



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
MESTRADO EM MEIO AMBIENTE, ÁGUAS E SANEAMENTO**

ROSSANA ALCÂNTARA SANTOS

**COBERTURA VEGETAL E A TEMPERATURA DE
SUPERFÍCIE NO MEIO INTRAURBANO: UM ESTUDO EM
SALVADOR**

Salvador
2018

ROSSANA ALCÂNTARA SANTOS

**COBERTURA VEGETAL E A TEMPERATURA DE
SUPERFÍCIE NO MEIO INTRAURBANO: UM ESTUDO EM
SALVADOR**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da
Universidade Federal da Bahia como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em Meio
Ambiente, Águas e Saneamento

Orientadora: Professora Dra. Patrícia Campos Borja

Co-orientadora: Dra. Telma Côrtes Quadros de
Andrade

Salvador
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Santos, Rossana Alcântara
Cobertura vegetal e a temperatura de superfície no meio
intraurbano: um estudo em Salvador / Rossana Alcântara Santos. -
- Salvador, 2018.
xvi; 108 f.

Orientadora: Patrícia Campos Borja.
Coorientadora: Telma Côrtes Quados de Andrade.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação do
Departamento de Engenharia Ambiental - Mestrado em Meio
Ambiente, Águas e Saneamento - MAASA) -- Universidade Federal
da Bahia, Escola Politécnica, 2018.

1. Cobertura vegetal. 2. Temperatura de superfície. 3. Clima
urbano. 4. Qualidade urbano-ambiental. I. Borja, Patrícia
Campos. II. Andrade, Telma Côrtes Quados de. III. Título.



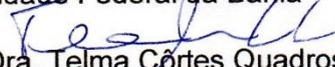
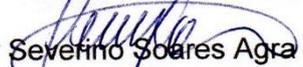
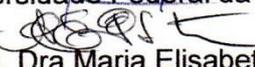
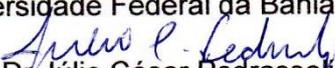
Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITECNICA

Rossana Alcântara Santos

Cobertura Vegetal e a Temperatura de Superfície no Meio Urbano: um estudo em Salvador

Banca Examinadora:


Profa. Dra. Patricia Campos Borja
Universidade Federal da Bahia
Profa. Dra. Telma Cortes Quadros de Andrade
Universidade Federal da Bahia
Prof. Dr. Severino Soares Agra Filho
Universidade Federal da Bahia
Profa. Dra. Maria Elisabete Pereira dos Santos
Universidade Federal da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Pedrassoli
Universidade Federal da Bahia

Salvador

30 de janeiro de 2018.

Dedico este trabalho
aos meus pais Antônio, in memoriam, e Ivana Maria,
aos meus filhos Rodrigo, Isabela e Carolina,
a minha irmã Tatiana,
e a minha cidade.

AGRADECIMENTOS

À fonte da criação Divina que manifestou os meios para realização deste trabalho.

À orientadora Prof. Dr^a Patrícia Campos Borja, pela confiança e fundamental contribuição na orientação dedicada, assim como pelo exemplo profissional.

À co-orientadora Prof. Dr^a Telma Côrtes Quadros de Andrade, pelo substancial apoio à realização deste trabalho. Esse agradecimento é extensivo aos demais membros do subgrupo de estudos do Clima Urbano, Jussana Nery, Neila Branco e Teresa Moura, integrantes da pesquisa do Projeto QUALISalvador, e ao consultor Prof. Dr. Lutz Katschner.

À Prof. Dr^a Maria Elisabete dos Santos Pereira, coordenadora do Projeto QUALISalvador, pela substancial orientação e disponibilização da infraestrutura de suporte imprescindível ao presente trabalho, bem como pela oportunidade de aprendizado em grupo de pesquisa interdisciplinar sob sua coordenação.

Ao Prof. Dr. Júlio Cesar Pedrassoli pelas muitas horas dedicadas de instruções e no essencial apoio à exploração dos conhecimentos tecnológicos aplicados na metodologia desta pesquisa.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação do MAASA da Escola Politécnica da UFBA, pelo empenho, encorajamento e disponibilização de infraestrutura que viabilizaram e embasaram a construção deste trabalho, em especial às professoras Marcia Mara Marinho e Viviane Zanta, e aos Prof. Dr. Luciano Queiroz e Prof. Dr. Severino Soares Agra Filho.

Aos professores de outros programas de pós-graduação pelos aprendizados nas disciplinas cursadas, especialmente à Prof. Dr^a Gisele Hadlich da Pós-graduação em Geografia da UFBA, pelas fundamentais contribuições para os avanços na pesquisa. E à Prof. Dr^a Lucia Carvalho, da Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFBA, pela experiência e perseverança na longa estrada da defesa do verde urbano.

Aos colegas do grupo de pesquisa do QUALISalvador e da pós-graduação, bem como aos alunos da iniciação científica vinculados ao Programa do MAASA e Projeto QUALISalvador, pelas energias positivas para a realização deste trabalho. Agradeço especialmente aos pesquisadores do QUALISalvador, Prof. Cassio Marcelo Castro, assim como Tiago Bispo Vale e Lucas Carvalho da iniciação científica, parceiros de muito investimento nas investigações e realizações nessa jornada.

Aos parceiros institucionais do Projeto QUALISalvador, em especial ao Prof. Dr. Anderson Oliveira da CONDER e Elba Veiga da PMS.

À FAPESB pelo investimento imprescindível na bolsa de pesquisa que viabilizou o desenvolvimento na produção deste trabalho científico.

À Universidade Federal da Bahia no papel de todos os gestores, professores, funcionários e alunos que contribuíram e contribuem para sua criação, existência e manutenção da qualidade do ensino superior público.

E finalmente, o meu profundo e infinito agradecimento também aos meus amigos, companheiros de viagem planetária, que contribuíram cada um nas suas especiais formas, Nubia Ribeiro, Marcia Mara Marinho, Eneida Sanches, Washington Oliveira, Isabel Lima, Marinalva Almeida, Marcia Almeida, Odile Brito, Maria Clara, Bernd Dhams, Luciano Hocevar, Carmen Sande, Eleuza Mendes.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Nome do Autor: Rossana Alcântara Santos

Assinatura da autora: _____

Instituição: Universidade Federal da Bahia

Local: Escola Politécnica da UFBA - Departamento de Engenharia Ambiental

Endereço: Rua Prof. Aristides Novis, 2, Federação, Salvador - BA, 40210-630

E-mail: ros.alcantara@gmail.com

RESUMO

O século XXI é marcado pela expansão e adensamento das áreas urbanas, uma vez que mais da metade da população mundial passou a viver em cidades. Esta condição associada à falta de um efetivo planejamento ambiental resulta na redução da cobertura vegetal no meio urbano. As relações entre as dinâmicas de urbanização e clima urbano indicam que a supressão da vegetação tem contribuído para a elevação das temperaturas nas cidades. Este trabalho teve como objetivo analisar a distribuição da cobertura vegetal intraurbana e sua relação com as Temperaturas de Superfície Terrestre (TST) no ano de 2016 em Salvador, cidade tropical brasileira, com emprego dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o Sensoriamento Remoto. Previamente foi construído um conceito orientador para o verde urbano e observadas as alterações na distribuição da vegetação intraurbana nos anos de 2007 e 2016, permitindo o cálculo do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) e do Percentual de Cobertura Vegetal (PCV). Na extração da cobertura vegetal foram selecionadas imagens captadas pelos sensores do Sentinel-2 em 09/08/16, da European Space Agency (ESA), nas faixas do espectro visível, bandas 2, 3 e 4 e do infravermelho próximo, banda 8, todas com resolução espacial de 10 m. No processamento da classificação supervisionada dos alvos urbanos utilizou-se a segmentação 5-50 por regiões e o treinamento de coleta com a seleção de 2.350 amostras para as cinco classes/alvos. Na obtenção da TST foram identificadas imagens do Landsat-8, da U.S. Geological Survey (USGS), resultando nos Mapas Termiais gerados a partir da banda 10, sensor imageador da faixa espectral do infravermelho termal (TIRS), com resolução espacial de 30m. Empregou-se os softwares SPRING 5.4.2 (INPE, 2016) para extração da cobertura vegetal e o QGIS 2.8.1 (OSGEO, 2016) na obtenção da TST. Verificou-se a comparação entre os dados de distribuição da vegetação intraurbana e a variação da TST na cidade nos meses de Março, Julho, Setembro e Outubro de 2016, conforme imagens selecionadas no período estudado apresentando nebulosidade abaixo de 10%. Foram levantados 47 pontos amostrais de observação em uma análise exploratória de padrões de uso e cobertura do solo, observando-se que nos pontos identificados com 100% de vegetação (parques urbanos) a TST variou entre 26 e 30°C, enquanto nos pontos com 0% (ocupação precária sem vegetação) a variação se manteve entre 29 e 39°C, no intervalo do período estudado entre os meses de Julho (inverno) e Outubro (primavera) de 2016. Desse modo, observou-se que a distribuição da vegetação intraurbana interfere no comportamento da TST, sugerindo uma relação inversamente proporcional, ou seja, o decréscimo no valor do PCV implica na elevação do valor da TST, bem como na amplitude térmica. Espera-se que esta pesquisa possa contribuir na definição de políticas urbanas que possam subsidiar a adoção de ações locais para a ampliação, revitalização e manutenção da vegetação na cidade de Salvador, bem como na definição de medidas para preservar a qualidade térmica urbano-ambiental dentro de limites aceitáveis e compatíveis com as características de uma cidade tropical e litorânea.

Palavras-Chave: cobertura vegetal, temperatura de superfície, clima urbano, qualidade urbano-ambiental.

ABSTRACT

The 21st century is marked by the expansion and densification of urban areas, since more than half of the world's population has lived in cities. This condition associated with the lack of effective environmental planning results in the reduction of vegetation cover in urban areas. The relationships between the dynamics of urbanization and urban climate indicate that the suppression of vegetation has contributed to the increase of temperatures in the cities. The objective of this work was to analyze the intraurban vegetation cover distribution and its relationship with the Terrestrial Surface Temperatures (TST) in 2016 in Salvador, a tropical Brazilian city, using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing. Previously a guiding concept for urban vegetable cover was built and changes in the distribution of intraurban vegetation were observed in the years 2007 and 2016, allowing the calculation of the Vegetation Cover Index (ICV) and the Vegetable Cover Percentage (PCV). In the extraction of the vegetation cover were selected images captured by the Sentinel-2 sensors on Aug. 9th, 2016, of the European Space Agency (ESA), in bands of the visible spectrum, bands 2, 3 and 4 and near infrared band 8, all with spatial resolution of 10 m. In the processing of the supervised classification of the urban targets, the segmentation of 5-50 by regions and the training of the collection of the 2.350 samples for five classes / targets were used. To obtain TST, Landsat-8 images from the U.S. Geological Survey (USGS) were identified, resulting in the Thermal Maps generated from band 10, thermal infrared spectral range imager (TIRS), with spatial resolution of 30m. Spring 5.4.2 software (INPE, 2016) was used to extract the vegetation cover and QGIS 2.8.1 (OSGEO, 2016) to obtain TST. It was verified the comparison between the data of distribution of the intraurban vegetation and the variation of the TST in the city in the months of March, July, September and October of 2016, according to the images selected in the studied period showing cloudiness below 10%. A total of 47 observation points was surveyed in an exploratory analysis of land use and cover patterns, observing that at points identified with 100% of vegetation (urban parks) the TST ranged between 26 and 30 °C, while at the points with 0% (precarious occupation without vegetation), the variation was kept between 29 and 39 °C, in the interval between the months of July (winter) and October (spring) of 2016. In this way, it was verified that the distribution of vegetation intraurban interfere in the behavior of the TST, suggesting an inversely proportional relation, that is, the decrease in the value of the PCV implies in the increase of the value of the TST, as well as in the amplitude of the seasonal variation. It is hoped that this research may contribute to the definition of urban policies that may support the adoption of local actions for the expansion, revitalization and maintenance of vegetation in the city of Salvador, as well as the definition of measures to preserve the urban-environmental thermal quality within of acceptable limits and compatible with the characteristics of a tropical and coastal city.

Key words: vegetation cover, surface temperature, urban climate, urban-environmental quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Conceitual de Categorização do Verde Urbano e Estratégias de Quantificação	12
Figura 2 - Escalas de Análise Geográfica do Clima.....	18
Figura 3 - Escalas Climáticas e Clima Urbano.....	19
Figura 4 - Vista Sul da península, do município de Salvador. 2011	25
Figura 5 – Evolução Urbana de Salvador. 2009.....	25
Figura 6 - Curvas Características da Refletância da Vegetação Verde	35
Figura 7 – Pontos amostrais P1 - Cobertura Vegetal Fragmentada e.....	43
Figura 8 – Mapa da Composição Cor Verdadeira - Sentinel-2. Cobertura Vegetal. Salvador, 09/08/2016.....	45
Figura 9 – Mapa da Composição Falsa Cor - Sentinel-2. Cobertura Vegetal. Salvador, 09/08/2016...	46
Figura 10 - Classificação do Uso e da Cobertura do Solo de Salvador. 2016.....	48
Figura 11 – Distribuição da Cobertura Vegetal por Bairro, Salvador. 2016.....	52
Figura 12 – Distribuição do PCV e ICV por Bairro, Salvador. 2016.....	55
Figura 13 – Divisão de Bairros, Salvador. 2017	62
Figura 14 – Distribuição do PCV entre 0 e 15% por Bairro, Salvador. 2016	65
Figura 15 – Distribuição do PCV por Bairro, Salvador. 2016	67
Figura 16 – Mapa Cobertura Vegetal e SAVAM/PDDU/2016, Salvador. 2016.....	74
Figura 17 – Mapa Cobertura Vegetal e Macrozoneamento/PDDU/2016, Salvador. 2016	75
Figura 18 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS) - 21/03/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador .	79
Figura 19 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 13/09/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador...	80
Figura 20 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 11/07/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador...	81
Figura 21 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 15/10/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador...	81
Figura 22 – Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Março/2016.....	83
Figura 23 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Julho/2016	83
Figura 24 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Setembro/2016.....	84
Figura 25 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Outubro/2016.....	84
Figura 26 – PCV x TST Predominante por Bairro, Salvador. Setembro/2016	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de Áreas de Vegetação por Habitante	16
Tabela 2 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Porção Continental, Salvador. 2016.....	47
Tabela 3 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha dos Frades, Salvador. 2016.....	49
Tabela 4 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha de Maré, Salvador. 2016.....	49
Tabela 5 - Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha Bom Jesus dos Passos, Salvador. 2016	49
Tabela 6 – Faixa de PCV (%) para os Bairros de Salvador. 2016.....	51
Tabela 7 - Índice e Indicador de Cobertura Vegetal por Bairro, Salvador. 2016.....	53
Tabela 8 – Distribuição do Índice de Cobertura Vegetal – ICV (m ² /hab.) Salvador. 2016	56
Tabela 9 - ICV (m ² /hab.) por Faixa de PCV (%) dos Bairros de Salvador. 2016.....	57
Tabela 10 - Faixa de PCV, Bairros, Tipologia de Uso e Densidade Populacional. Salvador, 2016	58
Tabela 11 - Padrões de Uso e Cobertura do Solo e TST, Salvador. 13/09/2016.....	87
Tabela 12 – Faixas de TST Predominante por Bairro, Salvador. 13/09/2016.....	89
Tabela 13 - TST Predominante < 32°C e PCV (%) por Bairro, Salvador. 13/09/2016.....	92
Tabela 14 - TST Predominante ≥ 35°C e PCV (%) por Bairro, Salvador. 13/09/2016.....	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes Temáticas da Superfície de Salvador. 2016.....	37
Quadro 2 – Padrões e Características do Uso e da Cobertura do Solo Urbano de Salvador.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- APA – Áreas de Proteção Ambiental
- APCP – Áreas de Proteção Cultural e Paisagística
- APP – Áreas de Proteção Permanente
- APRN – Parques de Bairro e Urbanos, Área de Proteção de Recursos Naturais
- AL – Áreas Livres
- AV – Áreas Verdes
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CV – Cobertura Vegetal
- DN – Digital Number
- ESA – European Space Agency
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
- IAV – Índice de Áreas Verdes
- IC – Ilha de Calor
- ICV – Índice de Cobertura Vegetal
- IHS – Intensity Hue Saturation
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IPCC – Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas
- IQUALISALVADOR – Índice de Qualidade Urbano Ambiental de Salvador
- LOUOS – Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo
- ND – Níveis de Cinza
- NDVI – Normalized Difference Vegetation Index
- NIR – Near Infrared
- OMM – Organização Meteorológica Mundial
- OMS – Organização Mundial de Saúde
- OSGeo – Open Source Geospatial Foundation
- PANGEA – Centro de Estudos Sócio-Ambientais
- PCV – Percentual de Cobertura Vegetal
- PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
- QUALISalvador – Qualidade do Ambiente Urbano de Salvador

RGB – Red Green Blue

SAVAM – Sistema de Áreas de Valor Ambiental

SCU – Sistema de Clima Urbano

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SR – Sensoriamento Remoto

TA – Temperatura do Ar

TIRS – Thermal Infrared Sensor

TST – Temperatura de Superfície Terrestre

UCM – Unidade de Conservação Municipal

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UNFPA – United Nations Population Fund

USGS – U.S. Geological Survey

UTC – Universal Time Coordinated

UTM – Universal Transversa de Mercator

WGS 84 – World Geodetic System 1984

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	6
2.1	OBJETIVO GERAL	6
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3.	COBERTURA VEGETAL, CLIMA URBANO E QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL: DISCUTINDO CONCEITOS, IMPORTÂNCIA E MECANISMOS DE AVALIAÇÃO	7
3.1	COBERTURA VEGETAL: UM ESFORÇO CONCEITUAL	7
3.1.1	Conceito, Principais Funções e Categorização	8
3.1.2	Classificação da Cobertura Vegetal no Meio Urbano	13
3.1.3	Índice e Indicador de Cobertura Vegetal	14
3.1.4	Índice de Cobertura Vegetal (ICV).....	15
3.1.5	Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)	17
3.2	CLIMA URBANO	17
3.3	COBERTURA VEGETAL E QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL	21
3.3.1	Clima Urbano e Qualidade Térmica Urbano-ambiental	21
3.3.2	Cobertura Vegetal como Indicador de Qualidade Térmica Urbano-ambiental	22
3.4	COBERTURA VEGETAL, QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL E TST EM SALVADOR	24
3.4.1	Urbanização e Clima: fatores geográficos climáticos locais	24
3.4.2	Cobertura Vegetal e Marco Legal.....	27
3.4.3	Cobertura Vegetal de Salvador	29
3.4.4	Clima Urbano e TST de Salvador	31
4.	METODOLOGIA	32
4.1	DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO	32
4.2	DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS DE PESQUISA	34
4.2.1	Cobertura Vegetal de Salvador: Cálculo dos Indicadores e da Distribuição Espacial	34
4.2.2	Temperatura de Superfície de Salvador: Procedimentos de Cálculo	39
4.2.3	Procedimentos para a Análise Comparativa entre a Cobertura Vegetal e a Temperatura de Superfície em Salvador	42
5.	COBERTURA VEGETAL E A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NO MEIO URBANO DE SALVADOR.....	44

5.1 COBERTURA VEGETAL DE SALVADOR: INDICADORES E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	44
5.1.1 Cobertura Vegetal Contínua e Fragmentada de Salvador	44
5.1.2 Distribuição da Cobertura Vegetal Por Bairro (ICV e PCV)	51
5.1.3 Cobertura Vegetal em Salvador e o Zoneamento Ambiental Institucional da Prefeitura Municipal de Salvador: Uma breve discussão.....	73
6. TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST) EM SALVADOR	78
6.1 CRITÉRIOS PARA O PROCESSAMENTO DAS IMAGENS PARA A OBTENÇÃO DA TST DE BAIROS DE SALVADOR	78
6.2 DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA TST INTRAURBANA DE SALVADOR	82
6.3 USO E COBERTURA DO SOLO URBANO, COBERTURA VEGETAL E TST EM SALVADOR	85
6.3.1 Padrões de Uso e Cobertura do Solo Urbano e Comportamento da TST em Salvador	85
7. CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICE A – Cobertura Vegetal, Uso do Solo e Temperatura de Superfície em Salvador. 2016.....	106
APÊNDICE B – TST PREDOMINANTE E PCV POR BAIRRO, SALVADOR. SETEMBRO/2016	107
APÊNDICE B - TST PREDOMINANTE E PCV POR BAIRRO, SALVADOR. SETEMBRO/2016. CONTINUAÇÃO.....	108

1. INTRODUÇÃO

No início do século XXI mais da metade da população mundial passou a viver em cidades (UNFPA, 2007), sendo o resultado de um complexo processo de industrialização e urbanização alavancado em meados do século XIX. No Brasil, esse processo se iniciou tardiamente a partir do final da década de 1960 (GORDILHO-SOUZA, 2000). Porém, essa dinâmica transcorreu de maneira acelerada e em poucas décadas o Brasil viveu uma intensa transição demográfica e, já em 2010, o País contava com 84,4% da população vivendo nas cidades (BRASIL, 2010). Essa urbanização foi acompanhada pela degradação ambiental, com a devastação da vegetação nativa, o comprometimento dos mananciais, dentre outros fatores que têm impactado negativamente a qualidade de vida e do ambiente urbano.

As relações entre modelo de desenvolvimento, urbanização e degradação ambiental são das mais ponderáveis. Estudos recentes têm ressaltado a ampliação do desmatamento no cenário global, com alteração substantiva da cobertura e do uso do solo, associados aos processos produtivos e à urbanização. Uma avaliação realizada pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) revela que o ritmo do desmatamento com uso de áreas florestais para fins agrícolas, entre os anos de 2010 e 2015, foi de 3,3 milhões de hectares por ano. Ressalta-se que a maior perda percentual ocorreu nas florestas tropicais, sobretudo na América do Sul e África. A FAO ainda indica que em 2015 o Brasil detinha a segunda maior área percentual de floresta natural do planeta, com cerca de 12% do total mundial (FAO, 2015). No entanto, o País vem ampliando as taxas de desmatamento, especialmente da Mata Atlântica que já perdeu 87,6% da sua área original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017), na Floresta Amazônica, que entre 2012 e 2016 estendeu o desmatamento (INPE, 2016) e no Cerrado que vem sendo alvo de intenso processo de supressão de vegetação em face do agronegócio (BRASIL, 2018).

A supressão da vegetação natural, a impermeabilização do solo e a poluição das águas nos grandes centros urbanos são uma realidade nas cidades brasileiras, o que tem resultado na degradação da qualidade urbano-ambiental. Tal realidade se estabelece em contexto de décadas de implementação de instrumentos de gestão urbano-ambiental, a exemplo de planos diretores e Agenda 21, ferramentas que, apesar de incorporar conceitos e princípios relativos à sustentabilidade urbana, não equacionam e revertem o referido processo de degradação.

Por outro lado, são fortes as relações entre a disponibilidade de cobertura vegetal no espaço urbano com a qualidade paisagística, o balanço hídrico e termodinâmico, influenciando inclusive nas condições climáticas locais que propiciam o clima urbano. De forma processual, a substituição crescente da massa de vegetação urbana agravada pela ampliação da impermeabilização das superfícies, entre outros efeitos, acarreta na redução da evapotranspiração das plantas e do solo permeável, o que interfere no equilíbrio do balanço de energia. As consequências de redução da umidade são potencializadas pela elevação da Temperatura de Superfície Terrestre (TST), decorrente, dentre outras causas, dos materiais utilizados nas edificações e impermeabilização do solo urbano. Tais efeitos inter-relacionados produzidos pela urbanização corroboram de forma relevante na qualidade térmica urbano-ambiental.

Desde as últimas décadas do século XX as interferências antrópicas no meio urbano e rural e suas respectivas consequências tornaram o clima e o desflorestamento temas em evidência, notadamente pela discussão global levantada a partir dos relatórios do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC). O IPCC (2007), em uma análise de longa duração, 100 anos, verificou que o aumento da média global da temperatura da superfície do planeta verificada entre 1906-2005 foi de 0,74°C, enquanto no Brasil, nos últimos cinquenta anos desse período, o aumento foi de 0,7°C, e as previsões indicam a continuidade desse fenômeno de aquecimento, especialmente nas áreas continentais e nas altas latitudes. Em função desse fenômeno e de seus impactos têm crescido as preocupações da sociedade, dos gestores públicos e dos pesquisadores, com a temática do clima urbano, motivo que vem estimulando o desenvolvimento de estudos e pesquisas acadêmicas.

Portanto, a associação entre elementos estruturais, modificadores do clima, e o padrão de urbanização colocam a necessidade de aprofundar a investigação sobre componentes que podem interferir na qualidade do ambiente urbano nas grandes cidades. Em consequência, as cidades brasileiras, de expansão urbana acelerada e desordenada, necessitam aprofundar os estudos sobre as condições da cobertura vegetal intraurbana ainda existente, podendo estes serem importantes elementos de mitigação de problemas microclimáticos e socioambientais.

A cidade de Salvador não se diferencia da referida realidade de degradação urbano-ambiental, uma vez que reproduz uma dinâmica de ocupação marcada por intensos processos de destruição do seu patrimônio ambiental. Segundo Sampaio (2015) a malha urbana de Salvador

até as décadas de 1940 e 1950 consistia em um tecido compacto e contínuo com aproximadamente de 30km² de superfície. A partir desse período esse tecido se fragmenta e sua expansão se descentraliza, reproduzindo um processo que teve início com a estruturação e conexão de diversas vertentes de expansão viárias, dado que vem repercutindo até o presente. Como parte dessa dinâmica de ocupação, a população do município passou de aproximadamente 656 mil habitantes na década de 1960 (SALVADOR, 1985) para cerca de três milhões de habitantes em 2016 (BRASIL, 2016). Essa população se encontra distribuída principalmente em uma área continental peninsular aproximada de 278km², que somadas aos 25km² de superfície das três ilhas, perfazem o total municipal com cerca de 303,53km² (BAHIA, 2016).

O padrão de urbanização do tipo periférico e desigual, associado aos interesses do setor imobiliário, ao crescimento da população, à contínua expansão das vertentes viárias multidirecionadas, provocaram um processo de uso e ocupação do solo intenso que não dialogou com as características físico-naturais de Salvador, como também com seu patrimônio histórico-cultural e paisagístico. Ocorreu intensa modificação na rugosidade da superfície da Cidade, com movimentação de terra e grandes desmatamentos, e com a ocupação dos “vazios urbanos” anteriormente constituídos de vegetação nativa ou remanescentes de glebas rurais. A implementação de políticas públicas direcionadas por interesses privados, vêm legitimando o processo de mercantilização do solo e da paisagem urbana, repercutindo em um padrão de apropriação e exploração do espaço dissociado do planejamento da qualidade urbano-ambiental da Cidade. Como consequência pode-se compreender que a vegetação característica do município, originária do bioma da Mata Atlântica, encontra-se limitada a fragmentos que vão de 1ha na sua porção continental a 900ha na porção insular (BAHIA, 2013).

Nesse cenário, em Salvador, pesquisadores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal da Bahia vêm desenvolvendo pesquisas a partir da análise de dados obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Assim como vêm se utilizando de dados coletados em campo, por meio de estações móveis de solo. Tais estudos atestaram que a condição climática da Cidade tropical litorânea proporciona estresse térmico positivo, considerando o registro de temperaturas médias anuais acima de 25°C (ANDRADE *et al.*, 2015). O desenvolvimento dessas pesquisas fundamentou o estabelecimento de parâmetros urbanísticos para promoção da qualidade térmica da Cidade.

Desse modo, o presente trabalho de pesquisa pretende estudar a Cobertura Vegetal (CV) e sua relação com o comportamento da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) em Salvador na escala intraurbana no ano de 2016. A questão de pesquisa que orienta o estudo foi assim definida: Qual a distribuição da cobertura vegetal e como essa interfere no comportamento da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) de Salvador na escala intraurbana? A hipótese da investigação é que Salvador apresenta um indicador de cobertura vegetal incompatível com condições de qualidade urbano-ambiental consideradas como satisfatórias, considerando que esse indicador se distribui de forma desigual no conjunto dos bairros da Cidade, e que esse quadro se traduz em uma situação crítica em termos de temperatura no meio intraurbano, chegando a situações extremas em termos de carência de vegetação, aumento médio da temperatura de superfície e da variação das amplitudes térmicas anuais, refletindo nas dimensões econômica, social e ambiental.

Este trabalho se estrutura a partir do debate teórico científico de temas como cobertura vegetal, clima urbano e qualidade térmica urbano-ambiental, fundamentado em parâmetros e indicadores sobre os referidos aspectos para o município de Salvador. A esse debate teórico se associa a estruturação da metodologia utilizada no levantamento de dados de vegetação e das Temperaturas de Superfície Terrestre (TST) em sua distribuição intraurbana para o ano de 2016 em Salvador. Os resultados encontrados permitiram realizar uma análise comparativa da distribuição espacial da vegetação de Salvador divulgada para o ano de 2007 com a detectada neste estudo para o ano de 2016, o que envolveu a seleção e cálculo de índices e indicadores ambientais que equacionaram a relação da cobertura vegetal com o número de habitantes e a sua proporção no território estudado em 2016. Organizou-se a apresentação dos resultados em três etapas, inicialmente contemplando os dados de cobertura vegetal e posteriormente das TST, na forma de mapas temáticos e de tabelas. Na terceira etapa se deu prosseguimento à comparação dos resultados da distribuição intraurbana da vegetação e dos valores de TST identificados em 2016 no município de Salvador. Também foi possível realizar uma abordagem exploratória da distribuição dos dados de vegetação e TST e sua relação com tipologias de uso e da cobertura do solo urbano, apresentados em capítulo específico deste trabalho.

O presente trabalho integra uma pesquisa mais ampla que tem na problemática urbana e ambiental seu objeto de estudo e de intervenção intitulado Projeto Qualidade do Ambiente Urbano de Salvador – QUALISalvador (SANTOS *et al.*, 2014), em desenvolvimento e

coordenado pelo Grupo de Pesquisa Águas – Grupo Águas, da Escola de Administração, da Universidade Federal da Bahia e instituições parceiras, sendo financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

Espera-se que esta pesquisa possa contribuir na definição de políticas urbanas que possam subsidiar a adoção de ações locais para a ampliação, revitalização e manutenção da vegetação na cidade de Salvador, bem como definição de medidas para garantir a qualidade térmica urbano-ambiental dentro de limites aceitáveis e compatíveis com as características de uma cidade tropical e litorânea.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar a distribuição da Cobertura Vegetal (CV) e sua relação com o comportamento da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) em Salvador na escala intraurbana no ano de 2016.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir os conceitos de cobertura vegetal na literatura e sua importância para o clima urbano, no que se refere a sua influência na qualidade térmica urbano-ambiental.
- Identificar e sistematizar indicadores de CV, discutindo critérios e referenciais utilizados.
- Mapear a distribuição da CV por bairro em Salvador, no ano de 2016.
- Estudar o comportamento da distribuição da TST na escala intraurbana no ano 2016 a partir da análise exploratória das tipologias de uso e cobertura do solo em Salvador.
- Estudar o comportamento da TST na escala intraurbana no ano 2016 a partir da análise do indicador de Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) por bairro em Salvador.

3. COBERTURA VEGETAL, CLIMA URBANO E QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL: DISCUTINDO CONCEITOS, IMPORTÂNCIA E MECANISMOS DE AVALIAÇÃO

Esta pesquisa partiu da discussão da literatura sobre os conceitos de cobertura vegetal, com enfoque na sua importância para o clima urbano, observando sua influência na qualidade térmica urbano-ambiental. Para atender a esse propósito foram levantados critérios e referenciais utilizados para identificar e sistematizar indicadores de cobertura vegetal, que possibilitaram a discussão das diferenças encontradas entre os ambientes do espaço intraurbano.

Para o embasamento teórico da pesquisa buscou-se uma compreensão preliminar de qualidade ambiental e sua relação com qualidade de vida. De acordo com Lima (2013, p. 25), a qualidade ambiental corresponde a “um conjunto de propriedades e características do ambiente construído”, estando diretamente relacionada “aos aspectos físicos, sociais, econômicos e de infraestrutura das paisagens urbanas”. Por sua vez, Henke-Oliveira (2001) compreende que a maioria dos fatores que promovem a qualidade do ambiente, também contribuem para a qualidade de vida. De forma geral pode-se dizer que uma boa qualidade do ambiente é uma das condições para uma melhor qualidade de vida. Nesse sentido os indicadores ambientais relativos à vegetação e à temperatura urbana, objeto deste estudo e incluídos na dimensão físico-ambiental, podem ser discutidos a partir dos parâmetros predefinidos relativos à qualidade de vida e qualidade ambiental.

3.1 COBERTURA VEGETAL: UM ESFORÇO CONCEITUAL

O sistema das áreas verdes urbanas é um patrimônio que responde por determinadas necessidades não só paisagísticas e ecológicas de sustentação dos ecossistemas e sua fauna característica, mas também para o acolhimento e a socialização de diferentes grupos humanos, além de exercerem importante função no balanço hídrico e na qualidade térmica urbano-ambiental.

Muitos termos são utilizados para denominar a vegetação intraurbana, tais como espaços verdes, zonas verdes, verde urbano, vegetação urbana, cobertura vegetal, arborização urbana,

entre outros, não sendo necessariamente sinônimos. Essa variedade de terminologias dificulta sua identificação para fins não só de processos de normatização e planejamento embasados nas políticas de conservação e proteção, como também para os estudos acadêmicos sobre esses espaços na cidade e sua influência na qualidade ambiental e de vida dos cidadãos. A identificação e delimitação espacial da cobertura vegetal no meio urbano são fundamentais para os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano municipal (PDDU) e para a Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (LOUOS), que condicionam os processos de ocupação e uso do solo urbano, a definição de áreas protegidas e a serem mantidas e recuperadas e, também, fornece os elementos para o licenciamento ambiental por parte dos órgãos municipais competentes. Além disso, a delimitação espacial da cobertura vegetal pode ser utilizada nos estudos do clima urbano, permitindo a análise espacial de sua influência na qualidade térmica urbano-ambiental.

Segundo Rosset (2005, p. 2) os inúmeros conceitos “variam de acordo com cada autor e conforme a contextualização da área de estudo”. Para Moura e Nucci (2008, p. 1689) “o mapeamento, a quantificação e a classificação da cobertura vegetal podem prover subsídios para o esclarecimento e monitoramento pelos cidadãos, da qualidade ambiental dos centros urbanos”.

Embora exista uma complexidade na padronização do conceito, podendo estar embasada nas diferentes perspectivas dos profissionais que abordam o tema nos campos disciplinares da geografia, biologia, agronomia, arquitetura, engenharia florestal, como no âmbito da legislação (LONDE; MENDES, 2014), pode-se afirmar que são muitos os esforços dos pesquisadores que têm contribuído para a sistematização das suas nomenclaturas.

3.1.1 Conceito, Principais Funções e Categorização

Construir um conceito para a cobertura vegetal no meio urbano que permita sua identificação e delimitação geográfica está na pauta dos trabalhos científicos de autores como Lima *et al.* (1994), Cavalheiro *et al.* (1999), Nucci *et al.* (2003), Morero *et al.* (2007), Loboda e De Angelis (2009), Benini e Martin (2011), Bargos e Matias (2011), Lucon *et al.* (2013), Londe e Mendes (2014), dentre outros. A temática da uniformização das terminologias vem sendo discutida principalmente objetivando a obtenção do quantitativo da vegetação na composição de indicadores, com vistas a fundamentar as avaliações da qualidade ambiental urbana. Sua

delimitação também possibilita a comparação de resultados de estudos e pesquisas realizadas em diferentes cidades, bem como a análise de sua alteração espacial e temporal. Os pesquisadores Buccheri Filho e Nucci (2006) desenvolveram uma proposta de conceituação das áreas verdes e indicadores para estudos realizados na cidade de Curitiba, onde consideram que para quantificar o verde urbano na busca de índices é necessário refletir sobre seu conceito e verificar métodos de quantificação.

Dentre os autores citados destacam-se Cavalheiro *et al.* (1999), cujo conceito tem sido o mais referenciado na literatura científica brasileira sobre o tema. A definição considerou as áreas verdes integrantes do sistema das áreas livres de construção, constituindo um tipo especial de espaço livre de uso público, compostas por pelo menos 70% de solo vegetado e permeável, devendo servir à população e cumprir três funções principais: estética, ecológica e de lazer. No entanto, os autores não incluíram o “verde de acompanhamento viário”, tais como calçadas, canteiros e trevos, justificando-se na condição de impermeabilização parcial do solo. Além disso, os referidos autores desconsideraram as áreas verdes de uso privativo, em função da restrição ao acesso, se referindo, na sua definição, exclusivamente as áreas verdes situadas em espaços públicos.

Na contribuição de Benini e Martin (2011) há a apresentação de um conceito para as áreas verdes urbanas embasado, sobretudo, na legislação federal urbanística e ambiental, na lei de parcelamento do solo (BRASIL, 1979, 1999), na Resolução nº 369/2006 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2006) e na legislação estadual de São Paulo (SÃO PAULO, 2009). Os autores consideraram área verde pública “como todo espaço livre (área verde/lazer) que foi afetado como de uso comum e que apresente algum tipo de vegetação (espontânea ou plantada)”, com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais (BENINI; MARTIN, 2011, p. 77). Contudo, os referidos autores não contemplaram no conceito os logradouros, tais como praças pavimentadas ou parcialmente arborizadas, cemitérios e outros. Também não foram incluídas as reservas de faixas, a exemplo das faixas não edificáveis ao longo de águas correntes, de dutovias e de redes, bem como as reservas de áreas dos sistemas viários e das áreas para iluminação, ventilação e de servidão de recuo nos terrenos urbanos. Nesses termos essa conceituação considerou unicamente as áreas verdes urbanas institucionalizadas, limitando-se ao aspecto normativo e de tipologia pública.

Em seus estudos Bargas e Matias (2011) destacaram que dentre as muitas denominações utilizadas para designar a vegetação urbana o termo mais evidente tem sido “áreas verdes”. Os autores utilizaram a definição de Cavalheiro *et al.* (1999), contudo acrescentaram à tipologia as áreas “de acesso público ou não”. Bem como, contemplaram a arborização específica das vias públicas, desde que essas atinjam um raio de influência que as capacite a exercer funções ecológicas, estéticas e de lazer, correspondentes as de uma área verde. Dessa forma, seus estudos envolveram o aspecto qualitativo da arborização das vias pública e ampliaram a delimitação das áreas verdes urbanas incluindo a tipologia privada.

O termo cobertura vegetal passou a ser utilizado nos estudos da vegetação urbana a partir do emprego da geotecnologia de sensoriamento remoto aplicada ao monitoramento da cobertura e uso do solo. Dentre os primeiros pesquisadores no Brasil que realizaram pesquisa espaço-temporal processando imagens de satélite, figura Lombardo (1985; 2009). A autora empregou a denominação cobertura vegetal em seus estudos de temperatura de superfície para a cidade de São Paulo.

Em trabalhos realizados pelo Centro de Estudos Socioambientais (PANGEA) (SALVADOR, 2000), para elaboração do Relatório Final de Estudos Ambientais para o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (PDDU/2000), foi utilizado o termo cobertura vegetal para definir a caracterização das manchas de vegetação vetorizadas a partir de fotografias aéreas, representadas em cartas planimétricas georreferenciadas.

O relatório técnico do projeto “Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica” (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015, p. 5), voltado para determinar a distribuição espacial dos remanescentes da Mata Atlântica no âmbito nacional, empregou na descrição dos objetivos específicos a expressão “monitorar as alterações da cobertura vegetal” com aplicação da ferramenta de sensoriamento remoto por meio de imagens de satélite e tecnologias na área do geoprocessamento.

A presente pesquisa sobre a conceituação do verde urbano possibilitou distinguir duas principais categorias de análise: cobertura vegetal e áreas verdes, resultando na proposta de sistematização e adequação dos conceitos adotados para as duas categorias. Neste trabalho, de forma a permitir sua delimitação urbana, a categoria **áreas verdes** integra o sistema de espaços livres de construção de caráter institucional permanente, existentes na tipologia

pública ou privada, com solo vegetado e livre de impermeabilização ou edificações em pelo menos 70% da sua área. Sua composição tem como elementos principais a vegetação arbórea e arbustiva, incluindo agrupamentos de árvores do sistema viário, cuja extensão e/ou porte alcance um raio de influência capaz de exercer as funções de área verde. As áreas verdes devem satisfazer a três funções principais:

- **ecológico-ambiental**, interferindo no balanço hídrico (interceptação e infiltração das águas das chuvas, evaporação e evapotranspiração), na regulação do conforto térmico e potencialmente acústico, na retenção de partículas do ar e no abrigo da fauna;
- **paisagístico**, possibilitando a valorização estética da paisagem com diversificação visual do ambiente construído;
- **de lazer**, permitindo a socialização e atividades psicofísicas.

Em alguns casos as áreas verdes podem ter sua localização interna a espaços de acesso restrito a grupos específicos de indivíduos, ou estarem inacessíveis por falta de infraestrutura para visitação.

A delimitação geográfica da categoria **áreas verdes** é representada no mapeamento institucional do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) dos municípios, estando legalmente constituídas com seus limites de confrontantes urbanos (enquadramentos, divisas, passeios) demarcados de diversas formas, tais como em Áreas de Proteção Ambiental (APA'S), Áreas de Proteção Permanente (APP'S), Parques de Bairro e Urbanos, Área de Proteção de Recursos Naturais (APRN). Como ainda podem estar incluídas nos limites internos das Áreas de Proteção Cultural e Paisagística (APCP) e dos Espaços Abertos Urbanizados constantes na legislação.

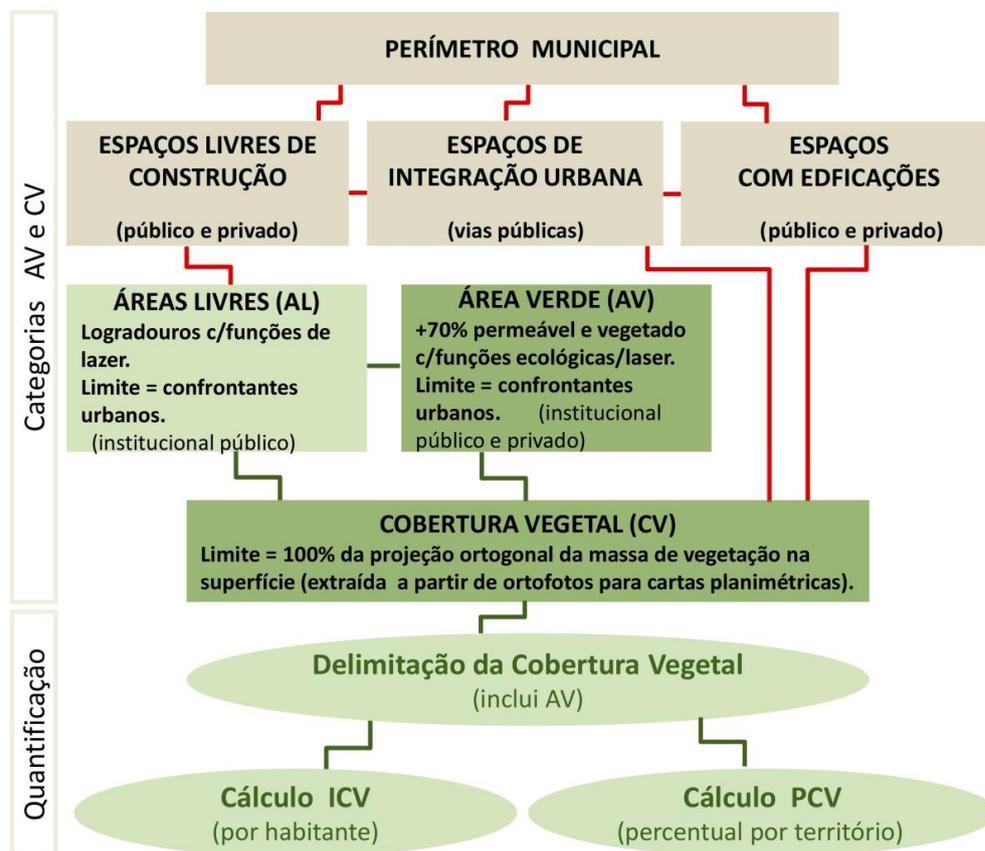
Por sua vez, a categoria **cobertura vegetal** é definida como toda a vegetação que recobre a superfície de determinado território. Dessa forma, envolve a vegetação arbórea, arbustiva e herbácea, sendo passível de captura por sensores remotos, que possibilitam a extração de sua área de projeção delimitada vetorialmente e georreferenciada em cartas planimétricas. Na construção de mapas temáticos do verde urbano a projeção da cobertura vegetal é identificada por meio do processamento de imagens de sensores remotos provenientes de fotografia aérea ou de plataformas orbitais, tais como drones, aeronaves e satélites, empregando os recursos do Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permitem detectar e representar a localização, configuração, dimensão e densidade das manchas de vegetação do sítio estudado. Dessa

forma, mesmo que a superfície sob a projeção da cobertura vegetal imageada esteja parcialmente impermeabilizada, esta área pode ser incluída na delimitação espacial da cobertura vegetal da superfície estudada de acordo com as resoluções dos sensores e do método adotado no processamento de extração da informação do alvo.

Portanto, a identificação da cobertura vegetal considera como limites as bordas da vegetação, tais como copas de árvores e arbustos, podendo estender-se para além dos alinhamentos urbanísticos da superfície geográfica (confrontantes urbanos), diferindo dessa forma das áreas verdes. Por outro lado, é importante observar que em função do seu método de obtenção a projeção da cobertura vegetal engloba sempre em seus limites a categoria das áreas verdes.

Para facilitar o entendimento da distinção e inter-relação da delimitação dessas áreas foi elaborado um mapa conceitual de categorização do verde urbano (Figura 1). A construção do mapa se propõe a auxiliar na compreensão da forma como a categoria **cobertura vegetal** engloba em seu perímetro a categoria **áreas verdes**.

Figura 1 - Mapa Conceitual de Categorização do Verde Urbano e Estratégias de Quantificação



Fonte: Própria (2018), com base em Cavalheiro *et al.* (1999), Buccheri e Nucci (2006).

Em atendimento ao objetivo deste trabalho, a distinção dos conceitos possibilitou a padronização e o cálculo dos indicadores Índice de Cobertura Vegetal (ICV) e Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) do território estudado, que se referem à quantificação da categoria cobertura vegetal, conforme abordado em item específico neste estudo.

3.1.2 Classificação da Cobertura Vegetal no Meio Urbano

Nas iniciativas de classificação da cobertura vegetal no meio urbano para diferentes trabalhos tem-se utilizado critérios de caracterização destas áreas de distintas formas, tais como: a condição jurídica da propriedade da terra na qual a cobertura vegetal se encontra (pública ou privada), o porte da vegetação (herbácea, arbustiva ou arbórea), o nível de densidade da vegetação, entre outras. Cada trabalho termina por adotar a classificação que melhor atende aos fins específicos da metodologia utilizada para sua estimativa, baseadas em propósitos distintos e em estudos feitos para diversas cidades (HENKE-OLIVEIRA, 2001; ROSSET, 2005; BARGOS; MATIAS, 2011).

Para os pesquisadores Moura e Nucci (2008, p. 1689) “um passo deve ser dado em direção à classificação” do verde urbano, enfatizando que a quantidade e distribuição das principais classes de cobertura vegetal de acordo com o porte, relacionam-se com o conforto térmico, a qualidade do ar, o escoamento superficial, entre outras contribuições à qualidade ambiental urbana.

No caso de Salvador, objeto do presente estudo, a vegetação intraurbana teve sua classificação definida inicialmente pelo Centro de Estudos Socioambientais (PANGEA) (SALVADOR, 2000), como já citado, no Relatório Final de Estudos Ambientais para o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador (PDDU/2000). Este estudo posteriormente embasou a criação do Sistema de Áreas de Valor Ambiental (SAVAM), onde foram identificadas as classes de cobertura vegetal existentes no território municipal, a serem apresentados em item específico no presente estudo. Observa-se que no presente trabalho adotou-se a classificação da cobertura vegetal caracterizada pela densidade da vegetação detectada por sensoriamento remoto a partir de imagens orbitais, conforme detalhado na metodologia e na discussão dos resultados.

3.1.3 Índice e Indicador de Cobertura Vegetal

Indicadores ambientais urbanos fornecem informações essenciais para fundamentar as decisões de planejamento municipal. Servem como parâmetros de comparação e avaliação das tendências e alterações espaço-temporais das condições do ambiente ou para identificar diferenças entre ambientes.

A orientação da União Europeia e da Organização Meteorológica Mundial (OMM) no sentido de estimular as iniciativas de ampliação das áreas verdes por habitante, bem como o incentivo ao desenvolvimento do planejamento urbano ambiental, segundo Gómez *et al.* (2010), evidencia o papel extremamente importante da determinação de parâmetros dessas áreas para todas as cidades.

Em pesquisa desenvolvida por Lombardo (2009) a autora ressalta a importância do conhecimento desses parâmetros para a tomada de decisões. A autora considera que:

O estabelecimento e quantificação de indicadores para definir prioridades de investimentos para a melhoria da qualidade de vida da população urbana são os grandes desafios dos gestores urbanos que lidam com uma grande variedade de demandas e necessitam de ferramentas eficientes para a tomada de decisões (LOMBARDO, 2009 p. 124).

A vegetação urbana pode ser analisada por meio de indicadores quantitativos e qualitativos, sendo essencial a análise da relação entre estes para melhor compreender a representação do verde na paisagem urbana e sua função na composição do ambiente. Dessa forma Lima (2013, p. 74) observa que “indicadores ambientais são parâmetros que podem ter a capacidade de descrever um estado ou situação dos fenômenos que ocorrem no ambiente”.

Muitos trabalhos dedicados à mensuração e qualificação das áreas verdes urbanas utilizam a proposição de indicadores de avaliação. Nas distintas pesquisas desenvolvidas são empregados critérios de identificação dos indicadores de cobertura vegetal que melhor se adequam aos objetivos dos trabalhos, às técnicas utilizadas e ao conhecimento do território estudado. Em trabalho realizado por Rosset (2005), a autora considera que as áreas verdes e coberturas vegetais urbanas estendem seus benefícios por um raio de influência que vai além de seus limites físicos. Dessa forma criou uma metodologia para quantificar sua abrangência que utiliza cálculos mais complexos na composição de seus indicadores.

Em suas pesquisas Bargas e Matias (2011) consideram a vegetação urbana como indicador de qualidade ambiental, de modo que devem ser consideradas a sua distribuição espacial e suas dimensões, para que estas supram sua função social de contribuição com a qualidade de vida da população e para que o enfoque não se limite a uma visão preservacionista no planejamento urbano e ambiental.

Os critérios adotados na escolha dos indicadores de cobertura vegetal para este trabalho partiram do estudo de bibliografia científica específica ao tema, sendo, por fim, fundamentados na representatividade (impacto sobre a qualidade ambiental e de vida), na facilidade de obtenção e atualização dos dados e na possibilidade de realizar comparações com outros municípios e realidades (ELLIS; BLANCO; TERRAZA, 2013).

Observa-se que, de acordo com Henke-Oliveira:

Convencionou-se chamar-se de “índice” todos os indicadores dependentes da demografia, expressos, portanto em oferta de serviços per capita; as “densidades” e “percentuais” são parâmetros independentes da demografia (HENKE-OLIVEIRA, 2001, p. 65).

Para desenvolvimento da análise espaço-temporal da cobertura vegetal na cidade de Salvador foram identificados, de acordo com os critérios adotados, os seguintes indicadores qualitativos utilizados nesta pesquisa:

- Índice de Cobertura Vegetal (ICV) por habitante, que indica qualidade de vida da população.
- Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) da superfície, que indica a qualidade do ambiente pela quantidade de vegetação existente.

Cabe salientar que a metodologia para a quantificação e espacialização das informações adotada neste trabalho, na extração das manchas de vegetação com emprego do sensoriamento remoto, utilizou no cálculo dos indicadores a delimitação da categoria Cobertura Vegetal (CV) conforme conceituação proposta neste estudo.

3.1.4 Índice de Cobertura Vegetal (ICV)

A escolha do ICV baseou-se principalmente na sua ampla utilização em trabalhos científicos desenvolvidos sobre o tema das áreas verdes urbanas (HENKE-OLIVEIRA, 2001), que permite a comparação do resultado para distintas cidades.

Para a utilização desse indicador é importante considerar alguns parâmetros predefinidos apresentados na Tabela 1. Na indicação dos parâmetros foi utilizada a nomenclatura original constante na bibliografia científica consultada para delimitação da vegetação (AV ou CV), bem como para o sistema de medida (ha, km², m²).

No entanto, até a década de 1980, antes dos avanços na geotecnologia de sensoriamento remoto com o uso de imagens orbitais (CARVALHO *et al.*, 2014), os estudos sobre essa temática na literatura brasileira, em sua maioria, consideravam para o cálculo de indicadores do verde urbano apenas as áreas verdes institucionais públicas: Áreas Verdes (AV). Isso ocorre em razão da metodologia aplicada, que utiliza no levantamento dessas áreas a informação institucional obtida por meio da legislação municipal e estadual.

Tabela 1 - Parâmetros de Áreas de Vegetação por Habitante

PROCEDÊNCIA PARÂMETRO	Área de vegetação por habitante
1ª semana de Urbanismo de Salvador 1935	21m ² /hab
X Congresso da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana	15m ² /hab
Associação Nacional de Recreação dos EUA	Entre 28 e 40m ² /hab
Organização Mundial de Saúde (OMS) – recomendado para América Latina e Caribe	9m ² /hab

Fonte: SBAU (1996), Carvalho e Pontes (2001); Zanin (2002).

O presente trabalho utilizou como parâmetro de análise, para o resultado do cálculo do ICV, o valor mínimo de 15m² por habitante, conforme recomendado em documento elaborado no Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, realizado na cidade de Londrina no Estado do Paraná em 1996, documento conhecido como “Carta de Londrina e Ibiporã” (SBAU, 1996).

O cálculo do ICV aplicado ao presente estudo envolve a divisão do somatório da área de cobertura vegetal, compreendida em um perímetro territorial definido, pela população que ocupa este território (LUCON *et al.*, 2013), ficando assim definida a formulação do ICV (Eq.1).

$$ICV = \frac{\Sigma \text{ Cobertura Vegetal (m}^2\text{)}}{\text{Habitantes}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Para o cálculo do ICV foi utilizada a quantificação das áreas de cobertura vegetal por delimitação das feições do alvo detectável na superfície, conforme descrição na metodologia deste estudo. Na aplicação do ICV observa-se a relação com a densidade populacional, consistindo em um índice por expressar a quantidade por habitante de cobertura vegetal em determinada área, e, portanto, vinculada à qualidade de vida urbana. Cabe ressaltar, no entanto, a observação de Henke-Oliveira (2001):

Em termos gerais, considera-se que ao expressar a quantidade de vegetação ou áreas verdes per capita, infere-se sobre aspectos de qualidade de vida, mas não necessariamente sobre qualidade ambiental, pois o IAV pode ser elevado em determinada região, não pela maior abundância de espaços arborizados (maior qualidade ambiental), mas pela baixa densidade populacional no local (HENKE-OLIVEIRA, 2001, p. 64).

No presente estudo, em item específico, foi discutida a relação entre os resultados do cálculo do índice e indicador de cobertura vegetal, na distribuição intraurbana em Salvador.

3.1.5 Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)

O Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) é um indicador que independe do adensamento populacional, sendo efetivo instrumento nas análises da qualidade ambiental. Para seu cálculo é feito o mapeamento de toda a cobertura vegetal da cidade, quantificando sua distribuição por unidades territoriais, que neste estudo foi definida pela superfície terrestre do limite municipal e pelo limite de bairro.

A obtenção da quantificação e distribuição espacial da cobertura vegetal viabiliza o cálculo do Percentual de Cobertura Vegetal (PCV). Esse cálculo envolve a divisão proporcional do somatório da área de cobertura vegetal pela área total do território estudado, conforme a Eq. 2.

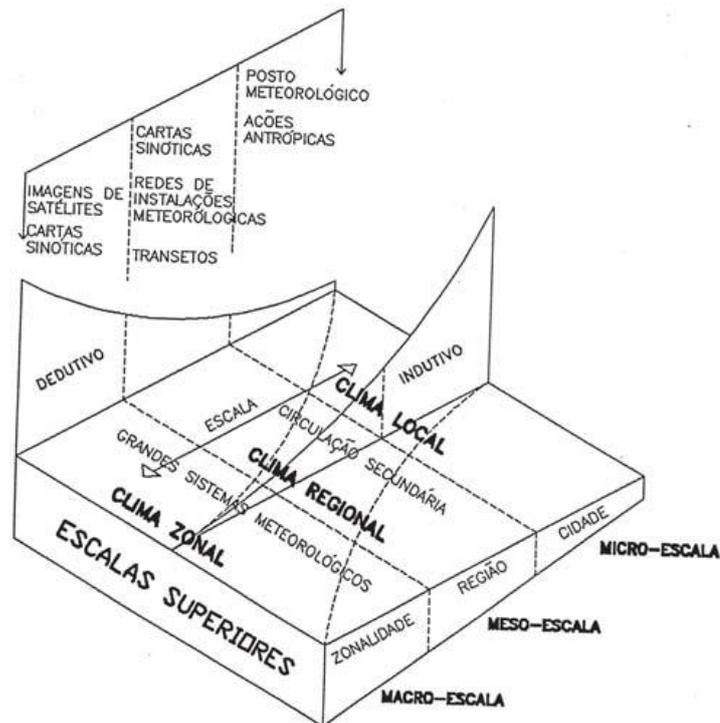
$$PCV(\%) = \frac{\Sigma \text{Área de Cobertura Vegetal}}{\text{Área total}} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

3.2 CLIMA URBANO

As sociedades humanas se desenvolveram em sistemas socioeconômicos firmados no consumo do patrimônio natural (água, ar, solo e minerais, flora e fauna), intervindo nos

delicados e complexos ecossistemas que sustentam a vida terrestre. As ações antrópicas repercutem principalmente na camada limite da superfície terrestre, a baixa troposfera (entre 12 e 13km de altura), onde se concretizam as transformações resultantes de interações processuais da macro à micro escala climática (Figura 2 e Figura 3).

Figura 2 - Escalas de Análise Geográfica do Clima



Fonte: Jesus (1995), baseado em Faissol (1978).

O clima é um sistema aberto, correspondendo à sucessão habitual dos diversos tipos de tempo meteorológico (conjunto de condições atmosféricas), traduzindo um padrão de análise estatística dos dados levantados, para a superfície escalar estudada. Portanto, o clima é resultante da interação entre fatores geográficos (latitude, altitude, radiação), atributos (naturais e antropogênicos) e dos elementos que o compõem (temperatura, pressão, umidade, vento, chuva) decorrentes da incidência da radiação solar e da posição latitudinal.

Pode-se afirmar que o clima é decorrente do dinamismo de troca entre a energia da radiação solar, a circulação atmosférica e os fatores de natureza geográfica, que se configura em um sistema aberto e integrado. Nessa interação acontecem as combinações de aspectos sociais, culturais e econômicos, e dos processos biológicos, físicos, químicos e termodinâmicos, que

originando um ambiente de alta complexidade marcado por contradições profundas, promovem a formação do clima urbano. Desse modo, o clima urbano se manifesta na microescala geográfica, como resultante das interações climáticas do mesoclima (circulação atmosférica regional – massas de ar e frentes) com os topoclimas e os diversos “microclimas artificiais” urbanos em conformidade com a transformação dos fatores geográficos locais (Figura 3).

Figura 3 - Escalas Climáticas e Clima Urbano



Fonte: Adaptado de Nery (2015, não publicado).

Na microescala geográfica tem-se a escala climática local dividida em três subdimensões (Figura 3) ou dimensões climáticas inferiores (RIBEIRO, 1993; SANT’ANNA NETO, 2013), importando ao estudo do clima urbano principalmente as duas últimas, de interferência antrópica mais acentuada:

- Mesoclima – até centenas de km² - sofre influência dos fatores geográficos do clima (latitude, relevo, maritimidade, feições da paisagem regional) e das intervenções antrópicas na atmosfera de troca de energia e matéria.

- Topoclima – de centenas até milhares de m² - possui estreita relação com a morfologia urbana e rural – sofre influência crescente da estrutura formal resultante da organização sócio-político-economia urbana e rural.

- Microclima – até dezenas de m² - sofre influência determinante da estrutura e da forma urbana e rural, das propriedades físicas e cores dos materiais construtivos e da presença da cobertura vegetal.

Desse modo, a partir das dimensões geográficas na escala local, a sociedade humana, organizada na forma de aglomerados urbanos e rurais, vem interferindo crescentemente na complexa dinâmica de trocas das energias atmosféricas, oceânicas e terrestres que ocorrem no estrato geográfico. Conforme visto, tais interferências repercutem nas três escalas de clima local e, notadamente, na topoclimática (feições topográficas que envolvem bairros, vilas, propriedades rurais) e microclimática (estrutura, forma e composição física das construções em quadras, ruas, edificações, plantações).

Em pesquisas dedicadas a Climatologia Dinâmica, Ribeiro (1993) e Sant’Anna Neto (2013), consideram que o clima urbano é a manifestação climática de maior influência antrópica. Segundo Jesus (2008, p. 171), “as intervenções antrópicas são capazes de produzir microclimas e alterar substancialmente o clima local (...)”.

De acordo com Lombardo (2011, p.3) “o aquecimento urbano tem sido muitas vezes associado ao aquecimento global, muito embora os dois sejam de escalas e natureza diferenciadas”; no entanto, a autora ressalta que mesmo em diferentes escalas a acumulação dos efeitos térmicos provocam sérios danos nas áreas urbanas.

Em síntese, entende-se o clima urbano como resultante da interação entre o clima regional de um dado espaço terrestre e o processo de ocupação e de uso dos recursos ambientais locais, decorrendo de uma construção socioambiental, portanto pode ser aprimorado ou deteriorado pela ação do homem.

3.3 COBERTURA VEGETAL E QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL

Esta pesquisa aborda a qualidade térmica urbano-ambiental com enfoque na variável ambiental da temperatura de superfície, analisando especificamente como essa se comporta na relação com a vegetação e com sua distribuição intraurbana.

3.3.1 Clima Urbano e Qualidade Térmica Urbano-ambiental

Muitos especialistas brasileiros em climatologia urbana vêm contribuindo para a compreensão da temática, bem como na criação de teorias, técnicas e métodos para seu embasamento científico, especialmente a partir da metade da década de 70. Nesse cenário, Monteiro (1976; MONTEIRO e MENDONÇA, 2003), em seu trabalho *Teoria e Clima Urbano*, inicia uma nova etapa da pesquisa científica climatológica no Brasil com a proposição do Sistema de Clima Urbano (SCU), como um grande sistema aberto de inter-relações dinâmicas. Para facilitar a compreensão da qualidade térmica urbano-ambiental, no desenvolvimento do presente trabalho, o clima urbano foi abordado na perspectiva do “canal de percepção termodinâmico” (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003, p. 19-26) que se pauta nos seguintes enunciados básicos:

Dentro do esquema do S.C.U., esse canal atravessa toda a sua estrutura, pois que é o insumo básico, é transformado na cidade e pressupõe uma produção fundamental no balanço de energia líquida atuante no sistema. O uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, estão intimamente implicados no processo de transformação e produção (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003, p. 44).

A teoria desenvolvida por Monteiro tornou-se referência para vários pesquisadores, que desenvolveram trabalhos de significativa relevância para a compreensão do tema, tais como Ribeiro (1993), Mendonça (2003), Jesus (2008), Alves *et al.* (2011), Lombardo (2009), Sant’Anna Neto (2013), Andrade *et al.* (2002, 2015), Nery *et al.* (2017) dentre outros pesquisadores de destaque na temática climática urbano-ambiental brasileira. Desse modo, segundo os autores Alves *et al.* (2013):

O conceito de clima diz respeito a um comportamento padrão dos elementos climáticos quantificáveis ao longo do período de um ano. Gerado a partir de fatores globais, tais como a latitude e a circulação atmosférica, segue sofrendo alterações nas diversas escalas devido às interações com os diversos fatores naturais ou geomorfológicos até chegar à escala do clima urbano. Nesta escala, o clima é modificado por fatores antrópicos que, em última instância, referem-se à urbanização (...) (ALVES *et al.*, 2013, p. 43).

Em síntese, este trabalho se remete à teoria desenvolvida por Monteiro e Mendonça (2003) sobre o canal termodinâmico na composição do clima urbano. Porém está fundamentado na contribuição científica dos estudos mais recentes supracitados, integrando a temática da discussão da relação da qualidade térmica urbano-ambiental com a cobertura vegetal no meio urbano. Assim sendo, o desenvolvimento deste estudo transcorre no nível da microescala geográfica, espaço onde se manifesta o dinamismo da escala climática local, que envolve o clima urbano gerado a partir da interferência antrópica nas condições específicas do município de Salvador.

3.3.2 Cobertura Vegetal como Indicador de Qualidade Térmica Urbano-ambiental

A supressão da vegetação resulta da ação antrópica de conquista e apropriação da superfície terrestre, comprometendo a qualidade ambiental em especial nas cidades onde sua redução ocorre com maior intensidade. A percepção das consequências danosas provocadas pela ausência de cobertura vegetal urbana passou a desempenhar um papel de destaque no âmbito da gestão, como nos estudos sobre qualidade ambiental. Tal visão é compartilhada pelos pesquisadores Moura e Nucci (2008, p. 1683) ao apontarem que “a cobertura vegetal urbana deve ser um item primário e de extrema relevância no planejamento urbano como qualquer outra infraestrutura”. Desse modo, enfatizam que a distribuição espacial da cobertura vegetal urbana nos aspectos qualitativo e quantitativo deve ser criteriosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental urbana.

Dentre os autores dedicados ao tema, que vêm apontando as consequências da falta de planejamento ambiental do verde urbano, Lima (2013) destaca que mudanças na temperatura, na direção dos ventos e na umidade, se correlacionam com a forma de organização da cidade por meio do uso do solo, das taxas de ocupação, da ausência de cobertura vegetal e dos padrões construtivos.

Em sua tese sobre análise de padrões e processos no uso do solo, o pesquisador Henke-Oliveira (2001) ressalta que os elementos do clima como vento, umidade relativa do ar, chuva, dentre outros, sofrem influência da presença da cobertura vegetal, dando ênfase sobre sua função na amenização das temperaturas:

O efeito dos parques urbanos sobre estas variáveis também é foco de pesquisa que mostram que as áreas arborizadas de grandes extensões são

responsáveis por uma atenuação térmica geralmente não inferior a 2 e 3°C, podendo atingir valores próximos a 6-8°C (HENKE-OLIVEIRA, 2001, p. 4).

O efeito de atenuação térmica promovida pela presença da vegetação ocorre, dentre outras formas, pela absorção da radiação solar nas plantas, liberada para a atmosfera sob a forma de calor latente, e não sensível, contido na evapotranspiração, segundo Freire *et al.* (2012). Da mesma forma, completa Duarte (2015, p.39), apontando que nas superfícies urbanas a presença de cobertura vegetal influencia indiretamente no balanço energético tendendo “a reduzir as temperaturas máximas durante o dia, reduzindo as trocas radiativas”, assim como interferem diretamente por meio do resfriamento evaporativo.

De acordo com Mascaró e Mascaró (2002) a cobertura vegetal interfere nos microclimas urbanos, notadamente no que se refere à qualidade térmica urbano-ambiental, amenizando a radiação solar na estação quente por sombreamento, modificando a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente. Os autores acrescentam que as árvores, em especial as de maior porte, são capazes de provocar a redução da amplitude térmica diurna. Desse modo a carga térmica recebida pelos indivíduos, emitida dos materiais construtivos, veículos, entre outros, é minimizada em ambientes arborizados. Além disso, a evapotranspiração das folhas e do solo permeável contribui com a umidade relativa do ar. Por esses motivos os autores consideraram que uma única árvore exerce influência na qualidade do ambiente:

Árvores plantadas isoladas tem potencial para amenizar o desconforto do microclima urbano. Os efeitos de sombreamento, diminuição da temperatura e elevação da umidade relativa do ar, só serão sentidos sobre sua copa (MASCARÓ; MASCARÓ, 2002, p. 26).

Conforme visto, muitos trabalhos científicos enfatizam a relação da redução da cobertura vegetal nas cidades com a intensificação das alterações microclimáticas urbanas. Nesse sentido Lombardo (2009), acrescenta:

Nas áreas urbanas, os espaços verdes constituem uma importante forma de adaptação às alterações climáticas, pela sua contribuição para a melhoria das condições microclimáticas da área envolvente e para a mitigação da ilha de calor, e pelo seu papel potencial na assimilação de carbono e outros poluentes atmosféricos (LOMBARDO, 2009, p. 112).

Segundo Andrade *et al.* (2015) desde o início do século XX os estudos científicos vêm se utilizando da proposição de índices e escalas de conforto, na interpretação de variáveis ambientais e individuais, para análise da sensação térmica. O presente estudo parte do pressuposto de que a vegetação urbana pode ser utilizada como um importante indicador de

qualidade térmica urbano-ambiental, atuando como um atenuador das amplitudes térmicas dos diversos microclimas gerados na malha urbana, a partir de uma distribuição qualitativa e quantitativa da cobertura vegetal no território intraurbano.

3.4 COBERTURA VEGETAL, QUALIDADE TÉRMICA URBANO-AMBIENTAL E TST EM SALVADOR

3.4.1 Urbanização e Clima: fatores geográficos climáticos locais

O município de Salvador está localizado ao sul do equador, entre as coordenadas geográficas 12° 47' 19'' – 13° 0' 06'' de latitude Sul e 38° 11' 51'' – 38° 33' 53'' de longitude Oeste de Greenwich (JESUS, 2016) e se encontra situado na região nordeste do Brasil, na faixa litorânea do Estado da Bahia, mais precisamente no Recôncavo baiano. Sua área total integrando as porções marítima, continental e insular é de 692,82km² (BRASIL, 2016). A superfície terrestre possui cerca de 303,53km² (BAHIA, 2016), incluindo a porção insular formada por três ilhas situadas no interior da Baía de Todos os Santos, que totaliza uma área em torno de 25km². A superfície continental, abrangendo uma área de aproximadamente 278km², possui uma forma triangular peninsular, onde o vértice sul está limitado pelo oceano e a base, voltada para o setor norte, se limita com os municípios de Lauro de Freitas e Simões Filho. O vértice Sul, contendo o marco geodésico no Farol da Barra, delimita o ponto de encontro da Baía de Todos os Santos a Oeste do continente com o litoral Sul e Nordeste do Oceano Atlântico (Figura 4).

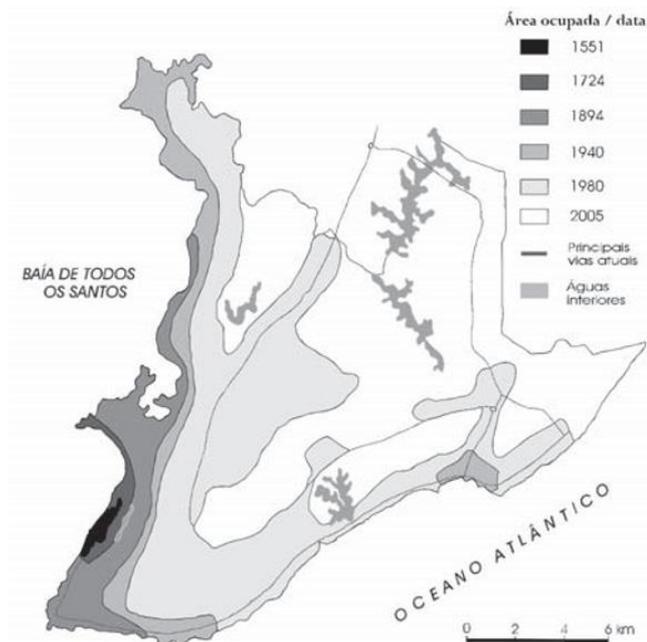
De acordo com estudos desenvolvidos por Sampaio (2015) a malha urbana de Salvador até os anos de 1940 e 1950 era formada de um tecido compacto e contínuo com cerca de 30km² de superfície. A partir da década de 50 a malha urbana se modifica passando por uma fragmentação e sua expansão se descentraliza. Esse processo, que vem se reproduzindo até o presente, teve início com a estruturação e conexão de diversas vertentes de expansão viárias que conectaram a BR-324 com a Av. Mário Leal Ferreira/1970 (acesso Norte), Av. Suburbana/1971 com a Cidade Baixa, o CIA com o Aeroporto, a Av. ACM/1968 com a Av. Paralela/1971-Aeroporto e o Aeroporto com a Linha Verde (litoral Nordeste).

Figura 4 - Vista Sul da península, do município de Salvador. 2011



Fonte: Foto Manu Dias (2011, cedido pelo autor).

Figura 5 – Evolução Urbana de Salvador. 2009



Fonte: Andrade e Brandão (2009), adaptado de Santos (1959), Neves (1985) e Corso (1999).

De acordo com Andrade e Brandão (2009) a expansão urbana transcorreu em dois momentos marcantes a partir do século XX (Figura 5):

(...) um primeiro, 1940, com a consolidação dos vetores acima perfilados, entretanto, mantendo a cidade o seu perfil mononuclear e com um espaço de

ocupação contínua da baía até a Amaralina, possuindo ainda Itapuã, como uma ocupação periférica à mancha urbana (...). O segundo momento, em 1980, após implantação das avenidas de vale, impôs-se uma outra forma de ver, circular e usar o território municipal, a área urbana contínua se estendeu pelo interior da península e Salvador passou a contar com múltiplas centralidades (...) (ANDRADE e BRANDÃO, 2009).

Nessa dinâmica de ocupação, em 30 anos, a população do município passou de, aproximadamente, 656 mil habitantes na década de 1960 (SALVADOR, 1985) para 2,1 milhões em 1991, apresentando uma desaceleração no crescimento nos últimos 15 anos, chegando à casa dos três milhões de habitantes em 2016 (BRASIL, 2016). Essa população se encontra distribuída principalmente na área continental peninsular com cerca de 278km² (BAHIA, 2016). Sobre a dinâmica de ocupação municipal, Andrade e Brandão (2009) ainda observaram que Salvador sofreu um acréscimo populacional por volta de um milhão de habitantes entre as décadas de 1950 e 1980, em consequência de imigrações e do crescimento vegetativo. Tal expansão populacional é basicamente resultante das promessas de melhorias gerais das condições de vida no município, em especial pela ampliação da oferta de trabalho.

De acordo com o Projeto da Mata Atlântica Salvador (BAHIA, 2013), na classificação de Köppen, o clima do município se caracteriza como tipo Af (tropical quente e úmido sem estação seca). Na tipologia de Thornthwaite e Mather, o clima está definido como tipo B2rA'a' (úmido), apresentando o valor da média anual de precipitação de chuva de 2.098,9mm e temperatura média anual compensada no valor de 25,3°C, segundo a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia (BAHIA, 1999).

O município de Salvador possui uma posição de sítio e aspectos geográficos privilegiada do ponto de vista climatológico. A formação do clima urbano de Salvador está sob maior influência dos seguintes fatores geográficos locais (PALMA, 2010):

- posição latitudinal – principal responsável pelas temperaturas constantes e relativamente elevadas ao longo do ano;
- maritimidade – promotora da alta umidade do ar, com o dinamismo das brisas na variação diurno-noturna das temperaturas das superfícies continentais e marítimas, que também contribuem na redução da amplitude térmica diária;
- rugosidade – composta por colinas, espigões e vales que interferem na circulação do ar, particularizando o clima do município.

Desse modo, sua posição privilegiada a mantém favorável a permanente atuação dos ventos de SE-E, conhecidos como ventos Alísios, que são ventos de circulação atmosférica de macro a meso escala. Além disso, conta com a grande influência da extensa massa líquida oceânica circundante, que lhe confere na maior parte dos meses do ano pequenas variações térmicas, com forte influência da temperatura média das águas no seu entorno de aproximadamente 25,5°C a 26°C (JESUS, 2016). Essa condição, além de promover um ambiente de temperaturas elevadas e com baixas amplitudes na maior parte do ano, intensifica a evaporação da água e eleva a umidade do ar, propiciando maior nebulosidade e provocando precipitações pluviométricas durante todo o ano. Assim situado, Salvador vivencia uma influência marcante na dinâmica das chuvas, decorrendo que o setor mais chuvoso da cidade se encontra na porção centro-norte (região do “Miolo”), posição mais afastada das áreas litorâneas. Nesse contexto, Palma (2010) acrescenta que a configuração e as características descritas do seu entorno interferem na dinâmica atmosférica local, ocasionando condições termodinâmicas peculiares à cidade.

Em estudos realizados por Moura *et al.* (2006) foram analisadas informações da série histórica de 30 anos de dados da temperatura local (1961-1990), obtidos da Estação Meteorológica A401- Salvador (BA) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), concluindo que:

- as médias mensais das temperaturas máximas variam entre 30°C (fevereiro e março) e 26,2°C (julho), apresentando uma baixa amplitude;
- as médias mensais das temperaturas mínimas variam entre aproximadamente 24°C no verão e 21°C no inverno;
- a umidade relativa do ar apresenta pequena variação de 79% (fevereiro) para 83,1% (maio) anualmente;
- o padrão de vento é caracterizado por ventos dominantes de sudeste, com velocidade média de 3,2m/s no inverno e 2,8m/s no verão;
- o mês de junho corresponde ao período de a mais baixa insolação, com 167,2 horas e janeiro de mais alta com 245,6 horas.

3.4.2 Cobertura Vegetal e Marco Legal

A classificação das áreas verdes do município de Salvador foi regulamentada pela Prefeitura Municipal de Salvador (PMS) por meio do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

(PDDU). Seus limites estão representados no Mapa 07 do Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural (SAVAM), parte cartográfica integrante da Lei nº 7.400 do PDDU/2008. No Mapa 07 foram identificadas cinco classes distintas por suas características e condições de conservação: floresta ombrófila (estágio avançado, médio e inicial), restinga (arbórea, arbustiva e herbácea), manguezal (conservado e degradado), brejo (conservado e alterado) e áreas antropizadas.

A PMS, na competência da Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente (SEPLAM), junto a Coordenadoria Central de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais (COPI) e o Sistema de Informação Municipal de Salvador (SIM), conceituam as áreas verdes como:

Áreas verdes são aquelas destinadas à preservação ou implantação de vegetação ou ao lazer público ativo ou contemplativo. Diferem de espaços livres, por estes consistirem em qualquer área não edificada, independente de sua destinação. Significa dizer que existe cobertura vegetal no município que não pode ser considerada área verde em função desse conceito, a exemplo das manchas de vegetação que não se enquadram em nenhuma categorização de áreas verdes (encostas, canteiros laterais de vias) (SALVADOR, 201?).

No referido trabalho as áreas verdes foram categorizadas como:

- Áreas Verdes Particulares
 - Nesse grupo estão situadas as áreas verdes que se apresentam em domínios de uso habitacional particular, inacessíveis para uso público, a exemplo das propriedades de Clemente Mariani e Morro do Gavazza.
- Áreas Verdes Públicas
 - Áreas verdes de acompanhamento do sistema viário – representam os canteiros, trevos e rotatórias, associados ou não às redes de transmissão de energia.
 - Áreas verdes de uso coletivo – compreendem as praças, parques urbanos e jardins públicos, assim como áreas arborizadas dentro de sítios históricos.

Segundo determinação do Código Florestal (Lei nº. 12.651/2012) no seu art. 3º:

XX - área verde urbana: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (BRASIL, 2012).

Logo, conforme descrito na Lei do Código Florestal supracitada, a delimitação das áreas verdes urbanas compete às prefeituras municipais. Conseqüentemente, no presente trabalho tomou-se como referência a documentação cartográfica do PDDU/2016, que representa a delimitação da Macrozona de Conservação Ambiental Municipal.

O mapeamento constante da Lei nº 9.069 - PDDU/2016 apresenta a delimitação mais recente das áreas verdes institucionais urbanas na documentação cartográfica da Cidade (Mapas 01 do Macrozoneamento e 07 SAVAM, anexos do PDDU/2016). Esse documento foi utilizado no presente trabalho para apresentação do resultado do cruzamento das áreas verdes institucionais delimitadas no PDDU/2016 e da cobertura vegetal detectada neste estudo no ano de 2016.

Na última revisão do PDDU, aprovada em 2016, também foram apresentadas novas diretrizes para a arborização urbana, de acordo com descrição do Capítulo IV - Diretrizes para a revisão da Legislação de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo (LOUOS), Lei 9.148/2016b, determinando que:

Art. 192. A LOUOS deverá ser revista de acordo com os princípios e objetivos expressos neste PDDU para o macrozoneamento e respectivas macroáreas, atendendo às seguintes diretrizes: XXIII - estabelecimento de largura mínima adequada para que passeios e calçadas atendam às necessidades da livre circulação de pessoas, implantação de mobiliário urbano, paisagismo e arborização; (SALVADOR/2016a).

Com base nessas normativas foram elaboradas no presente estudo, a partir dos dados levantados da distribuição da cobertura vegetal no ano de 2016, discussões e propostas com o propósito de subsidiar a criação de parâmetros quali-quantitativos para a vegetação urbana de Salvador.

3.4.3 Cobertura Vegetal de Salvador

O município de Salvador se encontra integralmente inserido na região da Floresta Ombrófila Densa, também denominada Floresta Tropical Pluvial (MIYOSHI, 2016), tendo sua cobertura vegetal constituída do bioma Mata Atlântica, atualmente bastante descaracterizada da sua vegetação primária. Sua vegetação florestal reduziu-se a remanescentes secundários fragmentados, que variam de frações de um hectare na porção continental até 900 hectares na porção insular (BAHIA, 2013), fruto de um intenso e desordenado processo de urbanização,

resultante da constante ação de intervenção antrópica e da natureza do planejamento paisagístico e ambiental. Desse modo, o diagnóstico do Projeto Mata Atlântica Salvador, indicou que cerca de 16% da superfície total municipal se encontra recoberta por resquícios da floresta. Ressalta-se que, segundo o Relatório Técnico apresentado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2015, p. 4) a Mata Atlântica é “considerada um dos mais ricos conjuntos de ecossistemas do planeta e um dos mais ameaçados de extinção”.

Nesse contexto, a vegetação atual existente no município consiste de área verde antropizada, ecossistemas associados e remanescentes florestais do bioma da Mata Atlântica distribuídos no território urbano. De acordo com o Centro de Estudos Socioambientais (PANGEA) (SALVADOR, 2000), no Relatório Final de Estudos Ambientais para o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador – PDDU/2000, o verde urbano de Salvador se constitui de floresta ombrófila, restinga, manguezal e brejo que, a exceção das áreas de vegetação antropizadas coexistentes, formam o conjunto dos ecossistemas interdependentes na sustentação do bioma.

Em trabalho realizado pelos pesquisadores Afonso *et al.* (2010) foi construído o mapeamento da cobertura vegetal do município para o ano de 2007, a partir do processamento de classificação de imagens obtidas do satélite Landsat 7, com resolução espacial de 30m, apresentando uma área total de superfície terrestre municipal de 309km². A pesquisa revelou que o município possuía em 2007, aproximadamente, 103,75km² de cobertura vegetal detectados no procedimento da classificação do uso e da cobertura do solo, apresentando um PCV de 34% da superfície total do município e área edificada de 51%. A informação da população e da área de cobertura vegetal para 2007 possibilitou o cálculo do ICV de 38m²/hab do período. A pesquisa de Oliveira *et al.* (2013) registrou em 2009, aproximadamente, 86,17km² de cobertura vegetal detectados no procedimento da classificação, a partir da imagem de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) gerada, apresentando um PCV de 28% da superfície total do município e consequente área edificada de 72%. Esses dados contribuíram para a discussão da análise temporal dos resultados intraurbanos de cobertura vegetal detectados para o ano de 2016 no presente trabalho.

3.4.4 Clima Urbano e TST de Salvador

O município de Salvador está inserido em uma região de mesoclima de tipo tropical quente e úmido no contexto regional do litoral atlântico, transformado localmente por sua configuração, sua topografia natural (colinas, espigões, vales, planície litorânea) e urbanizada (modificada), formando topoclimas urbanos locais. Os topoclimas naturais são modificados no município pela interveniência dos padrões de uso e ocupação do solo. As alterações da topografia somadas à interferência das emissões de calor dos materiais construtivos utilizados na estruturação do tecido urbano e as atividades antrópicas, geram microclimas artificiais peculiares por toda a extensão da malha da Cidade. Dessa forma as transformações das atividades antrópicas do tecido urbano originam o Clima Urbano de Salvador.

Decorrente desse processo, na escala micro climática do município, verifica-se a formação de Ilhas de Calor (IC) em pontos específicos espalhados na malha urbana (ANDRADE *et al.*, 2015). Segundo Lombardo (1985, p. 77) a IC se configura como fenômeno típico do clima urbano, estando associado a “condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano”, no que se refere aos padrões de uso do solo e aos “condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos”.

Não foi encontrado estudo para a cidade de Salvador que abordasse as temperaturas de superfície (TST), embora existam investigações a respeito da temperatura do ar realizados por Sampaio (1981), Moura *et al.*, (2006), Souza (2010), Andrade *et al.* (2015), Branco (2016), dentre outros pesquisadores. Conforme estudo dos autores citados, baseados em coleta de dados de campo na malha urbana, foi sinalizado que a presença da cobertura vegetal favorece na atenuação da temperatura do ar. No caso de Salvador, em função do desconhecimento de pesquisas anteriores sobre temperatura de superfície, exceto publicação de estudo preliminar de dados deste projeto (SANTOS *et al.*, 2017), observa-se que, os resultados e avanços na análise realizada no presente trabalho podem servir de indicadores para continuidade de estudos da qualidade do ambiente urbano para a Cidade.

4. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no município de Salvador para o ano de 2016 e envolveu quatro procedimentos básicos a seguir destacados: 1) pesquisa bibliográfica; 2) cálculos dos indicadores relacionados à cobertura vegetal dos bairros de Salvador; 3) estimativas das temperaturas de superfície dos bairros de Salvador; e 4) uso de geotecnologias, com emprego de produtos de Sensoriamento Remoto Orbital (SRO) para os cálculos da cobertura vegetal e estimativas da temperatura de superfície. A integração e manipulação dos dados foram feitas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o qual permitiu a representação espacial, a análise, os cruzamentos e a síntese dos dados.

4.1 DELINEAMENTO GERAL DO ESTUDO

A **pesquisa bibliográfica** buscou delimitar o conceito de cobertura vegetal objetivando orientar a definição dos diferentes espaços verdes existentes em Salvador para a sua identificação e delimitação espacial. Também, tal pesquisa visou identificar os indicadores de mensuração desses espaços verdes na Cidade, de forma a selecionar os que seriam utilizados no estudo. O resultado da pesquisa bibliográfica foi exposto no item 3.1 do presente trabalho. Cabe destacar que para definição da área do município foram buscados dados da literatura. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a área total municipal de Salvador é de 692,82km² (BRASIL, 2010), incluindo a porção insular e envolvendo parte da área marítima da Baía de Todos os Santos, que como decorrência distorce os cálculos percentuais da cobertura vegetal e de densidade demográfica. Portanto, para o cálculo dos indicadores selecionados neste trabalho foram utilizadas separadamente as áreas de superfície continental, de aproximadamente 278km² e insular, com cerca de 25km² divulgadas na publicação do “Painel de informações: dados socioeconômicos do município de Salvador por bairros e prefeituras-bairro” (BAHIA, 2016).

Os cálculos dos **indicadores relacionados à cobertura vegetal** atenderam à definição constante na Figura 1 do item 3.1.1. Assim, calculou-se, para cada bairro de Salvador, o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) por habitante e o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) da superfície.

Para as **estimativas das temperaturas de superfície terrestre (TST)** dos bairros de Salvador fez-se uso dos dados extraídos do processamento de imagens do sensor TIRS/Landsat 8, compreendendo a faixa espectral do Infravermelho Termal (banda 10 – 10.60 à 11.19 micrometros), conforme detalhado nos procedimentos a seguir.

O **uso das geotecnologias, tais como o SIG e o Sensoriamento Remoto Orbital (SRO)** tem se mostrado uma valiosa ferramenta na espacialização de informações sobre o uso e cobertura da terra, assim como na obtenção da TST e outros parâmetros físicos da superfície terrestre, e vêm ganhando importância científica ainda maior em função do acúmulo temporal de dados que estão sendo gerados há algumas décadas, com alta capacidade de intercalibração para detecção de mudanças.

O sensoriamento remoto se caracteriza principalmente pela capacidade de obtenção das informações da natureza (composição) e condições do alvo sem o contato físico direto. Os sensores remotos imageadores a bordo de plataformas orbitais ou em equipamentos acoplados a plataformas suborbitais (aviões, drones, etc.) podem registrar informações dos alvos em distintas faixas do espectro eletromagnético. Tais dados registram a reflectância dos alvos imageados em diferentes regiões do espectro eletromagnético, e por isso são classificados como imagens multiespectrais (JENSEN, 2009).

Os sensores orbitais possuem quatro diferentes tipos de resolução a considerar quando de sua escolha para aplicação: espectral, radiométrica, espacial e temporal.

- Resolução espectral - faixas do espectro eletromagnético detectadas pelos sensores, compreendendo contínuos e distintos intervalos de comprimento de onda, onde cada banda (sensor) capta uma faixa espectral predefinida pelo sistema de satélite operante.
- Resolução radiométrica – capacidade do sensor de distinguir alterações no nível de energia refletida, que pode ser entendida como os níveis de cinza dos pixels, emitida ou retroespalhada pela superfície do alvo (NOVO, 2010). Os valores numéricos dos níveis de cinza são expressos em potência de 2, dessa forma 8 bits correspondem a $2^8 = 256$ níveis de cinza, por exemplo.
- Resolução espacial - representa a menor feição detectável e individualizável na imagem gerada e está diretamente associada ao tamanho do pixel ou IFOV (Instantaneous Field of View) na detecção de informações do sensor. Sensores de alta resolução possibilitam capturar objetos de pequenas dimensões, enquanto os de

resolução espacial baixa dificultam a identificação na distinção de alvos menores detectados na imagem (NOVO, 2010).

- Resolução temporal - determinada pelo tempo que o satélite retorna na sua rota programada para recobrir a mesma área/ponto.

A escolha do sensor adequado parte da análise preliminar do problema em questão, em especial as necessidades para sua compreensão e monitoramento em função de suas escala e variação temporal.

Segundo Carvalho *et al.* (2014, p. 2) “as imagens de sensoriamento remoto tornaram-se mais atrativas a partir da década de 1980, com o advento da segunda geração de satélites da série Landsat”, desenvolvidos no programa da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), seguido do surgimento em 1986 do satélite francês SPOT. A ampliação na resolução espacial com a menor feição detectável (pixel) apresentando 30 metros (Landsat) e 10 metros (SPOT-PAN), em sensores considerados de média até alta resolução, associada à melhoria na resolução espectral, permitiu aperfeiçoar o detalhamento do uso e cobertura do solo no ambiente urbano. Em pesquisas realizadas para diferentes cidades, nas quais foi correlacionada a TST com a tipologia da superfície, Pereira *et al.* (2017), Morabito *et al.* (2016) e Delgado *et al.* (2013) consideraram esse recurso especialmente adequado para uma melhor compreensão da dinâmica complexa do microclima urbano.

4.2 DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

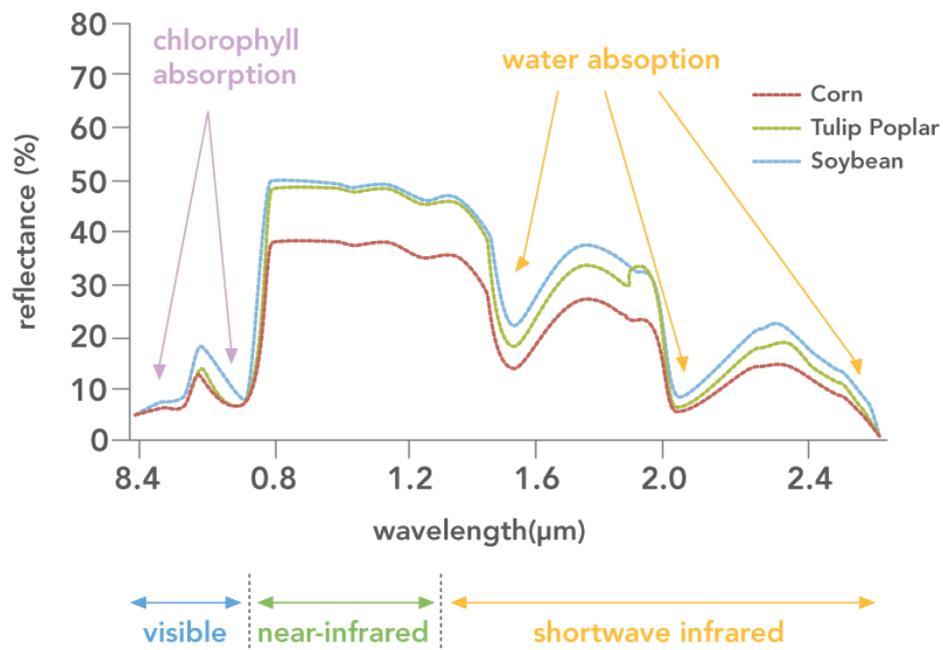
4.2.1 Cobertura Vegetal de Salvador: Cálculo dos Indicadores e da Distribuição Espacial

Neste item estão explicitados os procedimentos utilizados para o cálculo do Índice de Cobertura Vegetal (ICV) por habitante e o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) da superfície em Salvador e nos seus bairros.

A quantificação e distribuição da cobertura vegetal intraurbana foi realizada por meio do processamento de imagens obtidas de plataformas orbitais de satélites multiespectrais, conforme procedimento metodológico descrito a seguir, permitindo o cálculo do ICV e do PCV por bairro.

Considerou-se o comportamento espectral da vegetação, a qual em função do processo de fotossíntese apresenta alta radiância espectral na faixa do infravermelho próximo (IVP), com alto contraste em relação à banda do vermelho, efeito chamado de *Red Edge*. É neste comprimento de onda que se encontram as informações mais úteis para a separabilidade da vegetação dos demais elementos da superfície imageada. Este comportamento é extensamente descrito na literatura específica e útil para a identificação e o monitoramento da vegetação na faixa espectral entre 0,7 e 0,9 μm (Figura 6), que corresponde à radiação emitida pelo processo de fotossíntese (FLORENZANO, 2008).

Figura 6 - Curvas Características da Refletância da Vegetação Verde



Fonte: NASA (2010).

Os procedimentos técnicos aplicados para as etapas de processamento digital de imagem, incluindo pré e pós-processamento, foram feitos com uso de SIG, de acordo com as seguintes etapas e critérios:

a) Seleção e obtenção de imagens de domínio público, procedentes de sensores remotos orbitais, optando-se pelo Sentinel 2 para classificação das áreas urbanas vegetadas. As cenas foram capturadas no ano de 2016, de acordo com os critérios de adequação às necessidades de resolução espectral, radiométrica, espacial e temporal do problema em questão e pensando o

mapeamento em escala intraurbana, incluindo nebulosidade máxima de 10%. As imagens do Sentinel-2 foram adquiridas via webportal da Agencia Espacial Europeia (ESA).

b) Identificação das faixas espectrais correspondentes aos sensores (bandas) do satélite Sentinel-2. Neste caso, por ter sido aplicada uma classificação supervisionada, todas as bandas espectrais são utilizadas na determinação das características dos alvos de interesse deste estudo, identificados em ordem crescente de relevância por cobertura vegetal, solo edificado, indo além, considerando também solo exposto, águas superficiais, sombra e nuvem.

c) Realização de pré-processamento partindo do procedimento de registro (ajuste geométrico) das imagens obtidas, considerando que as imagens são disponibilizadas de modo pré-georeferenciado, assim sendo o uso de imagens provenientes de diferentes sensores ensejou registro entre elas. O procedimento é seguido da elaboração de duas composições de imagens dos sensores orbitais, com emprego de três bandas. Na primeira composição foram selecionados os comprimentos de onda que recobrem a faixa espectral das cores visíveis ao olho humano, para formar o mosaico composto em “Cor verdadeira”. Essa composição facilita a primeira interpretação visual da área. No entanto, considerando o comportamento espectral da vegetação na zona do infravermelho próximo (IVP) anteriormente descrito, foi elaborada uma nova composição colorida inserindo a banda referente ao IVP no canal de cor vermelho, tendo como resultado o realce em vermelho de todas as feições com presença de vegetação na cena, em função da maior quantidade de energia registrada em cada pixel de vegetado neste comprimento de onda específico, processo popularmente chamado de composição “Falsa cor”. Na continuidade do pré-processamento a composição definida pela “Falsa cor” passa por tratamento de realce e refinamento de contraste com manipulação dos histogramas de cada banda e posteriormente pela aplicação do processo de *Pan-Sharpening*, que consiste na conversão da banda pancromática do sensor, cuja resolução espacial é maior, do sistema de cores RGB para o sistema IHS, substituindo-se a fração “Intensidade” do resultado obtido pela imagem composição anteriormente elaborada. Como resultado se obtém uma imagem colorida de maior resolução espacial, a qual é mais adequada para identificação dos alvos e consequente seleção visual das amostras a serem utilizadas no processo de classificação em si.

d) Realização do processamento de classificação supervisionada dos alvos que identifica os elementos naturais e antropizados distribuídos na área de estudo, compreendendo as seguintes

classes de interesse: cobertura vegetal, solo edificado, solo exposto, águas superficiais, sombra e nuvem. O método aplicado foi uma classificação supervisionada a partir de amostras adquiridas por segmentação. Para a segmentação foram testados os seguintes valores de escala e agregação: 20-200, 10-100 e 5-50, adotando-se por fim a similaridade de “5” por agrupamento de área de “50” pixels, compreendendo a menor fração dos segmentos capazes de discriminar a delimitação dos objetos urbanos de interesses a serem classificados.

Quadro 1 - Classes Temáticas da Superfície de Salvador. 2016

Classes temáticas/alvos urbanos	Características
Vegetação contínua (810 amostras)	Maciços de vegetação mais densos e arbóreos, detectados e identificados no processamento da classificação por uma forte intensidade da reflexão fotossintética, constituídos de extensos aglomerados arbóreos de maior porte.
Vegetação fragmentada (180 amostras)	Vegetação arbustiva e herbácea, bem como herbácea associada à arbórea espaçada, formando pequenos maciços fragmentados. Foram identificadas em sua maioria por superfícies ajardinadas e gramadas, encontradas em geral nas praças e no acompanhamento viário, como também na vegetação arbustiva característica de dunas, ainda podendo compor as áreas de solo exposto rebrotado.
Solo permeável (230 amostras)	Áreas de dunas não vegetadas e solo exposto.
Solo edificado (500 amostras)	Áreas com predominância de edificações uni e multidomiciliares, bem como acompanhadas de edificações de uso comercial, industrial e de serviços públicos ou privados.
Água ou sombra (630 amostras)	Área com coleções de água, ou sombreadas em face das edificações altas e projeção de nuvens.

Fonte: Própria (2018).

Em seguida realizou-se o a escolha dos segmentos a serem utilizados como amostras de treinamento para cada classe preestabelecida (Quadro 1), aproximadamente 810 amostras de cobertura vegetal contínua, 180 de cobertura vegetal fragmentada, 630 de água superficial, 230 de solo permeável (dunas e solo exposto), 500 de solo edificado, além da identificação da presença de sombra e de nuvem. Foram selecionadas amostras de vegetação em maior quantidade para auxiliar na distinção de duas tipologias de cobertura vegetal. Além disso, aumentou-se a quantidade de amostras de água para discriminar lagos com presença de vegetação, assim como para separar água das zonas de sombreamento das edificações. Na classificação supervisionada aplicou-se o limiar de aceitação de 75% e o algoritmo de

classificação *Bhattacharya*, por meio da seleção de áreas segmentadas no treinamento de coleta das amostras. O classificador *Bhattacharya* foi utilizado “para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais...”, onde as amostras coletadas encerram as regiões formadas na segmentação de imagens (MENESES e ALMEIDA, 2012, p. 216).

e) Após a classificação foi realizado no programa utilizado o pós-processamento de avaliação da exatidão das amostras por matriz de confusão, comparando-se para cada uma das classes geradas às próprias amostras utilizadas no processo, resultando no desempenho final de 100% de equivalência entre amostras e classes na modelagem. Nessa etapa também se realizou o procedimento de reconhecimento do território estudado, utilizando como ferramenta auxiliar de conferência dos alvos na superfície o programa do Google Earth Explorer, por meio do website <https://www.google.com/earth/>. Ao final do processo da classificação, a imagem gerada foi transformada em um arquivo no formato *geotiff* (matricial), constituindo a base sobre a qual são vetorizados os polígonos gerando um arquivo *shapefile* (vetorial), que possibilitaram o dimensionamento das áreas e a construção do mapa temático da distribuição intraurbana da cobertura vegetal de Salvador, além das demais classes de uso e cobertura do solo mapeadas.

Para o processamento completo da extração das áreas de cobertura vegetal, utilizou-se o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING), versão 5.4.2, desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para o resultado do ICV e PCV, além da obtenção dos dados da área de cobertura vegetal descritos acima, faz-se necessário definir o cálculo das áreas e o número de habitantes de cada bairro da Cidade. As áreas dos bairros do município de Salvador foram delimitadas por meio do estudo “O Caminho das Águas em Salvador” (SANTOS *et al.*, 2010) e obtidas na publicação do trabalho “Painel de informações: dados socioeconômicos do município de Salvador por bairros e prefeituras-bairro” (BAHIA, 2016). Segundo tais estudos, Salvador dispõe de 163 bairros distribuídos na parte continental, com 278,42km², e insular, com 25,11km²; correspondendo a uma área total de 303,53km². Em função da grande concentração de cobertura vegetal na porção insular do município, optou-se por calcular os indicadores de forma separada (porção continental e insular), evitando-se distorção no resultado, como também objetivando destacar as distintas realidades dos dois tipos de territórios. A estimativa da população do município em 2016 foi obtida junto ao IBGE (IBGE, 2016). Para a definição

da população dos bairros no ano de 2016, optou-se em adotar a distribuição percentual da populacional por bairro do ano do Censo de 2010 para o ano de 2016. Com isso, assumiu-se as inevitáveis inconsistências já que o crescimento populacional dos bairros não ocorre a partir de tal distribuição. Salienta-se que a população do bairro pode ter sido alterada de forma distinta do percentual estimado para a Cidade em 2016, já que a dinâmica de crescimento de cada bairro sofre influência de acontecimentos diversos, tais como a implantação de regularização fundiária em bairro com predominância de ocupação informal, bem como da estruturação de novas conexões viárias, ou alterações na Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (LOUOS), propiciando uma valorização expressiva e especulativa do solo, ou o contrário, dentre outras influências na população para cada localidade.

Para a análise espaço-temporal da cobertura vegetal, o presente estudo buscou comparar a área estimada por Afonso *et al.* (2010) para o ano de 2007 e por Oliveira *et al.* (2013) para o ano de 2009 com a área calculada no presente trabalho no ano de 2016. A delimitação espacial da cobertura vegetal total do município para o ano de 2007 foi proveniente do processamento de imagens orbitais realizado na pesquisa de Afonso *et al.* (2010) utilizando metodologia semelhante a deste estudo, enquanto para o ano de 2009 Oliveira *et al.* (2013) utilizou metodologia distinta, a ser discutida no decorrer deste trabalho.

Neste trabalho, a delimitação vetorizada das manchas de vegetação geradas para o ano de 2016 ainda possibilitou o estudo da relação entre a distribuição espacial intraurbana da cobertura vegetal e as Temperaturas de Superfície Terrestre (TST).

4.2.2 Temperatura de Superfície de Salvador: Procedimentos de Cálculo

A análise do comportamento da distribuição da TST no meio urbano de Salvador partiu da pesquisa de sistemas de satélites de domínio público que operam com sensor imageador na faixa espectral eletromagnética do infravermelho termal. Essa faixa espectral corresponde à emissão de radiação de ondas longas, compreendidas entre 10,4 e 12,5 μ m de comprimento, equivalente à emissão de calor dos corpos da superfície terrestres (STEFFEN, 2015). Foram definidos os critérios para seleção e obtenção das imagens de maior nível de resolução espacial e radiométrica e a nebulosidade máxima de 10%, capturadas durante o ano de 2016. De acordo com os critérios adotados optou-se pelo satélite Landsat-8, procedente da U.S. Geological Survey (USGS) - Earth Explorer. Os sensores Thermal Infrared Sensors (TIRS) a

bordo do satélite captam a emissividade da onda eletromagnética resultante do calor emitido pelos alvos imageados na superfície terrestre, nas bandas 10 e 11.

Por sua vez, existem algumas limitações específicas quanto à utilização da tecnologia de SR de plataformas orbitais, devendo ser consideradas as condições atmosféricas locais no momento da captura da imagem e as interferências de calibração do sensor, que afetam tanto a resolução radiométrica quanto à dinâmica de dados, bem como é importante observar os efeitos relativos à emissividade dos materiais constituintes das superfícies. Por esses motivos os valores das TST obtidos são considerados estimativas de temperatura da superfície dos alvos.

As informações da temperatura de superfície estão nas imagens na forma de Números Digitais (ND), que após processadas permitiram a extração da TST para todo o município, incluídas nas porções da superfície continental e insular. O método adotado utilizou cenas imageadas na banda 10, capturadas ao longo do ano de 2016, selecionadas nos meses das estações mais e menos quentes do período, que atenderam ao critério de máxima nebulosidade, considerando na análise as informações das características de distribuição das temperaturas por sazonalidade para as condições climáticas da cidade de Salvador. Optou-se pela banda 10 na seleção de cenas, correspondendo à faixa de melhor adequação no refinamento da extração de temperaturas no uso do solo urbano, conforme indicado no manual do Landsat-8 (NASA, 2016).

Para obtenção da espacialização da TST foram empregadas geotecnologias de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) aplicadas com o recurso do Sensoriamento Remoto (SR) de acordo com as seguintes etapas e critérios:

a) Seleção e obtenção de imagens de domínio público, procedentes de sensores remotos orbitais para extração da estimativa de temperatura de superfície. Conforme supracitado, as cenas foram capturadas no ano de 2016, provenientes do Landsat 8, na órbita 215 e ponto 69, de acordo com os critérios de adequação às necessidades de resolução espectral, radiométrica, espacial e temporal do problema em questão e pensando o mapeamento em escala intraurbana, incluindo nebulosidade máxima de 10% e 20%. A cena imageada pelos sensores OLI, obtida na banda 10, possui resolução espacial de 100 metros, contudo encontram-se processada e disponibilizada com resolução de 30 metros, no *Datum* WGS 1984, projeção

UTM, devendo ser reprojeta para o Sul em função da localização estudada, estando ainda ortorretificada de acordo com o padrão Nível 1 de correção das imperfeições geométricas. As imagens foram adquiridas via webportal da USGS Earth Explorer.

b) Processamento das imagens selecionadas para obtenção da TST, inicia-se com a máscara da cena total gerada pelo sensor, utilizando-se como base para mapeamento o arquivo vetorial de limites de bairro (SANTOS *et al.*, 2010) de Salvador, mantendo, para fins de cálculo, apenas a porção terrestre continental e insular imageada. Em seguida foi aplicada a normalização dos valores de níveis de cinza (NC), ou número digital (DN) a cada pixel, em radiância (Eq. 3). Nesse procedimento se utilizou as informações do arquivo de metadados da banda 10 e adotou-se a emissividade do solo edificado igual a 0,95, correspondente ao valor médio para áreas urbanas construídas, no cálculo das equações. Para a conversão de níveis de cinza (DN) em radiância, empregou-se a Eq. 3:

$$L_{\lambda} = \frac{(L_{max\lambda} - L_{min\lambda})}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} (DN - Q_{calmin}) + L_{min\lambda} \quad Eq. 3$$

Onde L é a radiância espectral, sendo L_{max} e L_{min} as radiâncias máximas e mínimas detectadas pelo sensor no comprimento de onda do infravermelho, para cada banda na cena específica. Enquanto Q_{calmax} e Q_{calmin} são as quantizações máxima e mínima, as quais se referem aos valores a serem registrados em cada pixel.

Nessa etapa é gerado o arquivo matricial das TST no formato *geotiff*, por procedimento da inversão da equação de Plank aplicada para corpos radiadores seletivos (USGS, 2016), parâmetro físico que diz respeito ao fluxo de calor dado em função do balanço da radiação absorvida e emitida pelas superfícies, seguida da conversão da temperatura dos alvos em Kelvin (K) para graus Celsius (°C) com base na Eq. 4:

$$T = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{\varepsilon k_1}{L} + 1\right)} - 273.15 \quad Eq. 4$$

Onde k₁ = 774,89 W/m²*sr*µm e k₂ = 1321,08 W/m²*sr*µm, são constantes de calibração inerentes ao sensor da banda 10 (termal) do Landsat-8, obtidas no arquivo de metadados, e ε = 0.95, a emissividade fixa da superfície adotada nesta pesquisa para áreas construídas.

No processamento das imagens da banda 10 termal utilizou-se o software livre QGis, versão 2.8.1, desenvolvido pelo projeto do Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) a partir de 2007 (OSGEO, 2016).

4.2.3 Procedimentos para a Análise Comparativa entre a Cobertura Vegetal e a Temperatura de Superfície em Salvador

A partir das imagens de satélite processadas, resultando na obtenção da distribuição da cobertura vegetal e do comportamento da TST no território estudado, foram identificados 47 pontos amostrais representativos dos diversos padrões de uso e da cobertura do solo urbano, com objetivo de se obter dados para análise de cada ponto relacionado a um determinado padrão do solo urbano, conforme apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Padrões e Características do Uso e da Cobertura do Solo Urbano de Salvador

Padrão	Característica amostra/ <i>buffer</i> (área 7.725m ²)
Vegetação Contínua	Alta densidade e baixa antropização. Local: parques urbanos, encostas e bolsões urbanos.
Vegetação Fragmentada	Baixa densidade e alta antropização. Local: dunas vegetadas, praças, canteiros e áreas livres com vegetação rebrotada.
Ocupação Planejada Arborizada ou Ocupação Planejada com Vegetação Fragmentada (duna)	Ordenamento do solo edificado e >15% de vegetação contínua ou >15% de vegetação fragmentada (os pontos foram selecionados em vegetação de dunas).
Ocupação Precária Arborizada	Ocupação espontânea do solo edificado e > 15% de vegetação contínua.
Ocupação Planejada (sem vegetação significativa)	Ordenamento do solo edificado e < 15% de vegetação contínua ou fragmentada.
Ocupação Precária (sem vegetação significativa)	Ocupação espontânea do solo edificado e < 15% de vegetação contínua ou fragmentada.
Ocupação Precária e Centro Comercial ou Industrial	Ocupação espontânea do solo edificado incluindo centro comercial ou industrial urbano e < 15% de vegetação contínua ou fragmentada.

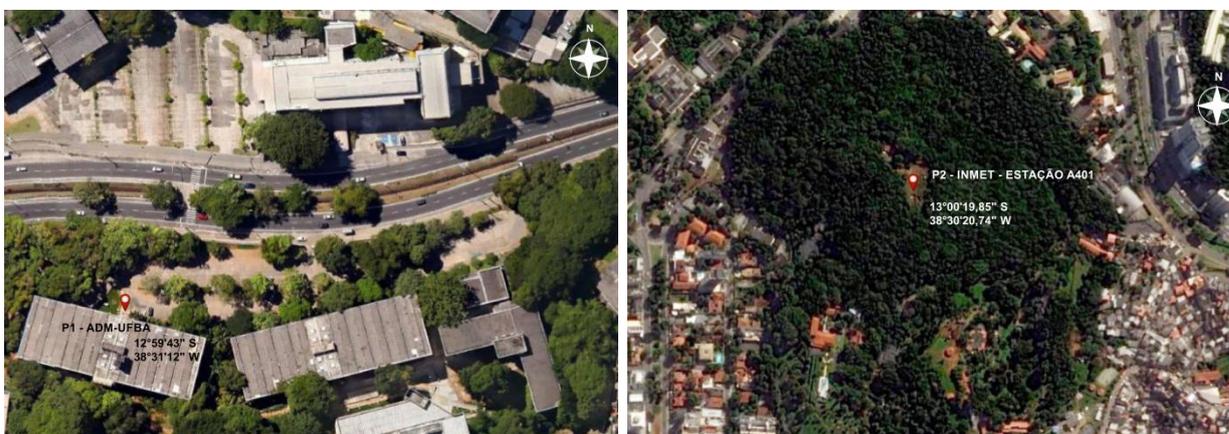
Fonte: Própria (2018).

Observou-se uma tendência na repetição do valor da TST identificado nos pontos amostrais de um mesmo padrão representativo estudado, seja nos dois padrões de cobertura do solo (vegetação contínua e fragmentada), como nos cinco do uso do solo (Quadro 2). Desse modo,

os 47 pontos se mostraram suficientes como amostragem da pesquisa exploratória desses 7 padrões.

No presente estudo foi, ainda, realizada uma análise exploratória preliminar de manchas homogêneas com predominância de tipologia de uso e da cobertura do solo intraurbano por observação da imagem da composição Falsa Cor, processada da cena do Sentinel-2 (ESA, 2016), acompanhada da conferência por meio de imagens de maior resolução do Google Earth Explorer (Figura 7).

Figura 7 – Pontos amostrais P1 - Cobertura Vegetal Fragmentada e P2 Cobertura Vegetal Contínua



Fonte: Google Earth (2016), adaptação própria (2018).

Ressalta-se que esse processo envolveu alto grau de generalização, sendo indicadas as situações de maior homogeneidade identificadas na superfície, representativas do ambiente urbano, portanto correspondendo a uma exploração preliminar. Verificou-se na superfície de **solo edificado** dois tipos predominantes de manchas homogêneas apresentando as seguintes características urbanísticas:

- **ocupação precária** (edificações predominantes baixas, alta densidade construtiva da superfície) e
- **ocupação planejada** (edificações predominantes de média altura, média densidade construtiva da superfície).

5. COBERTURA VEGETAL E A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NO MEIO URBANO DE SALVADOR

O presente trabalho partiu de dois levantamentos realizados no território estudado, primeiro da distribuição da cobertura vegetal, permitindo o cálculo de seus indicadores, seguido do comportamento da TST em Salvador no ano de 2016. A detecção dessas informações mapeadas para todo o território intraurbano resultou na análise da influência da cobertura vegetal na qualidade térmica urbano-ambiental.

A análise se iniciou com a apresentação dos resultados levantados da cobertura vegetal de Salvador em 2016 na forma de mapas e tabelas, prosseguindo-se da mesma forma em uma segunda etapa para as informações de TST. Na primeira etapa ainda foi verificado o cruzamento da distribuição da cobertura vegetal intraurbana detectada em 2016 na sobreposição do Mapa 07 - SAVAM/2016 e Mapa 01 – Macrozoneamento/2016, anexos constantes da Lei nº 9.069 - PDDU/2016 e referenciados no Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), Lei municipal nº 9.187/2017a. Na terceira etapa foram apresentados e discutidos os resultados da influência da distribuição da cobertura vegetal no comportamento da TST na superfície de Salvador, apontando-se as repercussões e perspectivas para o município.

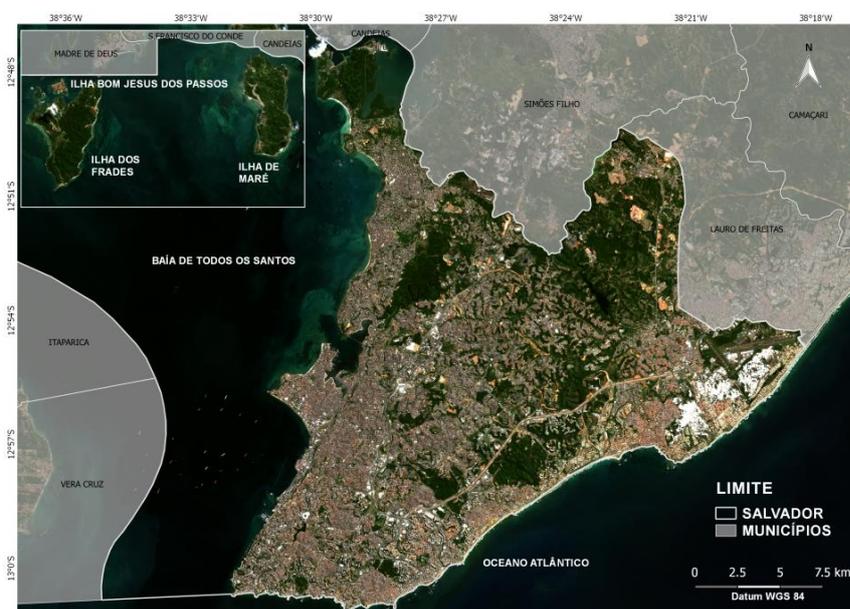
5.1 COBERTURA VEGETAL DE SALVADOR: INDICADORES E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

5.1.1 Cobertura Vegetal Contínua e Fragmentada de Salvador

Conforme resultados apresentados nas Figura 8 e Figura 9, de acordo com a metodologia descrita para obtenção de imagens dos sensores orbitais, foi selecionada a cena do satélite Sentinel-2 (ESA) na órbita 52, capturadas em 09 de agosto de 2016, horário local de 9h 53min (UTC-3:00). A cena selecionada correspondeu à única imagem disponibilizada do ano de 2016, dentre todas do período, que atendeu ao critério da máxima nebulosidade de 10%. É importante lembrar que Salvador tem como característica o percentual de nebulosidade acima de 50% ao longo de todas as estações do ano (INMET, 2016) e o uso da cena selecionada de 2016 se mostrou bastante adequada.

Desse modo, foram identificadas quatro imagens da cena selecionada, correspondentes às bandas (sensores) que detêm a assinatura espectral dos alvos urbanos predefinidos, possibilitando duas composições, transformadas em arquivo formato *geotiff* (matricial). Na primeira composição se empregou as bandas B4, B3 e B2, onde foram atribuídas as cores Red (vermelho), Green (verde) Blue (azul), RGB, na sequência 4R3G2B, originando o mapa denominado Cor Verdadeira (Figura 8).

Figura 8 – Mapa da Composição Cor Verdadeira - Sentinel-2. Cobertura Vegetal. Salvador, 09/08/2016

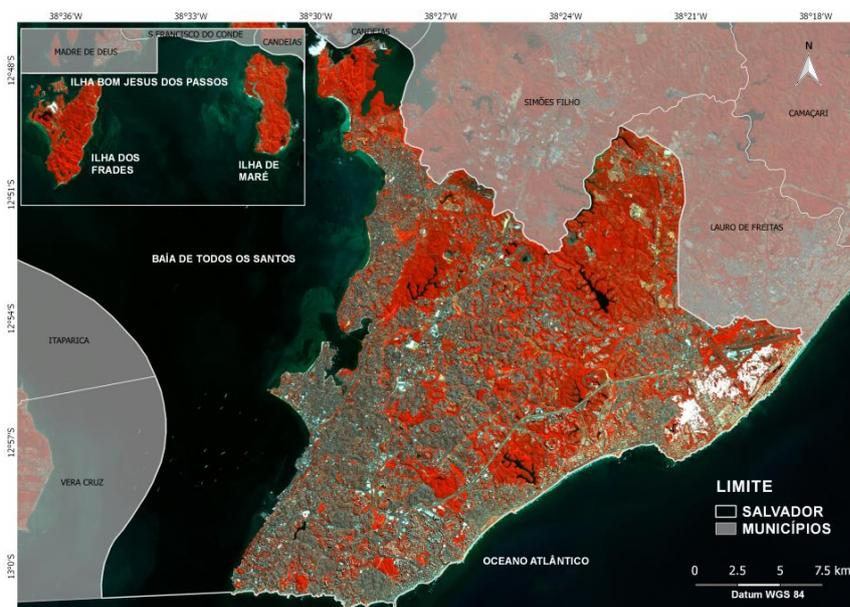


Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Brasil (2016).

Em seguida, foi processada a composição da imagem RGB (Red, Green, Blue) Falsa Cor, utilizando-se as bandas correspondentes B8, B4 e B3, na sequência 8R4G3B (Figura 9). A composição produzida originou a visualização da vegetação que recobre o solo urbano na cor vermelha atribuída ao canal, apresentando a refletância capturada na banda 8, conforme a assinatura espectral do processo de fotossíntese proveniente da vegetação.

Na construção dos dois mapas foi utilizada a delimitação municipal disponibilizada pelo portal do IBGE (BRASIL, 2016) na forma de arquivo vetorial, que envolve as superfícies terrestre e marítima.

Figura 9 – Mapa da Composição Falsa Cor - Sentinel-2. Cobertura Vegetal. Salvador, 09/08/2016



Fonte: Própria (2016), a partir de ESA (2016), com base em Brasil (2016).

A partir da composição Falsa Cor realizou-se o processamento da classificação supervisionada descrito na metodologia, que resultou na espacialização e quantificação das cinco **classes temáticas** dos alvos urbanos predefinidos, apresentadas na Classificação do Uso e da Cobertura do Solo de Salvador (Figura 10) para a totalidade da superfície municipal no ano de 2016. A classe temática definida por **vegetação contínua**, constituída de aglomerados arbóreos de maior porte, pode ser encontrada em Salvador nas zonas de conservação ambiental de parques urbanos e das encostas, largamente identificadas na falha geológica (porção Oeste). Esse padrão de cobertura vegetal ainda é encontrado nos bolsões de vegetação dos vazios da malha urbana, envolvendo formatos menos extensos, em parte procedentes de remanescentes da Mata Atlântica em diferentes condições de conservação/degradação. A classe temática identificada como **vegetação fragmentada** foi detectada em pequena proporção, devido à reduzida dimensão desses fragmentos vegetados, que dificultam sua detecção por meio da segmentação utilizada para a resolução espacial da imagem, aplicado ao processamento da classificação com grupamento mínimo de extração das manchas de vegetação de 50 pixels (5.000m²).

O resultado do processamento de classificação, que delimitou cinco **classes temáticas/alvos urbanos** predefinidos, registrou na porção continental municipal (Tabela 2) 29% de cobertura vegetal contínua, 9% de cobertura vegetal fragmentada (antropizada), 2% de água superficial ou sombra das edificações, 4% de solo permeável (dunas e solo exposto) e 55% de solo

edificado, em função da intensiva antropização do ambiente urbanizado. Ainda foram registrados percentuais insignificantes de nuvens com respectivas sombras e de porção não classificada pelo processamento. Observa-se que as áreas com alta absorção de energia, classificadas como água, podem sofrer confusão com áreas de sombra, no entanto seu baixo percentual não compromete o resultado final. Nas tabelas de classificação está identificado o Digital Number (DN), que foi atribuído no processamento para cada uma das cinco classes predefinidas. Para as informações de outros elementos que não se categorizaram como **classes temáticas** relevantes à pesquisa, tais como nuvens e respectivas sombras, não foram atribuídos DN, nem correlacionadas cores para sua identificação no mapa. Na Figura 10 também foram representados quarenta e sete pontos amostrais utilizados para a análise exploratória de padrões de uso e da cobertura do solo realizada na superfície do município, discutidos em item específico no presente estudo.

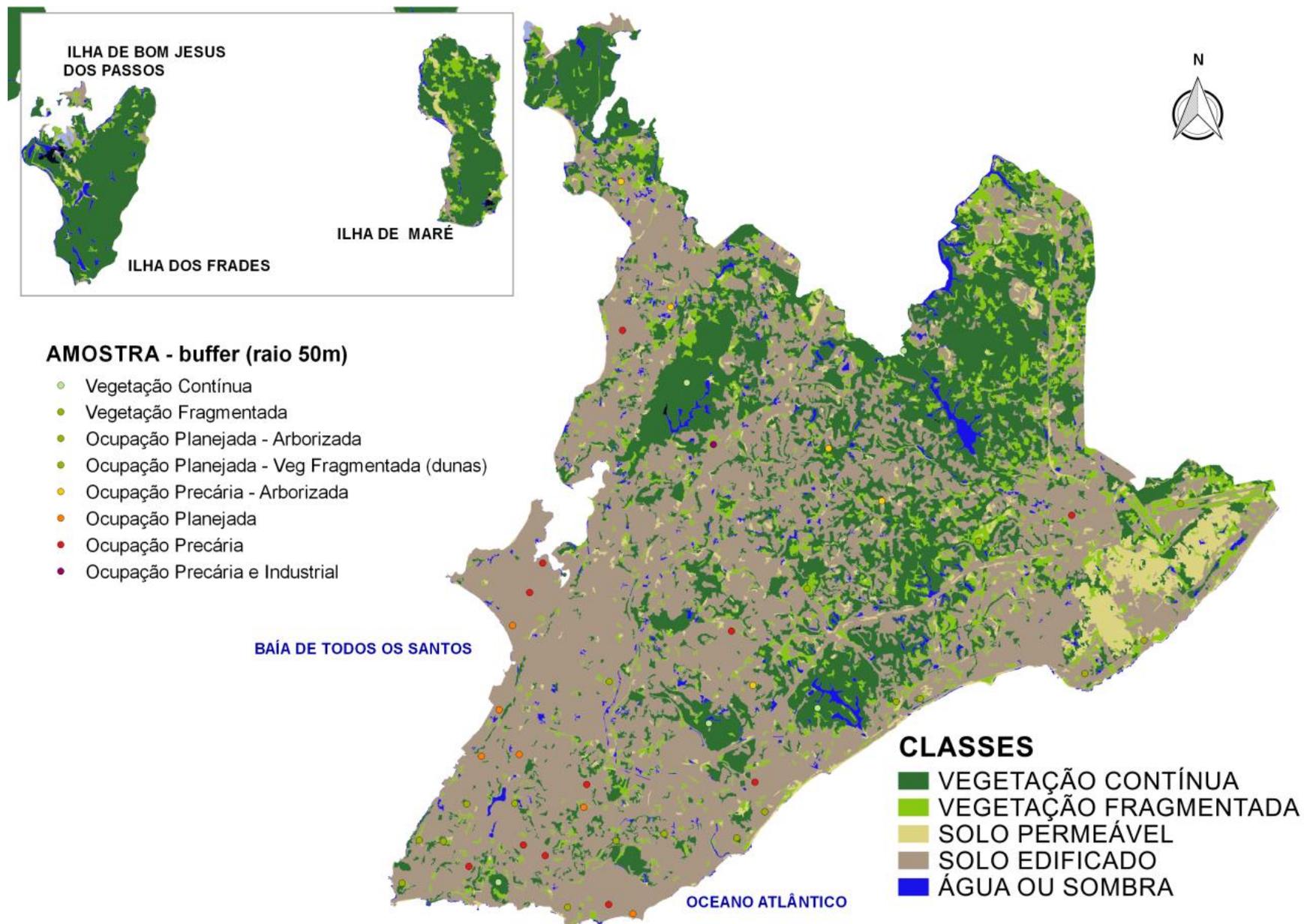
Tabela 2 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Porção Continental, Salvador. 2016

DN	Classe	Área (m ²)	(%)
1	Cobertura Vegetal Contínua	81.859.925	29,4
2	Cobertura Vegetal Fragmentada	24.883.083	8,9
3	Solo Permeável (dunas e solo exposto)	12.029.086	4,3
4	Solo Edificado	152.172.995	54,7
5	Água (ou sombra edificações)	6.798.717	2,4
Outras informações		-	-
-	Sombra de nuvem	46.884	0
-	Nuvem	100.365	0
-	Total classificado	277.891.055	99,8
-	Não classificado	532.308	0,2
Área total porção continental – Salvador		278.423.363	100,0

Fonte: Própria (2018).

Para a área de 25,11km² que compõe o somatório da superfície das três ilhas pertencentes ao município de Salvador, o processamento de classificação registrou 75% de cobertura vegetal contínua, 9% de cobertura vegetal fragmentada, 5% de água superficial ou sombra das edificações, 3% de solo permeável (dunas e solo exposto) e 6% de solo edificado, restando percentual insignificante de nuvens e respectivas sombras, bem como de parcela não classificada, que recobrem a porção insular integral do município no ano de 2016. Esses percentuais foram obtidos por meio de cálculo utilizando o somatório das áreas de cobertura vegetal das Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, onde se encontram os dados individualizados relativos a cada uma das três ilhas/bairros do município (Ilha dos Frades, Ilha de Maré e Ilha de Bom Jesus dos Passos). Ressalta-se que os resultados foram apresentados em metros quadrados, para atender o detalhamento necessário à informação de cálculo do indicador ICV (m²/hab) utilizado nesta pesquisa.

Figura 10 - Classificação do Uso e da Cobertura do Solo de Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Tabela 3 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha dos Frades, Salvador. 2016

DN	Classe	Área (m ²)	(%)
1	Cobertura Vegetal Contínua	10.694.288	78,5
2	Cobertura Vegetal Fragmentada	842.213	6,2
3	Solo Permeável (dunas e solo exposto)	263.081	1,9
4	Solo Edificado	479.684	3,5
5	Água (ou sombra edificações)	939.130	6,9
Outras informações			
-	Sombra de nuvem	225.993	1,7
-	Nuvem	152.308	0,0
-	Total classificado	13.596.697	99,8
-	Não classificado	32.078	0,2
Área total Ilha dos Frades		13.628.776	100,0

Fonte: Própria (2018).

Tabela 4 – Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha de Maré, Salvador. 2016

DN	Classe	Área (m ²)	(%)
1	Cobertura Vegetal Contínua	8.127.390	73,8
2	Cobertura Vegetal Fragmentada	1.316.707	12,0
3	Solo Permeável (dunas e solo exposto)	545.957	5,0
4	Solo Edificado	666.935	6,1
5	Água (ou sombra edificações)	268.054	2,4
Outras informações			
-	Sombra de nuvem	64.677	0,6
-	Nuvem	0	0,0
-	Total classificado	10.989.720	99,8
-	Não classificado	22.627	0,2
Área total Ilha de Maré		11.012.347	100,0

Fonte: Própria (2018).

Tabela 5 - Classificação do Uso e Cobertura do Solo da Ilha Bom Jesus dos Passos, Salvador. 2016

DN	Classe	Área (m ²)	(%)
1	Cobertura Vegetal Contínua	101.995	21,8
2	Cobertura Vegetal Fragmentada	70.763	15,1
3	Solo Permeável (dunas e solo exposto)	9.845	2,1
4	Solo Edificado	245.416	52,5
5	Água (ou sombra edificações)	33.828	7,2
Outras informações			
-	Sombra de nuvem	0	0,0
-	Nuvem	0	0,0
-	Total classificado	461.847	98,8
-	Não classificado	5.535	1,2
Área total Ilha Bom Jesus dos Passos		467.381	100,0

Fonte: Própria (2018).

Em síntese, para a superfície terrestre total do município, no ano de 2016, o resultado da área de cobertura vegetal contínua detectada foi de 100,79km², correspondendo a,

aproximadamente, 33% da área municipal (continente e ilhas). Em pesquisa realizada para o ano de 2007 a área de cobertura vegetal identificada foi de 103,75km² (AFONSO *et al.*, 2010), que correspondeu a 34% do município. No entanto, nesse estudo a resolução espacial das imagens utilizadas para o processamento da classificação foi de 30 x 30 metros, que implicou na feição mínima de 900m² na detecção do alvo. Por outro lado, para o ano de 2016, a imagem utilizada se caracterizou pela resolução espacial de 10 x 10 metros, que correspondeu a 100m² de feição mínima detectável, o que permitiu uma apuração nove vezes maior da feição mínima/pixel utilizada na modelagem do processamento de classificação. No pré-processamento realizado, utilizando a segmentação 5-50 (5 de semelhança x 50 de agrupamento de pixel), obteve-se a dimensão mínima por amostra igual a 5.000m², equivalente ao agrupamento de 50 pixels da imagem. Desse modo, foi alcançado um maior refinamento na classificação supervisionada realizada nesta pesquisa, que implicou em um resultado percentual encontrado não muito diferenciado para nove anos depois (2007/2016).

De outro modo, a área de cobertura vegetal total do município para 2009 informada em pesquisa de Oliveira *et al.* (2013) foi de 86,17km², correspondendo a 28% do município, sendo inferior aos 33% detectados neste estudo para 2016. Nesse caso, salienta-se que, em função dos diferentes objetivos de cada projeto, a metodologia aplicada para o ano de 2009 na extração da vegetação foi realizada de forma distinta dos procedimentos do presente estudo para 2016. Para detecção da cobertura vegetal em 2009, nos procedimentos da segmentação e para a classificação foi utilizada a imagem gerada (*geotiff*), do processamento de extração do Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), índice que identifica a densidade de biomassa. Consequentemente, nesse caso, a diferença quantitativa dos resultados não representa um acréscimo real da cobertura vegetal na superfície do município, devendo ser compreendida exclusivamente em função da aplicação distinta dos métodos de extração. No presente estudo foi realizado um trabalho de detalhamento extensivo (2.350 amostras), com o objetivo de extrair informações de duas classes de cobertura vegetal (continua e fragmentada) para obtenção de sua distribuição intraurbana e verificação de sua relação com as Temperaturas de Superfície Terrestre no município para o ano de 2016.

Desse modo, compreende-se que a realização da análise de alteração temporal da cobertura vegetal nessa dimensão territorial, baseada em dados cientificamente comparáveis, requer não apenas a aplicação da mesma metodologia na sequência dos procedimentos para extração das informações do alvo estudado, como também se faz necessário uma associação cuidadosa de

resolução espacial e também radiométrica, priorizando a obtenção de imagens pertencentes ao mesmo sistema de satélites. Complementando esta argumentação, havia a expectativa de que nas duas últimas décadas houvesse uma diminuição significativa da cobertura vegetal em face da ocupação do entorno da Av. Paralela e em face dos empreendimentos do Projeto Minha Casa Minha Vida, no entanto tal avaliação fica prejudicada pelo fato de não se dispor de uma condição de comparabilidade em face das diferenças nas técnicas aplicadas.

5.1.2 Distribuição da Cobertura Vegetal Por Bairro (ICV e PCV)

A delimitação e quantificação da distribuição da cobertura vegetal por bairro, no município de Salvador em 2016, permitiram o cálculo do Índice de Cobertura Vegetal (ICV - m²/hab) e o indicador do Percentual de Cobertura Vegetal (PCV - %), organizados na Tabela 7. A detecção da vegetação por bairro se encontra representada no mapa de distribuição da cobertura vegetal (Figura 11) e nos mapas de distribuição do PCV e ICV (Figura 12).

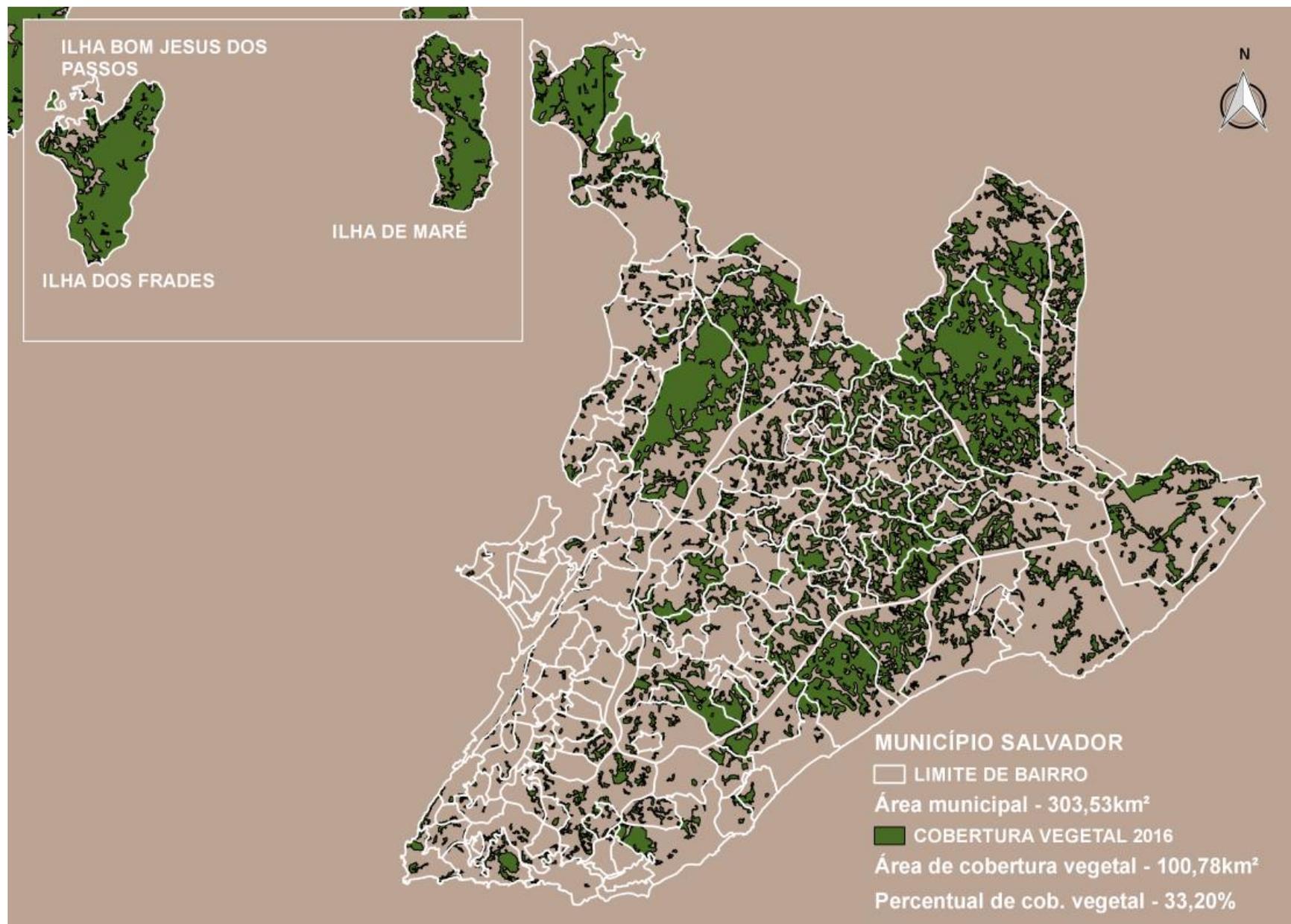
Na análise intraurbana da distribuição da vegetação de Salvador constatou-se que o valor da Cobertura Vegetal (CV) variou de 0% a 78,5%. Em 128 bairros (78,53% dos 163 bairros) o PCV identificado foi inferior a 30% (Tabela 6). Em apenas 35 bairros (21,47% do total) o PCV foi maior ou igual a 30%, envolvendo nesse grupo duas ilhas com baixa densidade populacional. Esse comportamento evidenciou a condição na distribuição espacial por bairro da CV no município. Verificou-se, ainda, que dentre os bairros com PCV abaixo de 30%, pelo menos 67 (41,10% do total), continha PCV inferior a 10%. Um total de 11 bairros registrou 0% de vegetação no ano de estudo. Esses valores estão apresentados na Tabela 6 e representados na Figura 12, já a localização dos bairros está identificada na Figura 13.

Tabela 6 – Faixa de PCV (%) para os Bairros de Salvador. 2016

PCV (%)	Número de bairros por faixa	Número de bairros acumulado por faixa	Bairros		Bairros acumulado	
			% por faixa	% por faixa ajustado	% por faixa	% por faixa ajustado
≥ 0 - < 1	11	11	6,75	7	6,75	7
≥ 1 - < 5	28	39	17,18	17	23,93	24
≥ 5 - < 10	28	67	17,17	17	41,10	41
≥ 10 - < 15	18	85	11,04	11	52,15	52
≥ 15 - < 30	43	128	26,38	26	78,53	79
≥ 30 - < 55	26	154	15,95	16	94,48	94
≥ 55	9	163	5,52	6	100,00	100
Total	163	163	100		100	

Fonte: Própria (2018).

Figura 11 – Distribuição da Cobertura Vegetal por Bairro, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Tabela 7 - Índice e Indicador de Cobertura Vegetal por Bairro, Salvador. 2016

NOME	Tipologia	ÁREA	POPULAÇÃO	2016				PCV x ICV	
				DENSIDADE POPULACIONAL	COBERTURA VEGETAL	Percentual Cob.Vegetal	Índice Cob.Vegetal		
Bairro		(m²)	Total (hab)	(hab/km²)	VEGETAL Área (m²)	PCV (%)	ICV (m²/hab)	(%) m²/hab	
SALVADOR (total município)		303.531.868	2.938.092	9.680	100.789.334	33	34		
Amaralina	ocupação precária + pouca planejada	476.213	4.530	9.512	0	0	0	FAIXA PCV 0% veg ICV 0m²/hab	
Caminho de Areia	ocupação precária	371.450	13.526	36.415	0	0	0		
Curuzu	ocupação precária	385.502	18.317	47.515	0	0	0		
Mares	ocupação precária	264.941	2.590	9.777	0	0	0		
Massaranduba	ocupação precária	531.599	22.137	41.643	0	0	0		
Pero Vaz	ocupação precária	456.761	24.217	53.019	0	0	0		
Roma	ocupação precária	269.900	3.993	14.793	0	0	0		
Vale das Pedrinhas	ocupação precária	155.929	5.668	36.352	0	0	0		
Vila Ruy Barbosa/Jardim Cruzeiro	ocupação precária	420.422	21.356	50.795	0	0	0		
Ribeira	ocupação precária + pouca planejada	852.102	21.498	25.230	78	0	0		
Boa Viagem	ocupação precária	239.844	2.550	10.631	140	0	0		
Macaúbas	ocupação precária	296.845	9.395	31.650	1.658	1	0		
Caçada	ocupação precária	734.971	5.517	7.506	4.641	1	1		FAIXA PCV 1% veg ICV menor 5m²/hab
Bonfim	ocupação precária + pouca planejada	900.672	10.372	11.516	6.291	1	1		
Cidade Nova	ocupação precária	593.735	20.558	34.625	5.666	1	0		
Uruguaí	ocupação precária	910.271	33.349	36.636	10.814	1	0		
Pau Miúdo	ocupação precária	704.385	22.774	32.332	9.858	1	0		
Calabar	ocupação precária	141.302	6.009	42.524	2.037	1	0		
Fazenda Grande do Retiro	ocupação precária	1.482.929	59.083	39.842	22.877	2	0		
Nordeste de Amaralina	ocupação precária	642.745	24.034	37.392	12.636	2	1		
Caminho das Árvores	ocupação planejada	2.045.234	13.532	6.616	40.374	2	3		
IAPI	ocupação precária	983.236	26.850	27.308	20.211	2	1		
Engenho Velho da Federação	ocupação precária	600.834	26.963	44.877	13.596	2	1		
Saramandaia	ocupação precária	327.729	12.378	37.768	7.712	2	1		
Santa Mônica	ocupação precária	319.206	8.114	25.419	7.717	2	1		
Chapada do Rio Vermelho	ocupação precária + pouca planejada	611.589	24.108	39.419	14.917	2	1		
Liberdade	ocupação precária	1.212.451	45.902	37.859	31.456	3	1		
Cosme de Farias	ocupação precária	963.093	42.102	43.715	27.670	3	1		
Rio Vermelho	ocupação planejada + pouca precária	1.698.501	20.132	11.853	51.501	3	3		
Engomadeira	ocupação precária	354.003	13.781	38.929	12.442	4	1		
Bairro da Paz	ocupação precária	1.400.388	21.310	15.218	52.125	4	2		
Caixa D'Água	ocupação precária	803.049	24.648	30.692	30.026	4	1		
São Caetano	ocupação precária	1.693.339	56.177	33.175	63.426	4	1		
Centro	ocupação planejada	853.833	17.234	20.185	32.831	4	2		
Alto das Pombas	ocupação precária	133.996	5.309	39.622	5.206	4	1		
Mangueira	ocupação precária	288.128	13.517	46.915	11.218	4	1		
Comércio	ocupação planejada + comercial	1.404.535	1.477	1.052	57.641	4	39	ICV maior 30m²/hab	
Tororó	ocupação precária + planejada	439.407	5.180	11.788	18.331	4	4		
Barris	ocupação precária + planejada	445.586	5.320	11.940	18.630	4	4		
Barbalho	ocupação precária + planejada	523.486	10.132	19.355	25.587	5	3		
Boa Vista de Brotas	ocupação precária + pouca planejada	211.564	3.255	15.384	10.433	5	3	FAIXA PCV 5% veg ICV menor 15m²/hab	
Saúde	ocupação precária + pouca planejada	284.115	6.843	24.086	14.914	5	2		
Retiro	ocupação precária	1.102.232	288	261	58.480	5	203	ICV maior 30m²/hab	
Stella Maris	ocupação planejada	5.466.612	22.666	4.146	312.821	6	14		
Fazenda Coutos	ocupação precária	854.609	26.634	31.165	49.994	6	2		
Beiru/Tancredo Neves	ocupação precária	1.602.074	55.361	34.556	94.464	6	2		
Garça	ocupação planejada + pouca precária	792.754	15.571	19.641	47.350	6	3		
São João do Cabrito	ocupação precária	921.492	23.372	25.363	56.585	6	2		
Marechal Rondon	ocupação precária	648.434	21.380	32.971	40.194	6	2		
Bom Juá	ocupação precária	421.531	17.051	40.450	26.675	6	2		
Nazaré	ocupação planejada + pouca precária	1.113.909	13.804	12.392	71.870	6	5		
Alto do Coqueirinho	ocupação precária	465.588	12.238	26.285	30.823	7	3		
Lapinha	ocupação precária	326.008	5.495	16.855	22.920	7	4		
Santa Cruz	ocupação precária	600.958	29.739	49.487	42.833	7	1		
Canela	ocupação planejada	365.505	5.863	16.040	26.308	7	4		
Boa Vista de São Caetano	ocupação precária	589.591	19.423	32.943	42.614	7	2		
Jardim Santo Inácio	ocupação precária	372.898	9.520	25.531	27.926	7	3		
Centro Histórico	ocupação precária + pouca planejada	388.866	2.474	6.362	29.981	8	12		
Porto Seco Pirajá	ocupação precária + indústrias	1.114.255	79	71	89.254	8	1.129	ICV maior 30m²/hab	
Costa Azul	ocupação planejada + pouca precária	1.045.775	22.186	21.215	83.867	8	4		
Monte Serrat	ocupação precária + pouca planejada	418.319	7.236	17.299	33.955	8	5		
Granjas Rurais Presidente Vargas	ocupação precária	1.545.533	2.194	1.420	133.201	9	61	ICV maior 30m²/hab	
Santa Luzia	ocupação precária	395.726	8.457	21.372	36.427	9	4		
Baixa de Quintas	ocupação precária	246.701	2.344	9.503	22.724	9	10		
Vila Laura	ocupação precária + pouca planejada	837.249	15.949	19.049	77.417	9	5		
Lobato	ocupação precária	1.508.191	32.030	21.237	140.869	9	4		
Itacaranha	ocupação precária	1.018.237	17.666	17.350	95.160	9	5		
Engenho Velho de Brotas	ocupação precária	939.675	28.224	30.036	90.633	10	3	FAIXA PCV 10% veg ICV menor 15m²/hab	
Pernambúes	ocupação precária	3.173.102	71.357	22.488	311.387	10	4		
Capelinha	ocupação precária	420.145	17.606	41.904	41.843	10	2		
Boca do Rio	ocupação precária	2.688.000	52.743	19.622	269.841	10	5		
Praia Grande	ocupação precária	394.860	6.688	16.939	41.265	10	6		
Arenoso	ocupação precária	550.050	18.233	33.147	57.727	10	3		
Acupe	ocupação planejada + pouca precária	512.477	12.313	24.026	54.632	11	4		
São Gonçalo	ocupação precária	754.104	18.969	25.155	82.354	11	4		
Federação	ocupação precária + pouca planejada	2.150.570	39.928	18.566	245.539	11	6		
Calabetão	ocupação precária	587.860	8.014	13.632	70.941	12	9		
Graça	ocupação planejada	860.301	20.264	23.555	106.647	12	5		
Itapua	ocupação precária + pouca planejada	9.879.454	73.529	7.443	1.231.122	12	17	ICV maior 15m²/hab	
Jardim Armação	ocupação planejada + pouca precária	1.029.005	3.322	3.228	130.458	13	39	ICV maior 30m²/hab	
Alto do Cabrito	ocupação precária	1.112.951	18.723	16.823	150.599	14	8		
Alto da Terezinha	ocupação precária	943.054	15.384	16.313	131.225	14	9		
Santo Antônio	ocupação precária + pouca planejada	329.882	4.579	13.881	46.102	14	10		
Coutos	ocupação precária	1.785.413	28.556	15.994	251.604	14	9		
Matatu		656.758	11.576	17.626	94.323	14	8		

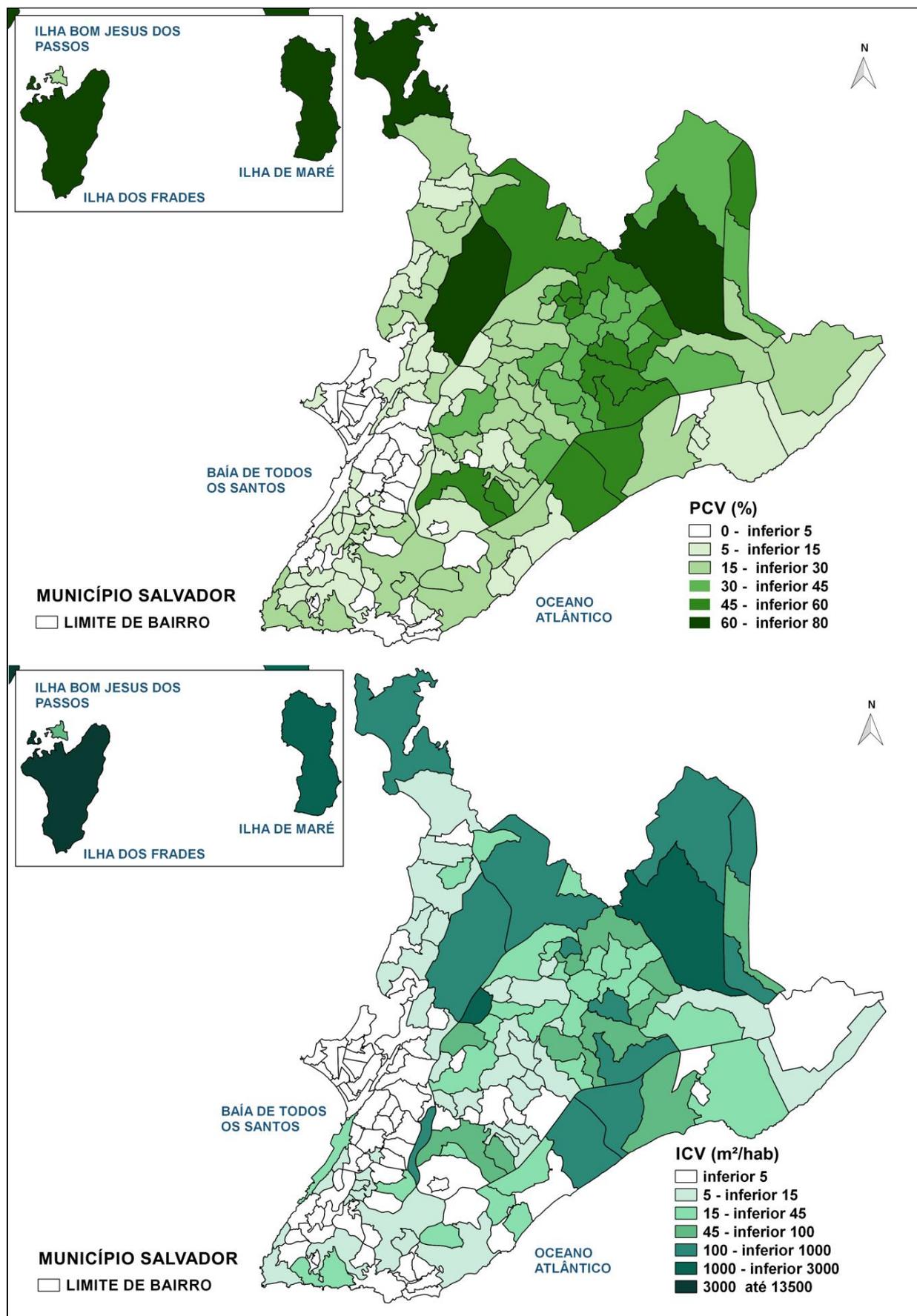
Fonte: Própria (2018), com base em Bahia (2016); ESA (2016).

Tabela 7 – Índice e Indicador de Cobertura Vegetal por Bairro, Salvador. 2016. Continuação

NOME Bairro	Tipologia	ÁREA (m²)	POPULAÇÃO Total (hab)	DENSIDADE POPULACIONAL	2016			PCV x ICV (%) m²/hab
					COBERTURA VEGETAL Área (m²)	Percentual Cob.Vegetal PCV (%)	Índice Cob.Vegetal ICV (m²/hab)	
Campinas de Pirajá	ocupação precária c/vegetação	957.115	12.818	13.392	139.723	15	11	FAIXA
Santo Agostinho	ocupação planejada + precária c/veg.	216.063	5.266	24.374	32.285	15	6	PCV 15% veg
Paripe	ocupação precária c/vegetação	4.856.116	60.437	12.446	728.038	15	12	ICV menor 15m²/hab
Pau da Lima	ocupação precária c/vegetação	1.145.106	27.115	23.679	176.925	15	7	
Rio Sena	ocupação precária c/vegetação	1.045.416	17.985	17.204	161.901	15	9	
Barra	ocupação planejada c/vegetação	1.351.677	18.995	14.053	214.916	16	11	
Narandiba	ocupação precária c/vegetação	1.123.706	17.440	15.520	180.138	16	10	
Nova Sussuarana	ocupação precária c/vegetação	489.042	13.403	27.407	79.175	16	6	
São Cristóvão	ocupação precária c/vegetação	4.233.887	59.193	13.981	721.266	17	12	
Pituba	ocupação planejada c/vegetação	4.427.348	71.551	16.161	761.655	17	11	
Candeal	ocupação planejada + precária c/veg.	664.312	14.882	22.403	116.213	17	8	
Novo Horizonte	ocupação precária c/vegetação	1.008.778	14.222	14.099	178.244	18	13	
Piatã	ocupação planejada + precária c/veg.	6.180.699	12.563	2.033	1.108.477	18	88	ICV maior 30m²/hab
Cabula VI	ocupação precária c/vegetação	656.331	11.780	17.949	118.550	18	10	
Brotas	ocupação planejada + precária c/veg.	5.038.452	77.039	15.290	923.550	18	12	
Periperi	ocupação precária c/vegetação	3.382.208	54.771	16.194	626.978	19	11	
Dom Avelar	ocupação precária c/vegetação	766.187	13.003	16.972	142.149	19	11	
Jardim Cajazeiras	ocupação precária c/vegetação	690.532	8.315	12.041	130.087	19	16	ICV maior 15m²/hab
Itaigara	ocupação planejada c/vegetação	1.249.014	11.941	9.560	239.002	19	20	ICV maior 15m²/hab
Plataforma	ocupação precária c/vegetação	2.335.967	37.372	15.999	471.771	20	13	PCV 20% veg
São Marcos	ocupação precária c/vegetação	1.058.959	31.395	29.647	223.555	21	7	ICV maior 15m²/hab
Nova Constituinte	ocupação precária c/vegetação	974.783	10.333	10.600	206.072	21	20	
Águas Claras	ocupação precária c/vegetação	3.548.530	40.661	11.459	756.763	21	19	
Moradas da Lagoa	ocupação precária c/vegetação	1.344.730	17.777	13.220	292.642	22	16	
Novo Marotinho	ocupação precária c/vegetação	239.649	4.654	19.419	52.249	22	11	ICV menor 15m²/hab
Cajazeiras VI	ocupação precária c/vegetação	419.591	8.061	19.212	92.028	22	11	ICV menor 15m²/hab
Illa de Bom Jesus dos Passos	ocupação planejada + precária c/veg.	467.381	1.609	3.442	103.220	22	64	ICV maior 30m²/hab
STIEP	ocupação planejada + precária c/veg.	1.245.350	14.984	12.032	275.482	22	18	
Luiz Anselmo	ocupação precária c/vegetação	958.926	12.631	13.172	213.649	22	17	
Sussuarana	ocupação precária c/vegetação	1.546.363	31.635	20.457	350.445	23	11	ICV menor 15m²/hab
São Rafael	ocupação precária c/vegetação	1.904.203	28.320	14.872	435.485	23	15	
Castelo Branco	ocupação precária c/vegetação	2.284.015	36.797	16.111	537.054	24	15	
Jardim das Margaridas	ocupação precária c/vegetação	2.324.426	5.042	2.169	547.491	24	109	ICV maior 30m²/hab
Palestina	ocupação precária c/vegetação	828.299	6.596	7.964	197.667	24	30	ICV 30m²/hab
Vitória	ocupação planejada c/vegetação	318.017	5.737	18.041	75.918	24	13	ICV menor 15m²/hab
Aeroporto 1	ocupação institucional c/vegetação	10.116.034	0	0	2.420.364	24	-	
Vila Canária	ocupação precária c/vegetação	897.110	12.318	13.731	218.511	24	18	
Arraial do Retiro	ocupação precária c/vegetação	576.808	9.815	17.015	141.592	25	14	PCV 25% veg
Ondina	ocupação planejada c/vegetação	2.070.992	22.289	10.762	509.646	25	23	ICV maior 15m²/hab
Barreiras	ocupação precária c/vegetação	911.418	19.722	21.638	224.790	25	11	ICV menor 15m²/hab
Imbuí	ocupação planejada + precária c/veg.	2.500.950	29.143	11.653	725.192	29	25	
Doron	ocupação precária c/vegetação	342.113	6.439	18.822	99.393	29	15	
Resgate	ocupação precária c/vegetação	442.998	7.366	16.627	130.234	29	18	
Sete de Abril	ocupação precária c/vegetação	1.565.425	20.002	12.777	478.008	31	24	FAIXA
Mussurunga	ocupação precária c/vegetação	4.897.324	33.863	6.915	1.540.306	31	45	PCV 30% veg
Itinga	ocupação precária c/vegetação	3.344.721	13.123	3.924	1.057.273	32	81	ICV maior 30m²/hab
Jardim Nova Esperança	ocupação precária c/vegetação	1.251.914	15.382	12.287	432.022	35	28	ICV menor 30m²/hab
Cajazeiras VIII	ocupação precária c/vegetação	1.271.471	14.289	11.238	477.756	38	33	
Vale dos Lagos	ocupação precária c/vegetação	1.041.599	14.121	13.557	391.599	38	28	ICV menor 30m²/hab
Centro Administrativo da Bahia 1	ocupação institucional c/vegetação	2.129.146	0	0	821.835	39	-	
Fazenda Grande III	ocupação precária c/vegetação	828.140	8.196	9.897	331.074	40	40	PCV 40% veg
Mata Escura	ocupação precária c/vegetação	2.776.403	35.522	12.794	1.134.139	41	32	ICV maior 30m²/hab
Cajazeiras X	ocupação precária c/vegetação	674.644	9.348	13.856	278.028	41	30	
Cajazeiras VII	ocupação precária c/vegetação	408.605	4.968	12.158	168.449	41	34	
Canabrava	ocupação precária c/vegetação	2.440.243	15.004	6.149	1.015.067	42	68	
Fazenda Grande II	ocupação precária c/vegetação	2.117.988	19.940	9.415	887.834	42	45	
Nova Esperança	ocupação precária c/vegetação	11.854.563	7.392	624	5.111.403	43	691	
Cajazeiras IV	ocupação precária c/vegetação	373.514	3.694	9.890	164.004	44	44	
Fazenda Grande I	ocupação precária c/vegetação	1.231.364	12.583	10.219	545.579	44	43	
Valéria	ocupação precária c/vegetação	12.220.153	28.781	2.355	5.544.037	45	193	
Areia Branca	ocupação precária c/vegetação	2.895.468	2.848	984	1.324.664	46	465	
Cabula	ocupação planejada + precária c/veg.	3.438.812	26.210	7.622	1.595.597	46	61	
Patamares	ocupação planejada c/vegetação	4.620.839	6.760	1.463	2.153.449	47	319	
Fazenda Grande IV	ocupação precária c/vegetação	1.105.247	5.242	4.743	524.437	47	100	
Cajazeiras V	ocupação precária c/vegetação	649.272	5.954	9.170	314.671	48	53	
Jaguaripe I	ocupação precária c/vegetação	1.380.135	6.025	4.366	674.946	49	112	
Pituaçu	ocupação planejada + precária c/veg.	5.893.616	16.341	2.773	3.003.306	51	184	50%
Trobogy	ocupação precária c/vegetação	3.614.308	7.860	2.175	1.872.421	52	238	ICV maior 100m²/hab
Saboeiro	ocupação precária c/vegetação	1.018.191	7.337	7.206	543.283	53	74	menor 100m²/hab
Nova Brasília	ocupação precária c/vegetação	2.942.569	18.356	6.238	1.616.424	55	88	FAIXA
Boca da Mata	ocupação precária c/vegetação	1.433.718	8.859	6.179	789.766	55	89	PCV 55% veg
Cajazeiras XI	ocupação precária c/vegetação	3.155.119	18.557	5.881	1.859.468	59	100	ICV maior 100m²/hab
Cajazeiras II	ocupação precária c/vegetação	512.067	1.249	2.438	301.884	59	242	
Pirajá	ocupação precária c/vegetação	10.944.793	33.646	3.074	6.685.870	61	199	
São Tomé	ocupação planejada + precária c/veg.	9.239.934	7.914	856	5.967.638	65	754	
Cassange	ocupação precária c/vegetação	15.119.314	5.087	336	10.525.387	70	2.069	
Illa de Maré	ocupação planejada c/vegetação	11.012.347	4.651	422	8.129.738	74	1.748	
Illa dos Frades	ocupação planejada c/vegetação	13.628.776	805	59	10.699.872	79	13.294	PCV 79% veg

Fonte: Própria (2018), com base em Bahia (2016) e ESA (2016).

Figura 12 – Distribuição do PCV e ICV por Bairro, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Na análise intraurbana da distribuição da vegetação de Salvador constatou-se que o valor do Índice de Cobertura Vegetal (ICV – m²/hab) variou de 0 a 13.294m²/hab. Em 63% (103) do total de bairros de Salvador o ICV foi inferior a 15m²/hab (Tabela 8 e Figura 13). Em apenas 42 bairros (26% do total) o ICV foi maior ou igual a 30m²/hab, envolvendo nesse grupo duas ilhas com baixa densidade populacional. Verificou-se, ainda, que dentre os bairros com ICV abaixo de 15m²/hab, 17 continham ICV igual a zero, sendo que dois deles referem-se ao Centro Administrativo da Bahia e o outro ao Aeroporto, ambos sem população. Esse comportamento evidenciou a distribuição espacial desigual por bairro do ICV no município de Salvador.

Tabela 8 – Distribuição do Índice de Cobertura Vegetal – ICV (m²/hab.) Salvador. 2016

ICV (m ² /hab)	Número de bairros por faixa	Número de bairros acumulado por faixa	Bairros		Bairros acumulado	
			% por faixa	% por faixa ajustado	% por faixa	% por faixa ajustado
≥ 0 – < 1	17	17	10,43	10	10,43	10
≥ 1 – < 5	45	62	27,61	28	38,04	38
≥ 5 – < 15	41	103	25,15	25	63,19	63
≥ 15 – < 30	18	121	11,04	11	74,23	74
≥ 30	42	163	25,77	26	100,00	100
Total	163	163	100,00	100		

Fonte: Própria (2018).

De acordo com a visão geral da espacialização intraurbana do PCV, no ano de 2016, foi possível estudar o comportamento da distribuição desse indicador com o ICV por bairro, reproduzido na Figura 12, na Tabela 7, coluna PCV x ICV, e na Tabela 9.

Na análise da Tabela 9, pode-se constatar que cerca de 53% (85) dos bairros de Salvador encontram-se em uma situação muito desfavorável quanto à presença da cobertura vegetal, já que o indicador PCV se encontra na faixa inferior a 15%, envolvendo ainda o ICV (m²/hab) com valor mínimo igual a zero e média de 20m²/hab. Embora o valor máximo do ICV para essa faixa de PCV seja de 1.129 m²/hab, deve-se destacar que apenas 7 bairros, dentre os 85 identificados, apresentaram condições adequadas de ICV com valores variando de 17 a 1.129m²/hab. Essa realidade atingia, em 2016, 1.574.765 habitantes o que correspondia a 54% da população total da Cidade. Por outro lado, apenas 21% (34) dos bairros que contabilizam ICV se encontravam em situação favorável quanto ao item do indicador PCV, ao mesmo

tempo apenas 37% (60) dos bairros em questão do total apresentam valor aceitável a partir de 15m²/hab.

Tabela 9 - ICV (m²/hab.) por Faixa de PCV (%) dos Bairros de Salvador. 2016

PCV (%)	Número de bairros e (%)	População		ICV (m ² /hab)		
				Habitantes (%)	Valor mínimo	Valor máximo
< 15	85 (52,8%)	1.574.765	(54%)	0	1.128,90	20,26
≥ 15 - < 30	42 (26,1%)	923.417	(31%)	5,91	108,58	18,99
≥ 30	34 (21,1%)	439.909	(15%)	23,90	13.293,50	636,67
Total	161* (100,0%)	2.938.092	(100%)	0	13.293,50	150,10

(*) Embora Salvador tenha 163 bairros, dois deles são institucionais, o Aeroporto e o Centro Administrativo da Bahia, não possuindo habitantes, o que justifica nesse caso não ser possível o cálculo do ICV.

Fonte: Própria (2018).

Buscando avaliar a relação entre o PCV e ICV procedeu-se a um teste de correlação estatística. O coeficiente de correlação calculado foi de 0,34, o que permite concluir uma correlação fraca. Certamente tal resultado se justifica pela variabilidade da população dos bairros, já que a menor população é de 79 habitantes e a maior de 77.039 (Tabela 7), o que faz o valor de ICV variar muito, frente ao PCV. Ao se avaliar a Figura 12 é possível perceber que as regiões da Cidade com PCV baixo também apresentam ICV baixo e o contrário também é válido, apontando que a correlação fraca pode ser explicada pela variabilidade da população dos bairros, como já exposto.

Observou-se que os 34 bairros destacados com PCV a partir de 30% apresentaram ICV por habitante variando de 24m²/hab (Sete de Abril - PCV de 31%) até 13.294m²/hab (Ilha dos Frades - PCV de 78%) (Tabela 7 e Tabela 9). A Ilha dos Frades despontou com o maior indicador do município. Cerca de 80% dos bairros desta faixa de PCV (≥30%) apresentou como tipologia do uso e cobertura do solo predominante a ocupação precária com vegetação, e densidade entre 59 a 13.856hab/km² (Tabela 7 e Tabela 10).

Tabela 10 - Faixa de PCV, Bairros, Tipologia de Uso e Densidade Populacional. Salvador, 2016

PCV (%)	Número de bairros	Bairros	Densidade populacional (hab/Km ²)
< 15%	85	Vila Ruy Barbosa/Jardim Cruzeiro*, Roma*, Pero Vaz*, Caminho de Areia*, Massaranduba*, Curuzu*, Mares*, Amaralina*, Vale das Pedrinhas*, Ribeira, Boa Viagem, Macaúbas, Calçada, Bonfim, Cidade Nova, Uruguai**, Pau Miúdo**, Calabar**, Fazenda Grande do Retiro**, Nordeste de Amaralina**, Caminho das Árvores**, IAPI**, Engenho Velho da Federação**, Saramandaia**, Santa Mônica**, Chapada do Rio Vermelho**, Liberdade**, Cosme de Farias**, Rio Vermelho**, Engomadeira**, Bairro da Paz**, Caixa D'Água**, São Caetano**, Centro**, Alto das Pombas**, Mangueira, Comércio**, Tororó**, Barris**, Barbalho**, Boa Vista de Brotas**, Saúde, Retiro, Stella Maris, Fazenda Coutos, Beiru/Tancredo Neves, Garcia, São João do Cabrito, Marechal Rondon, Bom Juá, Nazaré, Alto do Coqueirinho, Lapinha, Santa Cruz, Canela, Boa Vista de São Caetano, Jardim Santo Inácio, Centro Histórico, Porto Seco Pirajá, Costa Azul, Monte Serrat, Granjas Rurais Presidente Vargas, Santa Luzia, Baixa de Quintas, Vila Laura, Lobato, Itacaranha, Engenho Velho de Brotas, Pernambucoés, Capelinha, Boca do Rio, Praia Grande, Arenoso, Acupe, São Gonçalo, Federação, Calabetão, Graça, Itapuã, Jardim Armação, Alto do Cabrito, Alto da Terezinha, Santo Antônio, Coutos e Matatu.	Entre 71 a 53.019
≥15% - < 30%	42	Pau da Lima, Rio Sena, Barra, Narandiba, Nova Sussuarana, São Cristóvão, Pituba, Candeal, Novo Horizonte, Piatã, Cabula VI, Brotas, Periperi, Dom Avelar, Jardim Cajazeiras, Itaigara, Plataforma, São Marcos, Nova Constituinte, Águas Claras, Moradas da Lagoa, Novo Marotinho, Cajazeiras VI, Ilha de Bom Jesus dos Passos, Stiep, Luiz Anselmo, Nova Sussuarana, Sussuarana, São Rafael, Castelo Branco, Jardim das Margaridas, Palestina, Paripe, Vitória, Vila Canária, Arraial do Retiro, Ondina, Barreiras, Imbuí, Doron, Resgate e Santo Agostinho.	Entre 2.033 a 29.647
≥ 30%	34	Sete de Abril, Mussurunga, Itinga, Jardim Nova Esperança, Cajazeiras VIII, Vale dos Lagos, Fazenda Grande III, Mata Escura, Cajazeiras X, Cajazeiras VII, Canabrava, Fazenda Grande II, Nova Esperança, Cajazeiras IV, Fazenda Grande I, Valéria, Areia Branca, Cabula, Patamares, Fazenda Grande IV, Cajazeiras V, Jaguaripe I, Pituaçu, Trobogy, Saboeiro, Nova Brasília, Centro Administrativo da Bahia, Boca da Mata, Cajazeiras XI, Cajazeiras II, Pirajá, São Tomé, Cassange, Ilha de Maré e Ilha dos Frades.	Entre 59 a 13.856

(*) PCV = 0 e (**) PCV menor que 5. Bairros Aeroporto e Centro Administrativo da Bahia não incluídos.

Fonte: Própria (2018).

Distintamente, outros 6 bairros registraram PCV inferior a 15%, ao mesmo tempo que indicaram o ICV acima de 15m²/hab (Tabela 7), correspondente ao parâmetro mínimo de qualidade de vida referente à cobertura vegetal, adotado neste estudo a partir de

recomendações da SBAU (1996). Registraram essa condição os bairros de Itapuã (PCV de 12% - ICV de 17m²/hab), Jardim Armação (PCV de 13% - ICV de 39m²/hab), Comércio (PCV de 4% - ICV de 39m²/hab), Granjas Rurais Presidente Getúlio Vargas (PCV de 9% - ICV de 61m²/hab), Retiro (PCV de 5% - ICV de 203m²/hab) e Porto Seco Pirajá (PCV de 8% - ICV de 1.129m²/hab). Nesses casos, o resultado encontrado no valor do ICV acima do parâmetro mínimo ocorreu em função da baixa densidade populacional, apontando a relatividade desse índice quanto à qualidade ambiental.

De forma inversa, 8 bairros apresentaram valor de ICV abaixo do parâmetro mínimo de 15m²/hab, no entanto, registraram um valor de PCV a partir de 20%, à exceção dos dois bairros institucionais, o Centro Administrativo da Bahia (PCV de 39%) e o Aeroporto (PCV de 22%). Nesses casos a elevada densidade populacional interferiu na distribuição da vegetação por habitante (Tabela 7). Essa condição envolveu os bairros de Plataforma (PCV de 20% - ICV de 13m²/hab), São Marcos (PCV de 21% - ICV de 7m²/hab), Novo Marotinho (PCV de 22% - ICV de 11m²/hab), Cajazeiras VI (PCV de 22% - ICV de 11m²/hab), Sussuarana (PCV de 23% - ICV de 11m²/hab), Vitória (PCV de 24% - ICV de 13m²/hab), Arraial do Retiro (PCV de 25% - ICV de 14m²/hab) e Barreiras (PCV de 25% - ICV de 11m²/hab). Ressalta-se, portanto, que o ICV não infere sobre a qualidade ambiental, entretanto, esboça a qualidade de vida da população, podendo apresentar valores reduzidos mesmo no caso em que ocorra uma boa proporção do PCV, em consequência de uma densidade populacional elevada na superfície estudada. Além da problemática apontada dos 8 bairros indicados acima, mais 95 bairros não atingiram o parâmetro mínimo de ICV no valor de 15m²/hab, porém nesse caso, o resultado teve conformidade com os valores de PCV, que se apresentaram inferiores a 15%.

Em síntese, 58 bairros (37%) do município de Salvador, em 2016, registraram as condições mínimas para sua população quanto à presença de vegetação, de acordo com os valores do ICV encontrados (Tabela 7, Tabela 8 e Figura 12) nesta pesquisa. Enquanto os demais 103 bairros (63%) apresentaram valor de ICV abaixo do parâmetro mínimo, indicando condições inadequadas na qualidade de vida dos habitantes, relativo ao equilíbrio proporcionado por meio das funções ecológicas, paisagísticas e de lazer desempenhadas por esse importante patrimônio.

Em continuidade da discussão sobre o indicador PCV, buscando fundamentar a compreensão específica da sua espacialização intraurbana, realizou-se neste estudo uma análise exploratória preliminar de tipologia de uso e da cobertura do solo por observação da imagem composta “Falsa Cor”, do Sentinel-2 e conferência por meio de imagens de maior resolução, do Google Earth Explorer, conforme descrito no item da metodologia e apresentado na Figura 7. Ressalta-se que, esse processo envolveu alto grau de generalização resultando na caracterização de dois padrões urbanísticos representativos, identificados na imagem pela homogeneidade de manchas predominantes na superfície do ambiente urbano construído, definidas por **ocupação precária** e **ocupação planejada** (Quadro 2). Na análise dos bairros a caracterização de padrões urbanísticos foi acrescida da informação da faixa percentual de vegetação formada pelos valores do PCV.

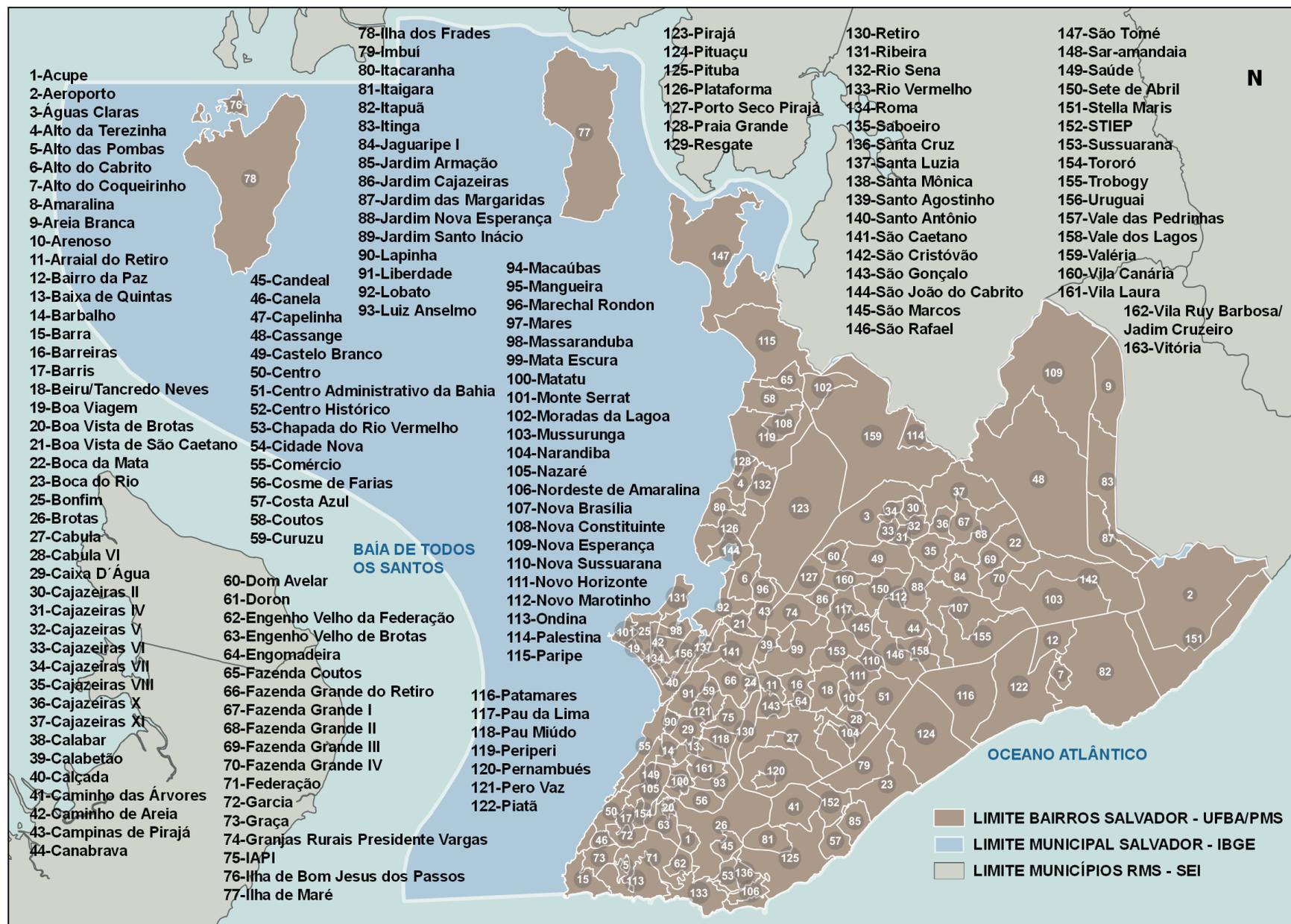
Notadamente, verificou-se que os 11 bairros identificados com PCV de 0% (Tabela 6 e Tabela 7) apresentam características urbanísticas predominantes do padrão de ocupação precária (edificações predominantes baixas, alta densidade construtiva, < 15% vegetação), como também de padrão composto envolvendo ocupação precária associada a uma menor proporção de ocupação planejada (edificações predominantes de média altura, média densidade construtiva, < 15% vegetação), ambas as tipologias apresentando baixa permeabilidade ou inexistente.

Dentre os 11 bairros que apresentaram PCV de 0%, 7 pertencem a região de consolidação antiga do município conhecida por península de Itapagipe, limitada geograficamente pelo litoral da Baía de Todos os Santos e a encosta da falha geológica, situada na região da Cidade Baixa, na porção Oeste de Salvador. Os bairros integrantes dessa região são: Ribeira, Massaranduba, Vila Rui Barbosa/Jardim Cruzeiro, Caminho de Areia, Roma, Mares e Boa Viagem. Entre os demais 4 bairros que foram identificados com 0% de vegetação, Curuzu e Pero Vaz, também pertencem à região de consolidação antiga localizada na porção Oeste, porém estão localizados na Cidade Alta, no limite superior da falha geológica. Notou-se que apenas 2 bairros restantes com 0% de PCV se encontram na porção continental Leste possuem, o bairro de Amaralina, posicionado no litoral atlântico e o Vale das Pedrinhas, localizado nas proximidades da faixa costeira atlântica, cujo adensamento se consolidou a partir da expansão da malha urbana nessa região entre as décadas de 1970 e 1980 (Tabela 7, Figura 12 e Figura 13).

A análise específica da antiga região da península de Itapagipe, composta de 12 bairros, indicou que além dos 7 bairros citados com 0% de vegetação, dentre os 5 bairros restantes, 4 se mantiveram com PCV inferior a 5%, Calçada, Bomfim, Uruguai e Mangueira, sendo que apenas o bairro de Monte Serrat apresentou PCV de 8%, pertencendo a outro grupo. Observa-se que Monte Serrat detém em sua superfície duas Áreas de Proteção Cultural e Paisagística, as ACP do Monte Serrat e a da Colina e Baixa do Bonfim. A condição encontrada na ocupação da península revelou uma extensa supressão da vegetação, intensificada pelo adensamento da população local associado a insuficiente intervenção de ordenamento e fiscalização na ocupação do solo da região característica de consolidação urbana mais antiga. O processo de urbanização repercutiu numa tendência à desertificação (quanto à vegetação) dessas regiões, conforme discutido em item posterior, sobre temperaturas de superfície (Figura 14 e Tabela 7).

Os cinco últimos bairros citados compõem o grupo dos 56 que possuem PCV na faixa de 1 a menos de 10% (Tabela 6 e Tabela 7), pertencendo em sua maioria ao padrão de ocupação precária, ou associada a ocupação planejada em menor proporção, conforme características urbanísticas definidas anteriormente. Em continuidade, nessa faixa foram identificados com PCV inferior a 5%, os bairros conhecidos como Centro e Comércio, localizados na costa Oeste limitada pela Baía de Todos os Santos, além de Macaúbas, Cidade Nova, Pau Miúdo, Fazenda Grande do Retiro, IAPI, Santa Mônica, Liberdade, Caixa D'Água e São Caetano, limitados entre a escarpa e o Miolo na região da Cidade Alta. Também pertencem a esse grupo os bairros de Cosme de Farias, Tororó e Barris situados no centro antigo, na porção Oeste do município. Os dois últimos apresentaram melhor padrão urbanístico que os demais na composição da proporção de ocupação planejada. Os bairros localizados na região do Miolo, que ainda indicaram PCV inferior a 5%, foram Saramandaia e Engomadeira, completando o grupo localizado na porção Oeste do município com essa faixa de indicador.

Figura 13 – Divisão de Bairros, Salvador. 2017



Fonte: Própria (2018), com base em Santos *et al.* (2010), Brasil (2016) e Salvador (2017b), e a colaboração de Castro (2018).

Na porção Sul do município e seu entorno, apresentaram percentual de CV inferior a 5% os bairros do Calabar, Engenho Velho da Federação, Chapada do Rio Vermelho e Alto das Pombas, bem como o Nordeste de Amaralina, mais próximo ao litoral. Distintamente do histórico dos bairros de consolidação antiga do litoral da Baía de Todos os Santos e adjacências, a ocupação desses 5 bairros da porção Sul teve o seu adensamento intensificado a partir dos movimentos migratórios do interior para a capital na década de 1960-1970, estimulado pela expansão das vertentes viárias na região ao final desse período. Os bairros do Caminho das Árvores e Rio Vermelho apresentaram PCV inferior a 5% indicando uma reduzida presença de agrupamentos significativos de árvores, mesmo pertencendo quase integralmente ao padrão de ocupação planejada, incluindo em sua superfície a presença de praças ajardinadas. Também se caracterizou uma exceção nesse percentual o bairro da Paz que, embora tenha a característica homogênea do padrão definido por ocupação precária, é o único bairro próximo da costa atlântica situado na porção Leste, com resultado de PCV inferior a 5%. Sua ocupação surgiu na década de 1980 de forma repentina, não planejada, passando em 2015 pelo processo de regularização fundiária que impulsionou ainda mais seu adensamento (Tabela 6, Tabela 7 e Figura 12).

Na faixa percentual seguinte, apresentando PCV entre 5 e menos de 10%, foram identificados 28 bairros, contendo características urbanísticas de padrão associado de ocupação precária com ocupação planejada, conhecidos por Barbalho, Boa Vista de Brotas, Saúde, Retiro, Bom Juá, Nazaré, Lapinha, Centro Histórico, Baixa de Quintas e Vila Laura, assim descritos na ordem crescente de PCV. Esses bairros se encontram nas imediações da região do centro antigo e estão localizados na área entre a escarpa e região do Miolo, pertencentes à porção de consolidação antiga a Oeste do município. Nessa faixa de PCV, constituindo outra parte desse grupo e situados também a Oeste do município, porém que envolve a região e entorno do Subúrbio Ferroviário, foram identificados os bairros de Fazenda Coutos, Beiru/Tancredo Neves, São João do Cabrito, Marechal Rondon, Boa Vista de São Caetano, Jardim Santo Inácio, Porto Seco Pirajá, Monte Serrat, Granjas Rurais Presidente Vargas, Santa Luzia, Lobato e Itacaranha. Estendendo-se para a porção Sul do município também foram encontrados na faixa de PCV entre 5 e menos de 10% os bairros do Garcia e Canela, localizados nas imediações do centro antigo, o primeiro de ocupação mista entre planejada e precária e o segundo totalmente planejada. Ainda nessa faixa de PCV, foram encontrados excepcionalmente 2 bairros na porção Leste, Stella Maris e Costa Azul posicionados no litoral atlântico, com características predominantes de ocupação planejada, acompanhados de um

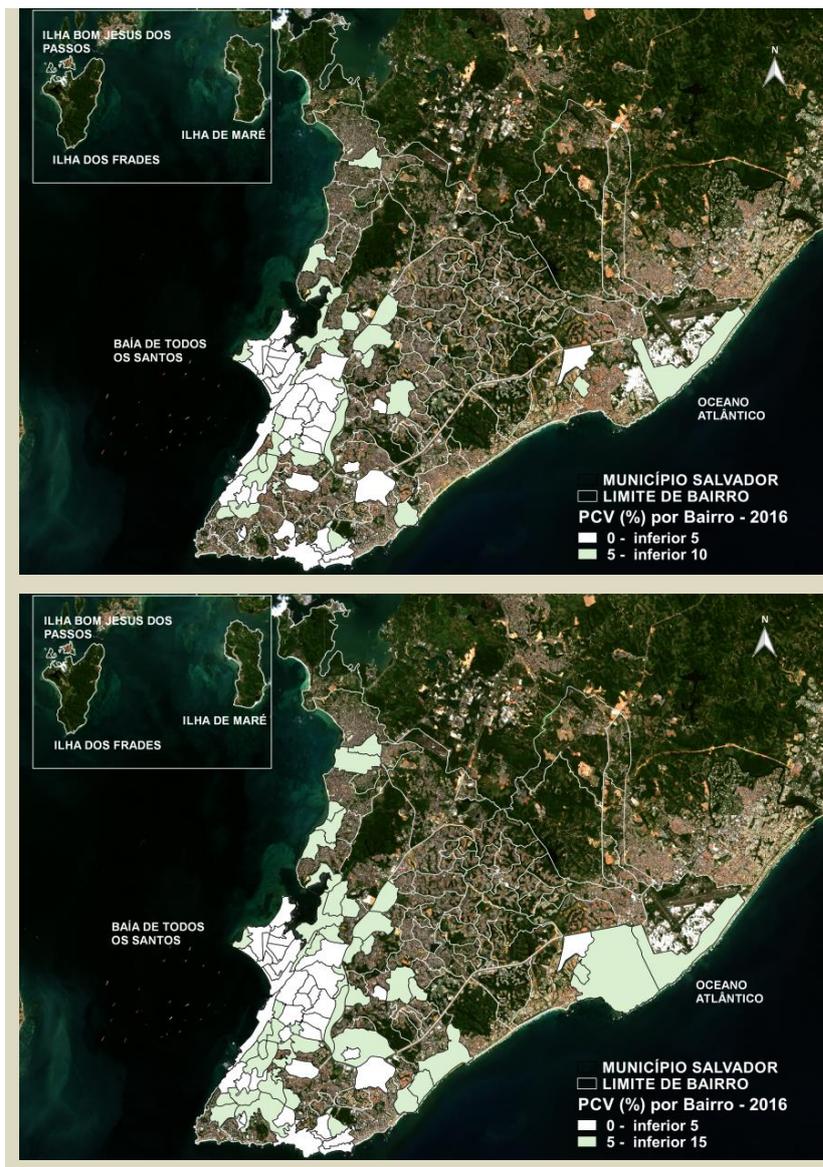
terceiro, próximo à costa, denominado Alto do Coqueirinho, de ocupação predominante precária. Observou-se que os bairros, Costa Azul e Stella Maris, ocuparam área originalmente característica de paisagem dunar, constituindo vegetação naturalmente esparsa, sendo que esse último detém parte da Área de Proteção Ambiental (APA) estadual das Lagoas e Dunas de Abaeté na sua superfície. Para completar a taxa de 41% dos bairros do município com o indicador PCV inferior a 10%, foi identificado o bairro de Santa Cruz, posicionado na faixa de superfície entre o começo da expansão viária da Avenida ACM (década 1970) e a costa atlântica na porção Leste (Tabela 6, Tabela 7, Figura 13 e Figura 14).

Resumidamente, constatou-se que o conjunto dos bairros com PCV inferior a 10% não apresentou massas expressivas de vegetação formadas de grupamentos densos de árvores, com pelo menos 5.000m², passíveis de detecção na classificação processada da imagem de satélite. A extensão dessa faixa de PCV abrangeu a maior parte dos bairros de consolidação antiga, concentrados e localizados principalmente na porção Oeste do município, voltados para a costa da Baía de Todos os Santos, nas áreas logo abaixo e acima da encosta, em uma superfície projetada na forma de um semicírculo concêntrico partindo da costa e penetrando no continente até o limite da região do Miolo. De forma mais dispersa, essa faixa de PCV envolveu, além dos bairros do centro antigo e imediações, outros bairros em direções avançadas a Oeste, Sul e Leste do continente. Conforme visto, essa faixa também se fez presente de forma espaçada em bairros na região do Miolo, porém não atingiu a porção Norte do município (Figura 14).

Em seguida, realizou-se a análise dos bairros da faixa de PCV inferior a 15% (Tabela 7 e Figura 14) que envolveu mais 18 bairros além dos descritos nas faixas menores. Dessa forma, esses bairros integram os 85 que compõem a faixa de PCV abaixo de 15%, quantitativo que correspondeu à soma de 52% do total de bairros do município (Tabela 6 e Tabela 7). Ressalta-se que a distribuição dos bairros nessa faixa de PCV (<15%) se desenvolveu de forma semelhante à projetada pelo indicador para a faixa anteriormente analisada (<10%). Conseqüentemente, a distribuição da projeção superficial nessa faixa ampliou a abrangência do semicírculo de bairros concentrados na porção Oeste para a localização da região do Miolo, na sua parte mais central, bem como na direção Sul do município, sempre envolvendo os bairros situados no entorno dos identificados na faixa inferior (<10%). Ainda foi verificado acréscimo na incidência desse percentual de PCV sobre a região das planícies costeiras, porém de forma mais dispersa, tanto no Subúrbio, porção Oeste, como no litoral atlântico,

porção Leste, sempre incidindo nas adjacências dos bairros pertencentes a faixa anterior. No litoral atlântico foram incluídos os bairros de Jardim Armação, Boca do Rio e Itapuã, sendo que esse último integra em sua área parte da APA Estadual das Lagoas e Dunas de Abaeté e a Unidade de Conservação Municipal (UCM) das Dunas, evidenciando que a condição atualmente encontrada na vegetação desse ecossistema não indicou a presença de núcleos arbóreos significativos (Figura 14).

Figura 14 – Distribuição do PCV entre 0 e 15% por Bairro, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

De forma sequencial, avançando sobre a análise dos bairros que contêm PCV entre 15 e menos de 30% (Figura 12 e Figura 15), observou-se que esses seguiram a tendência na projeção de ocupação da superfície semelhante a das faixas anteriores (<10% e <15%). Dessa

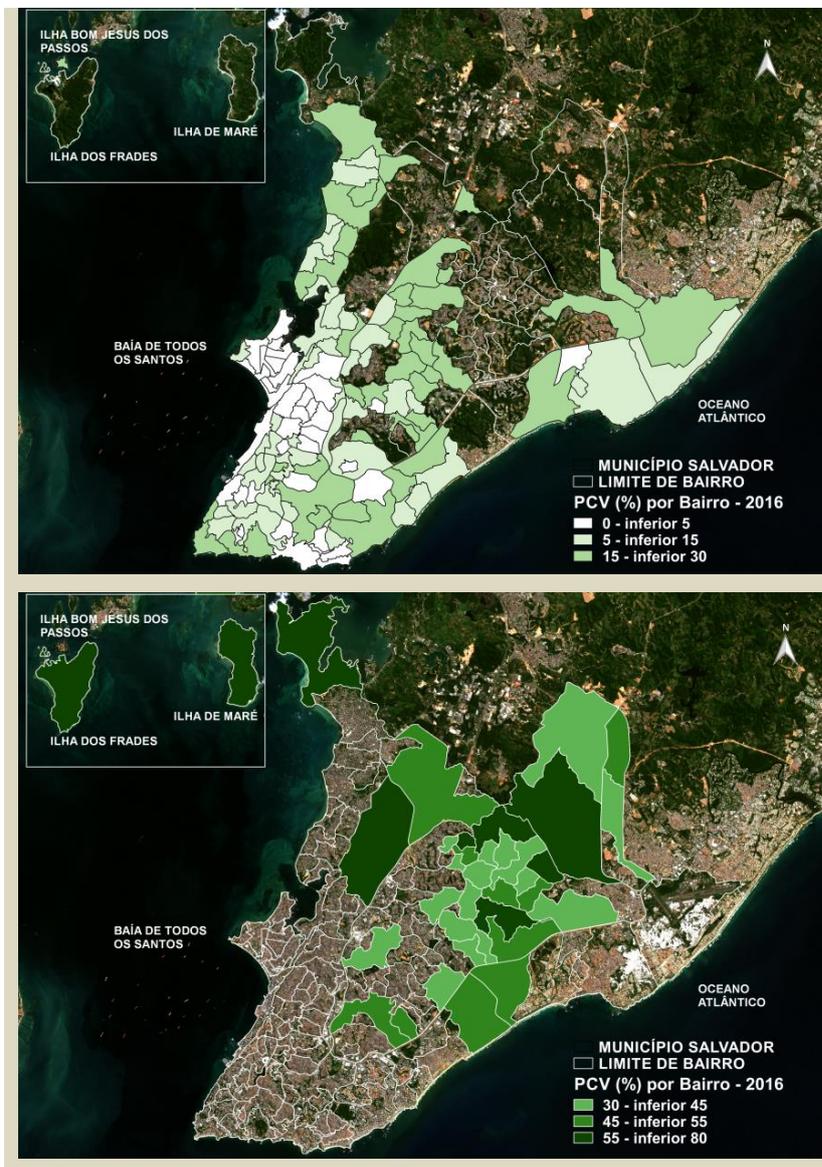
forma, continuaram encobrendo mais áreas nas direções a Oeste, centralizada no Miolo, além do Sul e Leste, alcançando a partir desse patamar do indicador, a porção Norte do município. Esse percentual foi identificado em bairros que possuem em sua superfície resquícios fragmentados mais densos da Mata Atlântica. Essa faixa do indicador envolveu mais 43 bairros (Tabela 6 e Tabela 7), totalizando os 128 bairros do município com PCV inferior a 30% (Figura 15). De acordo com a análise exploratória do uso e da cobertura do solo, nessa faixa de PCV, os bairros apresentaram em sua superfície o padrão de ocupação precária arborizada (edificações predominantes baixas, alta densidade construtiva, vegetação $\geq 15\%$ a $< 30\%$), como também uma composição desse padrão com menor proporção de ocupação planejada arborizada (edificações predominantes média altura, média densidade construtiva, vegetação $\geq 15\%$ a $< 30\%$) em específico nas regiões do centro antigo e do Subúrbio, localizados na porção Oeste do município, na porção central do Miolo, assim como na porção Norte do Miolo, nesse caso nas adjacências de bairros de ocupação mais consolidada.

Por outro lado, nessa faixa do indicador, as porções Sul e Leste apresentaram, inversamente, a predominância do padrão de ocupação planejada arborizada, ou a composição desse padrão com menor proporção de ocupação precária arborizada. Observa-se que para essa faixa do indicador foram identificadas e descritas distintas categorias institucionais de zoneamento ambiental que se encontram demarcadas no Mapa 07 do SAVAM e no Mapa 01 do Macrozoneamento, anexos do PDDU/2016 (SALVADOR, 2016a). Porém, não foi objeto de aprofundamento do presente estudo, analisar quais superfícies da vegetação detectadas neste estudo, circunscritas em demarcações dos mapas referidos, encontram-se efetivamente preservadas pela legislação, conforme as distintas categorizações legais constantes na documentação cartográfica institucional (Figura 16 e Figura 17).

Dentre os 43 bairros acrescidos, constituindo o grupamento de PCV inferior a 30%, localizados no entorno da região do centro antigo, na porção Oeste do município, foram identificados 3 bairros contendo grupos mais significativos de arborização passíveis de detecção, Luiz Anselmo, Brotas e Santo Agostinho. Esse último encerrou em seu território parte da Área de Proteção de Recursos Naturais (APRN) de Brotas. Observa-se que a extensão integral dessa região do centro antigo à Oeste se encerrou na faixa de PCV inferior a 30%, não sendo identificada nenhuma das faixas superiores na sua superfície (Figura 12 e Figura 15). Ainda na porção Oeste, localizados na região do Subúrbio foram encontrados mais 7 bairros pertencentes a essa faixa de PCV, dentre eles a Ilha de Bom Jesus dos Passos. Nota-

se que em maior proporção nesse grupo foi identificada a presença de maciços residuais de arborização característica do bioma da Mata Atlântica, incluídas ou não em porções de reservas institucionais. Na observação desses bairros verificou-se que Paripe possui uma pequena parte da APRN de Aratu, enquanto o bairro de Moradas da Lagoa abarcou pequena parte da APRN da Lagoa da Paixão, além de parte da APA Estadual da Bacia do Cobre/São Bartolomeu. Os bairros de Nova Constituinte e Periperi juntos englobaram a APRN do Vale do Paraguari. Também compôs a superfície de Periperi e Plataforma parte da APA Estadual da Bacia do Cobre/São Bartolomeu e da APRN da Bacia do Cobre, enquanto o bairro de Rio Sena integrou parte da APRN da Bacia do Cobre.

Figura 15 – Distribuição do PCV por Bairro, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Na região central do Miolo, que teve sua dinâmica de ocupação facilitada a partir da expansão das vertentes viárias na década de 1970, seguida das construções e conexões viárias de 1980 e 1990, conforme visto, foram encontrados 19 bairros pertencentes à faixa de PCV entre 15 e inferior a 30% (Tabela 7). Dentre esses foram relacionados os 9 bairros que incluíram em sua superfície parques e áreas de proteção ambiental. O bairro do Resgate envolveu em seus domínios a Área de Proteção Cultural e Paisagística (APCP) de Nossa Senhora do Resgate. Os bairros Doron, Narandiba e Cabula VI incluíram em suas áreas partes da APRN dos Vales do Cascão e Cachoeirinha. Da mesma forma, os bairros de Barreiras e Arraial do Retiro englobaram em seus limites parte da área da pequena APRN dos Vales da Mata Escura e do Rio da Prata. Assim como, os bairros de São Marcos e São Rafael abarcaram o Parque Urbano do Jardim Botânico - Mata dos Oitis, sendo que São Rafael também integrou em sua superfície parte menor do Parque Socioambiental de Canabrava. Concluindo a região central do Miolo na faixa analisada, o bairro de São Cristóvão incluiu em seu território pequena parte das APRN de Jaguaribe e da APA Estadual Joanes/Ipitanga. Na porção do limite territorial Norte, envolvendo a região do Miolo, foram identificados nessa faixa de PCV os bairros de Palestina e Jardim das Margaridas, com esparsos grupamentos de árvores remanescentes da floresta tropical, verificando-se que, mesmo a APA Estadual Joanes/Ipitanga tendo englobado parte do bairro da Palestina (PCV de 24%), a existência da legislação foi insuficiente para reduzir o desflorestamento na sua superfície.

A porção Sul do município, envolveu 3 bairros nessa faixa percentual de vegetação, completando a ocupação da sua superfície, identicamente ocorrendo na região do centro antigo, na porção Oeste, não existindo nessas regiões nenhuma das faixas de PCV superiores, ou seja, a partir de 30% (Tabela 7, Figura 12 e Figura 15). Na porção Sul, apresentando características urbanísticas quase exclusivas de ocupação planejada arborizada, foram identificados os bairros da Barra, Vitória e Ondina. O primeiro apresentando posição geográfica privilegiada no topo da encosta da falha geológica, constituída de vegetação preservada e institucionalizada na forma da APCP da Encosta da Vitória, acrescida de volumosa arborização das calçadas. Essas condições decorreram do processo de urbanização de ocupação antiga, ocorrido principalmente no final do século XVIII. Sua ocupação original se caracterizou pela predominância de residências de propriedade do segmento da população com alto padrão de renda, que permaneceu e intensificou a ocupação dessa região do município até o presente. Nesse mesmo histórico, o bairro da Barra, incluiu nos seus limites cinco APCP, conhecidas por APCP da Encosta da Ladeira da Barra (arborizada), APCP da

Ladeira da Barra/Santo Antônio da Barra, ACP do Morro Clemente Mariani (arborizada), ACP da Orla da Barra e ACP do Morro do Gavaza (arborizada). O bairro de Ondina envolveu em seu território o Parque Zoo-Botânico de Ondina e a ACP da Encosta de Ondina/São Lázaro. Os 7 bairros que integraram essa faixa de PCV na costa atlântica, voltada para a direção Leste, mantiveram as mesmas características urbanísticas dos bairros da direção do atlântico Sul. Porém esses apresentaram uma dinâmica de ocupação mais tardia em relação aos anteriores, resultante da expansão urbana de valorização do solo do litoral atlântico Leste a partir de 1980, situando-se na faixa entre a Avenida ACM em seguimento com a Avenida Paralela e o litoral da planície costeira, especialmente valorizada. Na costa atlântica o bairro da Pituba envolveu em sua área o Parque Joventino Silva – Parque da Cidade e parte da ACP do Jardim de Allah, enquanto Piatã encerrou a APRN do Manguezal do Rio Passa Vaca, parte menor da APRN de Jaguaribe e a ACP de Jaguaribe e Piatã. Os bairros situados nas margens da Avenida Paralela apresentaram características urbanísticas associadas entre ocupação planejada e precária, tal como o bairro do Imbuí, que integrou partes menores da APRN dos Vales do Cascão e Cachoeirinha e da APRN de Pituaçu, bem como uma diminuta borda do Parque de Pituaçu e integralmente a APRN das Dunas da Bolandeira. Enquanto o bairro do Aeroporto integrou parcialmente a área de demarcação da Macrozona de Conservação Ambiental e a APA Estadual das Lagoas e Dunas de Abaeté. Os demais bairros da porção Leste com indicador PCV na faixa entre 15 e menos de 30%, como Itaipara e Candéal, na Avenida ACM e o bairro de STIEP, na Avenida Paralela, não abrigaram em seus limites parques ou zoneamentos ambientais.

Em síntese, as condições verificadas para os 128 bairros (79% do total) do município com PCV nas faixas inferiores a 30%, revelaram que na região da Cidade Baixa, a península de Itapagipe (PCV de 0 a 8%), localizada na porção Oeste, foi praticamente encoberta no patamar de 0%, excetuando-se por 1 bairro que abrigou uma área de ACP (Monte Serrat - PCV de 8%). Da mesma forma, a região da Cidade Alta, situada entre a encosta da falha geológica e o Miolo (PCV - 0 a 9%), na porção Oeste, foi extensamente encoberta no alcance da faixa de PCV inferior a 10%, a exceção de 1 bairro que envolveu uma área de ACP (Santo Antônio - PCV de 14%). A faixa de PCV inferior a 15% encerrou a região da Cidade Alta conhecida por centro antigo, a exceção de 1 bairro que integrou área de APRN (Santo Agostinho – PCV de 15%) (Figura 14). Verificou-se que os bairros situados nas regiões citadas (PCV <15%), todos com características de consolidação urbana antiga, cuja ocupação se desenvolveu de forma desordenada, evidenciaram uma extensiva impermeabilização do

solo e supressão da vegetação. Essa condição contribuiu com o comprometimento da qualidade urbano-ambiental e de vida da população residente, apresentando o ICV inferior a 15m²/hab na sua quase totalidade, excetuando-se por 3 bairros residenciais e outros 3 de ocupação precária associada a indústria ou comércio (Tabela 7), convergindo para a desvalorização do solo nas regiões de uso prioritariamente residencial. A escassez da cobertura vegetal, provocada no decorrer da complexa dinâmica de ocupação desses bairros, indicou a falta de monitoramento por meio de uma legislação municipal de caráter efetivo, que ordenasse sua ocupação e instrumentasse a manutenção e fiscalização para preservação de um parâmetro mínimo de vegetação na superfície. De forma semelhante, a superfície integral dos bairros do litoral atlântico Sul (PCV entre 16 e 24%) na região do centro antigo, completou sua extensão na faixa do indicador entre 15% e menos de 30%. Enquanto na porção Leste e na região do Subúrbio localizada a Oeste, restaram apenas 2 bairros em cada uma dessas áreas, com PCV a partir do patamar de 30%, verificando-se que esses contêm inteiramente na sua superfície parques urbanos (Figura 15). Constatou-se que os bairros da porção Sul e Leste, identificados na faixa de 15 a menos de 30% de PCV, apresentaram características urbanísticas com maior planejamento, indicando maior permeabilidade do solo e melhor distribuição da vegetação em grupamentos de arborização inseridos na infraestrutura. Desse modo indicando menor prejuízo da qualidade urbano-ambiental e de vida nessas comunidades, contribuindo, conseqüentemente, para a valorização do solo nessas regiões. O aumento proporcional da cobertura vegetal nesses bairros presume a aplicação de instrumento legal efetivo no ordenamento e uso do solo, promovendo a construção e manutenção eventual de praças, calçadas e canteiros arborizados na sua superfície. Por outro lado, os bairros situados na região central do Miolo e na região do Subúrbio, ambas na porção Oeste, como também os bairros posicionados na porção Norte do município, apresentaram características urbanísticas diferentes dos bairros das porções Sul e Leste para a mesma faixa de percentual do indicador ($15\% \leq PCV < 30\%$). Embora tenham apresentado a mesma faixa do percentual do indicador, esses bairros possuem características semelhantes aos de consolidação urbana antiga, indicando o desenvolvimento de uma ocupação desordenada, historicamente mais recente, com presença de arborização em pequenos bolsões, alguns desses categorizados em áreas de zoneamento ambiental institucional.

Os 35 bairros restantes contendo PCV a partir de 30% completaram os 21,47% do total de bairros do município, pertencendo à faixa que evidenciou maior influência na alteração das temperaturas de superfície para as quatro datas observadas do período de 2016. De forma

geral, esse constituiu o grupo que apresentou parte de sua superfície recoberta por extensos agrupamentos maciços de vegetação, equivalentes a áreas mínimas de 5.000m² (50 pixels) formadas por agrupamentos arbóreos, característicos dos resquícios da floresta espalhados na superfície, ou de reservas institucionais da Mata Atlântica de maior densidade (Figura 15).

Dentre os 35 bairros citados, 26 corresponderam à faixa do PCV entre 30 e menos de 55% (Tabela 7 e Figura 15). Na análise exploratória do uso e da cobertura do solo, a faixa percentual de CV entre 30% e inferior a 55%, apresentou o padrão de ocupação precária arborizada ($\geq 30\%$ de vegetação) ou composição desse padrão com pequena proporção de ocupação planejada arborizada ($\geq 30\%$ de vegetação) na região do Subúrbio, localizada na porção Oeste do município, na região central do Miolo, e na porção Norte do Miolo, de modo semelhante à tipologia observada nessas regiões para a faixa anterior do PCV. Nesse caso sugerindo uma forma de ocupação espontânea das áreas institucionais de zoneamento ambiental, sem controle do Poder Público, conforme apresentado na Figura 17 no cruzamento da cobertura vegetal com as Macrozonas de Conservação Ambiental (SALVADOR, 2016a). No Entanto, na porção Leste se verificou a inversão na proporção dos padrões, apresentando principalmente o padrão de ocupação planejada arborizada ($\geq 30\%$ de vegetação), e em menor escala, a composição desse padrão com uma menor proporção do padrão de ocupação precária arborizada ($\geq 30\%$ de vegetação), do mesmo modo observado na faixa de PCV anterior, para essa porção do município, no que se refere ao padrão de ocupação (Tabela 7 e Figura 15).

Na porção Norte, localizados no limite municipal, foram identificados mais 4 bairros nessa faixa, entre os quais o bairro de Valéria, localizado na região do Subúrbio, que integrou em sua superfície parte do Parque Urbano de Pirajá, da APRN da Bacia do Cobre, incluindo menores parcelas das APA Estaduais da Bacia do Cobre/São Bartolomeu e de Joanes/Ipitanga. Nessa mesma porção situada na região do Miolo foi identificado o bairro de Nova Esperança com parte de sua área demarcada como Macrozona de Conservação Ambiental e integralmente pertencente à APA Estadual Joanes/Ipitanga (SALVADOR, 2016a). Os bairros de Itinga e Areia Branca, que completam a porção do limite Norte na região do Miolo com PCV inferior a 55%, apresentaram massas de vegetação esparsas com percentual de 32 e 46% de CV, respectivamente, verificando-se ainda que o bairro de Areia Branca abarcou parte da APA Estadual Joanes/Ipitanga. Na porção central da região do Miolo foram identificados 15 bairros, na faixa de PCV a partir de 30% e inferior a 55%, todos integrando em seus limites áreas de zoneamento ambientais institucionais. Constituiu parte

desse grupo os bairros do Cabula, Saboeiro e Centro Administrativo da Bahia, que encerraram em suas áreas quase que integralmente a APRN dos Vales do Cascão e Cachoeirinha. Em acréscimo a essa faixa de PCV identificou-se o bairro da Mata Escura, que abarcou em seus limites parte da APRN dos Vales da Mata Escura e do Rio da Prata, bem como a APCP do Terreiro de Candomblé do Bate Folha Manso Banduquemqué, como também o bairro de Canabrava abrigou o Parque Urbano Socioambiental de Canabrava e parte da APRN de São Marcos. Seguiram-se os bairros de Trobogy, Mussurunga, Fazenda Grande III, Fazenda Grande IV e Jaguaripe, que envolveram grande parte da APRN de Jaguaribe. Observa-se que Fazenda Grande III também abrigou parte da APRN de Fazenda Grande e Boca da Mata juntamente com os bairros de Fazenda Grande I e Fazenda Grande II, assim como esse último incluiu parte da APA Estadual de Joanes/Ipitanga. A APRN de Cajazeiras VIII foi englobada pelos bairros de Cajazeira IV, Cajazeira VIII e Cajazeira V, sendo que esse último ainda incluiu em seus limites parte da APRN de Águas Claras. Os demais bairros da região do Miolo nessa faixa de PCV não integraram em seu território nenhuma das categorias de zoneamento ambiental constantes no PDDU/2016, encerrando no seu interior bolsões de maciços arborizados espaçados (Tabela 7 e Figura 15).

Na porção Leste do município, com PCV entre 30 e inferior a 55%, foram identificados os bairros de Patamares e Pítuaçu, completando a superfície da planície atlântica, não existindo nessa extensão nenhum bairro com PCV acima de 55% (Tabela 7 e Figura 15). O bairro de Patamares conteve quase integralmente a área da planície litorânea da APRN de Jaguaribe, além de encerrar o Parque Urbano Ecológico do Vale Encantado, enquanto Pítuaçu integrou parte reduzida de área da APRN de Jaguaribe e quase integralmente o Parque Urbano e a APRN de Pítuaçu.

No total do ambiente urbano de Salvador em 2016, destacaram-se 7 bairros e 2 ilhas/bairros com PCV a partir de 55% (Tabela 7 e Figura 15), faixa que sugeriu alteração gradativa nas temperaturas de superfície, analisadas no capítulo específico dessa discussão. Na região central do Miolo, aproximando-se do limite municipal Norte, foram identificados os bairros de Nova Brasília apresentando 55% de PCV, integrando parte da APRN de Jaguaribe, como também Cajazeiras II indicando PCV de 59%, englobando quase integralmente a APRN de Águas Claras. Na porção do limite municipal Norte, localizados na região do Miolo, se destacaram mais 3 bairros, Boca da Mata com 55% de PCV, abrigando parte da APRN de Fazenda Grande e Boca da Mata, e também pertencendo parcialmente a Macrozona de

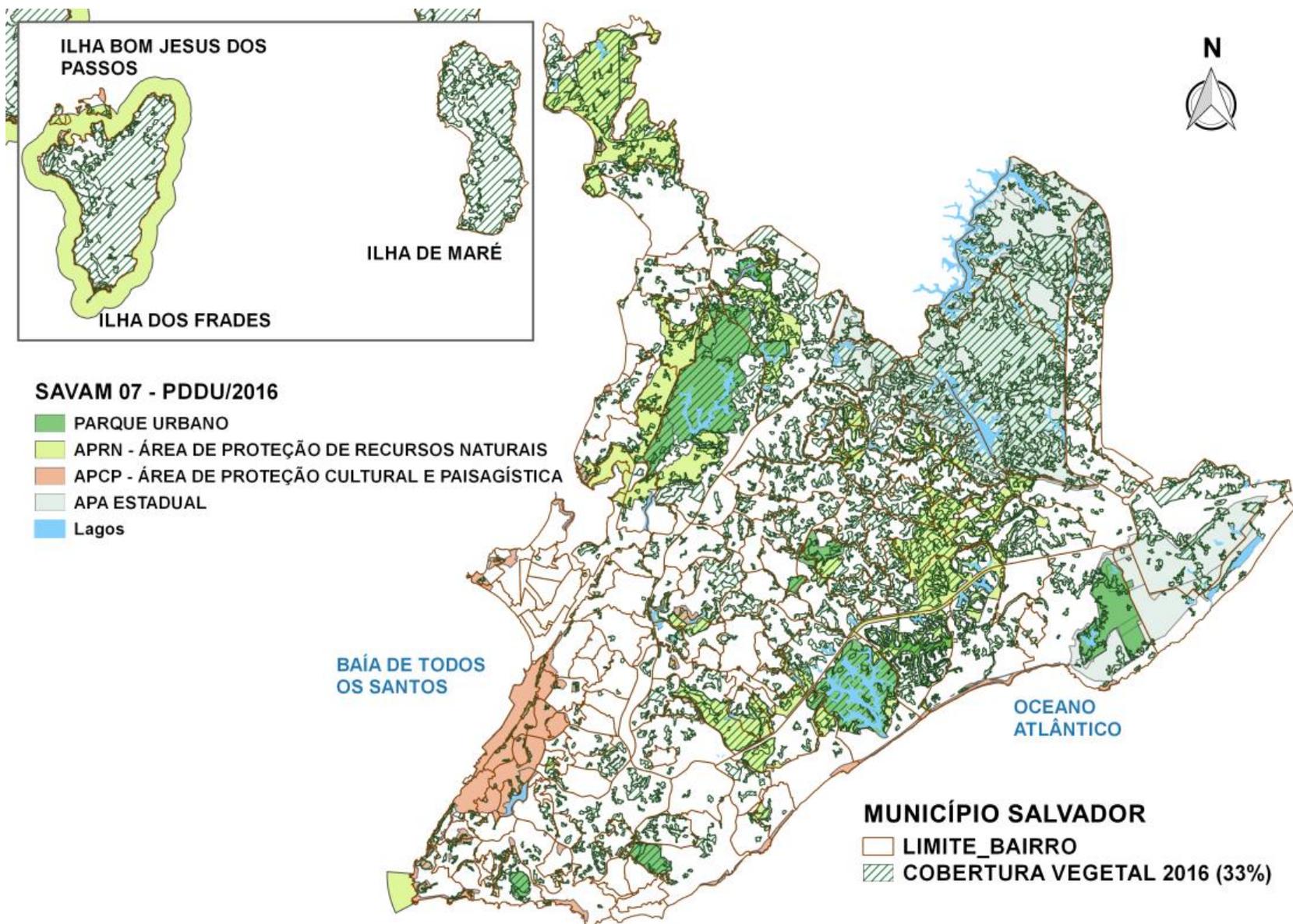
Conservação Ambiental e a APA Estadual de Joanes/Ipitanga junto com Cajazeiras XI, que deteve 59% de PCV em sua superfície. Finalizando o grupo, o bairro de Cassange apresentou 70% de PCV, incluindo a Represa do Ipitanga I em seu território junto com Cajazeira XI, também pertencendo parcialmente a Macrozona de Conservação Ambiental e integralmente a APA Estadual de Joanes/Ipitanga. Na porção Oeste situados na região do Subúrbio foram identificados 4 bairros, dentre essas 2 ilhas/bairro. O bairro de Pirajá, com PCV de 61%, integrou quase inteiramente o Parque Urbano de Pirajá e a APRN da Bacia do Cobre, além de integralmente a Represa do Cobre, bem como a APA Estadual da Bacia do Cobre/São Bartolomeu. O bairro de São Tomé, com PCV de 65%, abarcou quase a totalidade da APRN de Aratu e a APCP de São Tomé de Paripe. A Ilha dos Frades, com PCV de 79%, encerrou a APRN da Ilha dos Frades e a Ilha de Maré, com PCV de 74%, ambas pertencentes a áreas de Macrozona de Conservação Ambiental e a APA Estadual da Baía de Todos os Santos.

No esforço de buscar analisar as relações entre cobertura vegetal (PCV) e densidade demográfica, considerando que áreas com densidade mais alta implica em processo de ocupação e urbanização mais intenso e, conseqüentemente, maior supressão da vegetação, procedeu-se ao teste de correlação estatística entre as variáveis densidade demográfica e PCV. A correlação encontrada foi de -0,60, significando a existência de uma correlação negativa moderada entre as variáveis, ou seja: à medida que cresce a densidade demográfica dos bairros, decresce a cobertura vegetal (PCV%).

5.1.3 Cobertura Vegetal em Salvador e o Zoneamento Ambiental Institucional da Prefeitura Municipal de Salvador: Uma breve discussão

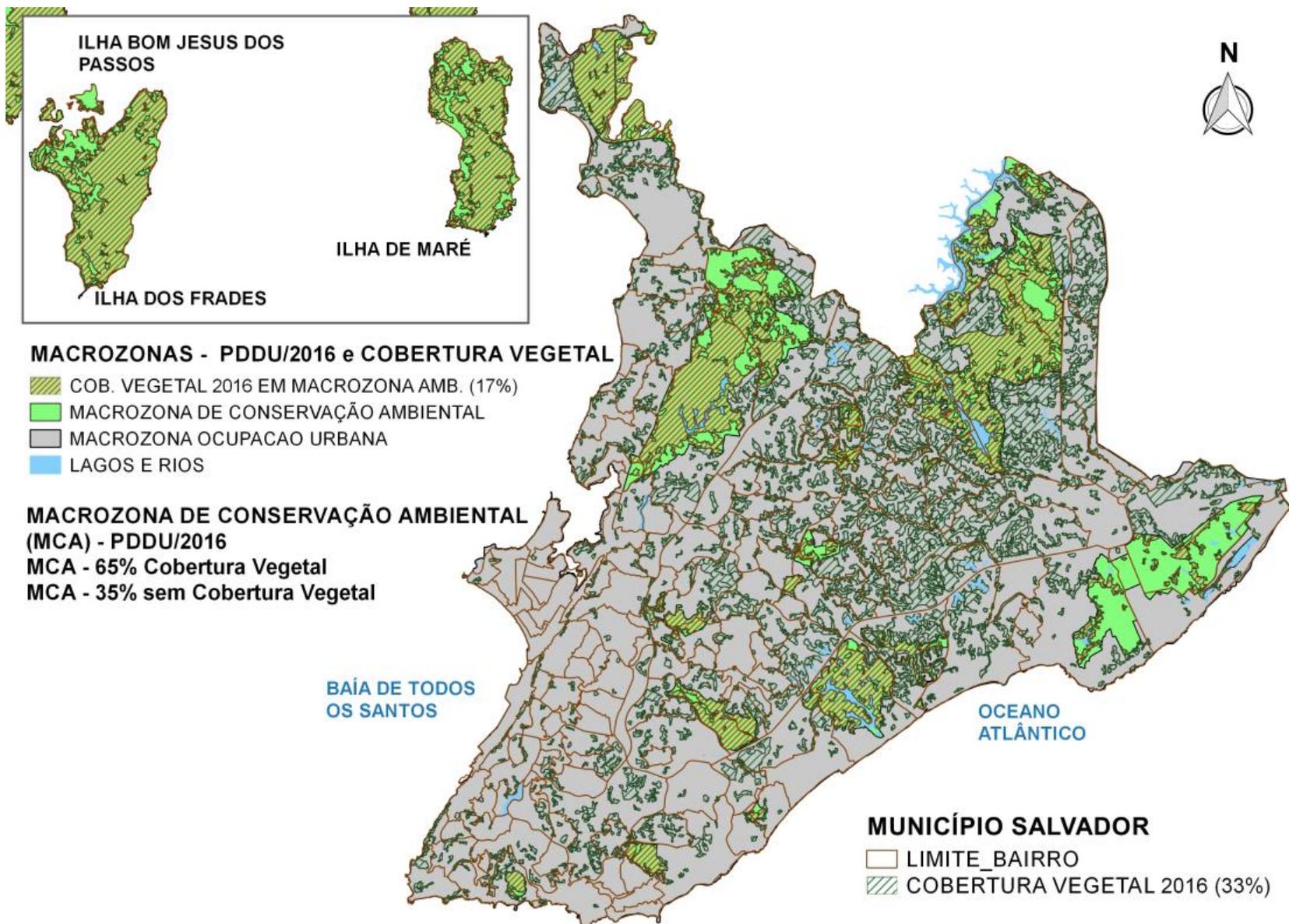
A detecção da distribuição da cobertura vegetal no ano de 2016 possibilitou a construção do mapa de cruzamento de suas áreas com as demarcações de zoneamento ambiental institucional da Prefeitura Municipal de Salvador, constantes no Mapa 01 do Macrozoneamento e no Mapa 07 do Sistema de Áreas de Valor Ambiental e Cultural – SAVAM, anexos da Lei PDDU/2016 (Figura 16 e Figura 17).

Figura 16 – Mapa Cobertura Vegetal e SAVAM/PDDU/2016, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), com base em Salvador (2016a).

Figura 17 – Mapa Cobertura Vegetal e Macrozoneamento/PDDU/2016, Salvador. 2016



Fonte: Própria (2018), com base em Salvador (2016a).

Diante dos resultados obtidos verificou-se que a dinâmica de ocupação do solo urbano continua avançando sobre as superfícies restantes da cobertura vegetal intraurbana. Fato que se registra inclusive nas áreas internas ao zoneamento ambiental, demarcadas pela legislação municipal, considerando-se que, apenas 65% da superfície delimitada como Macrozona de Conservação Ambiental no Mapa 01 (SALVADOR, 2016a) possui cobertura vegetal dentro de seus limites. Por sua vez, a vegetação urbana, que não pertence a nenhum zoneamento de restrição legal, equivalente a aproximadamente 50% dos 101km² de cobertura vegetal detectada no município em 2016, está totalmente disponível a prática da especulação do uso do solo urbano de iniciativa privada, ou público/privada. Frente a essa realidade, a cobertura vegetal do município necessita da definição de parâmetros urbanísticos quantitativos e qualitativos, que atendam a critérios ambientais predefinidos e estabelecidos para uma qualidade urbano-ambiental compatível com o clima da cidade tropical costeira. Considera-se que essa vegetação deve ser constituída de grupamentos de árvores amplamente distribuídos em praças e infraestrutura de acompanhamento viário, além da preservação dos parques urbanos na superfície de todos os bairros onde esses existem, ainda analisando a possibilidade da criação de novos parques de menores proporções, bem como o reflorestamento de encostas, margens de rios e fundos de vales. Desse modo, é também importante considerar a reavaliação da infraestrutura que envolve a arborização urbana, observando-se a largura das calçadas, que de modo geral apresentam dimensões reduzidas.

Sobre os resultados obtidos de detecção da cobertura vegetal intraurbana, observa-se que a forte ocorrência de nuvens e consequentes sombras, característica da área de estudo, bem como a utilização de imagens de média a alta resolução espacial (10m x 10m), podem afetar a condição de detalhamento das feições/alvos urbanos observados. No entanto, na data de 9 de agosto de 2016, utilizada como base para a extração e análise dos dados no presente estudo, não ocorreu incidência de nuvens sobre as áreas terrestres da cena. Assim como, a qualidade da resolução espectral dos sensores utilizados aprimorou e compensou parcialmente os resultados na detecção dos alvos. Desse modo, mesmo existindo limites que interferem no detalhamento de uma maior exatidão, a detecção da quantidade de informações extraídas das imagens da superfície estudada, por meio da utilização da geotecnologia aplicada, dificilmente poderia ser alcançada sem um amplo investimento de tempo e de recursos no estudo de campo. Deve-se considerar o avanço da metodologia aplicada no presente estudo, viabilizando a obtenção da multiplicidade das informações georreferenciadas no tempo investido, para o levantamento dos dados espacializados, na realização do estudo completo de

município do porte de Salvador. De toda forma, foram feitas conferências das informações, em pontos de menor conhecimento da condição local, por meio do aplicativo Google Earth Explorer (GOOGLE EARTH, 2016). Como também foi realizado o cruzamento de informações, baseado na documentação cartográfica anexa do PDDU/2016 (SALVADOR, 2016a), referente aos Mapas 01 e 07 supracitados. Desse modo, tais limitações não restringiram os resultados, considerando-se ainda que esses podem contribuir com futuras pesquisas dotadas de mais amplos recursos, como também os indicadores apresentados podem instrumentar a implementação de parâmetros norteadores de planos de gestão municipal para Salvador.

6. TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE (TST) EM SALVADOR

6.1 CRITÉRIOS PARA O PROCESSAMENTO DAS IMAGENS PARA A OBTENÇÃO DA TST DE BAIRROS DE SALVADOR

Conforme procedimento descrito na metodologia, para a obtenção da TST foram selecionadas as cenas da banda 10, referente a faixa eletromagnética do infravermelho termal, que integra os sensores OLI do sistema Landsat-8, nas datas de passagem de 21 de março, 11 de julho, 13 de setembro e 15 de outubro de 2016, capturadas no horário central de 12h 37min UTC, que correspondeu ao horário local de 9h 37min (UTC-3:00), com inclinação solar de 57, 44, 58 e 65 graus respectivamente.

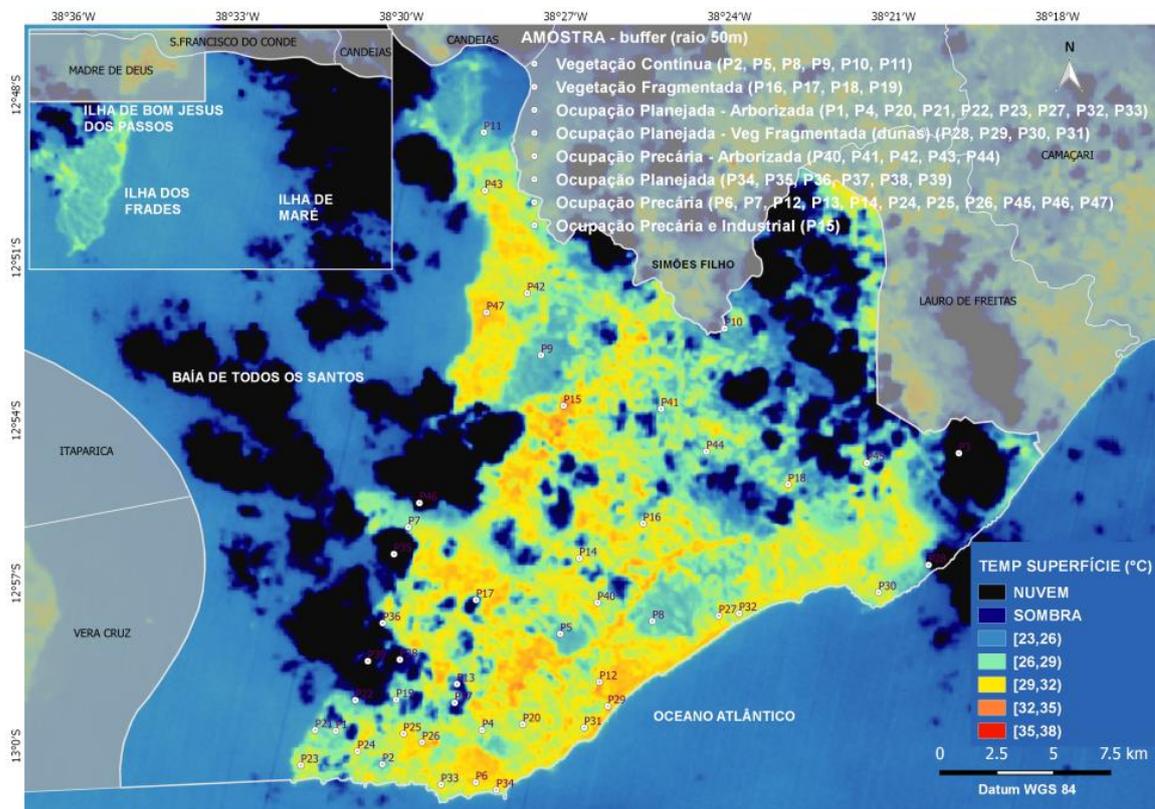
A cena do mês de setembro atendeu ao critério de nebulosidade máxima de 10%; no entanto as de março, julho e outubro apresentaram nebulosidade de até 20%. Essa inclusão tornou-se importante em função de não ter sido identificada nenhuma outra cena com nebulosidade máxima de 10% para o ano de 2016. Observou-se que o percentual de nebulosidade calculado incluiu toda a cena, no entanto, essa englobou uma extensão além da superfície global do município, ainda assim a nebulosidade predominou sobre os limites terrestres.

O processamento das imagens resultou em quatro arquivos no formato *geotiff* (matricial) de TST em graus Celsius (°C) englobando a superfície municipal imageada, conforme descrição da metodologia. Recortes da cena foram projetados em mapas temáticos representativos do período de março a outubro de 2016, que corresponderam as Figura 18, Figura 19, Figura 20, e Figura 21. Na composição dos mapas foram utilizadas seis faixas de TST delimitadas entre a mínima e a máxima temperatura de superfície detectada nas imagens de todo o período, agrupadas a cada três graus nas faixas de 23 a 25,9°C, 26 a 28,9°C, 29 a 31,9°C, 32 a 34,9°C, 35 a 37,9°C e 38 a 41°C. As seis faixas foram representadas em cores distintas, conforme indicado nas legendas das Figuras, que permitiram a visualização da distribuição espacial do comportamento da TST para toda a superfície municipal em escala aproximada de 1/120.000. Na presença de nuvens e sombras não foi possível a detecção da TST, portanto atribuiu-se uma cor específica para destacar essas áreas, conforme indicado nos mapas. Na elaboração dos mapas de TST foi utilizada a demarcação municipal disponível no portal do IBGE (BRASIL, 2016), que inclui na superfície municipal parte terrestre e marítima. Para a

sistematização dos dados de TST foi gerada a camada vetorial de distribuição dos 47 pontos amostrais de coleta de dados de temperatura georreferenciados, de acordo com a análise exploratória do uso e da cobertura do solo (Apêndice A). A partir da sistematização dos dados pontuais de TST na planilha (Apêndice A) foi executada a análise da relação dos dados de vegetação e TST, conforme discutido no capítulo seguinte.

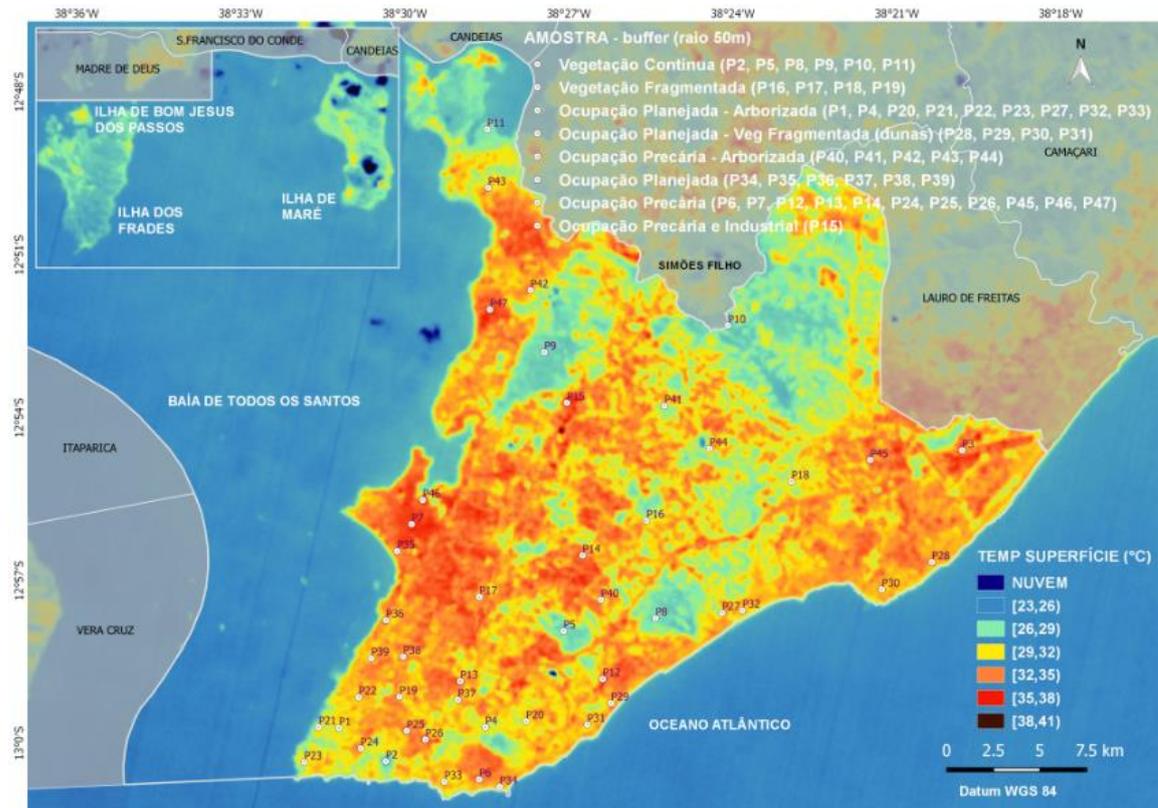
As cenas de 21 de março e 13 de setembro de 2016, correspondentes aos períodos do outono e início da primavera (Figura 18 e Figura 19), registraram inclinação solar próxima, respectivamente de 57 e 58 graus, conseqüentemente apresentaram valores semelhantes das TST nos pontos observados. Entretanto, verificou-se que a imagem obtida do mês de março, dentre as demais selecionadas, apresentou a maior proporção de nebulosidade, indicando 17% no total da cena e apresentando 27% da superfície terrestre coberta por nuvens, reduzindo a possibilidade de observação de algumas áreas, conforme indicado no Apêndice A.

Figura 18 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS) - 21/03/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador



Fonte: Própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Brasil (2016).

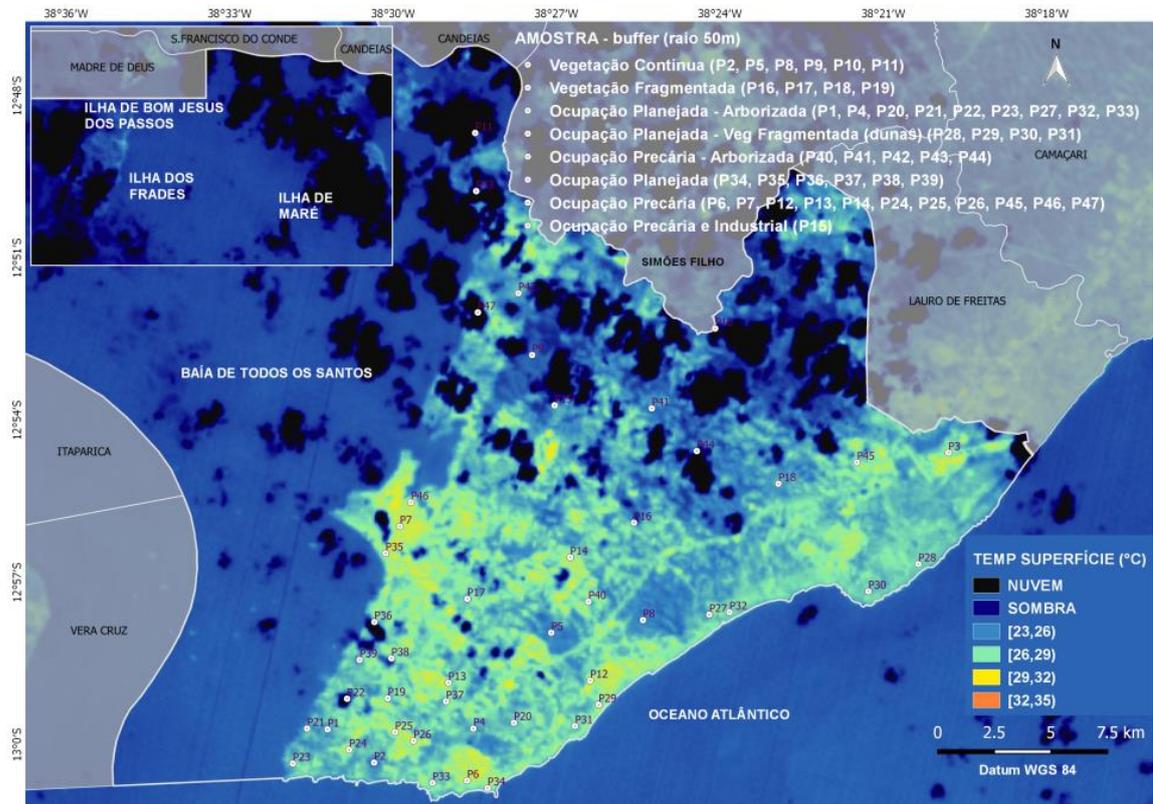
Figura 19 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 13/09/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador



Fonte: Própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Brasil (2016).

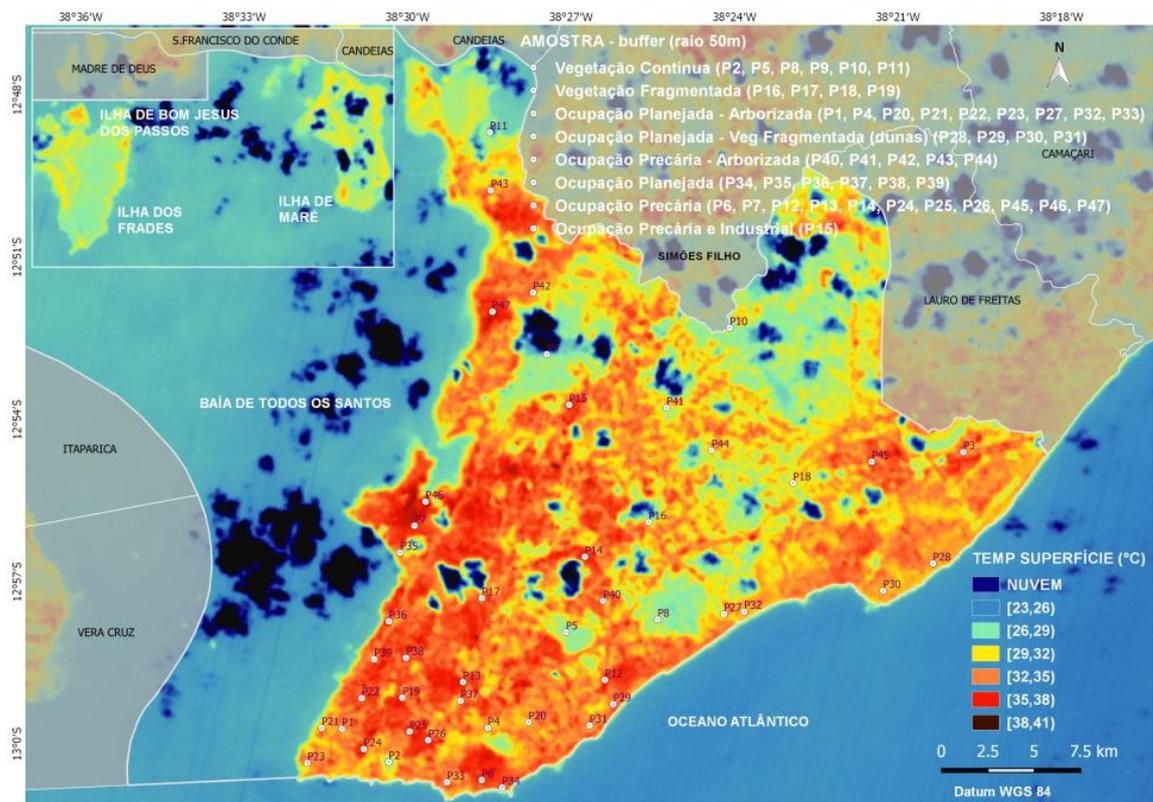
As cenas captadas em 11 de julho e 15 de outubro de 2016 (Figura 20 e Figura 21) corresponderam, respectivamente, à menor (44 graus) e maior (65 graus) inclinação solar observadas no período estudado. Desse modo, essas cenas apresentaram os valores mínimos e máximos das TST do período observado, entre o inverno e a primavera, e consequentemente registraram os valores limites do cálculo das amplitudes térmicas possíveis de detecção nesta pesquisa realizada em Salvador para o ano de 2016. Entretanto, a imagem obtida do mês de julho apresentou a segunda maior proporção da superfície com incidência de nebulosidade, equivalente a 16% do total da cena, indicando 26% de superfície terrestre recoberta, reduzindo a possibilidade de observação em grande extensão nessa data.

Figura 20 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 11/07/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador



Fonte: Própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Brasil (2016).

Figura 21 - Mapa de Temperatura da Superfície, L8 (TIRS), 15/10/16, 9:37 (UTC-3:00), Salvador

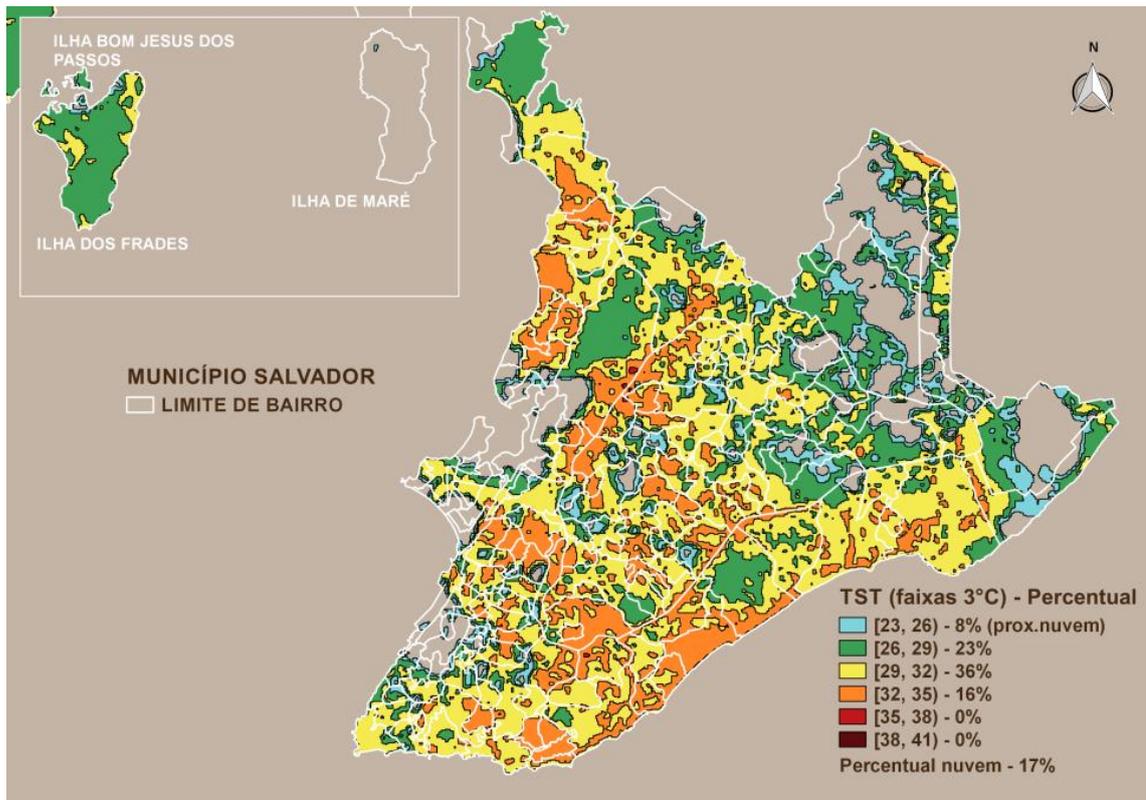


Fonte: Própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Brasil (2016).

6.2 DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA TST INTRAURBANA DE SALVADOR

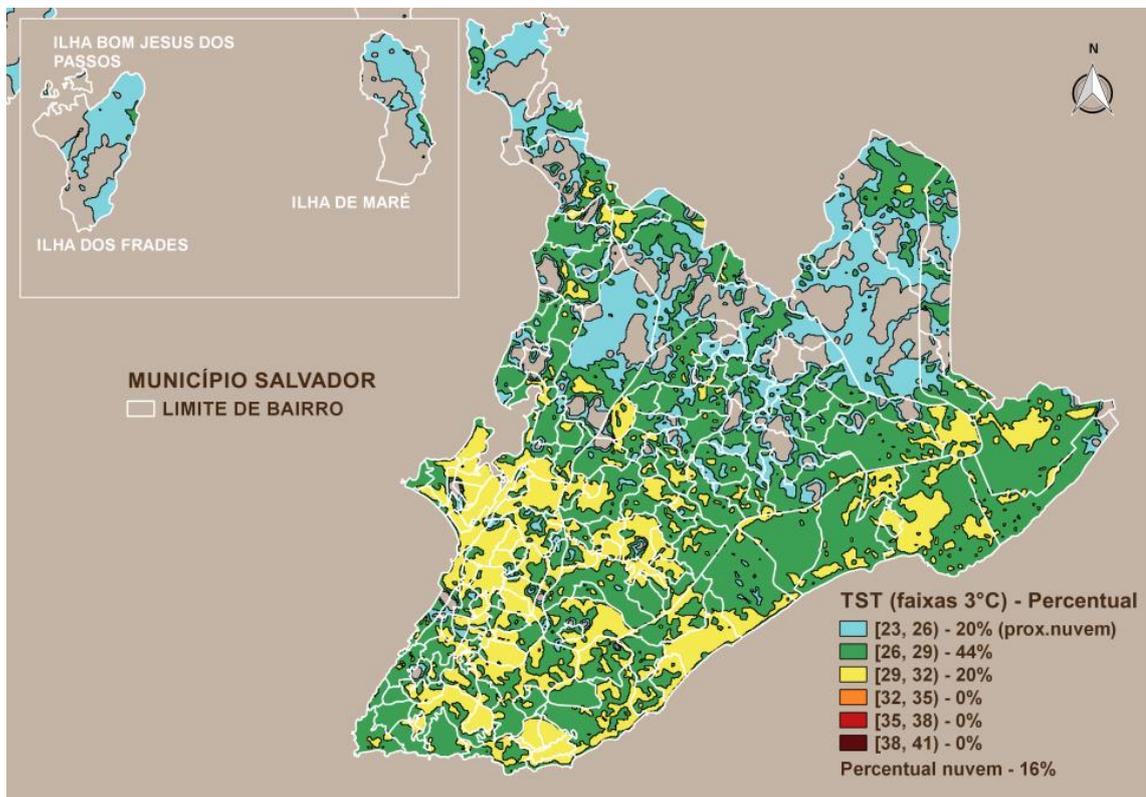
O pós-processamento das imagens no formato *geotiff* resultou na elaboração de quatro arquivos no formato *shapefile* (vetorial) para registro da superfície (metros quadrados) recoberta por cada uma das 6 faixas de temperatura (°C), possibilitando a delimitação e quantificação da variação da TST intraurbana, no município de Salvador para o ano de 2016. O resultado está representado nos mapas correspondentes às datas de detecção supracitadas, nas Figura 22, Figura 23, Figura 24 e Figura 25, destacando-se que, nos mapas, a ausência de cores relativas às faixas de TST, indicou a incidência de nuvens e inexistência de dados na superfície. Desse modo, a nebulosidade identificada, ainda contribuiu na redução da temperatura no entorno imediato das áreas nebulosas, provocando a ampliação do quantitativo das faixas de TST mais baixas no percentual quantificado na superfície urbana. Conforme visto quanto à nebulosidade, apenas a cena do mês de setembro permitiu a observação do comportamento das TST na superfície integral do município e, conseqüentemente, o estudo completo do comportamento da sua variação intraurbana. Para as demais datas somente foram utilizados os dados da variação das TST na superfície dos bairros onde ocorreu incidência inferior a 10% de nebulosidade. Assim como, somente foram observadas as TST nos 47 pontos amostrais selecionados, para cada data do período estudado, de acordo com a distância das áreas nebulosas (Apêndice A).

Figura 22 – Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Março/2016



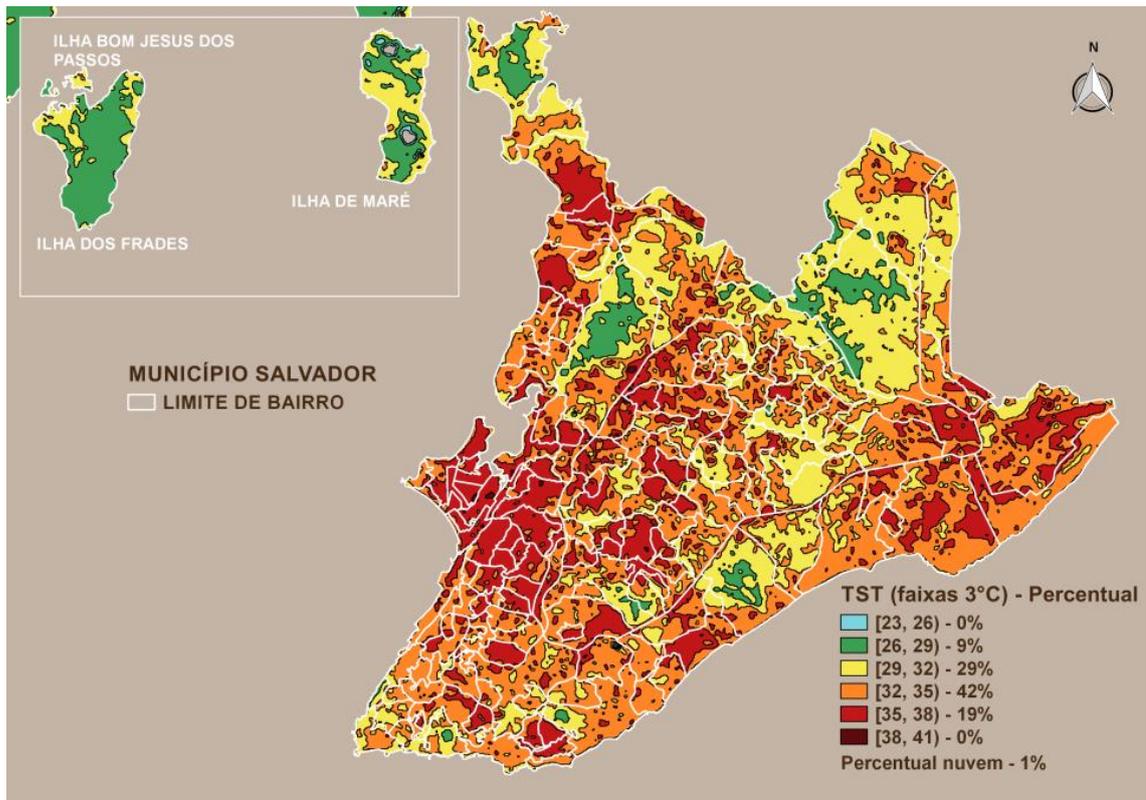
Fonte: própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Figura 23 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Julho/2016



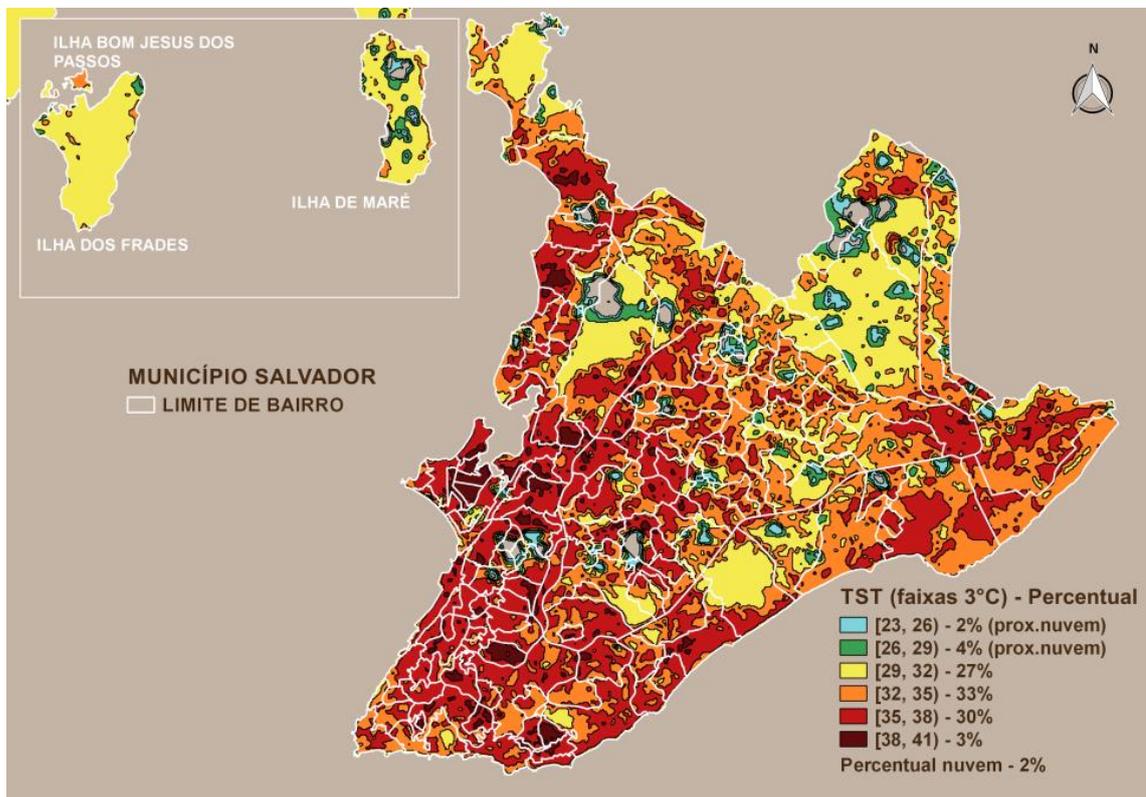
Fonte: própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Figura 24 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Setembro/2016



Fonte: própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Figura 25 - Temperatura de Superfície Intraurbana, Salvador. Outubro/2016



Fonte: própria (2018), a partir de USGS (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

6.3 USO E COBERTURA DO SOLO URBANO, COBERTURA VEGETAL E TST EM SALVADOR

6.3.1 Padrões de Uso e Cobertura do Solo Urbano e Comportamento da TST em Salvador

Na presente pesquisa o estudo da relação entre a distribuição da cobertura vegetal e as TST envolveu uma análise exploratória de padrões predefinidos de uso e da cobertura do solo urbano associando características urbanísticas, enfatizando a presença da vegetação, a dados pontuais de temperatura de superfície coletados. Para o levantamento de dados foi gerado um arquivo no formato *shapefile* (vetorial), armazenando informações quantitativas para os quarenta e sete pontos amostrais georreferenciados, agrupados de acordo com a semelhança dos valores de TST identificadas para cada ponto, representados nos mapas das Figura 10, Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21. Os pontos/amostras foram demarcados na superfície municipal definidos em dois padrões de cobertura vegetal e cinco padrões representativos característicos do uso do solo edificado (Apêndice A e Quadro 2).

Os dois padrões de cobertura vegetal foram caracterizados como:

- **vegetação contínua** (alta densidade e baixa antropização) mais frequentemente encontrada nos parques, encostas e bolsões na malha urbana; e
- **vegetação fragmentada** (baixa densidade e alta antropização) mais encontrada em regiões de dunas, praças arborizadas, vegetação de acompanhamento viário e áreas livres com vegetação rebrotada.

Os cinco padrões do uso do solo edificado foram definidos por:

- **ocupação planejada arborizada** ou **ocupação planejada com vegetação fragmentada** - ordenamento do solo edificado e $\geq 15\%$ vegetação;
- **ocupação precária arborizada** - ocupação espontânea do solo edificado e $\geq 15\%$ vegetação;
- **ocupação planejada** (sem vegetação) - ordenamento do solo edificado e $< 15\%$ vegetação;
- **ocupação precária** (sem vegetação) - ocupação espontânea do solo edificado e $< 15\%$ vegetação; e

- **ocupação precária e centro comercial ou industrial** urbano - ocupação espontânea do solo edificado, conjunto de construções comerciais ou industriais e < 15% vegetação.

Os sete padrões assim definidos encontram-se destacados por faixas de cores no Apêndice A, onde foram apresentados em uma sequência crescente dos valores registrados das TST. Destaca-se que para cada um dos 47 pontos amostrais selecionados foram levantados os valores das TST nas quatro datas distintas do período estudado, observando-se o afastamento de áreas nebulosas e indicando a incidência. Visto que, os dados foram obtidos dos arquivos *geotiff* gerados das imagens termais de março/outono, julho/inverno, setembro/começo da primavera e outubro/primavera de 2016, para a compreensão do ambiente térmico de Salvador.

Os quarenta e sete pontos centralizam *buffers* circulares com diâmetro de 100m, para identificação da proporção de cobertura vegetal na área total de 7.725m² da amostra. Dessa forma, as amostras/*buffers* foram distribuídas em seis pontos localizados em áreas de **vegetação contínua**, localizadas em parques urbanos (P2, P5, P8, P9, P10, P11), quatro pontos em áreas de **vegetação fragmentada** (P16, P17, P18, P19), nove pontos em área de **ocupação planejada arborizada** (P1, P4, P20, P21, P22, P23, P27, P32, P33), quatro pontos em área de **ocupação planejada, em meio à vegetação fragmentada** de dunas (P28, P29, P30, P31), acrescido de um ponto em área de **ocupação planejada, em meio à vegetação fragmentada** do parque urbano de dunas do aeroporto (P3), cinco pontos em área de **ocupação precária arborizada** (P40, P41, P42, P43, P44), seis pontos em área de **ocupação planejada** sem vegetação (P34, P35, P36, P37, P38, P39), onze pontos em área de **ocupação precária** sem vegetação (P6, P7, P12, P13, P14, P24, P25, P26, P45, P46, P47) e um ponto em **ocupação precária associada a centro industrial** urbano (P15) (Apêndice A, Figura 10, Figura 18, Figura 19, Figura 20 e Figura 21).

Observou-se que as TST mais elevadas foram identificadas nos pontos de ocupação precária sem vegetação, variando de 29 a 39°C, apresentando a segunda maior amplitude térmica do período estudado entre o outono/março e a primavera/outubro de 2016, igual a 10°C. Enquanto nos pontos de vegetação contínua, posicionados em áreas de parques urbanos, correspondente ao padrão de menor interferência antrópica, registraram-se as temperaturas menos elevadas com variação de 26 a 30°C, correspondendo a menor amplitude térmica

registrada, igual a 4°C, para o mesmo período observado. Os valores intermediários das variações da TST identificados ocorreram nos pontos amostrais de ocupação planejada arborizada, apresentando no período do inverno/julho temperatura mínima equivalente a mesma encontrada nas áreas de vegetação contínua, igual a 26°C. Porém nessa tipologia observou-se o valor da amplitude de 11°C, atingindo a máxima TST no valor de 37°C na primavera/outubro, que corresponde à estação mais quente observada. Ainda registrando valores intermediários das TST foram identificados os pontos de cobertura vegetal fragmentada, com variação de 27 a 36°C e amplitude de 9°C. Na sequência, dos resultados de TST intermediários identificam-se os pontos de ocupação planejada com vegetação fragmentada (dunas, praças ajardinadas) e os de ocupação precária arborizada, que juntos apresentaram variação de 28 a 36°C e amplitude de 8°C. Considerou-se o ponto correspondente ao padrão de ocupação precária e centro industrial urbano uma exceção, onde foram registradas as temperaturas máximas de superfície verificadas na Cidade, em conformidade com pontos observados em centros comerciais urbanos. Nessa tipologia específica verificou-se no período de julho cerca de 32°C, para inclinação solar de 44 graus, sendo que nos períodos de março e setembro foram registrados 36°C e 41°C, respectivamente, para uma inclinação solar correspondente de 57 e 58 graus. Em outubro foi identificada uma temperatura de 41°C, para uma inclinação de 65 graus, sempre apresentando as maiores temperaturas dentre as registradas nas demais tipologias existentes. Os resultados descritos foram apresentados na Tabela 11. Ressalta-se que não foram considerados nesta análise os valores pontuais em proximidade de nuvens, conforme indicado no Apêndice A.

Tabela 11 - Padrões de Uso e Cobertura do Solo e TST, Salvador. 13/09/2016

Padrão	Uso e cobertura do solo (*)	Período de observação - julho a outubro de 2016
1	Vegetação contínua (6pt)	(26 a 30°C) = 04°C
2	Vegetação fragmentada (4pt)	(26 a 37°C) = 11°C
3	Ocupação planejada arborizada (9pt)	(27 a 36°C) = 09°C
3	Ocupação planejada vegetação/duna (5pt)	(28 a 36°C) = 08°C
4	Ocupação precária arborizada (5pt)	(29 a 36°C) = 07°C
5	Ocupação planejada sem vegetação (6pt)	(26 a 38°C) = 12°C
6	Ocupação precária sem vegetação (11pt)	(29 a 36°C) = 10°C
7	Ocupação precária/centro industrial (1pt)	(32 a 41°C) = 09°C

(*) Agrupados por semelhança dos valores TST (47 pontos amostrais).

Fonte: Própria (2018).

Em seguida foram considerados os valores pontuais das TST obtidas para cada uma das sete tipologias, observando-se a variabilidade da TST no padrão determinado em cada data (estação) do período estudado. Desse modo, foi analisada a variabilidade interna de cada padrão de uso e da cobertura do solo entre os pontos/amostras do padrão para uma mesma data. Verificou-se que a variabilidade da TST identificada entre os seis pontos amostrais do padrão de vegetação contínua, foi de até 1°C, em todas as quatro datas (estações) observadas no ano de 2016. Enquanto nos pontos de ocupação precária sem vegetação a variação foi de até 2°C, para todas as datas de observação do período. Para as demais tipologias a variação registrada ficou entre 3 e 4°C em função da maior mistura de feições na composição dos alvos urbanos existentes nesses padrões.

Os resultados apresentados indicaram a interferência do padrão de uso e da cobertura do solo no comportamento da TST na área urbana. Dessa forma, os dados obtidos sugerem que, à proporção que se reduz a cobertura vegetal do solo os valores e as amplitudes da TST tendem inversamente, a se elevar. Esse resultado indicou um comprometimento da qualidade térmica da Cidade, predominantemente nas regiões onde a presença de vegetação encontra-se reduzida, conforme visto para todo o período analisado.

Na sequência, realizou-se a análise intraurbana da relação entre o Percentual da Cobertura Vegetal (PCV) e a TST predominante em cada um dos 163 bairros do município na data de 13 de setembro de 2016. Salienta-se que a escolha dessa data ocorreu em função da escassa presença de nebulosidade (apenas 1%) na superfície global do município, em contrapartida com as demais datas observadas, possibilitando a comparação dos dados levantados para todos os bairros. No entanto, observa-se que em setembro, mês que decorre o começo da primavera no hemisfério sul, não representa o período das mais elevadas temperaturas na superfície municipal. As máximas temperaturas ocorrem no alto verão, que atravessa o mês de fevereiro, no entanto, na etapa de seleção das imagens de satélite esse mês apresentou intensa presença de nuvens (acima de 20%) no ano de 2016, conforme visto na metodologia.

Para discussão dos resultados foi organizado um banco de dados com os valores do PCV (%) e da TST predominante na superfície (%) de cada bairro na data estudada (Apêndice B). Na construção do banco de dados utilizou-se os dados gerados e armazenados no arquivo vetorial (*shapefile*), contendo o quantitativo por bairro de cada uma das 6 faixas de TST definidas em metro quadrado e percentual da superfície, observadas no mês de setembro de 2016 (Figura

26). Nota-se que, no mês de setembro não foram identificadas as faixas extremas das TST entre 23-26°C e 38-41°C, relativas às amplitudes mínima e máxima de 23 e 41°C, detectadas no período completo de observação entre março e outubro, assim sendo nessa data foram analisadas as 4 faixas de TST intermediárias identificadas. Ressalta-se que, para o período possível de observação em 2016, a faixa mínima foi encontrada apenas no mês de julho e a máxima em outubro. As faixas de TST se encontram representadas na legenda da Figura 26 e no Apêndice B, identificadas por cores e números (DN).

Dessa forma, no mês de setembro as TST se mantiveram entre 26 e 38°C, encerrando 4 faixas predefinidas de valores de TST. Assim sendo os valores obtidos nessa data revelaram que 25 bairros (15% do total) do município, registraram TST predominante nas 2 faixas inferiores a 32°C. Os demais 138 bairros (cerca de 85% do total), revelaram valores nas 2 faixas superiores, a partir de 32°C. Dentre os 138 bairros com valores de TST mais elevadas, 47 (29% do total) apresentaram TST predominante na faixa mais alta de temperatura na data observada, entre 35 e 38°C (Figura 26, Tabela 12 e Apêndice B).

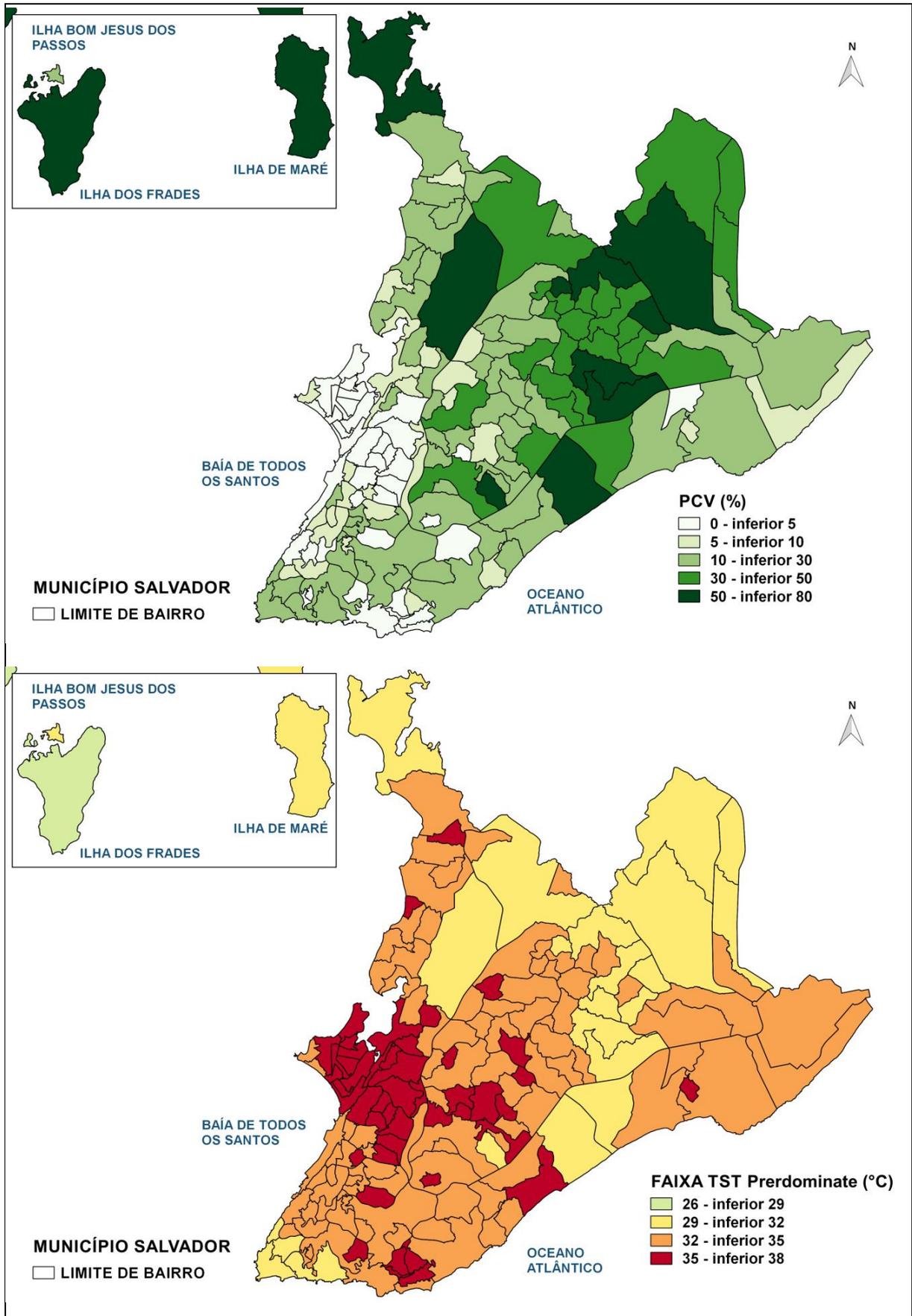
Tabela 12 – Faixas de TST Predominante por Bairro, Salvador. 13/09/2016

Número de bairros	% bairros	Faixas TST predominante
25	15%	< 32°C
138*	85%	≥ 32°C
163	100%	≥ 26 e < 38°C

(*) 47 bairros (integram 138), que correspondem a 29% do total, indicaram TST ≥ 35°C.

Fonte: Própria (2018).

Figura 26 – PCV x TST Predominante por Bairro, Salvador. Setembro/2016



Fonte: Própria (2018), a partir de ESA (2016), USGS (2016), com base em Santos *et al.* (2010).

Dentre os 25 bairros com melhor qualidade térmica em relação aos demais do município (Tabela 13), 20 correspondem a valores de PCV acima de 30% (Apêndice B). Nesse grupo 14 bairros se encontram localizados na região do Miolo, na porção Norte do município, denominados Itinga, Fazenda Grande II, Nova Esperança, Valéria, Areia Branca, Fazenda Grande IV, Jaguaripe I, Trobogy, Saboeiro, Nova Brasília, Boca da Mata, Cajazeiras XI, Cajazeiras II e Cassange, assim organizados em sequência crescente de PCV. Entre os 20 bairros citados, 4 estão situados na região do subúrbio na porção Oeste, Pirajá e São Tomé, além de 2 ilhas que revelaram os maiores valores de PCV do município, Ilha de Maré e Ilha dos Frades. As características urbanísticas dos bairros até aqui descritos são de padrão de ocupação precária arborizada ($PCV \geq 30\%$). Tal ocupação foi em parte resultante de fluxos populacionais migratórios de municípios da RMS impelidos, pela falta de recursos para viabilização de moradia, à invasão das zonas de conservação ambiental em áreas de baixas condições de monitoramento. Além desses, mais 2 bairros completam os 20, identificados por Patamares e Pituaçu, posicionados na costa atlântica, na porção Leste do município. Dessa forma, apresentando características urbanísticas distintas dos demais, principalmente definida por ocupação planejada arborizada, com localização privilegiada na planície litorânea. Conforme supracitado, todos os bairros que apresentam PCV acima de 30% encerram em seus limites porções significativas ou integrais de parques urbanos (Tabela 13, Apêndice B e Figura 26).

Entretanto, complementando os 25 bairros identificados com TST predominante inferior a 32°C na data de observação, verifica-se que, excepcionalmente 5 bairros registraram PCV abaixo de 30%, apontando percentuais entre 12 e 25%. Nesse grupo, os bairros da Graça (12% de PCV), Barra (16% de PCV), Vitória (24% de PCV) e Ondina (25% de PCV), segundo descrito anteriormente, possuem características urbanísticas praticamente exclusivas do padrão de ocupação planejada arborizada (diferentes percentuais de PCV). Conforme descrito em item anterior, esses bairros envolvem em seus limites zonas de proteção ambiental e paisagística consolidadas, além de dispor da presença de arborização de grande porte no acompanhamento viário. Diferentemente dos demais, o quinto bairro restante, inclui a pequena Ilha de Bom Jesus dos Passos (22% de PCV), totalmente envolvida nos fluxos das correntes de vento da Baía de Todos os Santos, outro fator atenuante de temperaturas, porém não tão determinante quanto à presença da vegetação com relação a porções continentais.

Tabela 13 - TST Predominante < 32°C e PCV (%) por Bairro, Salvador. 13/09/2016

Número de bairros	% PCV	Padrão uso e cobertura do solo (localização)	Faixas TST predominante
2	≥ 70% (74 a 79%)	Ilhas (Baía de Todos os Santos/Oeste)	≥ 26 a < 29°C ≥ 29 a < 32°C
16	≥ 30% (32 a 70%)	Ocupação precária arborizada (Miolo/Norte e Subúrbio/Oeste)	≥ 29 a < 32°C
2	≥ 30% (47 a 51%)	Ocupação planejada arborizada (Litoral Atlântico/Leste)	
4	≤ 25% (12 a 25%)	Ocupação planejada arborizada (Consolidação Antiga/Sul e Litoral Atlântico/Sul)	
1	≤ 22%	Ilha (Baía de Todos os Santos/Oeste)	
25 (15%)	-	-	

Fonte: Própria (2018).

Conseqüentemente, é possível compreender que não apenas a presença de extensas porções de vegetação mais densas, tais como parques urbanos, mas também a distribuição equilibrada de arborização de grande porte, em toda a extensão do bairro/território, são fundamentais para a redução das temperaturas de superfície.

Do mesmo modo, os dados apresentados sugerem a relação inversamente proporcional entre os resultados da TST e do indicador PCV. Os 47 bairros que apresentaram valores na faixa mais alta da TST predominante (35 a 38°C) na data estudada, registraram as mais baixas taxas de PCV. Nesse grupo, 41 bairros apresentaram PCV de até 10%, correspondendo ao padrão de ocupação precária (sem arborização). Observa-se que esse grupo envolveu 10 bairros na península de Itapagipe (Cidade Baixa), com exceção de 2 bairros, Monte Serrat e Boa Viagem, totalizando os 12 bairros dessa região de consolidação antiga, sempre envolvendo em sua extensão as mais baixas taxas de PCV e mais altas TST do município. Na região adjacente, tendo como extensão parte da encosta e porção Oeste da Cidade Alta, se encontram mais 16 bairros, que junto aos localizados na península, formam o bloco de maior proporção extensiva com as mais elevadas TST do município (Figura 26). Nesse bloco de 41 bairros na região Oeste do município se encontram os bairros de Ribeira, Bomfim, Caminho de Areia, Mangueira, Massaranduba, Vila Rui Barbosa, Roma, Mares, Uruguai e Calçada (PCV de 0 a 4%) situados na península de Itapagipe, Santa Luzia e Lobato (PCV de 9%), limitados pela encosta e Macaúbas, Cidade Nova, Pau Miúdo, IAPI, Pero Vaz, Santa Mônica, Liberdade, Curuzu, Fazenda Grande do Retiro, Bom Juá, Capelinha, São Caetano, Boa Vista de São Caetano e Marechal Rondon (PCV de 0 a 10%), na Cidade Alta à Oeste.

Entre os 41 bairros identificados pela temperatura de superfície mais aquecida com PCV inferior a 10% e característica predominante de ocupação precária, encontram-se mais 4 bairros agrupados e 1 próximo, situados nas imediações do litoral atlântico Sul. Esses bairros são conhecidos por Vale das Pedrinhas (PCV de 0%), Nordeste de Amaralina (PCV de 2%), Chapada do Rio Vermelho (PCV de 2%) e Santa Cruz (PCV de 7%), formando um bloco e Engenho Velho da Federação (PCV de 2%), nas imediações. Os 10 bairros restantes com PCV até 10%, se distribuem de modo mais isolado, porém constituídos da mesma forma construtivamente densa e impermeável na superfície municipal. Destaca-se nesse grupo um único bairro localizado no litoral atlântico à Leste, denominado Boca do Rio.

Para completar os 47 bairros indicativos das mais elevadas taxas de TST predominante, em setembro de 2016, se destaca, na região do Miolo, bloco menor incluindo 6 bairros que apresentam o PCV acima de 10% (entre 11 e 25%) (Tabela 14 e Apêndice B). Nesses casos, observa-se que a cobertura vegetal se encontra concentrada em área restrita, não havendo uma distribuição da vegetação mais espaçada no solo edificado do bairro. Esses bairros estão localizados na região central do Miolo, sendo conhecidos por São Gonçalo (PCV de 11%), Narandiba (PCV de 16%), Nova Sussuarana (PCV de 16%), Dom Avelar (PCV de 19%), São Marcos (PCV de 21%) e Barreiras (PCV de 25%). Conseqüentemente, todos os bairros que apresentaram TST predominante na faixa mais elevada (35-38°C) na data de observação, pertencem ao padrão de ocupação precária. Assim, a alteração do equilíbrio térmico ambiental nesses bairros, identificado pelo comportamento da TST, indica prejuízos na qualidade de vida de sua população. Nota-se que essa condição ocorre em quase um terço dos bairros do município de Salvador (29% do total).

Tabela 14 - TST Predominante $\geq 35^{\circ}\text{C}$ e PCV (%) por Bairro, Salvador. 13/09/2016

Número de bairros	% PCV	Padrão uso e cobertura do solo (localização)	Faixa TST predominante
10	< 5% (0 a 4%)	Ocupação precária (sem arborização) (Península Itapagipe/BTS/Oeste)	≥ 35 a < 38°C
5	< 10% (0 a 7%)	Ocupação precária (sem arborização) (próximo Litoral Atlântico/Sul)	
16	$\leq 10\%$ (0 a 10%)	Ocupação precária (sem arborização) (Encosta e Cidade Alta/Oeste)	
10	$\leq 10\%$ (2 a 10%)	Ocupação precária (sem arborização) (dispersos)	
6	> 10% (11 a 25%)	Ocupação precária arborizada (Miolo/Centro)	
47 (29%)	-	Ocupação precária	

Fonte: Própria (2018).

7. CONCLUSÃO

Neste estudo a cobertura vegetal urbana, classificada como vegetação contínua, caracteriza-se por maciços de vegetação densos, arbóreos e arbustivos apresentando superfície mínima de 5.000m². Verifica-se que essa vegetação é encontrada de forma mais concentrada nos parques urbanos, assim como nas duas maiores ilhas do município em extensas áreas vegetadas remanescentes do bioma da Mata Atlântica. Em menores extensões, a vegetação contínua também pode ser encontrada nas encostas e em bolsões na malha urbana, com características de resquícios da floresta tropical, mais dispersos e degradados.

De acordo com a pesquisa realizada, a distribuição da cobertura vegetal de Salvador por habitante em 2016, corresponde ao ICV de 34m²/hab, entretanto no conjunto dos bairros, o valor do ICV apresenta variação entre 0 e 13.294 m²/hab. Esse resultado indica que o índice se distribui de forma muito desigual na escala intraurbana. Dentre os 161 bairros que constituem o município (exceto 2 institucionais), o equivalente a 103, correspondendo a 63% do total municipal, não atingiram o parâmetro mínimo do ICV de 15m²/hab, patamar divulgado pela SBAU (1996) e identificado neste estudo como o mais utilizado na literatura científica brasileira.

Do mesmo modo, na análise da distribuição percentual da cobertura vegetal na superfície do município o valor encontrado do PCV foi de 33%, no entanto os resultados identificados do indicador para os bairros apresentam alta variabilidade, com valores entre 0 e 79%. Conseqüentemente, constata-se que a vegetação intraurbana (PCV) se encontra desigualmente distribuída entre os 163 bairros (incluindo 2 institucionais) na Cidade de Salvador, resultante de um processo de urbanização intenso e carente de uma política pública capaz de promover a adequação do crescimento da Cidade às exigências da preservação de seu patrimônio ambiental e da promoção da qualidade de vida urbana.

Dentre os 163 bairros do município, registra-se que 128, correspondentes a 79% do total, indicaram PCV inferior a 30%. Apenas 35 bairros, 21% do total, apresentam PCV a partir de 30%, envolvendo nesse grupo duas ilhas, apontando os maiores percentuais do indicador. Nessa desproporção, dentre os 128 bairros com PCV abaixo de 30%, pelo menos 67 bairros (41% do total), contêm PCV inferior a 10%. Dos 67 bairros que detêm menos de 10% de

vegetação, 28 (17%) possuem PCV entre 5% e menos de 10%, enquanto os outros 28 contêm PCV entre 1 e menos de 5%, restando 11 bairros sem vegetação significativa, que registraram PCV de 0%.

Nota-se que os 35 bairros com PCV acima de 30%, encerram em seus limites porções significativas ou integrais de parques urbanos, entretanto, apresentam distintas características urbanísticas. Os bairros situados na região da orla atlântica na porção Leste caracterizam-se principalmente por ocupação planejada arborizada. Aqueles localizados na área central e na porção Norte do Miolo, semelhantemente aos situados na região do Subúrbio à Oeste, caracterizam-se principalmente por ocupação precária arborizada. Nessa faixa do PCV, ainda se encontram a Ilha dos Frades e a Ilha de Maré, apresentando características associadas dos dois tipos de ocupação descritos. Em todas essas condições, verifica-se uma forte pressão para ocupação das áreas de cobertura vegetal, exercida no caso das regiões da orla atlântica e das Ilhas por agentes empreendedores da especulação do solo urbano. Nas demais regiões, a ocupação ocorre de forma desordenada e espontânea, atendendo à necessidade de habitação da população de menor renda (e sem renda), que acaba preenchendo os vazios urbanos, ou seja, os espaços menos adequados e fiscalizados pela administração pública, como as zonas de conservação ambiental, nas encostas e fundo de vales.

De acordo com a análise das informações pesquisadas, as áreas delimitadas de Macrozona de Conservação Ambiental, constantes do Mapa 01 de Macrozoneamento Anexo do PDDU/2016, não se encontram integralmente recobertas por vegetação. Segundo o resultado da detecção da cobertura vegetal por meio das imagens de satélite, identifica-se que 35% das áreas de conservação ambiental do mapeamento institucional não apresentam cobertura vegetal, enquanto os 65% restantes caracterizam-se como superfícies recobertas por vegetação contínua. Por sua vez, cerca de metade da superfície dos 33% de cobertura vegetal detectada no município encontra-se fora da delimitação da Macrozona de Conservação Ambiental. Dessa forma, apenas cerca de 17% de cobertura vegetal do município estão limitados pela Macrozona de Conservação Ambiental institucional. Tal condição implica que os demais 16% da vegetação urbana de maior densidade, que ainda recobre a superfície municipal, resquícios do bioma original da Mata Atlântica, encontram-se vulneráveis em relação à legislação municipal, Lei n. 9.069 do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU/2016.

A análise da relação entre a distribuição da cobertura vegetal e o comportamento da TST no meio intraurbano na Cidade de Salvador, por meio da observação de pontos amostrais de padrões urbanísticos representativos do uso e da cobertura do solo urbano, sugere que nos pontos centrados em parques urbanos, com característica de máxima concentração da vegetação contínua, registraram-se os mínimos valores de TST e amplitudes térmicas nas quatro datas do período do ano de 2016. Nesses pontos as TST verificadas variam de, aproximadamente, 26 a 30°C, correspondendo à amplitude de 4°C em todo o período estudado. Por sua vez, no outro extremo, os pontos com características urbanísticas de ocupação precária sem vegetação, indicam os dados das TST mais elevadas, variando entre 29 e 39°C, no mesmo período em 2016. De semelhante forma, observa-se que o ponto amostral de ocupação precária em meio ao centro industrial urbano, apresenta os maiores valores das TST observados em todo o território do município, registrando TST mínima de 32°C (junho) e máxima de 41°C (outubro) em 2016.

Do mesmo modo, no estudo da relação entre a distribuição da cobertura vegetal, por meio do indicador PCV, e a TST, os valores da TST predominante por bairro se mantiveram entre 26 e 38°C, no mês de setembro de 2016. Nessa data, verificou-se que 25 bairros, (15% do total), registraram TST predominante inferior a 32°C. Os demais 138 bairros (cerca de 85%), revelaram valores a partir de 32°C. Dentre os 138, 47 bairros (29% do total) apresentaram TST predominante na mais elevada faixa da data observada, entre 35 e 38°C. Observa-se que todos os bairros com valores de TST predominante na faixa máxima (35-38°C), pertencem ao padrão de ocupação precária.

Em síntese, os dados analisados permitem sugerir que a hipótese levantada neste trabalho é válida, já que se pôde verificar que a distribuição da vegetação intraurbana, analisada pelo PCV, interfere no comportamento da Temperatura de Superfície Terrestre (TST). Conforme os resultados apresentados, a redução da cobertura vegetal corrobora com a elevação tanto das temperaturas de superfície quanto da amplitude térmica. Esse quadro se traduz em uma situação de alteração dos microclimas intraurbanos, chegando a situações extremas em termos de carência de vegetação e elevação de temperatura, comprometendo significativamente a qualidade térmica da Cidade.

Nesse contexto, a Cidade necessita da definição de uma política pública municipal, que dentre seus instrumentos incorpore o estabelecimento de parâmetros urbanísticos quantitativos e

qualitativos, sustentados em critérios socioambientais, de forma a promover uma qualidade urbano-ambiental compatível com o clima da Cidade de característica tropical litorânea. Tal política também deve promover a manutenção e revitalização dos parques com vegetação característica do bioma da floresta nativa e dos seus ecossistemas associados; assim como a preservação e replantio de grupamentos de árvores amplamente distribuídos nos logradouros urbanos (praças, largos, vias) na superfície de todos os bairros.

Por outro lado, é importante reavaliar a infraestrutura que envolve a arborização urbana, observando-se a largura das calçadas da Cidade, que de modo geral apresentam dimensões reduzidas para dividir o espaço entre pedestres, equipamentos para deficientes, postes de iluminação e acessos às edificações.

Os indicadores urbanos apresentados nesta pesquisa ainda poderão ser úteis aos planejadores municipais no desenvolvimento de parâmetros ambientais com vistas a instrumentar a definição de estratégias de preservação e controle da cobertura vegetal urbana. Sugere-se o incremento da qualidade de vida no meio urbano, tal como vem ocorrendo no âmbito global, com o investimento na construção de paredes e telhados verdes nas edificações públicas, ampliação das calçadas com arborização, criação de parques lineares com revitalização dos rios urbanos, entre outros. Em síntese sugere-se a percepção de uma nova visão de cidade, voltada para o bem-estar de sua população na convivência da qualidade do ambiente urbano.

REFERÊNCIAS

AFONSO, L. D.; SOUZA, A. N.; MONTEIRO, S. A Dinâmica da Cobertura Vegetal de Salvador-Ba (1995 a 2007): entre o fetiche e a degradação. **Revista VeraCidade**, ano V, n.6, 2010.

ALVES, A. C. N.; ANDRADE, T. C. Q.; NERY, J. M. F. G. A Influência da Vegetação e da Ocupação do Solo no Clima Urbano: Um Exercício Analítico Sobre A Avenida Paralela. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, 2013.

ANDRADE A., B.; BRANDÃO P., R., B. **Geografia de Salvador**. 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2009. 160 p.: il.

ANDRADE, T. C. Q.; NERY, J.; MOURA, T.; KATZSCHNER, L. Urban climatic map studies in Brazil: Salvador. In: Edward Ng and Chao Ren (Org). **The Urban Climatic Map for Sustainable Urban Planning**. 1 ed. London: Ed. Routledge. 2015, p. 151-163.

BAHIA. Projeto Mata Atlântica Salvador. **Diagnóstico da Vegetação do Bioma Mata Atlântica na cidade de Salvador**. Ministério Público do Estado da Bahia. Fundação José Silveira. Ed. rev. e ampliada. - Salvador: [s.n], 2013. 360 p. il.

_____. **Balanco Hídrico do Estado da Bahia**. SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia). - Salvador: [s.n], 1999. 250 p.

_____. Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - CONDER. **Painel de informações: dados socioeconômicos do município de Salvador por bairros e prefeituras-bairro**. Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia - INFORMS (org). 5ª ed. Salvador: CONDER/ INFORMS, 2016. 189 p.: il.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas Verdes Urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual - Soc. Bras. de Arborização Urbana. **REVSBAU, Piracicaba – SP**, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BENINI, S. M.; MARTIN, E. S. Decifrando as áreas verdes públicas. **Revista Formação – UNESP**, São Paulo, v.2, n.17, p.63-80, 2011.

BRANCO, N., L. **Avaliação pós-ocupação e o conforto térmico nas Praças de Salvador/BA**. Dissertação de Mestrado do Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana. Escola Politécnica UFBA, Salvador, 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. SIDRA. **Censos Demográficos. 1991, 2000 e 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25.Jan. 2016.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em: 25.Jan. 2016.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2015.**

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtm>.

Acesso em: 10.Out. 2016.

_____. Lei Federal nº 6.766, de 19.12.1979. Lei Lehman.

_____. Lei Federal nº 9.785, de 29.01.1999. Alterou a Lei Federal nº 6.766 - Lei Lehman.

_____. Resolução nº 369 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, de 28.03.2006.

_____. Lei nº 12.651, de 25.05.2012. Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

_____. Os planos de prevenção e controle do desmatamento em âmbito federal. 2018.

Disponível em: <<http://combateadesmatamento.mma.gov.br/>>. Acesso em: 11 Jan. 2018.

BUCCHERI FILHO, A.T; NUCCI, J. C. Espaços Livres, Áreas Verdes e Cobertura Vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba - PR. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 18, p.48-59, 2006.

CARVALHO, A. A. A. A.; GREGÓRIO, L. S.; FERREIRA, M. R. F.; COUTO, R. S.; CASTRO, W. O.; ALVES, W. F.; COSTA, G. O. A. P.; BRITES, R. S.; BIAS, E. S. Análise de Classificação de Imagem RapidEye por Meio dos Softwares InterImage e Spring. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 2014, Gramado. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC)**, Gramado: SBC, 2014. On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em:<

http://www.cartografia.org.br/cbc/anais_listagem_4_fotogrametriae-sensoriamento-remoto.html>. Acesso em: 15.Jan. 2017

CARVALHO, M. L. A. M.; PONTES, B. M. S. Os esforços de planejamento da área soteropolitana e o espaço do verde. In: GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. (org.) **Teoria, Técnica, Espaços e Atividades Temas de Geografia Contemporânea**. 1ed. Rio Claro: AGETEO/PPG-UNESP, 2001, v. 1, p. 223-267.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da SBAU** (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), ano VII, n. 3 - Jul/ago/set de 1999, Rio de Janeiro, p. 7.

DELGADO, R. C.; RODRIGUES, R.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G. Uso do Sensor TM na Estimativa da Temperatura da Superfície e Mudança no Uso do Solo em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**. 2013, v.7(1), p. 17-30.

DUARTE, D. H. S. **O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano**. Contribuições a uma abordagem interdisciplinar. 2015.167 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP. São Paulo.

ELLIS, J.; BLANCO, A.; TERRAZA, H. **Anexo 2: Indicadores da Iniciativa Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES): Guia metodológico**. BID, Versão 2013. Disponível em: <http://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/indicadores_ices_po/1>. Acesso em: 24.Set.2015.

ESA (European Space Agency). **Sentinel-2 User Handbook**. Disponível em: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Downloads. Acesso em: 01.Set.2016

FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura). **Global Forest Resources Assessment 2015: How are the world's forests changing**. 2a edição. Disponível em: <www.fao.org/forest-resources-assessment>. Acesso em: 23.Out.16

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento remoto para geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p., p. 31-71.

FREIRE, R. H. A.; CALEGARI, E. B.; CORREA, L. E., B. L. D. DE ANGELIS. Índice de áreas verdes para Macrozona de consolidação de Paranavaí – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP**, Piracicaba – SP, v.7, n.1, p. 01-22, 2012.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas da Mata Atlântica mostra que 598 cidades desmataram o bioma no último ano. Publicado em 13 Dez. 2017. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/106845/atlas-da-mata-atlantica-mostra-que-598-cidades-desmataram-o-bioma-ultimo-ano/>>. Acesso em: 11 Jan. 2018.

_____. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2013-2014. Publicado em 27.Mai.2015. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-atlantica/> Acesso em: 13.Jun. 2016.

GÓMEZ, F., JABALOYES, J; MONTERO, L.; DE VICENTE V.; VALCUENDE, M. Green areas, the most significant indicator of the sustainability of cities: Research on their utility for urban planning. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 137, n. 3, p. 311-328, 2010.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>. Acesso em: 01.Dez.2016

GORDILHO-SOUZA, A. **Limites do habitar: segregação e exclusão na configuração urbana contemporânea de Salvador e perspectivas no final do século XX**. Salvador: EDUFBA, 2000. 452 p.

HENKE-OLIVEIRA, C. **Análise de padrões e processos no uso do solo, vegetação, crescimento e adensamento urbano. Estudo de caso: Município de Luiz Antônio (SP)**. 2001. 101f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos: UFSCar, SP.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Base dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 25.Out.2016.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Taxas anuais do desmatamento - 1988 até 2016**. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm. Acesso em: 11 Jan. 2018.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Synthesis Report, Fourth Assessment Report**. Disponível em:

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. Acesso em: 01.Nov.2016

JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução de Epiphânio J.C.N. (coord.). 2. ed., Parêntese, São José dos Campos, 2009. 598 p.

JESUS, E. F. R. **Espaço, tempo e escala em Climatologia. 1995**. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: USP, SP.

_____. Algumas Reflexões Teórico-conceituais na Climatologia Geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. **Geotextos** (UFBA), 2008, v. 4, p. 165-187.

_____. Análise Climatológica e Organização do Espaço - POSGEO. Salvador, UFBA, 2016. Notas de aulas.

LIMA, M. L. P. CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; SOUSA, M. A. L. B.; FIALHO, N. O.; DEL PICCHIA, P. C. D. Problemas de Utilização na Conceituação de termos como Espaços Livres, Áreas Verdes e Correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2, 1994. São Luís – MA. **Anais...**São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1994.p.539-553.

LIMA, V. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. 2013. 358 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, linha de pesquisa “Dinâmica e Gestão Ambiental” - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Presidente Prudente/SP.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Revista Ambiência**, Garapuava-PR, v.1, n.1, p. 125-139, 2009.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

_____. Análise das mudanças climáticas nas metrópoles o exemplo de São Paulo e Lisboa. Capítulo 5. Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p. ISBN 978-85-7983-007-5. In: CORTEZ, A. T. C. e ORTIGOZA, S. A. G., (Orgs). **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano** [online]. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

_____. O uso de geotecnologias na análise das mudanças climáticas na metrópole de São Paulo. **Revista Geográfica da América Central**, v. esp. EGAL, p.1-19, 2011.

LONDE, P.; MENDES, P. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia-MG, Hygeia (10), 18, p. 264-272, Jun 2014.

LUCON, T. N.; PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G. Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto – MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, REVSBAU, 2013.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. 1 ed., Porto Alegre-RS. 2002. 242p.

MIYOSHI, G., T. **Caracterização espectral de espécies de Mata Atlântica de Interior em nível foliar e de copa**. 2016, 142f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas (PPGCC) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Presidente Prudente/SP.

MONTEIRO, C., A., F. Teoria e Clima Urbano. **Série Teses e Monografias**, nº25. São Paulo, 1976.181p. Instituto de Geografia/USP, 1976.181p.

MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. IGEO/USP. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MORABITO, M.; CRISCI, A.; MESSERI, A.; ORLANDINI, S.; RASCHI, A.; MARACCHI, G., MUNAFÒ, M. (2016). The impact of built-up surfaces on land surface temperatures in Italian urban areas. **Science of The Total Environment**, 551(552), pp. 317-326.

MORERO, A. M.; SANTOS, R. F.; FIDALGO, E. C. C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso de Campinas-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 19, n. 1, p. 19-30, jun. 2007.

MOURA, A. R. de; NUCCI, J. C. Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas: o caso do Bairro de Santa Felicidade, Curitiba/PR. **Revista Geografia. Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 1682-1698, 2008.

MOURA, T.; NERY, J.; ANDRADE, T. C. Q.; KATZSCHNER, L. Mapeando as condições de conforto térmico em Salvador. **RUA (Revista de Arquitetura e Urbanismo-UFBA)**, Salvador, vol.7, n.1, Salvador, p.44-49, 2006.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. USGS. In: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/> Acesso em: 10.Nov.2016.

_____. National Aeronautics and Space Administration. Science Mission Directorate. Reflected Near-Infrared Waves (2010). Imagem creditada Eric Brown de Colstoun. In: http://science.nasa.gov/ems/08_nearinfraredwaves. Acesso em: 26. Dez.2017

NERY, J.; MOURA, T.; ANDRADE, T.; KATZSCHNER, L.; SANTOS, E. . The City of Salvador's Urban Planning based on Urban Climate Investigations. In: Passive Low Energy Architecture - PLEA 2017 Conference - Design to Thrive, Edinburgh. **PLEA 2017 Proceedings**. Edinburgh: PLEA 2017, 2017. v. V. II. p. 1805-1812.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. São José dos Campos, SP: Ed. Edgard Blucher Ltda, 2010. 308 p.

NUCCI, J.C; WESTPHALEN, L. A.; BUCCHERI FILHO, A. T.; NEVES, D. L.; OLIVEIRA, F. A. H. D; KRÖKER, R. (2003) Cobertura vegetal no bairro Centro de Curitiba/PR. **GEOUERJ**, número especial, Rio de Janeiro, 2003 (CDROM).

NUCCI, J.C. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª ed. - Curitiba: O Autor, 2008. 150 p. Disponível em: <<http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs>>. Acesso em: 03.Set.2016.

OLIVEIRA, A. G.; SILVA, G. B.; SILVA, H. R. F.; SANTOS, M. G.; LIMA, U. D. S. Mapeamento de índices de cobertura vegetal dos bairros de Salvador-BA com uso de imagens do sensor RapidEye para o ano de 2009. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

OSGEO (Open Source Geospatial Foundation). Disponível em: <http://www.osgeo.org/>. Acesso em: 09.Ago.2016.

PALMA, J. S. **Variabilidade das chuvas em Salvador e suas tendências espaço-temporais**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador.

PEREIRA, B. R.; MEES, M. B.; LEITE, M. R.; MAGALHÃES FILHO, R. Análise da gestão ocupacional em Montes Claros – MG: Impactos do uso do solo e suas consequências na temperatura de superfície. **Revista Cerrados**. 2017, v.15(1), p. 285-311.

RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teórica**, 23(46-46):288-294, 1993.

ROSSET, F. **Procedimentos Metodológicos para estimativa do índice de áreas verdes públicas. Estudo de caso: Erechim, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

SALVADOR. **Cadernos da Cidade. Ocupação do Solo**. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente- SEDHAM. Coordenadoria Central de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais - COPI, Salvador, Bahia. Ano I, n1. 2009.

_____. **Estudos Ambientais. Relatório Final**. CENTRO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS – PANGEA. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Salvador. Salvador, 2000, 114 p. Não publicado.

_____. Lei n. 3.525, de 11 de setembro de 1985. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU**. Salvador, 1985.

_____. **Estudos Técnicos**. Coordenadoria Central de Produção de Indicadores Urbano-Ambientais - COPI e Sistema de Informação Municipal de Salvador - SIM. Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente – SEPLAM/PMS. Salvador, 201?. Não publicado.

_____. Lei n. 9.069, de 30 de Junho de 2016. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU**. Salvador, 2016a.

_____. Lei 9.148, de 8 de Setembro de 2016. **Legislação de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo – LOUOS**. Salvador, 2016b.

_____. Lei municipal n. 9.187, de 17 de Janeiro de 2017. **Plano Diretor de Arborização Urbana - PDAU**. Salvador, 2017a.

_____. Lei Ordinária n. 9.278, de 21 de Setembro de 2017. **Delimitação e Denominação dos Bairros do Município de Salvador**. Diário Oficial do Município, Salvador: PMS, v.30, n.6.931, p. 2-14, 2017b.

SAMPAIO, H., A. **Correlações entre uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. 1981. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

_____. **Formas Urbanas: Cidade Real e Cidade Ideal**. Contribuição Ao Estudo Urbanístico de Salvador. 2 ed. EDUFBA, Salvador, 2015. 542 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: Gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, n. 4, p. 51-72, 2008.

_____. Escalas Geográficas do Clima: mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Org.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. Editora Outras Expressões, 2013.

SANTOS, E.; OLIVEIRA, M., L., S.; BENEVIDES, T., M. “Projeto Qualidade do Ambiente Urbano de Salvador – QUALISalvador”. **FAPESB. Edital 011/2014**. Disponível em: <http://www.fapesb.ba.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/Classificados_e_Beneficiados_Faixa_1.pdf>. Acesso em: 25.Out.2015.

SANTOS, R., A.; ANDRADE, T., C., Q.; BRANCO, N., L.; BORJA, P., C.; PEDRASSOLI, J., C.; VALE, T., B. Vegetation Cover and Surface Temperature in Urban Areas: An Analysis Using Remote Sensing in the City of Salvador, Bahia, Brazil. In: Passive Low Energy Architecture - PLEA - Design to Thrive, 2017 PLEA Conference, Edinburgh. Proceedings, v. II. p. 1888-1895. ISBN 978-0-9928957-5-4 NCEUB 2017

SANTOS, E.; PINHO, J. A. G; MORAES, L. R. S.; FISCHER, T. **O Caminho das Águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes**. Salvador: CIAGS/UFBA: SEMA, 2010.

SÃO PAULO. Resolução SMA 31, de 19.05.2009.

SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana). Carta à Londrina e Ibiporã. In: Boletim Informativo, v.3, n. 5, p. 3, 1996.

SOUZA, S., H., M. **Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Escola Politécnica UFBA – Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA, 2010.

STEFFEN, C. (2015). **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. Disponível em:

<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>. Acesso em: 01.Out. 2015.

UNFPA (United Nations Population Fund). State of World Population 2007: Unleashing the potential of urban growth. Disponível em: http://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/695_filename_sowp2007_eng.pdf. Acesso em: 26. Dez.2017.

USGS (United States Geological Survey). **Using the USGS Landsat 8 Product**. Disponível em: https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php. Acesso em: 01.Set.2016

ZANIN, E., M., SANTOS, J., E., HENKE-OLIVEIRA, C. Environmental analysis and zoning for an urban park management purpose. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 4, p. 647-655, 2005.

APÊNDICE A – COBERTURA VEGETAL, USO DO SOLO E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM SALVADOR. 2016

AMOSTRA área amostras 7.725 m ²			09/08/2016			21/03/2016			11/07/2016			13/09/2016			15/10/2016		
			SENTINEL-2 COB VEGETAL		ESTACÃO	LANDSAT-8 9:36:37h		ESTACÃO	LANDSAT-8 9:36:46h		ESTACÃO	LANDSAT-8 9:37:04h		ESTACÃO	LANDSAT-8 9:37:10h		
Ponto central	Altitude	Tipologia do uso e cobertura do solo	%	m ²	Hora : 9h - 10h TA (°C)	Inclinação Solar: 56,76 TST (°C)	NDVI	Hora: 9h - 10h TA (°C)	Inclinação Solar: 44,13 TST (°C)	NDVI	Hora: 9h - 10h TA (°C)	Inclinação Solar: 57,93 TST (°C)	NDVI	Hora : 9h - 10h TA (°C)	Inclinação Solar: 64,96 TST (°C)	NDVI	
Bairro (ou parque urbano)	m																
P2 - INMET-ONDINA	47	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	31,60	28	0,4	27	26	0,5	27,5	28	0,5	29	30	0,5	
P5 - 19-BC-CABULA	38	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	-	28	0,4	-	26	0,5	-	29	0,5	-	30	0,5	
P8 - PQ. PITUAÇU	31	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	-	28	0,5	-	26	0,4	-	28	0,5	-	30	0,5	
P9 - PQ. DO COBRE	111	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	-	28	0,5	-	25,1 (próx. nuvem)	0,5	-	28	0,5	-	27,4 (próx. nuvem)	0,5	
P10 - PQ. IPITANGA I	41	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	-	26,5 (próx. nuvem)	0,5	-	nuvem	0,2	-	28	0,5	-	29	0,5	
P11 - PQ. DE ARATU	36	Vegetação Contínua (parque urbano)	100	7725	-	28	0,5	-	nuvem	0,2	-	29	0,5	-	25,8 (próx. nuvem)	0,3	
P16 - SÃO RAFAEL	53	Veg. Fragmentada	100	7725	-	31	0,4	-	25,9 (próx. nuvem)	0,4	-	31	0,4	-	31,2 (próx. nuvem)	0,5	
P17 - IAPI	33	Veg. Fragmentada	99	7638	-	nuvem	0,1	-	27	0,2	-	33	0,3	-	34	0,3	
P18 - MUSSURUNGA	19	Veg. Fragmentada	100	7725	-	33	0,2	-	27	0,4	-	32	0,4	-	32	0,4	
P19 - ENGENHO VELHO BROTAS	62	Veg. Fragmentada	100	7698	-	29	0,2	-	27	0,2	-	32	0,3	-	36	0,3	
P1 - ADM-CANELA	55	Ocupação planejada arborizada	31	2425	32,10	30	0,2	27,85	27	0,0	28,25	32	0,2	-	35	0,2	
P4 - PITUBA	26	Ocupação planejada arborizada	23	1763	-	31	0,3	-	27	0,2	-	32	0,3	-	35	0,3	
P20 - ITAIGARA	22	Ocupação planejada arborizada	15	1157	-	31	0,2	-	27	0,1	-	32	0,2	-	34	0,2	
P21 - VITÓRIA	76	Ocupação planejada arborizada	31	2396	-	28	0,0	-	27	0,3	-	31	0,2	-	34	0,3	
P22 - BARRIS	64	Ocupação planejada arborizada	12	893	-	25,2 (próx. nuvem)	0,1	-	nuvem	0,1	-	33	0,1	-	35	0,1	
P23 - BARRA	14	Ocupação planejada arborizada	23	1743	-	30	0,1	-	28	0,1	-	31	0,0	-	34	0,1	
P27 - PATAMARES	22	Ocupação planejada arborizada	29	2212	-	30	0,3	-	27	0,2	-	32	0,2	-	31	0,3	
P32 - PIATÁ	6	Ocupação planejada arborizada	49	3815	-	31	0,2	-	28	0,3	-	33	0,2	-	34	0,3	
P33 - RIO VERMELHO	24	Ocupação planejada arborizada	16	1238	-	30	0,2	-	28	0,1	-	32	0,2	-	34	0,2	
P28 - STELLA MARIS	9	Ocup. Planejada-Veg. Fragmentada-Duna	70	5400	-	nuvem	0,1	-	28	0,4	-	34	0,5	-	34	0,4	
P29 - JARDIM ARMAÇÃO	10	Ocup. Planejada-Veg. Fragmentada-Duna	29	2242	-	32	0,2	-	28	0,1	-	33	0,2	-	34	0,2	
P30 - ITAPUÁ	15	Ocup. Planejada-Veg. Fragmentada-Duna	33	2562	-	31	0,1	-	28	0,1	-	33	0,1	-	34	0,2	
P31 - COSTA AZUL	31	Ocup. Planejada-Veg. Fragmentada-Duna	16	1242	-	31	0,2	-	29	0,1	-	33	0,2	-	35	0,2	
P3 - AEROPORTO	9	Ocup. Planejada-Veg. Fragmentada-Duna	33	2517	-	nuvem	0,0	-	30	0,0	-	36	0,0	-	36	0,0	
P40 - CABULA VI	58	Ocupação precária arborizada	14	1115	-	31	0,1	-	29	0,1	-	34	0,2	-	36	0,1	
P41 - CAJAZEIRAS V	79	Ocupação precária arborizada	7	563	-	30	0,1	-	26,1 (próx. nuvem)	0,2	-	33	0,2	-	33	0,2	
P42 - NOVA CONSTITUINTE	33	Ocupação precária arborizada	26	1989	-	31	0,1	-	27,5 (próx. nuvem)	0,2	-	35	0,2	-	36	0,2	
P43 - PARIPE	32	Ocupação precária arborizada	21	1597	-	31	0,2	-	nuvem	0,2	-	34	0,2	-	36	0,3	
P44 - JAGUARIBE I	72	Ocupação precária arborizada	6	473	-	30	0,1	-	nuvem	0,2	-	33	0,1	-	34	0,1	
P34 - AMARALINA	9	Ocupação planejada	0	0	-	32	0,1	-	29	0,1	-	33	0,1	-	36	0,1	
P3 5- MARES	9	Ocupação planejada	0	0	-	nuvem	0,0	-	30	0,2	-	35	0,2	-	35	0,1	
P36 - COMERCIO	8	Ocupação planejada	0	0	-	26,3 (próx. nuvem)	0,1	-	nuvem	0,1	-	36	0,1	-	38	0,1	
P37 - BROTAS	45	Ocupação planejada	0	0	-	nuvem	0,1	-	29	0,1	-	34	0,1	-	36	0,2	
P38 - NAZARÉ	67	Ocupação planejada	0	0	-	nuvem	0,1	-	nuvem	0,1	-	35	0,1	-	37	0,1	
P39 - CENTRO HISTÓRICO	67	Ocupação planejada	0	0	-	nuvem	0,0	-	26,2 (próx. nuvem)	0,1	-	33	0,2	-	36	0,2	
P6 - NE AMARALINA	19	Ocupação precária	0	0	-	32	0,1	-	30	0,1	-	35	0,1	-	37	0,1	
P7 - JD. CRUZEIRO	5	Ocupação precária	0	0	-	29,6 (próx. nuvem)	0,1	-	31	0,1	-	37	0,1	-	38	0,1	
P12 - BOCA DO RIO	14	Ocupação precária	0	0	-	34	0,1	-	31	0,1	-	37	0,1	-	38	0,1	
P13 - COSME DE FARIAS	20	Ocupação precária	0	0	-	nuvem	0,1	-	31	0,0	-	36	0,1	-	39	0,1	
P14 - TANCREDO NEVES	57	Ocupação precária	0	0	-	32	0,1	-	31	0,1	-	36	0,1	-	38	0,1	
P24 - ALTO DAS POMBAS	53	Ocupação precária	0	0	-	32	0,1	-	31	0,1	-	35	0,1	-	38	0,1	
P25 - FEDERAÇÃO	32	Ocupação precária	0	0	-	33	0,2	-	31	0,2	-	36	0,2	-	38	0,2	
P26 - ENG.VELHO FEDERAÇÃO	41	Ocupação precária	0	0	-	33	0,1	-	31	0,1	-	36	0,0	-	38	0,1	
P45 - SÃO CRISTOVAO	33	Ocupação precária	0	0	-	30,8 (próx. nuvem)	0,1	-	29	0,1	-	35	0,1	-	37	0,1	
P46 - MASSARANDUBA	5	Ocupação precária	0	0	-	nuvem	0,0	-	31	0,1	-	37	0,1	-	39	0,1	
P47 - PERIPERI	8	Ocupação precária	0	0	-	33	0,1	-	nuvem	0,1	-	37	0,1	-	38	0,1	
P15 - PIRAJÁ	92	Ocupação precária com indústria	0	0	-	36	0,1	-	nuvem	0,1	-	40	0,1	-	40	0,2	

Fonte: Própria (2018).

**APÊNDICE B – TST PREDOMINANTE E PCV POR BAIRRO, SALVADOR.
SETEMBRO/2016**

MUNICÍPIO BAIRRO	09 AGOSTO 2016	13 SETEMBRO 2016			LEGENDA
	COB. VEGETAL % PCV	% FAIXA TST predominante	FAIXA TST (DN)	% nuvem não classificado	
TOTAL MUNICÍPIO SALVADOR	33,21	42,2	4	0,4	
Amaralina	0,00	68,1	4	1,6	1 [23, inferior 26]
Caminho de Areia	0,00	99,3	5	0,0	2 [26, inferior 29]
Curuzu	0,00	99,3	5	0,0	3 [29, inferior 32]
Mares	0,00	85,7	5	0,0	4 [32, inferior 35]
Massaranduba	0,00	94,0	5	1,1	5 [35, inferior 38]
Pero Vaz	0,00	100,0	5	0,0	6 [38, inferior 41]
Roma	0,00	79,5	5	0,5	
Vale das Pedrinhas	0,00	68,0	5	0,0	
Vila Ruy Barbosa/Jardim Cruzeiro	0,00	93,9	5	0,0	
Ribeira	0,01	72,4	5	1,7	
Boa Viagem	0,06	52,1	4	1,7	
Macaúbas	0,56	72,3	5	0,0	
Calçada	0,63	69,4	5	0,9	
Bonfim	0,70	57,7	5	0,5	
Cidade Nova	0,95	77,9	5	0,0	
Uruguai	1,19	86,3	5	0,6	
Pau Miúdo	1,40	81,1	5	0,0	
Calabar	1,44	85,8	4	0,0	
Fazenda Grande do Retiro	1,54	89,6	5	0,0	
Nordeste de Amaralina	1,97	58,5	5	0,0	
Caminho das Árvores	1,97	71,0	4	0,2	
IAPI	2,06	71,6	5	0,0	
Engenho Velho da Federação	2,26	68,8	5	0,0	
Saramandaia	2,35	59,4	5	0,0	
Santa Mônica	2,42	88,3	5	0,0	
Chapada do Rio Vermelho	2,44	55,5	5	0,0	
Liberdade	2,59	89,6	5	0,0	
Cosme de Farias	2,87	79,3	5	0,0	
Rio Vermelho	3,03	81,7	4	0,5	
Engomadeira	3,51	84,9	5	0,0	
Bairro da Paz	3,72	62,0	4	0,0	
Caixa D'Água	3,74	68,9	4	0,0	
São Caetano	3,75	83,3	5	0,0	
Centro	3,85	79,2	4	0,3	
Alto das Pombas	3,89	60,8	4	0,0	
Mangueira	3,89	83,3	5	2,4	
Comércio	4,10	70,4	4	1,4	
Tororó	4,17	71,6	4	0,0	
Barris	4,18	97,6	4	0,0	
Barbalho	4,89	82,5	4	0,0	
Boa Vista de Brotas	4,93	95,4	4	0,0	
Saúde	5,25	68,1	4	0,0	
Retiro	5,31	50,8	4	0,0	
Stella Maris	5,72	72,5	4	0,5	
Fazenda Coutos	5,85	92,6	5	0,0	
Beiru/Tancredo Neves	5,90	74,9	5	0,0	
Garcia	5,97	93,6	4	0,0	
São João do Cabrito	6,14	48,6	4	1,3	
Marechal Rondon	6,20	72,4	5	0,0	
Bom Juá	6,33	63,5	5	0,0	
Nazaré	6,45	65,7	4	0,0	
Alto do Coqueirinho	6,62	54,7	5	0,0	
Lapinha	7,03	55,5	4	0,0	
Santa Cruz	7,13	74,2	5	0,0	
Canela	7,20	65,1	4	0,0	
Boa Vista de São Caetano	7,23	78,2	5	0,0	
Jardim Santo Inácio	7,49	55,7	5	0,0	
Centro Histórico	7,71	82,8	4	0,0	
Porto Seco Pirajá	8,01	48,9	4	0,0	
Costa Azul	8,02	89,0	4	0,5	
Monte Serrat	8,12	67,0	4	1,7	
Granjas Rurais Presidente Vargas	8,62	49,9	4	0,0	
Santa Luzia	9,21	89,0	5	0,5	
Baixa de Quintas	9,21	57,1	4	0,0	
Vila Laura	9,25	78,3	4	0,0	
Lobato	9,34	52,7	5	1,1	
Itacaranha	9,35	78,1	4	0,5	
Engenho Velho de Brotas	9,65	76,1	4	0,0	
Pemambúes	9,81	58,5	4	0,0	
Capelinha	9,96	79,0	5	0,0	
Boca do Rio	10,04	48,4	5	0,3	
Praia Grande	10,45	52,6	5	0,7	
Arenoso	10,49	69,1	5	0,0	
Acupe	10,66	84,5	4	0,0	
São Gonçalo	10,92	51,6	5	0,0	
Federação	11,42	63,2	4	0,0	
Calabetão	12,07	49,2	4	0,0	

Fonte: Própria (2018).

**APÊNDICE B - TST PREDOMINANTE E PCV POR BAIRRO, SALVADOR.
SETEMBRO/2016. CONTINUAÇÃO**

MUNICÍPIO BAIRRO	09 AGOSTO 2016		13 SETEMBRO 2016			LEGENDA
	COB. VEGETAL % PCV	% FAIXA TST predominante	FAIXA TST (DN)	% nuvem não classificado		
Graça	12,40	52,5	3	0,0		DN
Itapuã	12,46	64,6	4	0,2		1
Jardim Armação	12,68	68,3	4	0,4		2
Alto do Cabrito	13,53	71,3	4	0,0		3
Alto da Terezinha	13,91	80,3	4	0,4		4
Santo Antônio	13,98	91,9	4	0,0		5
Coutos	14,09	76,4	4	0,2		6
Matatu	14,36	75,5	4	0,0		
Campinas de Pirajá	14,60	61,5	4	0,0		
Santo Agostinho	14,94	69,3	4	0,0		
Paripe	14,99	42,4	4	0,3		
Pau da Lima	15,45	56,9	4	0,0		
Rio Sena	15,49	60,8	4	0,0		
Barra	15,90	52,9	3	1,5		
Narandiba	16,03	45,6	5	0,0		
Nova Sussuarana	16,19	57,4	5	0,0		
São Cristóvão	17,04	44,5	4	0,0		
Pituba	17,20	71,8	4	0,3		
Candeal	17,49	60,4	4	0,0		
Novo Horizonte	17,67	80,5	4	0,0		
Piatã	17,93	76,9	4	0,2		
Cabula VI	18,06	62,9	4	0,0		
Brotas	18,33	66,6	4	0,0		
Periperi	18,54	41,5	4	0,2		
Dom Avelar	18,55	69,8	5	0,0		
Jardim Cajazeiras	18,84	86,9	4	0,0		
Itaigara	19,14	69,8	4	0,0		
Plataforma	20,20	74,7	4	0,3		
São Marcos	21,11	58,8	5	0,0		
Nova Constituinte	21,14	59,7	4	0,0		
Águas Claras	21,33	58,4	4	0,0		
Moradas da Lagoa	21,76	47,8	4	0,0		
Novo Marotinho	21,80	42,7	4	0,0		
Cajazeiras VI	21,93	67,1	4	0,0		
Ilha de Bom Jesus dos Passos	22,08	76,0	3	3,9		
STIEP	22,12	82,1	4	0,0		
Luiz Anselmo	22,28	77,3	4	0,0		
Sussuarana	22,66	48,9	4	0,0		
São Rafael	22,87	68,1	4	0,0		
Castelo Branco	23,51	62,8	4	0,0		
Jardim das Margaridas	23,55	68,4	4	0,0		
Palestina	23,86	66,5	4	0,0		
Vitória	23,87	56,2	3	2,9		
Aeroporto 1	23,93	51,8	4	0,2		
Vila Canária	24,36	56,3	4	0,0		
Arraial do Retiro	24,55	77,1	4	0,0		
Ondina	24,61	52,6	3	0,5		
Barreiras	24,66	45,8	5	0,0		
Imbuí	29,00	57,2	4	0,0		
Doron	29,05	46,3	4	0,0		
Resgate	29,40	79,5	4	0,0		
Sete de Abril	30,54	53,8	4	0,0		
Mussurunga	31,45	65,4	4	0,0		
Itinga	31,61	50,0	3	1,5		
Jardim Nova Esperança	34,51	67,8	4	0,0		
Cajazeiras VIII	37,58	65,7	4	0,0		
Vale dos Lagos	37,60	73,4	4	0,0		
Centro Administrativo da Bahia 1	38,60	61,8	4	0,0		
Fazenda Grande III	39,98	65,8	4	0,0		
Mata Escura	40,85	42,5	4	0,0		
Cajazeiras X	41,21	58,8	4	0,0		
Cajazeiras VII	41,23	56,7	4	0,0		
Canabrava	41,60	45,9	4	0,0		
Fazenda Grande II	41,92	41,1	3	0,0		
Nova Esperança	43,12	61,0	3	1,5		
Cajazeiras IV	43,91	55,5	4	0,0		
Fazenda Grande I	44,31	61,5	4	0,0		
Valéria	45,37	50,0	3	0,2		
Areia Branca	45,75	69,8	3	-1,7		
Cabula	46,40	47,4	4	0,0		
Patamares	46,60	57,4	3	0,0		
Fazenda Grande IV	47,45	51,7	3	0,0		
Cajazeiras V	48,47	62,4	4	0,0		
Jaguaripe I	48,90	60,3	3	0,0		
Pituaçu	50,96	49,7	3	0,1		
Trobogy	51,81	60,1	3	0,0		
Saboeiro	53,36	45,2	3	0,0		
Nova Brasília	54,93	56,7	3	0,0		
Boca da Mata	55,09	56,9	3	0,0		
Cajazeiras XI	58,93	66,1	3	0,0		
Cajazeiras II	58,95	62,9	3	0,0		
Pirajá	61,09	41,9	3	0,0		
São Tomé	64,59	56,9	3	1,2		
Cassange	69,62	68,2	3	0,1		
Ilha de Maré	73,82	51,6	3	3,7		
Ilha dos Frades	78,51	76,1	2	0,8		

Fonte: Própria (2018)