PLANEJAMENTO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil (série arborização urbana; v.2), 2002.

PEREIRA JÚNIOR, C. B. **A CONSERVAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL COMO COMPONENTE DO PATRIMÔNIO CULTURAL EM CENTROS HISTÓRICOS URBANOS. ESTUDO DE CASO: A CIDADE DE OLINDA-PE**. 224 p. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em desenvolvimento urbano. UFPE, Recife, 2004.

PONTUAL, V.; MILET, V. OLINDA: MEMÓRIA E ESQUECIMENTO. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S.l.], n. 5, p. 39, nov. 2001.

PORTO, L. R. **GEORREFERENCIAMENTO E PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADOS À ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO**

**URBANA EM LONDRINA.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. 56 f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

PORTO, L. R.; BATISTA, L. F. A.; FARIA, P. C. L. APLICABILIDADE DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM LONDRINA. In: **IV Simpósio brasileiro de Geomática – SBG 2017.** p. 24-26, Presidente Prudente/SP, 2017. Anais... Departamento Acadêmico de Ambiental, UTFPR.

PRATES, C. J. N.; BARBOSA, R. P.; FOGAÇA, J. J. N. L.; DUTRA, F. V.; SILVA, R. M. ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM ENFOQUE NA SILVICULTURA NO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO SALES, BAHIA, NOS ANOS DE 2005 E 2015. **Anuário do Instituto de Geociências**, 40(1): p. 150-155. 2017.

PMO – Prefeitura Municipal de Olinda (2004). **PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE OLINDA**

**Prefeitura de Olinda.** Dados Socioeconômicos, 2012. Disponível em < [www.prefeituradeolinda.gov.br](http://www.prefeituradeolinda.gov.br) > Acesso em 25 Fev . 2019.

Prefeitura de Olinda. **OLINDA EM DADOS.** Disponível em < <https://www.olinda.pe.gov.br/a-cidade/olinda-em-dados/> > Acesso em 25 Jun. 2019.

ROCHA, M.; NUCCI, J. ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E COMPETITIVIDADE ENTRE CIDADES. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 22, n. 3, p. 641-655, 12 dez. 2018.

ROHLING, F. J.; SILVA, N. M. PADRÃO DE FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA DA ZONA RURAL ASSOCIADO AO PERÍMETRO URBANO DE RONDONÓPOLIS, MATO GROSSO. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p. 42-51, 2012.

RIO DE JANEIRO. Diretoria de informações da cidade – Gerência de Cartografia. **Mapa de uso do solo.** Rio de Janeiro, 2015.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. **Verde e Meio Ambiente Indicadores** (arquivo Excel). Disponível em:

<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/planejamento/arquivos/verde%20e%20meio%20ambiente%20indicadores.xls>. Acesso em 13 out. 2019.

SENIS, V. L.; MIRANDA, A. B.; BORTOLANZA, D. G. S.; BRAZ, A. M.; PEREIRA, J. G. MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS ÁREAS VERDES URBANAS COMO INDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL DE DOURADOS, MATO GROSSO DO SUL. In: **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. P. 23 a 26. Porto Alegre/RS. Anais... UFGD, Universidade Federal da Grande Dourados. 2005.

SILVA, A. D. P. da.; SANTOS, A. F. dos.; OLIVEIRA, L. M. de. ÍNDICES DE ÁREA VERDE E COBERTURA VEGETAL DAS PRAÇAS PÚBLICAS DA CIDADE DE GURUPI, TO. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 353-361, 2016.

SILVA, D. E. M. DA; COSTA, D. F. DA S. A CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE UM SISTEMA FLÚVIO-LAGUNAR NO LITORAL SEMIÁRIDO POTIGUAR: USO DA CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA MAXVER. **Revista do CERES**, v. 1, n. 2, p. 196-200, 2015.

SILVA, G. C.; LOPES, W. G. R.; LOPES, J. B. EVOLUÇÃO, MUDANÇAS DE USO E APROPRIAÇÃO DE ESPAÇOS PÚBLICOS EM ÁREAS CENTRAIS URBANAS. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 3, p. 197-212, 2011.

SOUZA, R. S. ZONA RURAL DE OLINDA (PE): ASPECTOS DA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO FINAL DO SÉCULO XX, **Revista de Geografia**, Recife UFPE, v. 25, n.1, 2008.

TORRES, E. M. **METODOLOGIA PARA MACROPLANEJAMENTO DE ÁREAS VERDES**. 2003. Tese. 82 f. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2003.