



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE**

**ANDRESSA MELANY LIMA DA CRUZ**

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL, DAS ÁREAS VERDES E DOS ESPAÇOS**  
**LIVRES DE FORTALEZA - CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2019**

ANDRESSA MELANY LIMA DA CRUZ

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL, DAS ÁREAS VERDES E DOS ESPAÇOS  
LIVRES DE FORTALEZA - CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Organização do espaço e desenvolvimento sustentável.

Orientadora: Dr. Maria Elisa Zanella

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C96a Cruz, Andressa Melany Lima da.  
Análise da Cobertura Vegetal, das Áreas Verdes e dos Espaços Livres de Fortaleza - Ceará / Andressa Melany Lima da Cruz. – 2019.  
91 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.
1. Cobertura Vegetal. 2. Áreas Verdes. 3. Espaços Livres. I. Título.

CDD 333.7

---

ANDRESSA MELANY LIMA DA CRUZ

ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL, DAS ÁREAS VERDES E DOS ESPAÇOS  
LIVRES DE FORTALEZA - CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Organização do espaço e desenvolvimento sustentável.

Aprovada em: 28/08/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Maria Elisa Zanella (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Lorena Cavalcante Lima de Freitas  
Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC)

---

Prof. Dr. João Paulo Matias Paiva  
Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e a minha família que me deram amparo e suporte, acreditando na minha capacidade de concluir mais essa etapa de vida.

Ao meu melhor amigo e namorado Carlos, obrigada pelo carinho e apoio.

A minha querida orientadora Elisa, pela paciência, sabedoria e ajuda, tornando-se possível a conclusão desta dissertação.

Às amizades que o ProdeMa me proporcionou, em especial, Ana Paula, amiga sincera e autêntica, com quem compartilho muitas afinidades.

Ao Júnior, no auxílio para a realização dos mapas da minha pesquisa.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) pelo apoio institucional.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro, possibilitando a realização desta pesquisa.

*“A confiança em si mesmo é o primeiro  
segredo do sucesso.”*

*Ralph Waldo Emerson*

## RESUMO

A vegetação possui importante papel na manutenção do equilíbrio do ambiente urbano, favorecendo a qualidade de vida da população. O crescimento urbano desordenado reflete diretamente na redução da cobertura vegetal das cidades, dessa forma, a supressão da cobertura vegetal para a expansão urbana em Fortaleza ocorreu principalmente a fatores ligados ao crescimento populacional e às questões econômicas, sendo negligenciadas também, por ausentes ou más gestões urbanas. Desse modo, o presente estudo tem como objetivo principal analisar a configuração espacial da cobertura vegetal, as áreas verdes e os espaços livres de Fortaleza, como forma de contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas buscar maiores índices de verde urbano para a cidade. A metodologia utilizada neste trabalho buscou mapear e assim estabelecer os índices e percentuais de cobertura vegetal e das áreas verdes. A obtenção do índice de espaços livres da área de estudo se deu a partir da quantidade de espaços estimados na cidade. Os resultados obtidos indicaram que a redução da cobertura vegetal evoluía à medida que se direcionava a população de Fortaleza. Para o ano de 1988, a porção leste, sul, sudeste e sudoeste verificavam ainda grande disposição de verde urbano. Entre os anos de 2001 e 2017 o percentual de cobertura vegetal (PCV), respectivamente, passou de 47,1% para 28,1%, denotando uma diminuição de quase 50% no verde urbano da cidade. E através dos índices e percentuais calculados por Regionais administrativas de Fortaleza permitiu constatar que a distribuição da vegetação se dá de forma heterogênea, estando em maior expressividade de vegetação nos sistemas ambientais da cidade. O índice de áreas verdes ressaltou poucos parques instituídos. O índice de espaços livres condensou informações no intuito de proporcionar a quantidade de espaços livres por moradores de Regional, traduzindo potenciais locais para o fomento à arborização. Dessa forma, conclui-se que a pesquisa ajudou a constatar a importância de fomentar melhores índices de verde urbano na cidade.

**Palavras-chave:** Expansão Urbana. Cobertura Vegetal. Áreas verdes. Espaços livres. Índices.

## ABSTRACT

The vegetation plays an important role in maintaining the balance of the urban environment, favoring the population's quality of life. The disordered urban growth reflects directly in the reduction of the vegetation cover of the cities, therefore, the reduction of the vegetation cover for the urban expansion in Fortaleza occurred mainly to factors related to the population growth and the economic issues, neglected also by absent or bad urban management. Thus, this study aims to analyze the spatial configuration of vegetation cover, green areas and open urban spaces of Fortaleza, as a way to contribute to the development of public policies to seek higher rates of urban green for the city. The methodology used in this work sought to map and thus establish the indices and percentages of vegetation cover and green areas. The urban open spaces index of the study area was obtained from the amount of estimated spaces in the city. The results indicated that the reduction of vegetation cover evolved as the population of Fortaleza expanded to the areas not yet occupied. For the year 1988, the eastern, southern, southeastern and southwestern regions still had a large disposition of urban green. Between 2001 and 2017 the percentage of vegetation cover (PCV), respectively, went from 47.1% to 28.1%, denoting a decrease of almost 50% in the urban green of the city. And through the indexes and percentages calculated by Administrative regions of Fortaleza allowed to see that the distribution of vegetation is heterogeneous, being in greater expressiveness of vegetation in the environmental systems of the city. The low index of green areas underscored the few established parks. The urban open spaces index condensed information in order to provide the amount of urban open spaces by residents of Regional, translating potential sites for the promotion of afforestation. Thus, it is concluded that the research helped to realize the importance of promoting better rates of urban green in the city.

**Keywords:** Urban Expansion. Vegetal Cover. Green areas. Urban Open Spaces. Indexes.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de Classificação para o verde urbano .....	24
Figura 2 – “Verde urbano” em bairros na área sul de Fortaleza.....	32
Figura 3 – Praça Dr. Carlos Alberto Studart Gomes (Praça das Flores) em Fortaleza .....	32
Figura 4 – Macrozona de Proteção Ambiental de Fortaleza .....	38
Figura 5 – Esquema metodológico .....	39
Figura 6 – Região Metropolitana de Fortaleza .....	44
Figura 7 – Secretarias Executivas Regionais de Fortaleza .....	45
Figura 8 – Bacias Hidrográficas de Fortaleza .....	47
Figura 9 – Lagoas de Fortaleza.....	49
Figura 10 – Ocupação urbana em Fortaleza – 1931/32 .....	54
Figura 11 – Gráfico da Evolução Populacional de Fortaleza .....	55
Figura 12 – Bairro Aldeota - 1971.....	56
Figura 13 – Ocupação urbana em Fortaleza - 1978.....	57
Figura 14 – Ocupação Urbana em Fortaleza - 2000.....	58
Figura 15 – Densidade Populacional por bairro de 1970 a 2000.....	59
Figura 16 – Densidade Populacional por bairro - 2010.....	60
Figura 17 – Mapa da Cobertura Vegetal de Fortaleza nos anos de 1988, 2001 e 2017 .....	62
Figura 18 – Mapa da Cobertura Vegetal de Fortaleza por Regionais - 2017 .....	66
Figura 19 – Imagem do satélite Landsat com destaque para as áreas da Regional I e III .....	67
Figura 20 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a área da Regional II.....	68
Figura 21 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional IV .....	69
Figura 22 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional V.....	70
Figura 23 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional VI .....	71
Figura 24 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional do Centro.....	72
Figura 25 – Mapa das Áreas Verdes (Parques Urbanos Decretados).....	75
Figura 26 – Parque Rio Branco e Parque da Viúva .....	78
Figura 27 – Gráfico do Índice de Áreas Verdes por habitantes (m <sup>2</sup> ).....	79
Figura 28 – Supressão de árvores na Avenida Santos Dumont.....	79
Figura 29 – Classificação para o verde urbano de Fortaleza .....	81
Figura 30 – Praça Adarias (Regional I) .....	83

Figura 31 – Espaços Livres adotados em Fortaleza .....	84
Figura 32 – Gráfico dos Espaços Livres Totais e Espaços Adotados .....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação e definição dos conceitos .....	26
Quadro 2 – Índices para análise do “verde urbano” .....	29
Quadro 3 – Benefícios do verde urbano .....	31
Quadro 4 – Funções desempenhadas pelo “verde urbano” .....	32
Quadro 5 – Descrição das Imagens de Satélites.....	41
Quadro 6 – Unidades de Conservação presentes em Fortaleza.....	48
Quadro 7 – Classes de solos, unidades geomorfológicas e Unidade fitoecológica em Fortaleza .....	50
Quadro 8 – Tipos de Vegetação em Fortaleza .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices e Percentuais de Cobertura Vegetal nos anos de 1988, 2001 e 2017 .....	63
Tabela 2 – Índices e Percentuais de Cobertura Vegetal por Regionais de Fortaleza em 2017	65
Tabela 3 – Índice de Cobertura Vegetal por habitantes (ICVh) anos 1988, 2001 e 2017 .....	73
Tabela 4 – Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (ICVh) nas Regionais Administrativas em 2017 .....	73
Tabela 5 – Índices de Áreas Verdes (IAV) de Fortaleza .....	76
Tabela 6 – Percentual de áreas verdes por Regionais de Fortaleza .....	77
Tabela 7 – Índice de Espaços Livres por Habitantes (IELP) .....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
ASPE	Área Sob Proteção Especial
SBAU	Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
CEU	Condomínio Espiritual Uirapuru
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IAV	Índice de Áreas verdes Públicas
ICV	Índice de Cobertura Vegetal
ICVh	Índice de Cobertura Vegetal por Habitante
NDVI	Índice Normalizado de Vegetação
PAV	Porcentagem de Áreas verdes
PCV	Porcentagem de Cobertura Vegetal
PDPFOR	Plano Diretor Participativo de Fortaleza
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
PRODETUR-NE	Programa de Desenvolvimento do Turismo do Nordeste
SAVI	Índice de Vegetação Ajustado para o Solo
SEFIN	Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza
SEPOG	Secretaria do Planejamento, Orçamento e Gestão do município de Fortaleza
SERs	Secretarias Executivas Regionais
SEUC	Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Estado do Ceará
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ZEIs	Zonas Especiais Institucionais
ZIA	Zona de Interesse Ambiental
ZPA	Zona de Preservação Ambiental

ZRA

Zona de Recuperação Ambiental

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Ambiente urbano .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>O “Verde urbano” .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	<i>Cobertura vegetal, Áreas verdes e Espaços Livres.....</i>	21
2.2.2	<i>Geotecnologias, quantificação e índices para o “verde urbano”.....</i>	27
2.2.3	<i>Funções e benefícios do “verde urbano” .....</i>	30
<b>2.3</b>	<b>Mecanismos Legais.....</b>	<b>33</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS-TÉCNICOS.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Levantamento bibliográfico.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2</b>	<b>Levantamento documental.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Base de dados cartográficos e mapeamento.....</b>	<b>40</b>
<b>3.4</b>	<b>Análises e representações de dados .....</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização Ambiental .... ..</b>	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>Evolução urbana e redução da cobertura vegetal em Fortaleza.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2</b>	<b>Supressão da cobertura vegetal.....</b>	<b>61</b>
5.2.1	<i>Índices de Cobertura Vegetal por Regionais Administrativas.....</i>	65
5.2.2	<i>Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh).....</i>	72
5.2.3	<i>Índices de Áreas Verdes(IAV).....</i>	74
<b>5.3</b>	<b>Classificação e Índices de Espaços livres (IELP).....</b>	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação e expansão urbana no Brasil iniciada no século XX a partir da década de 1950 ligadas à industrialização e à difusão do comércio e serviços, funcionou como principal fator para a migração rural-urbana, reforçando o crescimento populacional, principalmente, para as capitais de estados. (CAPUTO; MELO, 2009)

Tal crescimento contínuo e desordenado trouxe consigo diversos problemas de cunho socioambiental, como a poluição do ar, das águas, a impermeabilização do solo, enchentes, alterações no microclima urbano, na diminuição da vegetação natural e da fauna, além de ausentes infraestruturas básicas urbanas, como acesso à moradia e ao saneamento básico, além de insegurança, intranquilidade, medo, enfrentados pelas pessoas que residem no conglomerado urbano, discutem Pancher e Ávila (2012).

Em detrimento da alteração do meio natural, as cidades passam gradativamente a se constituírem com mais concretos, construções e asfaltos, criando um ambiente desconfortável, no ponto de vista ambiental. E, devido a este processo, associados também a planejamentos urbanos ausentes ou que nem sempre consideraram as questões ambientais de forma integrada, passou-se a reduzir cada vez mais os índices de cobertura vegetal nas localidades.

Nessa lógica, com a redução e pressão que a cobertura vegetal sofreu em função, principalmente, do crescimento urbano nas cidades, tornou-se importante valorizar a existência de vegetação no ambiente urbano, dado que, nas últimas décadas, tem-se aumentado a preocupação da população em relação ao meio ambiente urbano e a qualidade de vida nas cidades. (ROCHA; WERLANG, 2005)

Os primeiros defensores de áreas verdes foram médicos sanitaristas, com argumentos de que as cidades precisavam oferecer condições para circulação e renovação do ar, avalia Trindade (1999). O benefício proporcionado pela vegetação nas cidades também pode trazer manutenção do equilíbrio térmico, a suavização de temperaturas, contribuindo ainda, para a valoração histórico-cultural dos municípios e para a valoração paisagística dos imóveis, além de constituir opção de lazer e descanso para a comunidade. (MILANO, 1992)

Dentro dessa perspectiva, pode-se dizer que, a vegetação nas cidades pode ser encontrada em diversos espaços livres como praças, parques, jardins públicos, hortos municipais, e espaços de integração como canteiros. As praças e os jardins públicos são significativos componentes do verde urbano, e segundo Machado (2009) as praças como espaço de lazer pressupõe atender a população de forma pública e igualitária, contudo,



geralmente, as existências das mesmas não se encontram dispostas ou bem cuidadas para todos os cidadãos nas cidades. No tocante dos parques urbanos, por causa de suas significativas áreas que os abrangem, frequentemente, são vegetações remanescentes de sistemas naturais de cidades, sendo consideradas apropriadas para a prática de atividade física ao ar livre e recreação. Mas, a má qualidade do ambiente, a insegurança, se tornam determinantes para a insatisfação da população, explica Szeremeta e Zannin (2013). Assim, é manifesto que a presença da vegetação traga benefícios diretos à população, porém, tendem a ser insuficientes e/ou desorganizados, proporcionalmente inversos às necessidades criadas pela expansão do ambiente urbano.

Por isso, a necessidade de se discutir as questões relacionadas à preservação e conservação dos ambientes naturais, assim como, dos espaços que dispõem de verde urbano nas cidades, se tornou uma temática obrigatória nos estudos do ambiente urbano. No caso de Fortaleza – Ceará, a assistência tardia para com os aspectos naturais da cidade por parte de seus governantes, evidenciou através da expansão da área urbana iniciada ainda no século XX, o aumento da descaracterização da vegetação com passar dos anos. Logo, a escolha do município como referencial para análise da cobertura vegetal, das áreas verdes e dos espaços livres se dá pela carência de dados quantitativos que evidenciem a mencionada temática, de maneira a compreender a importância de seus papéis na configuração no ambiente urbano.

Nesse sentido, como desenvolvimento do presente estudo, tem-se como objetivo geral analisar a configuração espacial da cobertura vegetal, das áreas verdes e dos espaços livres, como forma de contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas, buscar maiores índices de verde urbano para a cidade.

Especificamente, objetiva-se evidenciar a evolução urbana e o crescimento populacional de Fortaleza estabelecendo relações com a redução da cobertura vegetal nos anos de 1988, 2001 e 2017; Mensurar e comparar os índices e percentuais de cobertura vegetal, áreas verdes e espaços livres das Regionais Administrativas; e classificar os espaços livres da cidade.

Pode-se afirmar que dados relacionados à quantidade e distribuição da cobertura vegetal e das áreas verdes são considerados importantes parâmetros, uma vez que contribuem para a realização e proposição de áreas mais arborizadas. O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) torna-se uma importante ferramenta em mensurar e avaliar espacialmente a cobertura vegetal. A metodologia frequentemente associada a esta técnica, se dá através do cálculo de índices quantitativos. E, do ponto de vista de elaborar índices de espaços livres, pode ser atribuída como uma ferramenta de gestão e planejamento urbano.

A dissertação está estruturada em cinco partes, sendo a segunda parte, intitulada de Referencial Teórico-Metodológico, apresentando bibliografias relacionadas às questões teóricas-conceituais sobre a temática em questão. Os assuntos tratados englobam o ambiente urbano, cobertura vegetal, áreas verdes, espaços livres, benefícios realizados pelo “verde urbano”, conteúdos ligados à elaboração e realização de índices, e por fim, legislações pertinentes ao tema.

Para a terceira parte, com o título de Procedimentos Metodológicos-Técnicos é descrito o caminho metodológico adotado para o desenvolvimento do trabalho. Nele é apresentado o processo de execução de cada etapa para a realização da pesquisa, sendo eles: o levantamento bibliográfico, documental, a criação de base de dados cartográficos, realização do mapeamento e análises e representação dos dados.

A quarta parte, intitulada Área de Estudo, expressa a caracterização ambiental do município de Fortaleza através dos aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, hídricos, pedológicos e fito-ecológico, sendo importantes para a compreensão do tema.

Já a quinta parte, acerca dos Resultados alcançados, nesta são apresentados discussões sobre a evolução urbana e redução da cobertura vegetal em Fortaleza, o mapeamento e índices da cobertura vegetal, das áreas verdes, como também, a classificação e os índices dos espaços livres na cidade.

A quinta e última parte com as Considerações Finais sobre a conclusão a partir da proposta de mapeamento, análise dos índices e sugestões para pesquisas futuras.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

### 2.1 O Ambiente urbano

Buscando compreender questões urbanas e ambientais, principalmente no importante papel exercido pela vegetação nas cidades, torna-se necessário, inicialmente, abordar a dinâmica que concebe o ambiente urbano.

Partindo da observação de Lima (2013) o desenvolvimento do ambiente urbano envolve processos sociais, históricos, culturais, juntamente com as particularidades naturais que compõem este ecossistema. Onde, “os componentes do sistema natural são constituído de fatores bióticos, como a fauna e flora, e de fatores abióticos (subsolo, solo, água, ar, clima), enquanto o sistema cultural, histórico e social é constituído pelo homem e suas atividades (uso e ocupação do solo, demografia, distribuição espacial, etc.)”. (ANDRADE, 2001, p.17)

Ferrari (2004, p. 72) atribui que “a evolução e a estrutura do ambiente urbano são determinados pela dinâmica entre meio físico, desenvolvimento tecnológico e modo de produção”. Assim, segundo descreve Correa (2003), os agentes sociais que produzem e consomem espaços correspondem aos proprietários dos meios de produção das cidades, sendo eles, grandes indústrias, proprietários fundiários, promotores imobiliários, o Estado e também os grupos sociais excluídos.

A complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infraestrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade. (CORRÊA, 2003, p. 11)

De modo geral, o ambiente urbano é um espaço político, introduzido nas estratégias de ocupação e crescimento da cidade (Penna, 2002). Carlos (2001, p. 45) corrobora que, “a cidade enquanto construção humana, produto social, trabalho materializado, apresenta-se em formas de ocupações”. Logo, “a cidade na forma de organização e apropriação espacial, dentro da dimensão da sociedade, converteu-se em lugar que aglomera a produção, consumo, população e degrada a energia”. (LEFF, 2001. p. 287)

Do ponto de vista da problemática ambiental, é no ambiente urbano que a concentração da população, indústrias, construções, fluxos comerciais e de informações levam alterações ainda maiores nos aspectos naturais das cidades (Antonio e Gomes, 2008). Tornando difícil de compreender a natureza “natural” na cidade, assim como conceber que

um determinado ambiente urbano pudesse “apresentar boas condições de vida, destituído de elementos naturais, na sua formação”. (MENDONÇA, 2004)

Todo o processo de constituição do ambiente urbano gera fluxos de energias e resíduos, modificando assim a dinâmica natural dos elementos físicos e saturando, na maioria das vezes, o meio ambiente com desestruturação ecológica, poluição do ar, das águas, transformação do natural em artificial, entre outros. (LIMA, 2013, p. 55)

Conforme ainda à autora supramencionada, pondera que:

Nem sempre o crescimento das cidades é acompanhado das redes de infraestruturas e dos mínimos cuidados referentes ao meio natural em que os assentamentos urbanos estão sendo fixados e/ou expandidos. Geralmente se encontram em locais inadequados para moradia, com riscos de enchentes, deslizamentos e muitos com a falta de infraestrutura básica, até mesmo aqueles nos quais, segundo a visão “natural” do ambiente, são favoráveis para o assentamento urbano. (LIMA, 2013, p. 56)

Nesse contexto, de acordo com o Manual Global de Ecologia (2002, p. 50):

Poucos governos podem prover moradia adequada, água potável, saneamento, escolas, transporte e outros serviços a tais populações em crescimento. Áreas mal planejadas se expandem, construções se tornam decrepitas, e a poluição degrada o ar e contamina os locais de fornecimento de água.

A degradação e poluição dos recursos naturais comprova a escassez destes bens, pois passam a ser acessível à somente uma parcela da população, tanto quanto aos bens ditos comuns que passam a ser regidos pelas leis de propriedade. Aqueles elementos de características naturais e abundantes como o ar puro, luz do sol, vegetação, são regidos por novas condições econômicas e sociais em relação a uma centralidade urbana, transformando a natureza em fator de valorização diferencial de certos lugares na cidade, e assim, reforçando as desigualdades. (SANTANA, 1999 *apud* PENNA, 2002)

Lima (2013) também infere que o impacto decorrente da alteração na dinâmica dos processos naturais, atinge cada região de maneira e intensidades diferentes, como também, assimiladas em níveis diferentes, pois estão justamente relacionadas, por exemplo, ao padrão de infraestrutura, à localização das moradias. Para mais, Carlos (2007) reflete que os lugares na cidade vão se diferenciando, por exemplo, pela fisionomia. A presença de vegetação nas áreas nobres é mais abundante se comparada a outros lugares, apresentando casas amplas e de variadas dimensões e estilos. As áreas com preço do metro quadrado menor são moradias menores, umas ao lado das outras, em terrenos bem pequenos, com pouco ou

nenhum verde, apresentando-se de forma amontoada, num misto de autoconstrução e favelas, construídas em terrenos pouco valorizados.

Assim, o ambiente urbano se apresenta como um espaço de degradações, contradições e desigualdades, vindo a condicionar uma baixa qualidade deste ambiente e da vida de seus habitantes.

A qualidade de vida urbana está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infraestrutura, no desenvolvimento econômico-social e àqueles ligados a questão ambiental. No caso do ambiente urbano, as áreas verdes públicas constituem-se elemento imprescindível para o bem-estar da população, pois a influencia diretamente na saúde física e mental da população. (LOBODA E ANGELINS, 2005, p.131)

E, acerca destes espaços que compõem a vegetação das cidades, há uma necessidade de se planejar o meio físico urbano, haja vista que, “com a expansão dos ambientes construídos pela sociedade não se tem uma preocupação com a qualidade destes espaços.”. (LIMA; AMORIM, 2006, p.71)

Alguns dos problemas ambientais que ocorrem nas cidades podem ser identificados a partir da diminuição da cobertura vegetal, como condição para a densidade construtiva que caracteriza a cidade, interferência no relevo para abertura de estradas e loteamentos, interferência nos cursos d’água, já que a maioria das cidades não se molda de acordo com os elementos naturais encontrados na paisagem. A reinvenção da vegetação, sob forma de paisagismo, muitas vezes considera o embelezamento desses espaços e não a qualidade. (LIMA, 2013 p.55)

Portanto, sendo um elemento negligenciado em função do crescimento das cidades, o “verde urbano” como um todo, deve ser analisado adequadamente, devendo observar o crescimento populacional, a distribuição, a dimensão espacial dos espaços verdes, etc. (Buccheri Filho e Nucci, 2006), podendo, dessa forma, conduzir melhorias na qualidade do ambiente urbano.

## **2.2 O “Verde urbano”**

### ***2.2.1 Cobertura vegetal, Áreas verdes e Espaços Livres***

Os variados termos utilizados para descrever o verde urbano são frequentemente colocados como sinônimos, quando na realidade, não o são necessariamente. Essa dificuldade, no ponto de vista de Costa e Colesanti (2011), pode estar atrelada em virtude de diferentes perspectivas, tais como abordadas na Geografia, Biologia, Arquitetura e Urbanismo,

Engenharia Florestal, Agronomia etc., ou ainda no âmbito dos órgãos públicos de planejamento urbano.

Segundo Lima Neto (2011), cada pesquisador é responsável pelo emprego de sua terminologia, de forma que, para referenciar os estudos, é necessária uma prévia conceituação, para que não haja ambiguidade de sentidos em aplicações de caráter semelhante.

De acordo com Bargas (2010) o termo mais utilizado entre autores, para indicar o verde urbano é chamado de áreas verdes. Porém, a abordagem sobre esse tema requer uma atenção acerca das definições, de forma a melhor compreender para a configuração do ambiente urbano estudado.

De forma a categorizar o verde urbano, cabe iniciar essa discussão a partir da classificação elaborada por Llardent (1982):

*Sistemas de espaços livres:* Conjunto de espaços urbanos ao ar livre destinados ao pedestre para o descanso, o passeio, a prática esportiva e, em geral, o recreio e entretenimento em sua hora de ócio.

*Espaço livre:* Quaisquer das distintas áreas verdes que formam o sistema de espaços livres.

*Zonas verdes, espaços verdes, áreas verdes, equipamento verde:* Qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças. (1982, p.151)

Guzzo (2006) define e classifica o conceito espaços livres como:

*Espaço livre urbano:* todos os espaços da cidade em que não há edificações, ou espaços abertos para o céu. Termo mais abrangente e que engloba todos os tipos relacionados em seguida;

*Praça pública:* espaço livre urbano público destinado ao lazer ativo, contemplativo e ao convívio social, podendo ou não ser dotado de vegetação;

*Parque urbano:* espaço livre urbano público com dimensão quase sempre superior à de praças e jardins públicos, destinado ao lazer ativo e contemplativo, à conservação dos recursos naturais e à promoção da melhoria das condições ambientais da cidade. Alguns parques urbanos podem constituir-se também como unidades de conservação. Os parques lineares são aqueles formados pelas faixas de terra existentes ao longo de rios e lagos, também com funções recreativas e conservacionistas;

*Área Verde Pública (AVP):* espaço livre urbano público destinado em loteamento à implantação de vegetação e/ou conservação de vegetação natural ou implantada pré-existent, associado à destinação e implantação de equipamentos de lazer. [...]

(2006, p. 22)

Seguindo o mesmo raciocínio, Lima, *et al.* (1994) classificam os tipos de áreas verdes em:

*Parque urbano:* É uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.

*Praça*: É um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada.

*Arborização urbana*: Diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes. (1994 p. 545)

Hardt (1992) conceitua áreas verdes urbanas como áreas livres da cidade, apresentando características predominantemente naturais, não levando em conta o porte da vegetação, de tal forma que, são áreas onde há predominância da permeabilidade, podendo haver vegetação majoritariamente rasteira ou uma vasta cobertura arbórea.

Vindo a considerar a questão da permeabilidade do solo nas áreas verdes, Oliveira (1996) afirma que para o conceito de áreas verdes ser completo é necessário descrever suas estruturas, ressaltando a sua importância que elas têm em termos de suas funções (ecológicas, estéticas, econômicas e sociais). O autor definiu essas áreas como:

[...] áreas permeáveis (sinônimos de áreas livres [*de construção*]), públicas ou não, com cobertura vegetal predominantemente arbórea ou arbustiva (excluindo-se as árvores no leito das vias públicas) que apresentem funções potenciais capazes de proporcionar um microclima distinto no meio urbano em relação à luminosidade, temperatura e outros parâmetros associados ao bem-estar humano (funções de lazer); com significado ecológico em termos de estabilidade geomorfológica e amenização da poluição e que suporte uma fauna urbana, principalmente aves, e fauna do solo (funções ecológicas); representando também elementos esteticamente marcantes na paisagem (função estética), independentemente da acessibilidade a grupos humanos ou da existência de estruturas culturais como edificações, trilhas, iluminação elétrica, arruamento ou equipamentos afins; as funções ecológicas, sociais e estéticas poderão redundar entre si ou em benefícios financeiros. (OLIVEIRA, 1996, p. 17)

Cavalheiro *et al.* (1999) no que lhe dizem respeito, estabelece o valor de 70% para a área com vegetação e solo livre de impermeabilização das áreas verdes. Porém não especifica se a vegetação e o solo permeável (sem laje) devem ocupar 70% da área total, ou se da vegetação com solo permeável deve totalizar 70% da área total. (BARGOS, 2010)

Dessa maneira, baseado na proposta de Cavalheiro *et al.* (1999), Buccheri Filho e Nucci (2006) elaboraram um fluxograma de classificação para o verde urbano (Figura 1).





Para Mazzei *et al.* (2007) as áreas verdes não devem ser necessariamente voltadas para a recreação e o lazer, objetivos estes, básicos dos espaços livres, porém devem ser dotadas de infraestrutura e equipamentos para oferecer opções de lazer e recreação. Os autores também ponderam acerca da distinção dos termos de espaço livre e áreas verdes afirmando que estes termos não são a mesma coisa e que o planejamento das áreas verdes visa “atender a demanda da comunidade urbana por espaços abertos que possibilitem a recreação, o lazer e a conservação da natureza.” (p. 35).

Toledo e Santos (2008) empregam a expressão áreas verdes a diversos tipos de espaços urbanos que podem ser públicos ou particulares e são abertos, acessíveis e relacionados com saúde e recreação.

Como pode ser observado, ainda que sinônimos, o uso dos conceitos seguem uma definição conforme os objetos de estudo dos autores. Freitas-Lima e Cavalheiro (2009) em seu artigo já argumentavam:

As diferentes definições do termo área verde dificultam uma análise comparativa entre os índices de áreas verdes para as diferentes cidades. Dependendo da concepção do termo área verde, são computados nos índices de tais áreas, espaços públicos ou particulares, permeáveis ou não, unidades de conservação ambiental, verde de acompanhamento viário e, até mesmo, arborização de ruas. (2009, p.35)

A existência dessa enorme confusão também é refletida por Nucci (2001) que expõe que a comparação de índices entre cidades seja um equívoco, pois o índice desacompanhado da definição dos termos, da escala espacial e do método de coleta dos dados, não estabelece parâmetros de comparação.

Em suma, é necessário reforçar uma classificação/categorização/ sistematização do verde urbano, visto que se apresenta em diferentes formas no ambiente urbano e assim, tornando-se essencial para que o poder público possa melhor direcionar suas ações e estratégias, tanto na manutenção, quanto na ampliação do mesmo.

Por fim, para estabelecer uma quantificação do verde urbano que refletisse a área de estudo deste trabalho, a proposta de Cavalheiro *et al.* (1999) na obra “Proposição de terminologia para o verde urbano” publicada pelo Boletim Informativo da SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), sugeriu os seguintes tópicos de padronização de conceitos: Sistema de espaços com construções (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc); Sistema de espaços livres de construção (praças, parques, águas superficiais, etc.) e, Sistema de espaços de integração urbana (rede rodo-ferroviária).

Nessa sequência, os conceitos utilizados para o estudo são definidos como (Quadro 1) :

Quadro 1 – Classificação e definição dos conceitos

CLASSIFICAÇÃO	CONCEITO
<b>Cobertura Vegetal</b>	<i>Cobertura vegetal</i> é a projeção do verde em cartas planimétricas e pode ser identificada por meio de fotografias aéreas ou imagens de satélites. Considera-se toda a cobertura vegetal existente nos três sistemas (espaços construídos, espaços livres e espaços de integração) e as encontradas nas Unidades de Conservação, que na sua maioria restringem o acesso ao público, inclusive na zona rural.
<b>Áreas verdes</b>	As <i>áreas verdes</i> são um tipo especial de espaços livres onde o elemento fundamental de composição é a vegetação. Elas devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área; devem servir à população, propiciando um uso e condições para recreação. Canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização não podem ser considerados áreas verdes, mas sim "verde de acompanhamento viário", que com as calçadas (sem separação total em relação aos veículos) pertencem à categoria de espaços construídos ou espaços de integração urbana.
<b>Espaço Livre</b>	O espaço livre de construção é definido como espaço urbano ao ar livre, destinado a todo tipo de utilização que se relacione com caminhadas, descanso, passeios, práticas de esportes e, em geral, a recreação e entretenimento em horas de ócio; os locais de passeios a pé devem oferecer segurança e comodidade com separação total da calçada em relação aos veículos; os caminhos devem ser agradáveis, variados e pitorescos; os locais onde as pessoas se locomovem por meios motorizados não devem ser considerados como espaços livres. Os espaços livres podem ser privados, potencialmente coletivos ou públicos e podem desempenhar, principalmente, funções estética, de lazer e ecológico-ambiental, entre outras.

Fonte: Adaptado de Cavalheiro *et al.* (1999).

### 2.2.2 Geotecnologias, quantificação e índices para a cobertura vegetal, áreas verdes e espaços livres

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) se faz importante uma vez desempenha um conjunto de técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites, mapas, cartas climatológicas, censos, e outros. (ASPIAZÚ; BRITES, 1989)

Fitz (2008) conceitua SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Para Liu (2006) os índices de vegetação com aplicações de sensoriamento remoto foram desenvolvidos para monitorar e quantificar as condições da distribuição espacial da vegetação usando os dados digitais de refletâncias em várias faixas espectrais.

Dessa forma, o índice de vegetação bastante utilizado é o Índice Normalizado de Vegetação (NDVI), elaborado por Rouse *et al.* em 1973. Este índice pode ser analisado por meio da interpretação de imagens de sensores remotos e, em particular, por valores obtidos em diferentes datas, que permitem avaliar a variação da área verde em certo período de tempo. (ZANZARINI *et al.*, 2013)

O NDVI é calculado pela razão entre a diferença da medida da refletância nos canais do infravermelho próximo e vermelho e a soma desses canais (Rouse, *et al.*, 1973). Sendo esta equação representada em:

$$\text{NDVI} = (\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{Red}}) / (\rho_{\text{NIR}} + \rho_{\text{Red}}) \quad (1)$$

Onde:

NDVI = Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

$\rho_{\text{NIR}}$  = Refletância da banda no infravermelho próximo

$\rho_{\text{Red}}$  = Refletância da banda do vermelho

Contudo, *Elmore et al.* (2000) afirmam que índice NDVI é altamente influenciado pelo brilho e pelo efeito espectral do solo, o que prejudica as avaliações sobre a vegetação, mostrando assim que a mesma mudança temporal na cobertura vegetal em solos com

diferentes refletâncias no infravermelho próximo, devido às diferenças de brilho, provocaram variações distintas no valor NDVI.

Assim, de forma a minimizar as influências do solo na caracterização da copa das árvores, Huete (1988) desenvolveu o Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI), sendo obtido pela multiplicação de  $1 + L$  pela razão entre a diferença da refletância do NIR pela refletância do Red, dividida, respectivamente, pela soma das mesmas + “L”, expresso através da seguinte forma:

$$SAVI = [(\rho_{NIR} - \rho_{Red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{Red} + L)] \cdot (1 + L) \quad (2)$$

Onde:

L é uma constante denominada de fator de ajuste do índice SAVI.

Huete (1988) sugere para a cobertura vegetal muito baixa, o fator L de 1,0, para cobertura vegetal intermediária, fator 0,5; e para altas densidades de vegetação, fator 0,25. Quando o valor L for igual à zero, o índice SAVI equivalerá ao índice NDVI.

De acordo com Lima Neto e Souza (2009), os índices relacionados à cobertura vegetal, são um conjunto de parâmetros utilizados em pesquisas sobre a vegetação presente nos espaços urbanos, que relacionam o quantitativo vegetacional ao número de habitantes e a porção territorial da cidade. À medida que se realiza a mensuração da vegetação, será obtida uma melhor ou pior condição, podendo ser utilizado como instrumento e parâmetro de avaliação.

Os Índices são números que procuram descrever um determinado aspecto da realidade, ou apresentam uma relação entre vários aspectos (Rosset, 2005). Contudo, os problemas de definições de termos relacionados à quantificação do verde urbano, dificulta a proposição de critérios mais exatos para o planejamento urbano.

Bargos (2011) discorre que a falta de clareza e consenso para a definição dos termos e as diferentes metodologias utilizadas para obtenção desses índices pode induzir a falsas interpretações e a um uso político incorreto dessas áreas no ambiente urbano. Ainda que se haja grande confusão na conceituação de termos não é impedido, porém, a procura de possíveis índices para as diferentes formas do “verde urbano”, reforça Buccheri Filho e Nucci (2006).

Os índices representam a relação entre o valor das áreas cobertas por vegetação que compõem o local de estudo, expressos em km<sup>2</sup> (quilômetro quadrado) ou m<sup>2</sup> (metro

quadrado), dividido pela quantidade de habitantes ou pela área urbana. Pode também ser definido em percentual em relação à área urbana. (NUCCI, 2001)

Oke (1985) sugere que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seria o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que um índice de arborização inferior a 5% determina características semelhantes à de um deserto. E em relação as áreas verdes, o índice mínimo proposto pela Sociedade Brasileira de Arborização (1996) é 15 m<sup>2</sup>/habitante destinadas à recreação.

Buccheri Filho e Nucci (2006) discorrem que a aplicação indiscriminada de índices, oriundos de realidades diferentes sejam elas físicas, sociais, econômicas ou culturais, certamente não surtirá o efeito desejado. Desse modo, colecionar índices é mais um exercício de reflexão, um ponto de partida para se pensar as condições do “verde urbano” de cada cidade em particular.

Logo, tendo em vista a aplicação das ferramentas do SAVI por meio de mapeamento (ambiente SIG) da cobertura vegetal e das áreas verdes para a obtenção de índices, as propostas de análise destes índices para o presente estudo compreendem em (Quadro 2):

Quadro 2 – Índices para análise do “verde urbano”

ÍNDICES	DESCRIÇÃO
<b>Índice de Cobertura Vegetal (ICV)</b>	ICV = Baseado no mapeamento de toda cobertura vegetal de uma área ou cidade (abrange as áreas públicas e particulares), quantificado em metro (m <sup>2</sup> ) ou quilômetro (km <sup>2</sup> ). (CAVALHEIRO <i>et al.</i> , 1999)
<b>Porcentagem de Cobertura Vegetal (PCV)</b>	PVC = Representa a proporção (%) de área coberta por vegetação em função da área total estudada. (NUCCI; CAVALHEIRO, 1999)
<b>Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh)</b>	ICVh = Expressa a quantidade de cobertura vegetal dividido pelo número de habitantes da localidade (m <sup>2</sup> /hab). (NUCCI, 2001)
<b>Índice de Áreas verdes Públicas (IAV)</b>	IAV = Mapeamento das áreas verdes de uma área ou cidade, quantificado em metro (m <sup>2</sup> ) ou quilômetro (km <sup>2</sup> ). Devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área; devem servir à população, propiciando um uso e condições para recreação. (CAVALHEIRO <i>et al.</i> , 1999)

<b>Porcentagem de Áreas verdes (PAV)</b>	PAV = Representa a proporção (%) de áreas verdes em função da área total estudada. (BARGOS, 2010)
--	---

Fonte: Adaptado de Cavalheiro *et al.* (1999); Nucci e Cavalheiro (1999); Nucci (2002); Bargas (2010).

Em relação ao cálculo do índice de espaços livres (IELP), a análise é expressa a partir da quantidade em metros quadrados de espaços livres com possibilidade de uso públicos devidamente implantados, semi-implantados e não implantados dividido pela população residente na área de estudo, proposta por Guzzo (2006).

Comumente são utilizados os índices supracitados, para tanto, outras denominações de índices podem ser concebidos de acordo com o objetivo das pesquisas e também do local a ser estudados, exemplos como: Índice de Cobertura Arborea (ICA), Arborização Urbana (IAUrb) etc. Portanto, a escolha metodológica designada para o presente estudo (Quadro 2) e para os espaços livres de Fortaleza, partem de uma perspectiva que engloba a análise de todo o “verde urbano” da cidade.

### **2.2.3 Funções e benefícios do “verde urbano”**

Os espaços com vegetação desempenham diversos benefícios, sendo, portanto, um indicador muito importante para a qualidade ambiental. Lamas (2004, p. 106) vem a retratar a presença de vegetação nas cidades como:

Do canteiro à árvore, ao jardim de bairro ou grande parque urbano, as estruturas verdes constituem também elementos identificáveis na estrutura urbana; caracterizam a imagem da cidade; têm individualidade própria; desempenham funções precisas: são elementos de composição e do desenho urbano; servem para organizar definir e conter espaços. (2004, p.106)

Lima e Amorim (2006) refletem que a troca do verde das paisagens pelo concreto das construções das cidades provoca mudanças nos padrões naturais de percolação das águas, por exemplo, fazendo das áreas urbanas sinônimos de desequilíbrio dos ecossistemas e de vários processos de erosão. Além de servirem como equilíbrio do ambiente urbano e de locais de lazer, também podem oferecer um colorido e plasticidade ao meio urbano.

Lombardo (1990) expõe que os espaços verdes de uma maneira geral e independente das diversas modalidades ou qualidade de sua cobertura vegetal, tem uma importância fundamental nas áreas urbanas, especialmente nas regiões metropolitanas, em que

a densidade de ocupação é sensivelmente maior. Este papel fundamental das áreas se refere não somente à dinâmica ambiental urbana, mas à qualidade de vida da sociedade no que diz respeito principalmente aos efeitos físicos e psicológicos nos indivíduos.

Sumariamente, é unânime entre diversos autores e pesquisadores do tema em relação aos benefícios gerados pela presença do “verde urbano” na mitigação de fatores que diminuem a qualidade ambiental e de vida. Dentre eles Llardent (1982); Cavalheiro (1990); Milano (1990); Hardt (1992); Lima *et al.* (1994); Oliveira (1996); Mascaró e Mascaró, J. (2002); Nucci (2001) que destacam acerca do controle microclimático; do sombreamento e diminuição da poluição; da amenização de ruídos; da redução do escoamento superficial, favorecidas por áreas permeáveis; contribuindo para a fauna e flora característica da cidade; e do fornecimento de bem-estar humano, com áreas de lazer e recreação.

Lombardo (1990, p. 5) sintetiza esses benefícios no Quadro 3:

Quadro 3 – Benefícios do verde urbano

<b>BENEFÍCIOS</b>	<b>EM RELAÇÃO À</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ação purificadora por reciclagem de gases em processos fotossintéticos;</li> <li>- Ação purificadora por fixação de gases tóxicos;</li> <li>- Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais.</li> <li>- Redução da poluição por meio de processos de oxigenação: introdução de excesso de oxigênio na atmosfera;</li> <li>- Purificação do ar por depuração bacteriana e de outros micro-organismos;</li> </ul>	<p><b>Composição atmosférica urbana</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luminosidade e temperatura: a vegetação, ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas;</li> <li>- Enriquecimento da umidade por meio da transpiração da fitomassa (300, 450 ml de água/metro quadrado de área);</li> <li>- Umidade e temperatura: a vegetação contribui para conservar a umidade dos solos, atenuando sua temperatura;</li> </ul>	<p><b>Equilíbrio solo-clima-vegetação</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução na velocidade dos ventos;</li> <li>- Mantém a permeabilidade e a fertilidade do solo;</li> <li>- Abrigo à fauna existente;</li> <li>- Influência no balanço hídrico.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrente nas grandes cidades.</li> </ul>	<b>Atenuante dos níveis de ruído</b>

Fonte: Adaptado de Lombardo (1990)

Aliados a esses benefícios, Oliveira (1996) salienta que a vegetação contribui para a valorização de áreas para convívio social, valorização econômica das propriedades – aqui pode ser entendida como uma valorização especialmente advinda do mercado imobiliário (Figura 2) e para a formação de uma memória e do patrimônio cultural.

Figura 2 – “Verde urbano” em bairros na área sul de Fortaleza



Fonte: Infoimobis

Quadro 4 – Funções desempenhadas pelo “verde urbano”

<b>FUNÇÕES</b>	<b>EM RELAÇÃO À</b>
<b>Ecológica</b>	<p>A manutenção da vegetação contribui para não impermeabilização do solo cooperando para a presença de fauna, conseqüentemente gerando um clima mais ameno para as cidades e na qualidade do ar, água e solo.</p>



<b>Social</b>	Componente importante que se relaciona com a possibilidade de lazer que essas áreas oferecem à população.
<b>Estética</b>	Incremento e diversificação da paisagem, provendo o embelezamento das cidades.
<b>Educativa</b>	Relacionada com atividades extraclasse e programas de educação ambiental.
<b>Psicológica</b>	Possibilitando, por meio do contato com a natureza, o relaxamento, contemplação, a recreação, o lazer e a diminuição do estresse.

Fonte: Adaptado de Guzzo (2002)

Figura 3 – Praça Dr. Carlos Alberto Studart Gomes (Praça das Flores) em Fortaleza



Fonte: Acervo da autora (2019)

## 2.4 Mecanismos Legais

As competências administrativas entre a União, os estados e Distrito Federal e os municípios, previstas no artigo 24 da Constituição de 1988 podem legislar concorrentemente relacionadas ao meio ambiente sendo eles sobre direito urbanístico, florestas, caça, pesca,

fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente, controle da poluição e responsabilidade por danos ambientais.

As disposições para o meio natural inicialmente foram estabelecidos pelo Código Florestal de 1965, as áreas de preservação permanente - APP (como topos de morros, ao redor de nascentes, ao longo de rios, etc.), nas quais, segundo a Lei, só seria permitida a supressão total ou parcial com a autorização prévia do Poder Executivo Federal e quando for para a execução de atividades de utilidade pública ou interesse social. Para o novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012 é estabelecido que se obedeça o que é previsto no Plano Diretor e as leis de uso e ocupação do solo do município desde que atentas às restrições impostas pelo Código.

No que diz respeito ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentou o art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, estabelecendo critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

Em relação à Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, estabeleceu-se em seu artigo 9º e incisos, instrumentos que se relacionam diretamente à proteção do meio ambiente natural nas cidades, como o zoneamento ambiental, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público, dentre outras.

Disposta na Lei Federal, 9º artigo, inciso II, é definido o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) como um instrumento da política nacional do meio ambiente. O zoneamento é instrumento jurídico de ordenação do uso e ocupação do solo. É a partir deste instrumento que se constituem áreas como Parques Nacionais e Estaduais, Parques Florestais, Parques ecológicos e as Reservas Biológicas, Ecológicas, Florestais e Extrativistas, podendo estar presentes áreas menores como as estações ecológicas, áreas de proteção ambiental (APA), áreas de relevante interesse ecológico (ARIE), área sob proteção especial (ASPE), Monumentos Naturais e reservas do Patrimônio Mundial.

Em relação à implantação de Área Verde de domínio público em área urbana, o artigo 8º do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 369, de 28/2006 traz a intervenção ou supressão de vegetação em área de proteção ambiental (APP) para a implantação de área verde de domínio público em área urbana, nos termos do parágrafo único do art. 2º da Lei nº 4.771, de 1965, poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, sendo atendido o disposto no Plano Diretor.

No que compete sobre a divisão do solo com relação à implantação de novos loteamentos e aos possíveis parcelamentos já existentes. A lei do Parcelamento de Solo no Brasil é determinada pela Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, sendo alterado pela Lei nº 9.785, de 29 de Janeiro de 1999 regulamenta a produção do solo em todo o território brasileiro. Com relação ao presente estudo, são normatizados os espaços livres, às vias de circulação, praças e espaços livres como domínio público, sendo considerados então os espaços abertos públicos ou destinados a integrar o patrimônio público nos loteamentos.

Acerca das competências dos Estados, estas suplementam as demais normas gerais estabelecidas pela União, possibilitando editar tais normas nas matérias em que a União ainda não as tenha desempenhado, como também, executar matérias que são de competências exclusivas dos Estados.

A Política Estadual do Meio Ambiente do Ceará, Lei nº 11.411/1987, compreende o conjunto de diretrizes administrativas e técnicas destinadas a orientar a ação governamental no campo da utilização racional, conservação e preservação do ambiente que, em consonância com a Política Nacional do Meio Ambiente, atendendo aos princípios estabelecidos na legislação federal e estadual que rege a espécie.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Estado do Ceará (SEUC) é constituído pelas Unidades de Conservação estaduais e municipais do Ceará, e de acordo com art. 2º, Lei (14.950/2011), sua estrutura foi estabelecida de forma a incluir comunidades bióticas geneticamente significativas, de modo a abranger diferentes ecossistemas naturais e águas jurisdicionais.

A política urbana da Constituição Estadual do Ceará de 1989, em seu art. 305, dispõe-se sobre a elaboração do projeto do plano diretor do município, onde o órgão técnico municipal realizará zoneamento ambiental, compreendido como ambiente natural e social, que norteará o parcelamento, uso e ocupação do solo, as construções e edificações, visando conjuntamente à melhoria do desempenho das funções sociais urbanas, da qualidade de vida e preservação do meio ambiente, na forma da lei.

No que se refere ao poder público municipal em exercer sua competência administrativa sobre ambiente urbano, a Lei Complementar nº 062/2009 que institui o Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza, através do art. 9 Capítulo III, do Meio Ambiente, traz diretrizes em relação à preservação, conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas e recursos naturais; no qual se dispõe também de ações estratégicas da política de meio ambiente sobre a Regulação do Uso e Ocupação do Solo; do Uso, Preservação e Conservação da Biodiversidade; do Controle da Qualidade Ambiental; do

Sistema de Áreas Verdes; do Monitoramento dos Recursos Hídricos; da Educação Ambiental e do Sistema Municipal de Meio Ambiente.

A criação da Política Municipal do Meio Ambiente de Fortaleza, Lei nº 010619 de 10 de outubro de 2017, compreende na observância das diretrizes norteadoras do Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDPFOR) referentes à matéria em questão. E no tocante aos princípios fundamentais da mesma, contida no art. 4, Capítulo I, tem-se por objetivo a preservação, conservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento social, econômico e ambiental para os habitantes de Fortaleza, através da formação de uma rede de sistemas naturais, com foco na integração do ambiente natural e do ambiente construído. Bem como, destaca-se os seguintes incisos:

- [...]
- X - recuperação de áreas degradadas;
- XI - ampliação da cobertura vegetal do Município;
- XII - manutenção e melhoria da qualidade dos bens hídricos do Município;
- XIII - proteção de áreas ameaçadas de degradação;
- XIV - educação ambiental a todos os níveis de ensino.
- [...]

Acerca dos instrumentos gerais, expostos no Capítulo V, sobressaem-se tópicos pertinentes como: Zoneamento Ambiental; A criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público Municipal, de relevante interesse ecológico, tais como reservas, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental; A implantação do Sistema de Áreas Verdes do Município e o Estabelecimento da Política de Proteção à Biodiversidade do Município (Art. 11).

De acordo com o Parcelamento, o Uso e a Ocupação do Solo no Município de Fortaleza (Lei Complementar nº 236/2017) o Zoneamento Urbano, disposto no Título II, Capítulo I acerca do Macrozoneamento e das Zonas Especiais traz em seu art. 4 o planejamento das ações governamentais, divididas em duas Macrozonas: I - Macrozona de Proteção Ambiental; II - Macrozona de Ocupação Urbana.

A Macrozona de Proteção Ambiental (Figura 4) é constituída por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas à proteção, preservação, recuperação ambiental e ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis, é composta pelas Zona de Preservação Ambiental (ZPA) - destinada à preservação dos ecossistemas e dos recursos naturais; Zona de Recuperação Ambiental (ZRA) - composta por áreas parcialmente ocupadas e com atributos ambientais relevantes que sofreram processo de degradação, onde se pretende

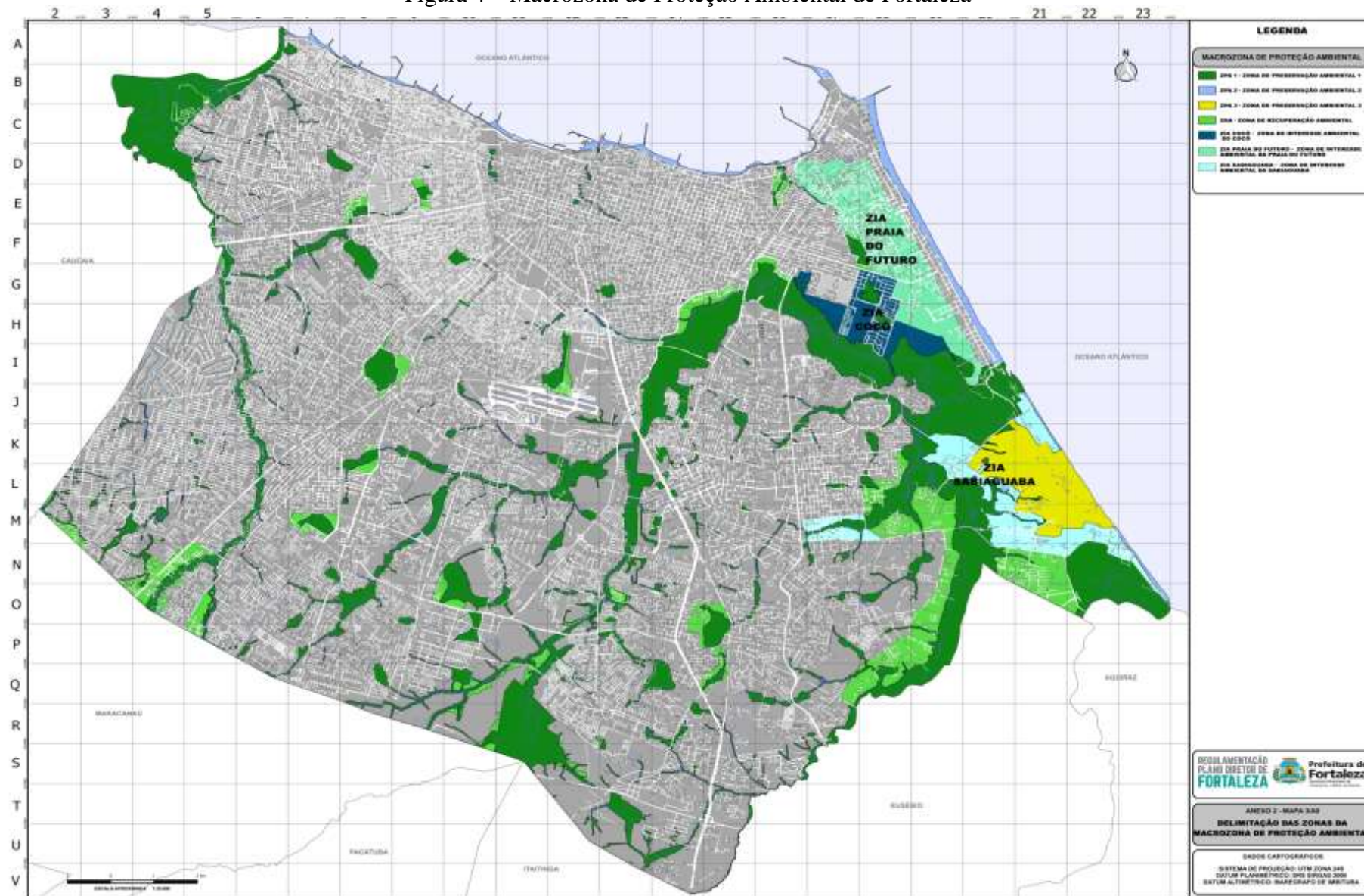
proteger a diversidade ecológica, disciplinar os processos de ocupação do solo, recuperar o ambiente natural degradado e assegurar a estabilidade do uso dos recursos naturais, buscando o equilíbrio socioambiental; Zona de Interesse Ambiental (ZIA) - corresponde às áreas originalmente impróprias à ocupação do ponto de vista ambiental, áreas com incidência de atributos ambientais significativos nas quais a ocupação ocorreu de forma ambientalmente inadequada (art.5).

A Zona de Interesse Ambiental (ZIA) é composta por: I - Cocó; II - Praia do Futuro; III – Sabiaguaba (§ 3º). Em relação ao Parque Ecológico do Cocó e as Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Sítio Curió, Matinha do Pici e Prof. Abreu Matos, são instituídas e regulamentadas respectivamente pelo Decreto Estadual 32.428/2017 e pelas Leis Municipais nº 10.463/2016 e nº 10.537/2016 (art. 6).

A respeito das Zonas Especiais, determinadas na Seção III, ainda do Título II, Capítulo I são áreas do território que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de usos e ocupação do solo, sobrepondo-se ao zoneamento, ressalvadas as restrições estabelecidas em normas específicas. Sendo elas: I - Campus do Pici; II - Campus da UNIFOR; III - Campus do Itaperi; IV - Centro Administrativo Gov. Virgílio Távora - Cambéa; V - Aeródromo Pinto Martins; VI - 23º Batalhão de Engenharia e Construção; VII - Casa José de Alencar; VIII - Condomínio Espiritual Uirapuru (CEU).

Portanto, diante de tais diretrizes apresentadas a competência municipal de Fortaleza possui planejamento em relação ao verde urbano da cidade, voltadas principalmente para a criação e/ou proteção deste, contudo, deve ser reforçado o papel efetivo da gestão municipal sobre a matéria.

Figura 4 – Macrozona de Proteção Ambiental de Fortaleza



Fonte: Prefeitura de Fortaleza (2017).



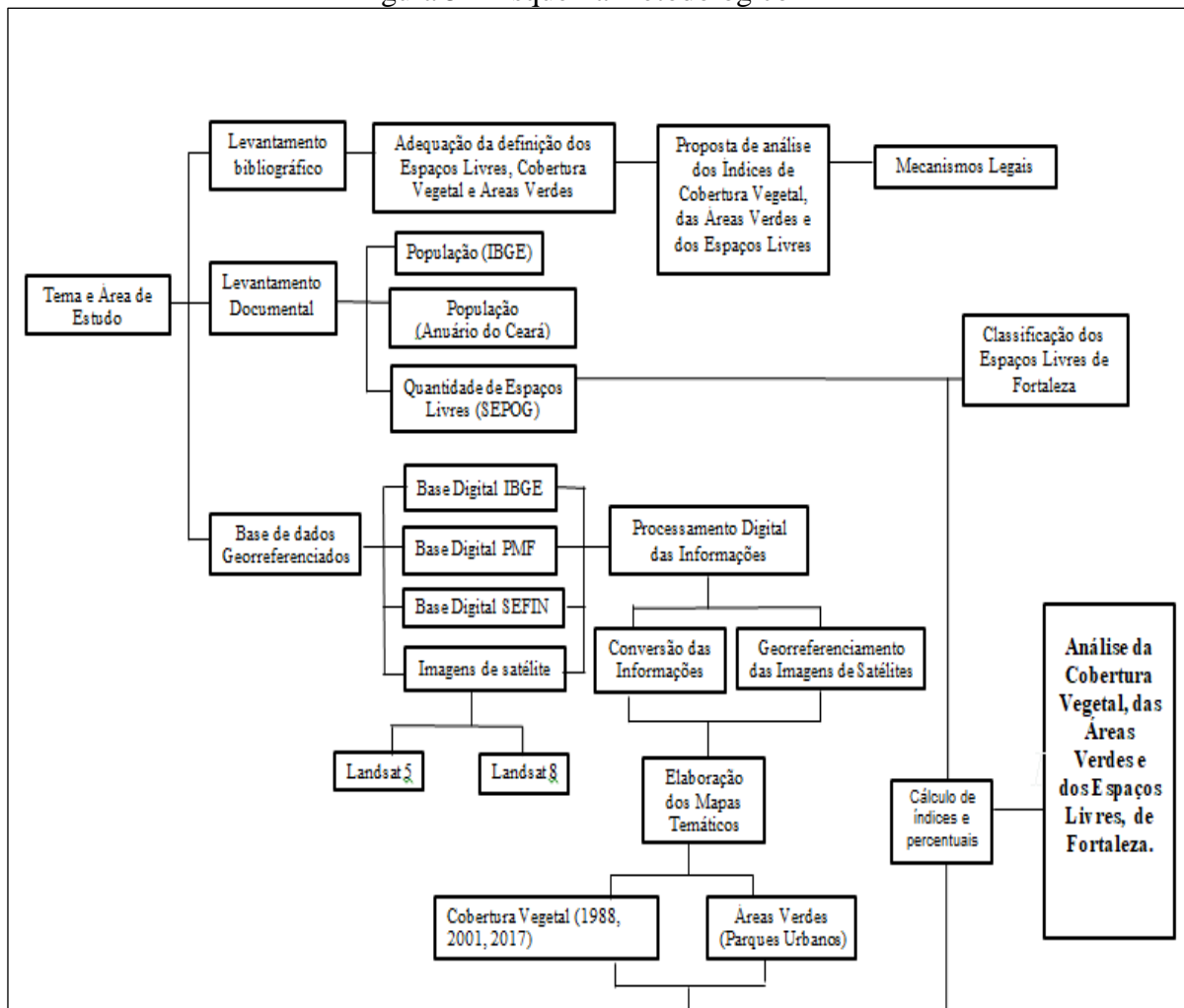
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS

Para a análise dos Espaços Livres, da Cobertura Vegetal e das Áreas Verdes de Fortaleza, o método de abordagem utilizado é do tipo quantitativo, onde os resultados da pesquisa são quantificados, recorrendo à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. (FONSECA, 2002)

O caráter da pesquisa é descritivo-explicativo, uma vez que descreve os fatos e fenômenos de determinada realidade, analisando e explicando como ocorrem os fatos. (TRIVIÑOS, 1987; GIL, 2007)

Assim, a pesquisa teve como fases de desenvolvimento quatro etapas que consistiram em: realizar levantamento bibliográfico e cartográfico, pesquisa documental, processamento digital de dados cartográficos e análise dos resultados obtidos. A Figura 5 apresenta o percurso metodológico aplicado para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 5 – Esquema metodológico



Fonte: Elaborada pela autora.

### **3.1 Levantamento bibliográfico e cartográfico**

Para o levantamento bibliográfico foram realizadas consultas em livros e trabalhos acadêmicos das bibliotecas da Universidade Federal do Ceará (UFC) e por meio de pesquisas online de artigos, visando buscar relevância e referências à temática.

O primeiro passo relacionado ao desenvolvimento deste estudo foi buscar por uma base teórico-metodológica que fundamentasse os propósitos da pesquisa. Para a escolha da bibliografia, foram selecionadas aquelas que significativamente buscassem uma definição concreta para o estudo do verde urbano, tendo em vista a diversidade de conceitos utilizados, estruturando assim, uma objetividade e clareza quanto à quantificação do verde urbano. Nesse sentido, a definição bem fundamentada é necessária para o estabelecimento do uso de índices.

A compreensão da dinâmica do ambiente urbano, dos aspectos ligados à qualidade ambiental e de vida, dos benefícios do verde urbano, e do percurso histórico de Fortaleza também foram pertinentes para a aplicação da temática do estudo. Em relação às legislações convenientes à pesquisa, considerou os aspectos legais para nível federal, estadual e municipal.

### **3.2 Levantamento documental**

Quanto ao levantamento documental, durante essa fase, ocorreram visitas à Secretaria do Planejamento, Orçamento e Gestão do município de Fortaleza (SEPOG), a fim de coletar informações da quantidade e da extensão dos Espaços Livres por Regionais Administrativas, e à Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) no intuito de buscar os informes oficiais da Regulamentação dos Parques da cidade, fundamentando assim, a aplicação do mapeamento das Áreas Verdes de Fortaleza.

### **3.3 Base de dados cartográficos e mapeamento**

Para a aplicação dos índices, a primeira atividade realizada foi construir uma base de dados georreferenciados para o município de Fortaleza por meio de técnicas de geoprocessamento. O processamento de dados cartográficos e de sensoriamento remoto gerou-se por meio do software ArcGIS 10.5.

Os arquivos digitais (*shapefile*) para a composição da base cartográfica foram fornecidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística), pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF) e pela Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza (SEFIN), além de três imagens de satélites do *United States Geological Survey (USGS)* (Quadro 5).



Quadro 5 – Descrição das Imagens de Satélites

Satélite	Orbita/Ponto	Ano/Mês
<i>Landsat 5</i>	217/063	1988/Agosto
<i>Landsat 5</i>	217/063	2001/Agosto
<i>Landsat 8</i>	217/063	2017/Agosto

Fonte: Elaborada pela autora.

Os mapas obtidos para o estudo consistiram em mapas de cobertura vegetal dos anos de 1988, 2001 e 2017 para serem comparados e analisados. Para facilitar a realização da comparação entre os três anos mencionados, considerou-se metodologicamente interpretar as imagens a partir do mesmo satélite. Dessa forma, inviabilizou uma análise para anos anteriores à década de 1980, haja vista apenas a disponibilização das imagens do satélite *Landsat* a partir desta mesma década para o local estudado.

Em relação às imagens entre os anos de 1980 até 1988, a maioria apresentou cobertura de nuvens para o mês selecionado, com exceção do ano de 1985, mas com chuvas acima da média, e podendo assim, influenciar no valor dos índices obtidos a partir do SAVI. Dentro do mesmo raciocínio, a justificativa de escolha do mês de agosto deu-se em função das chuvas serem concentradas no primeiro semestre, sendo, portanto, um mês situado no período pós-chuvoso.

Os mapas de cobertura vegetal de Fortaleza fundamentaram-se no mapeamento de toda cobertura vegetal de Fortaleza, abrangendo áreas de proteção ambiental, públicas e particulares. Para o mapa das áreas verdes e conforme a sua definição caracteriza as funções ecológica, paisagística e recreativa, foi necessário verificar quais áreas de Fortaleza se encaixariam dentro dessas funções.

O Decreto Municipal de proteção e criação de parques de Fortaleza de nº 13.284/2014 e nº 13.687/2015 orienta a criação de Parques Urbanos como ação estratégica no âmbito do sistema de áreas verdes do Município de Fortaleza, sendo eles, os Parques: Adahil Barreto; das Iguanas; da Lagoa da Parangaba, da Lagoa do Porangabussu, da Lagoa de Messejana, da Lagoa Maria Vieira, da Lagoa da Itaperaoba, da Lagoa do Mondubim, da Lagoa do Opaia, do Lago Jacarey, da Lagoa do Catão, da Lagoa da Maraponga, da Lagoa do Papicu, do Rio Branco, Parreão, Bosque Presidente Geisel, Linear do Riacho Pajeú, Parque da Liberdade (Cidade da Criança), Parque Linear Raquel de Queiroz, Linear do Riacho Maceió e da Lagoa da Viúva. Desse modo, as áreas verdes de Fortaleza se caracterizam em parques urbanos decretados da cidade.

### 3.4 Análises e Representação de dados

No que corresponde às análises dos índices, o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) em metros quadrados (m<sup>2</sup>) para os anos de 1988, 2001 e 2017 obtidos através do SAVI, determinou-se a aplicação do cálculo de percentuais de cobertura vegetal para os três anos estudados. Calculou-se, ainda, o percentual para as Regionais administrativas da cidade:

$$PCV = \frac{ICV}{AT} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

PCV = Porcentagem de Cobertura Vegetal

ICV = Índice de Cobertura Vegetal (m<sup>2</sup>)

AT = Área total urbana (m<sup>2</sup>)

Seguindo a mesma regra, calculou-se também o percentual de áreas verdes:

$$PAV = \frac{IAV}{AT} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

PAV = Porcentagem de Cobertura Vegetal

IAV = Índice de Cobertura Vegetal (m<sup>2</sup>)

AT = Área total urbana (m<sup>2</sup>)

O índice cobertura vegetal por habitante (ICVh) de Fortaleza foi calculado a partir da divisão entre o valor total de cobertura vegetal (m<sup>2</sup>) e o número total de habitantes de Fortaleza e também de suas Regionais administrativas. Ressalta-se que foram utilizados dados da contagem da população de 2017 (IBGE, 2018) por se tratar de uma informação mais atualizada em relação ao censo de 2010. Contudo, a contagem da população setorizada por Regionais permanece para o ano de 2010, uma vez que não houve nenhuma atualização por parte da PMF.

$$ICVh = \frac{ICV}{H} \quad (5)$$

Onde:

ICVh = Índice de Cobertura Vegetal por habitante

ICV = Índice de Cobertura Vegetal (m<sup>2</sup>)  
H = Habitantes

Em relação ao Índice de Espaços Livres Públicos da cidade por habitante (IELP), considerando os locais de praças e áreas livres ou potenciais espaços de lazer obtidos através do relatório de espaços urbanos da SEPOG, o cálculo compreendeu-se a partir da divisão entre os espaços livres (m<sup>2</sup>) e o número total de habitantes da cidade.

$$\text{IELP} = \frac{AT}{H} \quad (6)$$

Onde:

IELP = Índice de Espaços Livres Públicos da cidade por habitante

AT = Área urbana (m<sup>2</sup>)

H = Habitantes

Por isso, considera-se que o cálculo destes índices expressam valores objetivos sobre a disposição da cobertura vegetal, das áreas verdes e dos espaços livres em Fortaleza, visto que possibilita o entendimento da situação da cidade para a temática analisada na pesquisa, como também, permitindo conhecer a situação de cada regional, indicando diferenciações entre eles. Os resultados obtidos foram apresentados em forma de tabelas.

#### 4 ÁREA DE ESTUDO

O Município de Fortaleza localiza-se na porção norte do Estado do Ceará da Região Nordeste do Brasil, possuindo uma extensão territorial absoluta de 314,93 km<sup>2</sup>, dividida em 119 bairros e uma população estimada em 2.452.185 de habitantes, de acordo com o censo IBGE (2018).

Em termos geográficos, a cidade se localiza a Latitude: -3.71839 e Longitude: -38.5434. Limita-se ao norte com o oceano Atlântico; ao sul com os Municípios de Maracanaú, Itaitinga, Pacatuba e Eusébio; a oeste com Caucaia e Maracanaú; e a leste com Eusébio, Aquiraz e o Oceano Atlântico.

Fortaleza se configura como principal centro urbano do estado. Sendo a quinta mais populosa metrópole do Brasil (IBGE, 2019), possui em seu entorno uma Região Metropolitana (Figura 6), também conhecida como Grande Fortaleza, composta pelos municípios: Caucaia, Maranguape, Pacatuba, Aquiraz, Maracanaú, Eusébio, Itaitinga, Guaiúba, Chorozinho, Pacajus, Horizonte, São Gonçalo do Amarante, Pindoretama e Cascavel. (IPECE, 2015)

Figura 6 – Região Metropolitana de Fortaleza

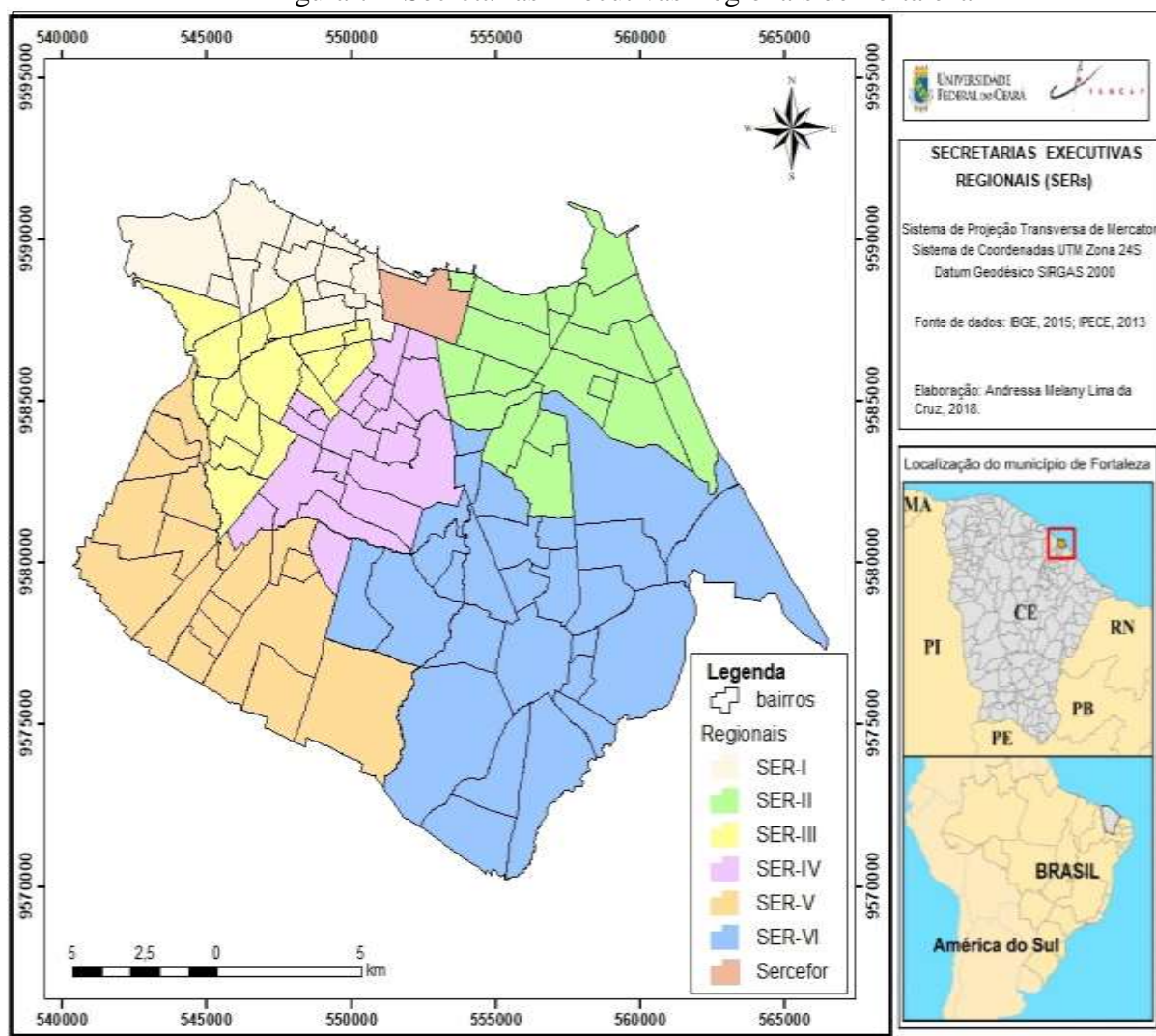


Fonte: IPECE (2015)

Desde 1997, a administração executiva da prefeitura foi descentralizada através da Lei municipal nº 8.000, de 29/01/1997, que reformulou a organização administrativa municipal, criando-se, portanto, as Secretarias Executivas Regionais (SERs). Inicialmente, foram instituídas as Regionais (SER I, SER II, SER III, SER IV, SER V, SER VI). Anos depois, criou-se a Secretaria Regional do Centro - Sercefor, compreendendo os bairros do centro da cidade (Figura 7).

No que diz respeito ao objetivo destas Regionais, estas possuem a finalidade de executar políticas públicas municipais, operacionalizando serviços urbanos de modo a possibilitar melhorias na qualidade de vida dos cidadãos. Cabendo às mesmas, identificar e articular o atendimento às necessidades e demandas da população para a promoção do desenvolvimento urbano, ambiental e social.

Figura 7 – Secretarias Executivas Regionais de Fortaleza



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.1 Caracterização Ambiental

O estudo do sítio urbano da cidade é de fundamental importância para se compreender os aspectos ligados à cobertura vegetal de Fortaleza. Assim, concebendo um entendimento acerca da geologia, do relevo, do clima, dos recursos hídricos, dos solos e vegetação, dispõe-se de condições necessárias para o conhecimento do ambiente natural da cidade.

Os aspectos geológicos de Fortaleza são predominantemente caracterizados por coberturas sedimentares cenozóicas, terrenos cristalinos e relevos pontuais, derivados de vulcanismo terciário (Souza *et al.*, 2009). Sobre as coberturas sedimentares cenozóicas, estas, são constituídas pela planície litorânea, vales e glaciais de deposição pré-litorâneos da Formação Barreiras. A Formação Barreiras é de idade pliopleistocênica e distribui-se de forma contínua em uma faixa de largura variável, acompanhando a linha de costa, situada à retaguarda dos sedimentos eólicos antigos e atuais, segundo descreve Brandão *et al.* (1995).

“Litologicamente, os terrenos cristalinos são constituídos pelas rochas dos complexos gnáissico-migmatítico e granítico-migmatítico do Proterozóico inferior”. (Souza, 2009 *et al.*, p. 39). Quanto aos relevos residuais, possuem formas de crista (elipsoidal) do Ancuri, localizado no setor sul da cidade; e morro (neck vulcânico) Caruru, localizado no setor sudeste. (MOURA FÉ, 2008)

O clima de Fortaleza é estabelecido como tropical chuvoso, quente e úmido, pela classificação de Köppen. Em termos atmosféricos, Fortaleza é regida, principalmente, pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), além de outros sistemas de menor escala que atuam na área, como o Sistema de Vorticidade Ciclônica, as linhas de instabilidade formadas ao longo da costa e as brisas marítimas. Assim, os maiores índices pluviométricos de Fortaleza ocorrem no primeiro semestre do ano. (BRANDÃO *et al.*, 1995; SOUZA, 2000, ZANELLA; MELLO, 2006)

Em relação ao comportamento pluviométrico nos anos de 1988, 2001 e 2017, a precipitação observada, respectivamente, foi de 1631,2 mm, 1373,9 mm e 1469,0 mm. Para os anos de 1988 e 2017, as chuvas se apresentaram acima da média esperada, diferentemente de 2001, conforme demonstra o calendário de chuvas da Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

Em termos de temperatura, a intensa insolação associada à latitude proporciona temperaturas constantes. Dessa maneira, as temperaturas médias anuais nas regiões próximas ao equador estão entre 26° e 28°C (NIMER, 1972). De acordo com Lima Júnior (2018, p. 63),



“a umidade relativa apresenta valores bastante elevados na cidade de Fortaleza, sendo que os valores mais baixos correspondem ao mês de setembro, enquanto o mês de maior umidade ao mês de abril (mês mais chuvoso)”, dados estes, referentes a partir das médias dos elementos meteorológicos, correspondendo aos anos de 1981 até 2010.

No que se referem à disponibilidade hídrica, as condições climáticas refletem diretamente sobre os recursos hídricos. Fortaleza possui quatro bacias, sendo elas: Bacia Vertente Marítima, Rio Maranguapinho, do Rio Cocó, e Rio Pacoti (Souza *et al.*, 2009), exibidas na (Figura 8).

Figura 8 – Bacias Hidrográficas de Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza (2015)

A bacia Vertente Marítima, compreende a faixa de terra localizada entre as desembocaduras dos Rios Cocó e Ceará, com topografia favorável ao escoamento das águas para o mar. A Vertente Marítima é composta por diversas pequenas bacias que, apresentam drenagem direta para o Oceano (PMF, 2013). São formadas principalmente pelos Riachos Jacarecanga, Pajeú e Maceió-Papicu, localizadas nas Regionais I, II e Centro.

A bacia do Rio Maranguapinho compreende de forma conjugada com a bacia do Rio Ceará, onde ambas possuem desembocadura nos limites dos municípios de Fortaleza e Caucaia, localizada na porção oeste de Fortaleza.

Sobre a bacia do rio Cocó, engloba as áreas dos municípios de Fortaleza, Aquiraz, Maranguape e Pacatuba, tem como principais corpos hídricos: o Rio Cocó, o riacho Tauape e as lagoas de Messejana, Porangubussu, Opaia e Parangaba. Para a bacia do Rio Pacoti, possui nascente fora dos limites da RMF, sua foz se localiza no bairro Sabiaguaba (pertencente a Regional VI) estando na divisa entre Fortaleza e Aquiraz.

As Unidades de Conservação pode ser classificadas em dois grupos, sendo elas: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável. Em Fortaleza, as Unidades Estaduais e Municipais presentes são (Quadro 6):

Quadro 6 – Unidades de Conservação presentes em Fortaleza

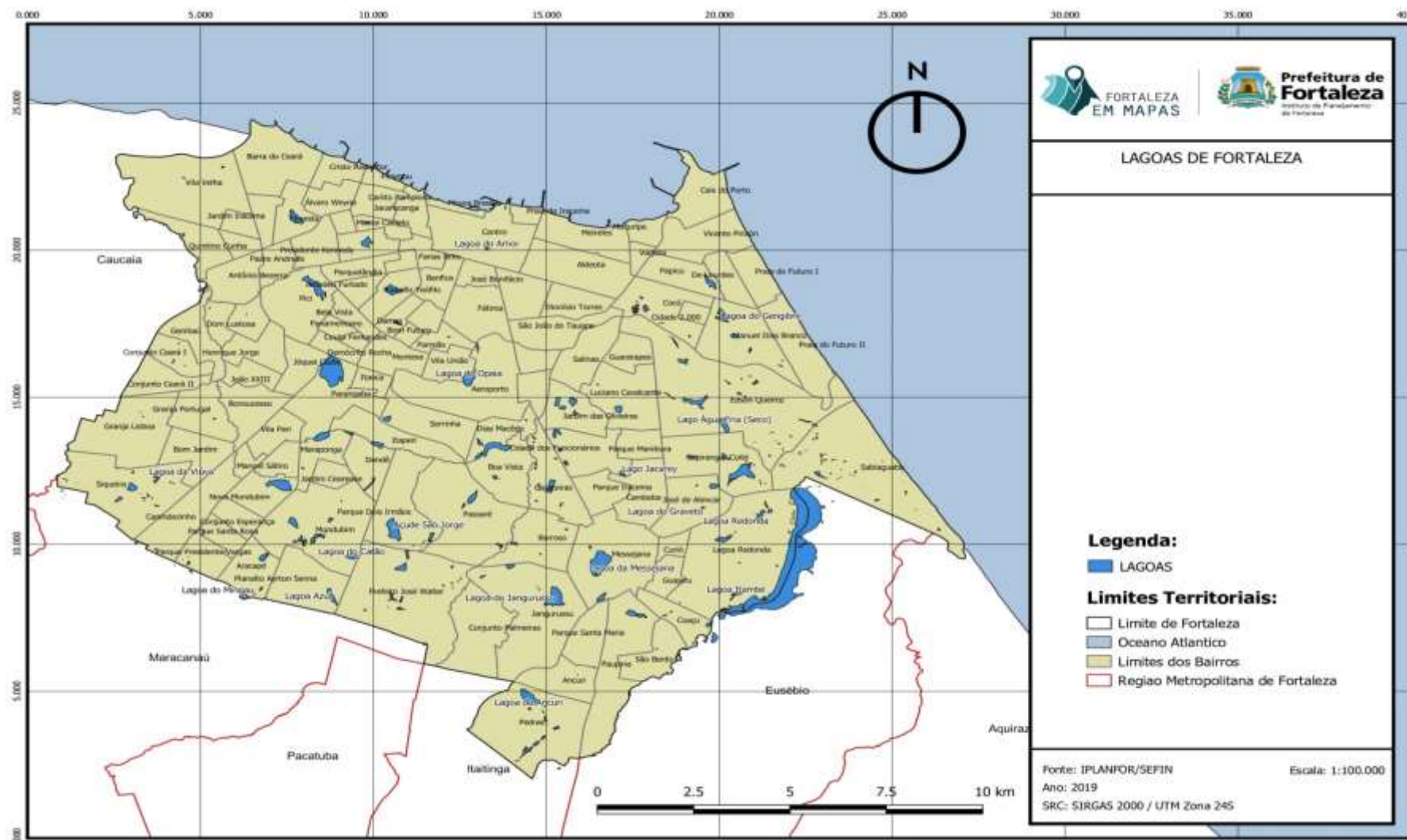
UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL	UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parque Natural das Dunas de Sabiaguaba (Limita-se com a Área de Proteção Ambiental (APA) do estuário do rio Pacoti)</li> <li>• Parque Ecológico do Rio Cocó</li> <li>• Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (Fica distante do Porto do Mucuripe cerca de 10 milhas náuticas, ou 50 minutos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE do Sítio Curió (Bairro Lagoa Redonda)</li> <li>• APA do Rio Pacoti (Localiza-se em áreas dos Municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz)</li> <li>• APA do Estuário de Rio Ceará (Localiza-se na divisa dos Municípios de Fortaleza e Caucaia)</li> <li>• APA de Sabiaguaba (Zona de amortecimento para o Parque)</li> </ul>

Fonte: Adaptado de PMF (2015)

Segundo a Prefeitura de Fortaleza (2019), estima-se que existam mais de 50 espelhos d'água do tipo lago/lagoa (Figura 9).



Figura 9 – Lagoas de Fortaleza



Fonte: IPLANFOR/SEFIN (2019)

A origem e evolução dos solos, segundo Santos (2006), estão relacionadas a fatores que traduzem as características dos condicionantes climáticos, litológicos e de relevo ao longo do tempo. Conforme Souza *et al.* (2009, p.45) os solos ocorrentes em Fortaleza têm variações significativas quanto à tipologia, classes de solos e variação espacial. São dominantes as seguintes classes de solos: Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos.

Nesse sentido, a vegetação natural reflete-se em função da sua interação com os demais componentes naturais, como o clima, os solos, o relevo e os recursos hídricos.

O Quadro 7 relaciona a unidade fitoecológica à classe de solos correspondente e ao respectivo compartimento de relevo:

Quadro 7 – Classes de solos, unidades geomorfológicas e Unidade fitoecológica em Fortaleza

<b>CLASSES DE SOLOS</b>	<b>UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS</b>	<b>UNIDADE FITOECOLÓGICA</b>
Neossolos Quartzarênicos	Planície litorânea	Complexo Vegetacional Litorâneo
Argissolos Vermelho-Amarelos	Tabuleiros Pré-litorâneos	Mata de tabuleiro
Neossolos Quartzarênicos		Cerrado
Argissolos Vermelho Amarelos	Depressão sertaneja e tabuleiros pré-litorâneos	Caatingas

Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2009)

No que se atribui aos Neossolos Flúvicos, se distribuem principalmente ao longo dos rios de maior fluxo. Sua distribuição espacial está associada à presença de corpos hídricos, notadamente bordejando a calha dos rios de maior caudal (Cocó, Ceará, Maranguapinho e Coaçu) e às margens de lagoas como as de Precabura, Messejana e Maraponga. Primariamente, esses solos eram revestidos por uma vegetação do tipo mata ciliar, já completamente descaracterizada. (SOUZA *et al.*, 2009)

De acordo com os referidos autores, os Gleissolos Sálícos ocorrem em áreas que apresentam altas taxas de salinidade, nas zonas litorâneas e pré-litorâneas, principalmente nas planícies flúvio-marinhas dos principais rios. Verifica-se também sua ocorrência nas margens de lagoas situadas mais próximas ao litoral. São nesses solos que se desenvolvem os manguezais.

Assim, o revestimento vegetal serve, como critério satisfatório para identificar um ou outro tipo de planície. Logo, quando a deposição é fluvial por excelência, há o desenvolvimento das matas galerias de carnaubais que bordejam longitudinalmente as calhas dos rios. Quando, por outro lado, os efeitos de marés se fazem sentir na elaboração das planícies flúviomarinhas, os mangues se estabelecem. (SOUZA, M., 1978)

Do ponto de vista das unidades fitoecológicas de Fortaleza, o complexo vegetacional litorâneo, a mata de tabuleiro, o cerrado e também a caatinga, apresentam diversificadas espécies de vegetação (Quadro 8).

Quadro 8 – Tipos de Vegetação em Fortaleza

UNIDADES FITOECOLÓGICAS	TIPOS DE VEGETAÇÃO	ESPÉCIES CARACTERÍSTICAS
Complexo Vegetacional Litorâneo	Campo Praiano e Arbustal Praiano (vegetação psamófila - referente ao ambiente arenoso)	<i>Blutaparon portulacoides</i> ; <i>Canavalia rósea</i> ; <i>Fimbristylis cymos</i> ; <i>Guilandina bonduc</i> ; <i>Ipomoea pes-capra</i> ; <i>Panicum racemosum</i> ; <i>Paspalum vaginatu</i> ; <i>Remirea marítima</i> ; <i>Scaevola plumier</i> ; <i>Sesuvium portulacastrum</i> ; <i>Sporobolus virginicus</i> ; <i>Turnera melochioides</i> .
	Vegetação de Dunas Semifixas e Móveis (vegetação psamófila)	<i>Anacardium occidentale</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Centrosema rotundifolium</i> ; <i>Chamaecrista hispidula</i> ; <i>Chamaecrista ramosa</i> ; <i>Chrysobalanus icaco</i> ; <i>Cyperus maritimus</i> ; <i>Elephantopus hirtiflorus</i> ; <i>Indigofera microcarpa</i> ; <i>Ipomoea asarifolia</i> ;

Complexo Vegetacional Litorâneo		<i>Macroptilium panduratum;</i> <i>Pombalia calceolaria;</i> <i>Stilpnopappus trichospiroides.</i>
	Vegetação de Dunas Fixas (plantas lenhosas e rasteiras)	<i>Anacardium occidentale;</i> <i>Byrsonima crassifolia;</i> <i>Byrsonima gardneriana;</i> <i>Chamaecrista ensiformis;</i> <i>Chiococca alba;</i> <i>Chloroleucon acacioides;</i> <i>Chrysophyllum arenarium;</i> <i>Copaifera arenicola;</i> <i>Eugenia luschnathiana;</i> <i>Guettarda angélica;</i> <i>Maclura tinctoria;</i> <i>Senna rizzinii;</i> <i>Strychnos parvifolia;</i> <i>Ximenia americana.</i>
	Vegetação de Planície Fluvio-marinhas (Manguezal - florestas paludosas especializadas em um ambiente específico: as regiões estuarinas tropicais)	Floresta de mangue: <i>Acrostichum aureum;</i> <i>Avicennia germinans;</i> <i>Conocarpus erectus;</i> <i>Laguncularia racemosa;</i> <i>Rhizophora mangle.</i>  Apicuns: <i>Ammannia latifolia;</i> <i>Bacopa cochlearia;</i> <i>Batis marítima;</i> <i>Blutaparon portulacoides;</i> <i>Fimbristylis spadicea;</i> <i>Sesuvium portulacastrum;</i> <i>Sporobolus virginicus.</i>
Mata de Tabuleiro	Floresta de tabuleiro (rica em espécies lenhosas, com uma flora que mistura elementos do Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e até mesmo Amazônia)	<i>Agonandra brasiliensi;</i> <i>Anacardium occidentale;</i> <i>Byrsonima crassifolia;</i> <i>Byrsonima gardneriana;</i> <i>Chamaecrista ensiformis;</i> <i>Curatella americana;</i> <i>Handroanthus impetiginosus;</i> <i>Himantanthus drasticus;</i>

Mata de Tabuleiro		<i>Hirtella ciliata</i> ; <i>Hirtella racemosa</i> ; <i>Manilkara triflora</i> ; <i>Mouriri cearenses</i> ; <i>Myrcia splendens</i> ; <i>Ouratea fieldingiana</i> ; <i>Pilosocereus catingicola</i> <i>subsp</i> ; <i>Salvadorensis</i> ; <i>Tapirira guianensis</i> ; <i>Zanthoxylum syncarpum</i> ;
	Arbustal de Tabuleiro (vegetação de porte arbustivo em áreas de falésias)	<i>Anacardium occidentale</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Commiphora leptophloeos</i> ; <i>Cereus jamacaru</i> ; <i>Pilosocereus catingicola</i> <i>subsp. Salvadorensis</i> ;
	Cerrado Costeiro (vegetação com fisionomia savânica)	<i>Anacardium occidentale</i> ; <i>Annona coriácea</i> ; <i>Byrsonima crassifolia</i> ; <i>Curatella americana</i> ; <i>Himantanthus drasticus</i> ; <i>Hirtella ciliata</i> ; <i>Hirtella racemosa</i> ; <i>Leptolobium dasycarpum</i> ; <i>Simarouba versicolor</i> ; <i>Stryphnodendron coriaceum</i> ; <i>Tapirira guianensis</i> ;
Caatingas	Com variados padrões fisionômicos e florísticos prevalecem no domínio dos sertões circunjacentes semiáridos	<i>Anadenanthera colubrina</i> ; <i>Cereus jamacaru</i> ; <i>Combretum leprosum</i> ; <i>Commiphora leptophleo</i> ; <i>Cordia oncocalyx</i> ; <i>Croton blanchetianus</i> ; <i>Handroanthus</i> <i>impetiginosus</i> ; <i>Libidibia férrea</i> ;; <i>Luetzelburgia auriculata</i> ; <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> ; <i>Mimosa tenuiflora</i> ; <i>Piptadenia stipulacea</i> ; <i>Poincianella gardneriana</i> ;

Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2009); Moro *et al.* (2015).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Evolução Urbana e Redução da Cobertura Vegetal em Fortaleza

Até o final do século XVIII, Fortaleza era uma pequena vila sem nenhuma demonstração econômica, exercendo apenas o papel de capital administrativa do estado, aponta Costa (1988). Contudo, a partir do início do século XX, diante da sua atuação comercial sobre o interior por meio da expansão da rede ferroviária, o crescimento urbano da capital ganhou impulso.

Figura 10 – Ocupação urbana em Fortaleza – 1931/32



Fonte: Dantas; Costa; Zanella (2016)

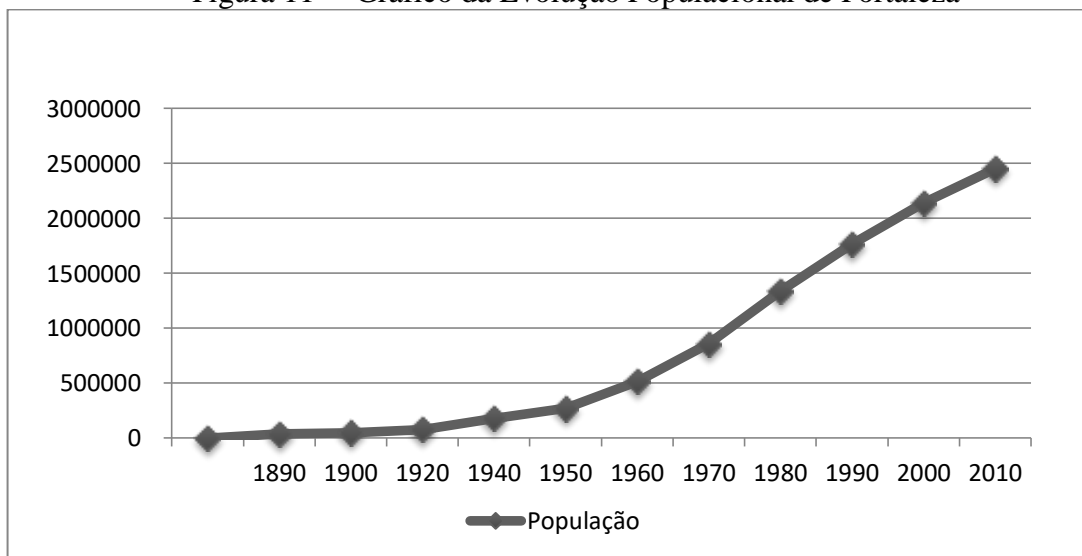
O aumento da demanda por habitação evidenciou-se em maior destaque nas áreas de tabuleiros pré-litorâneos (Figura 10), afetando áreas ambientalmente frágeis, como os vales fluviais, áreas de lacustres e inundação e também das faixas de praia, salienta Dantas, Costa e Zanella (2016), refletindo diretamente no complexo vegetacional litorâneo e nas matas de tabuleiro.

O processo de crescimento populacional de Fortaleza ocorreu através de uma grande participação de imigrantes, advindos em sua maioria, do interior do Estado, atingidos pela seca. Sendo esta, uma população de baixa renda, e que, ao chegar à capital, veio a

contribuir para o aumento de favelas. As principais mudanças puderam ser percebidas com o aumento da população que passou de 78.536 habitantes em 1920 para 180.185 habitantes em 1940 (Figura 11). O Saldo Migratório entre as décadas de 1940 a 1970 giravam em torno de 60%, destaca Souza (1978).

Assim, tal crescimento possuiu implicações tanto de ordem econômica, como de ordem social, com exigência em mais investimentos na infraestrutura social e mais oportunidades de emprego. O estabelecimento de atividades industriais na cidade, aceleradas pelos investimentos da SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste na década de 1960 foi um fator significativo para a expansão da área urbana da capital, atribui Costa (1988).

Figura 11 – Gráfico da Evolução Populacional de Fortaleza



Fonte: IBGE (2010)

Como consequência do aumento populacional, inicia-se a formação de aglomerados de favelas em Fortaleza, onde, em sua maioria, se constituíram a partir de 1930, apresentando crescimento contínuo, nos núcleos do bairro Pirambu (Oeste) e Mucuripe (Leste), declara Souza (1978). Contudo, tal feito não está relacionada ao fenômeno da industrialização, mas ao desenvolvimento do setor terciário informal ligado à prestação de serviços e às atividades artesanais e domésticas, pontua Accioly (2008).

A demanda por espaços na capital foi bastante acentuada a partir de 1940, o crescimento expandiu-se para oeste e para leste, através de aglutinação cada vez maior dos espaços periféricos, avalia Souza (1978). A Fortaleza antiga deixava de ser apenas o Centro, quando, classes abastadas, se direcionavam para áreas dos bairros Benfica, Aldeota e Meireles. Já aqueles de classe média se apontavam para os bairros do Antônio Bezerra,



Montese, Parangaba e Barra do Ceará (Figura 10), conforme indica Dantas, Costa e Zanella (2016).

Dentro deste contexto, o Centro tradicional da cidade se converte em centro de periferia, a busca por novos espaços por aqueles abastados implicou em mudanças marcantes em bairros nas imediações da área central, surgindo, portanto, a Aldeota, um bairro organizado na parte leste da cidade, notabiliza Silva (1992). Para o mesmo autor, o início do processo de verticalização fora da área central ocorreu durante a década de 1970, com pequenos edifícios construídos na Aldeota (Figura 12).

Figura 12 – Bairro Aldeota - 1971



Fonte: Nelson F. Bezerra (1971)

Em suma, a concentração de população urbana em todo o estado cearense evoluiu progressivamente, tendo em vista que nos anos de 1950 e 1960, estes índices eram de respectivamente 25% e 45%. Em 1970, Fortaleza possuía 857.980 habitantes, concentrando 48% da população urbana do estado, avalia Souza (1978).

A construção de grandes conjuntos habitacionais em áreas periféricas próximas aos municípios de Maracanaú e Caucaia impulsionada pela implementação de políticas de distritos industriais, articulou de forma direta, a expansão da metrópole para as zonas sudoeste da cidade. Assim, indica-se a primeira variável de expansão urbana gestada em Fortaleza a atingir zonas fora da capital, denotando fluxo inserido na dinâmica de metropolização, explicam Dantas, Costa e Zanella (2016).



Desse modo, a dinâmica de urbanização crescente e indutora da periferização na cidade adentrou cada vez mais nos sistemas ambientais, impactando diretamente na diminuição da cobertura vegetal, avalia Dantas, Costa e Zanella (2016). Além disso, as condições naturais não impuseram maiores empecilhos à expansão urbana, sendo ela verticalmente ou horizontalmente, adiciona Souza (1978).

As consequências do efeito das demandas de espaço à habitação na zona oeste da cidade tornaram-se cada vez mais evidente nos tabuleiros pré-litorâneos (Figura 13), com invasões das planícies fluviais, lacustres e áreas de inundação, próximo ao rio Ceará. A sudoeste, também em tabuleiros pré-litorâneos, com o rio Maranguapinho, o rio Siqueira ao sul, com aproximação dos afluentes do rio Cocó (conjunto José Walter), e do rio Passaré. A sudeste, atingindo o entorno da lagoa da Messejana, seguindo para a lagoa da Precabura na divisa com o município de Eusébio. Tais situações refletem em possíveis catástrofes naturais, dado que são áreas sujeitas a alagamento. Além disso, questões voltadas para políticas de urbanização de governantes, também trouxeram problemas de absorção das águas das chuvas na cidade, associado a prática de impermeabilização do solo com a retirada de árvores, expressam os autores Dantas, Costa e Zanella (2016).

Figura 13 – Ocupação urbana em Fortaleza - 1978



Fonte: Dantas; Costa; Zanella (2016)

Com a chegada da década 1980, Fortaleza já somava 1.300.000 de habitantes, de acordo com dados do IBGE (2010). Para a década de 1990, a população da capital atingia a marca de 1.765.794 habitantes. Entre os anos de 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 2,14% (Atlas, 2013), compreendendo, assim, em 2000, o número de 2.138.234 habitantes.

Portanto, nos anos entre 1970 e 2000, Fortaleza cresce de forma esparsa, conurbada em algumas localidades com municípios vizinhos (Figura 14). As áreas de cobertura vegetal deram espaço à urbanização, tornando-se acentuada em todo o município.

Figura 14 – Ocupação Urbana em Fortaleza - 2000



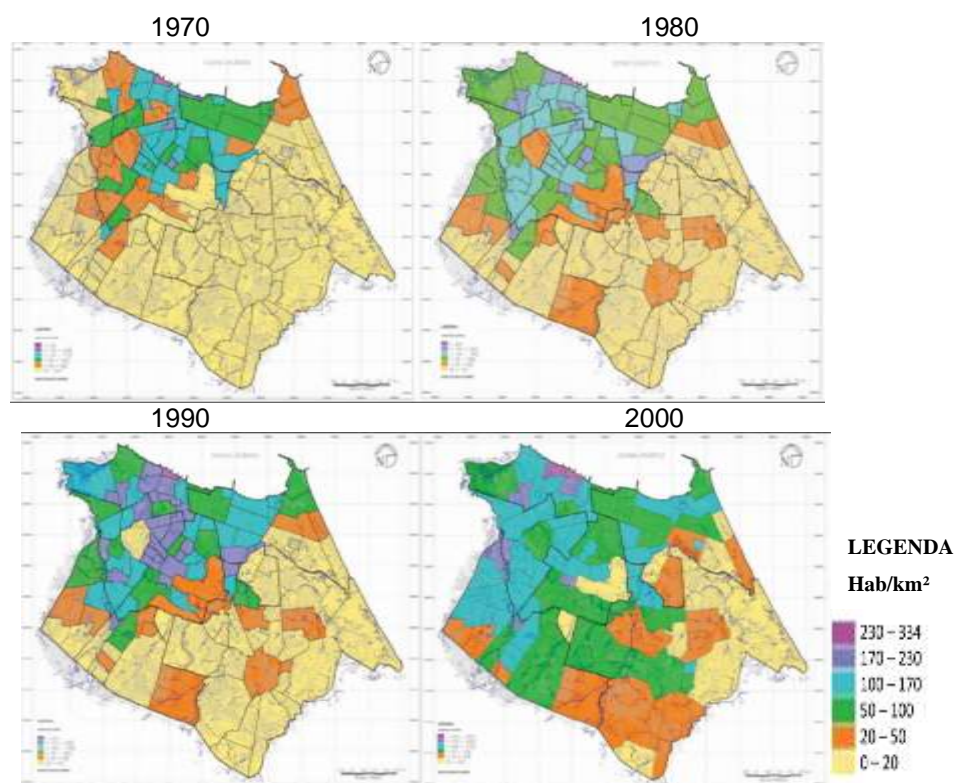
Fonte: Dantas; Costa; Zanella. (2016)

Certamente, o processo de expansão urbana em Fortaleza relaciona-se intimamente com crescimento demográfico, apresentando também, um adensamento populacional. Em relação ao ano de 2010, alcançava-se 2.452.185 de habitantes, estimando em 2018 uma população de 2.643.247 (IBGE, 2018). Todavia, embora no passado a evolução urbana de Fortaleza associou-se a uma crescente contingência populacional, esse comportamento muda a partir do ano de 2010 diante da sua participação, em termos relativos, na população do estado. Entre os censos de 1970, 1980, 1991 e 2000, contava respectivamente com 19,10%, 24,32%, 27,77% e 28,82% da população total do Ceará, em 2010 sua participação cai para 28,30%, analisa Dantas, Costa e Zanella (2016).

Segundo os autores anteriormente mencionados, tal mudança se relaciona com a re-localização das indústrias na RMF, valorização dos espaços litorâneos, com urbanização relacionada ao veraneio e ao turismo litorâneo, transformando segundas residências em residências principais, como ocorridos em Aquiraz e Caucaia. Em suma, o turismo consiste em um elemento potencializador dos espaços litorâneos das metrópoles nordestinas, alicerçada pelo Programa de Desenvolvimento do Turismo – Prodetur-NE a partir dos anos 1990.

Em relação à evolução da densidade populacional por bairros da capital cearense, a Figura 15 destaca um crescimento da população em direção ao sul-oeste a partir da década de 1970, induzidos pela construção de grandes conjuntos habitacionais periféricos na direção dos municípios de Maracanaú e Caucaia. Para os anos 2000, nota-se a produção do espaço urbano para o lado sudeste da cidade, e, dessa vez, induzida pela expansão da malha viária regional e por investimentos públicos e privados, atraindo o mercado imobiliário formal. Logo, a expansão oeste-sudoeste configura-se como área de transbordamento da população de baixa renda para os municípios metropolitanos (Caucaia e Maracanaú), diferentemente do vetor leste/sudeste que se configurou como área de transbordamento da população de média e alta renda para os municípios metropolitanos (Eusébio e Aquiraz), informa Pequeno (2002).

Figura 15 – Densidade Populacional por bairro de 1970 a 2000

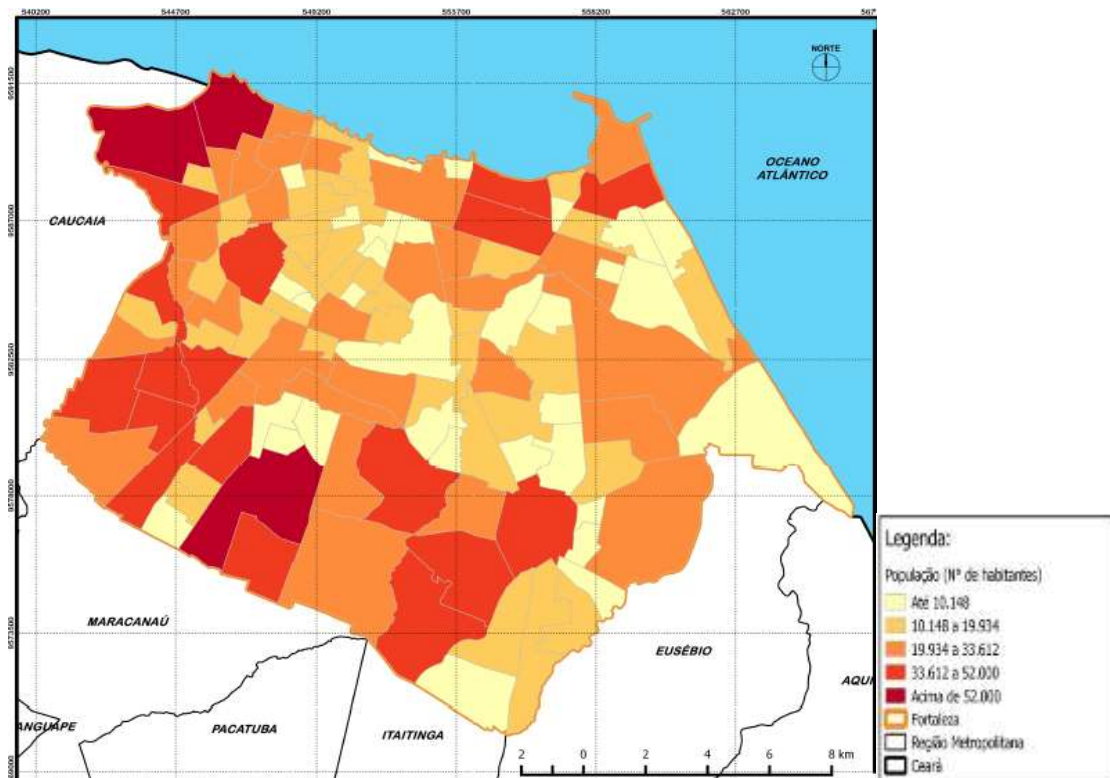


Fonte: SEUMA (2017)

Conforme dados do ano de 2015 (SEFIN/PMF) da densidade populacional de Fortaleza (Figura 16), é permanente a tendência de bairros populosos ao oeste, especificamente aos bairros ao noroeste e sudoeste, fazendo limite com os municípios de Maracanaú e Caucaia, possuindo grande periferização, apesar de disperso por todo o município.

Em sequência, destacam-se os bairros da área ao nordeste da cidade com a periferização próxima ao mar, como também, a verticalização da habitação, fruto este da valorização dos imóveis a partir do tipo de equipamento, serviços e classe social presentes no bairro, informa Silva (1992). Ao sudeste, além da atuação do mercado imobiliário, também se verifica o processo de periferização.

Figura 16 – Densidade Populacional por bairro - 2010



Fonte: SEFIN/PMF (2015)

Nessa perspectiva, considerando que as áreas de cobertura vegetal foram reduzidas conforme o processo de evolução urbana de Fortaleza se concretizava, torna-se importante observar, em termos quantitativos, como a cobertura vegetal se apresentou nos anos de 1988, 2001 e 2001.

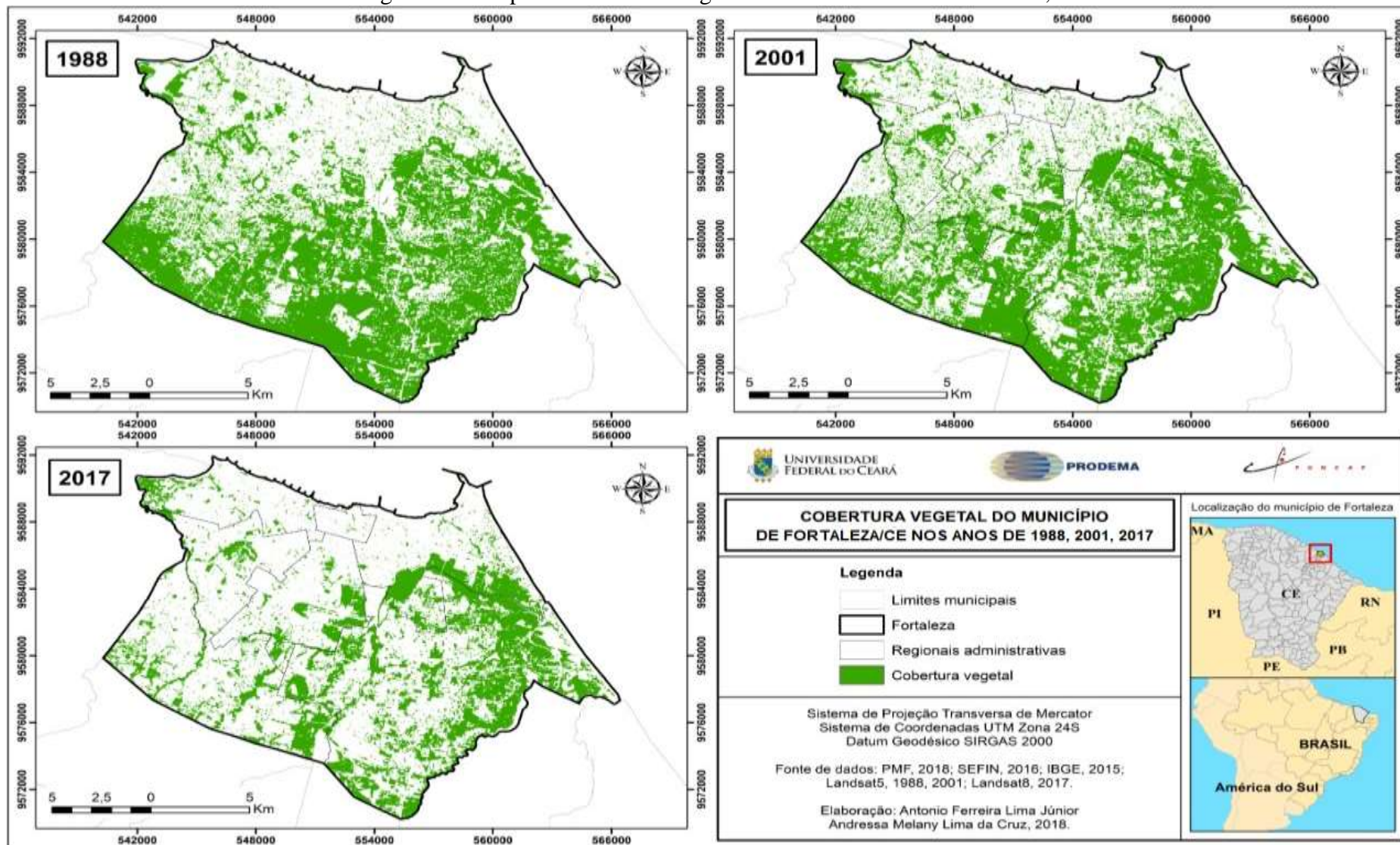
## 5.2 Supressão da Cobertura Vegetal

Na seção anterior foi apresentado como se deu o crescimento populacional e sua decorrente expansão urbana em todo o município à proporção em que se passavam as décadas. Conforme a observação do Mapeamento da Cobertura vegetal em 1988, 2001 e 2017 verifica-se a redução da vegetação à medida que evoluía e se direcionava a população de Fortaleza (Figura 17).

A partir deste mapeamento, obteve-se o Índice de Cobertura Vegetal (ICV); o Percentual de cobertura vegetal (PCV), este foi calculado a partir da divisão entre a ocupada por vegetação e a área total do município (314,93 km<sup>2</sup>) para os três anos estudados (Tabela 1).



Figura 17 – Mapa da Cobertura Vegetal de Fortaleza nos anos de 1988, 2001 e 2017



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 1 – Índices e Percentuais de Cobertura Vegetal nos anos de 1988, 2001 e 2017

<b>Dados</b>	<b>Índice de Cobertura Vegetal (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Cobertura Vegetal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)</b>
<b>Anos</b>			
<b>1988</b>	154,2	154.270.800	49,1%
<b>2001</b>	148,4	148.410.000	47,1%
<b>2017</b>	88,6	88.667.100	28,1%

Fonte: Elaborada pela autora.

As informações da Tabela 1 mostram que em 1988 o ICV era de 154,2 km<sup>2</sup> de cobertura vegetal, em 2001, ou seja, 13 anos após, este índice compreendeu em 148,4 km<sup>2</sup>. Finalmente em 2017, passados mais 16 anos, o índice chegou a 88,6 km<sup>2</sup> de cobertura vegetal.

A diminuição de apenas 2% no Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) entre os anos 1988 e 2001 pode ser levado em conta que a porção sudoeste e sul da cidade não possuíam ainda, bairros de grandes densidades populacionais (Messejana, Jangurussu, Passaré, Mondubim, Canindezinho, Granja Lisboa, Granja Portugal e Bonsucesso) tal como demonstrou a Figura 15. Ressalta-se, também, que em 1988 choveu 1893,2mm e em 2001 a chuva foi de 1648,8mm, e de acordo com a Funceme, para a série histórica de 1981 a 2010, os volumes pluviométricos podem de certa forma interferir nos resultados dos índices de cobertura vegetal.

Em relação ao ano de 2017, o PCV sofreu uma redução de quase 50%, passando de 47,1% em 2001 para 28,1%. E, mesmo com chuvas registradas de 1469,0 mm para o ano de 2017, e estando dentro da média (1456,7 mm), tal percentual apresentado para o ano pode ser refletido também em função de um longo período seco de cinco anos consecutivos, entre os 2012 e 2016.

Em referência aos estudos de Oke (1985) é recomendável um percentual acima de 30% de cobertura vegetal para áreas urbanizadas, logo, os anos mapeados para 1988 e 2001 se enquadraram nos parâmetros proposto pelo autor. Contudo, altos percentuais de cobertura vegetal não retratam a devida realidade dos bairros em função da inexistente distribuição homogênea de vegetação em Fortaleza, haja vista um grau de urbanização acentuada na

porção norte e centro da cidade e uma concentração de verde urbano principalmente na porção sul, sudeste e sudoeste.

Tendo em consideração uma urbanização intensificada visualizada principalmente no ano de 2017, evidencia-se uma implicação direta de redução da cobertura vegetal, com desflorestamento intenso, atingindo seu ápice na atualidade. Gerando aumento das temperaturas na cidade, com maior incidência a oeste e sudoeste, locais onde a urbanização é horizontal, não havendo preservação da vegetação presente na área. Contudo, de menor incidência, áreas a leste e sudoeste a contar ainda com preservação de planícies fluviais e lacustres, assinala Dantas, Costa e Zanella (2016).

Nesse sentido, atualmente, verifica-se pontos de maior expressividade de cobertura vegetal, particularmente, nos sistemas ambientais da cidade, sendo estas: as áreas de Unidades de Conservação de uso sustentável, nos trechos de APAs (Pacoti, Rio Ceará, Sabiaguaba); ARIE do Sítio Curió; Parques Urbanos decretados; Lagoas; Zoológico Municipal; o percurso ao longo do Rio Cocó e do Rio Ceará-Maranguapinho. Além de locais específicos como a Chesf, Correios (Cambeba); as Zonas Especiais Institucionais (ZEIs) do Campus do Pici, do Campus da Unifor, do Campus do Itaperi; do Centro Administrativo Gov. Virgílio Távora (Cambeba); do Aeródromo Pinto Martins; do 23º Batalhão de Engenharia e Construção; da Casa José de Alencar; do Condomínio Espiritual Uirapuru (CEU) e de outras áreas para loteamentos e/ou terrenos privados. Para o restante da cidade, pequenas manchas verdes representam praças, ruas, canteiros etc. arborizados.

A redução da cobertura vegetal da cidade não deve ser entendida apenas como um único problema que surgiu como consequência do crescimento urbano desordenado de Fortaleza, sucessivas gestões municipais não atenderem de forma satisfatória às crescentes demandas da população por serviços públicos e infraestrutura urbana, acarretando dessa forma, tanto na diminuição da qualidade ambiental quanto na qualidade de vida de seus cidadãos.

A faixa de praia que antes eram ocupadas por dunas evidenciam atualmente em quase sua totalidade, uma descaracterização da paisagem, sendo ocupadas principalmente no lado leste através do processo de periferização. A especulação imobiliária estimuladora da verticalização acentuada nos bairros da praia de Iracema, Meireles, Mucuripe e com menor intensidade na praia do Futuro, mas ainda, com ocupações indevidas de barracas de praia na faixa litorânea. No corredor Ceará-Maranguapinho, a ocupação das margens por moradias populares intensificou nos últimos anos, incorporando áreas de inundações, expondo à situação de risco de enchentes e solapamento das margens, condição esta agravada pelo lixo e



esgotos domésticos favorecendo um processo de degradação nas áreas de mangue. Em relação corredor do rio Cocó, mesmo protegido acerca de 11 km de seu curso final como parque ecológico, a paisagem do restante de seu percurso é modificada principalmente por favelas, que, diante da infraestrutura precária também condicionam riscos de enchentes e suprimem as matas ciliares, conforme aponta Dantas, Costa e Zanella (2016).

Acerca das lagoas de Fortaleza, a incorporação de atividades como a construção civil e a especulação imobiliária no processo de inserção de novas áreas no ambiente urbano, fizeram com que fossem soterradas. Costa M. (1988) e Dantas, Costa e Zanella (2016) também verificam que a partir da década de 1970, particularmente várias lagoas do setor leste da cidade, para onde a malha urbana expandiu-se, foram eliminadas. Embora ainda exista um bom número de lagoas que resistiram na cidade mesmo em situações delicadas (Figura 9), a maioria foi aterrada.

### 5.2.1 Índices de Cobertura Vegetal por Regionais Administrativas

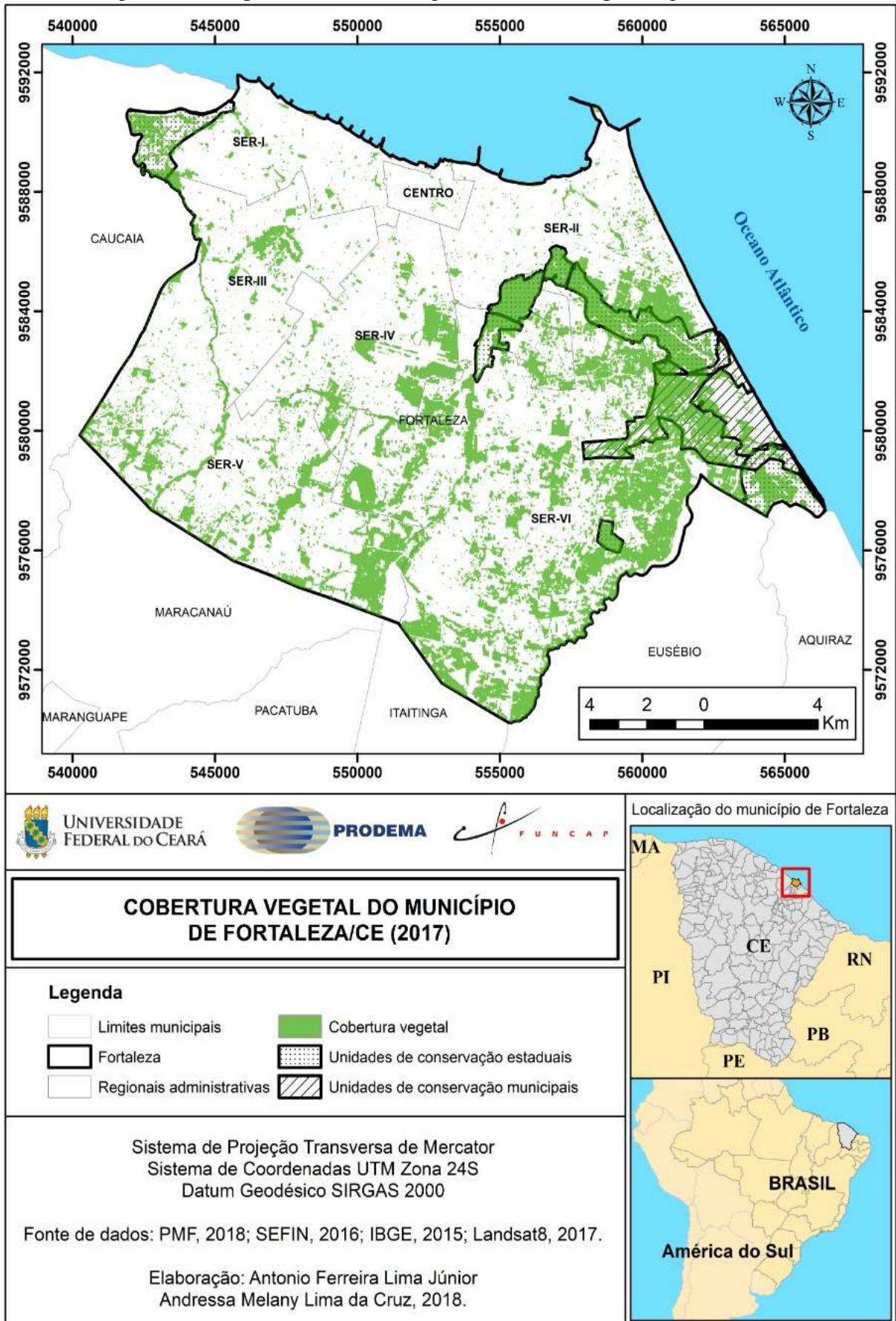
Obedecendo aos objetivos da pesquisa, obteve-se o Índice de Cobertura Vegetal por Regionais Administrativas (Figura 18) como sequência, calculou-se o PCV a partir da divisão entre a ocupada por vegetação e a área total de cada Regional. Os resultados podem ser visualizados conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Índices e Percentuais de Cobertura Vegetal por Regionais de Fortaleza em 2017

<b>Dados</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Cobertura Vegetal (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Cobertura Vegetal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) %</b>
<b>Regionais</b>					
<b>SER I</b>	24,6	24.600.000	3,0	3.000.000	12,1%
<b>SER II</b>	44,4	44.400.000	11,16	11.160.000	25,1%
<b>SER III</b>	26,7	26.700.000	3,4	3.400.000	12,7%
<b>SER IV</b>	33,1	33.100.000	6,4	6.400.000	19,3%
<b>SER V</b>	60,4	60.400.000	13,7	13.700.000	22,6
<b>SER VI</b>	119,3	119.300.000	50	50.000.000	41,9%
<b>SERCEFOP (CENTRO)</b>	4,86	4.860.000	0,14	140.000	2,8%
<b>TOTAL</b>	314,93	314.930.000	88,6	88.667.100	28%

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 18 – Mapa da Cobertura Vegetal de Fortaleza por Regionais - 2017



Fonte: Elaborada pela autora.

Estabelecendo uma análise dos valores obtidos na Tabela 2, o PCV dos bairros das Regionais I e III, nos ajuda a entender que, tal como indica Souza (1978), os fatores que contribuíram para ocupação da zona oeste provieram do setor secundário, da presença da ferrovia, o baixo valor dos terrenos, além de outros aspectos como as facilidades de obtenção de água, a proximidade do centro e da favela do Pirambu, e foi para esta área que Fortaleza expandiu inicialmente para além da área central. Ademais, por anos também foi uma região que tradicionalmente desprovida de investimentos em serviços e equipamentos públicos. Não distante desta realidade, a Regional III limítrofe à Regional I também acomodou favelas, dado que parece indicar percentuais reduzidos de cobertura vegetal em relação a sua área.

A visualização de cobertura vegetal para a Regional I é observada principalmente à porção do extremo oeste na APA do Rio Ceará, para a Regional III observa-se principalmente o Parque Urbano Raquel de Queiroz, e o no entorno percurso do rio Maranguapinho (Figura 19).

Figura 19 – Imagem do satélite Landsat com destaque para as áreas da Regional I e III



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)



As Regionais II e IV possuem um PCV próximos ou acima de 20% e se apresentam melhores que as anteriormente citadas, contudo carentes também de uma melhor disposição de vegetação. A Regional II por ser composta por bairros, em sua grande maioria, verticalizados, com uma população com índices de renda elevados (Atlas 2013), a presença de cobertura vegetal observável é diminuta. Conforme salienta Accioly (2008) o Plano Diretor da Cidade de Fortaleza (PDCF) do ano de 1962 acordou o objetivo de promover a valorização das áreas próximas à orla marítima e do entorno da área central da cidade, impactando o aumento da densidade de ocupação, promovendo mudanças diretas na vegetação desta localidade. Para esta Regional, a ocorrência de maior visualização de cobertura vegetal é percebida com os Parques Riacho-Maceió e da Lagoa do Papicu, e principalmente na área do Parque do Cocó até sua foz (Figura 20).

Figura 20 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a área da Regional II



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)

Nos bairros da Regional IV, o transporte ferroviário assumiu importante papel no processo de relações comerciais mantidas entre a capital e o interior, as vias de acesso orientavam o surgimento de novos bairros e moradias, o distrito de Parangaba destacou-se como uma zona de concentração de indústrias. Para mais, a tendência de formação de centros comerciais nos bairros desta regional ampliou o crescimento urbano neste local, destaca Silva (1992). Nesta área, se sobressai com a presença de vegetação na área do Aeroporto, no Campus do Itaperi, no 23º Batalhão de Engenharia e Construção, na Lagoa da Parangaba, na

Lagoa do Opaia, no Parque Parreão e em trechos remanescentes no entorno de sub-bacias do rio Cocó (Figura 21).

Figura 21 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional IV



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)

Em relação às Regionais V e VI, suas áreas territoriais são superiores às restantes com expansões urbanas mais recentes, e à medida que as zonas residenciais afastam-se do centro nas direções sudoeste e sul da cidade tem-se a predominância dos estratos de renda mais inferiores, com áreas precariamente servidas pelos serviços urbanos de saneamento básico etc., conforme Souza (1978). A Regional V no ano de 2001 (Figura 22) apresentava um ICV de 33,2 km<sup>2</sup> e em 2017 esse índice chegou a 13,7 km<sup>2</sup>, uma redução de mais de 50% de cobertura vegetal na área em função do crescimento urbano. A vegetação atual pode ser visualizada principalmente no percurso do rio Maranguapinho, no entorno das Lagoas da Viúva, Maraponga Mondubim e sub-bacias do rio Cocó, além de áreas loteadas.



Figura 22 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional V



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)

As vias ferroviárias também foram importantes na expansão de novos caminhos e na disposição de bairros para Regional VI. Nas últimas duas décadas, tem se caracterizado pelo grande fluxo de pessoas que busca moradia de baixo custo em localidades e bairros que se situam no entorno da denominada Grande Messejana, aponta Moura (2011). No entanto, Silva, (1992) esclarece que também houve nessa localidade um crescimento de áreas de lotes reservadas para a especulação imobiliária, favelas e conjuntos habitacionais ali localizados estão constantemente ameaçados de transferência.

Dessa forma, o crescimento urbano para os bairros da Regional supramencionada reduziu em quase 20% a cobertura vegetal em relação a sua área total desde o ano 2001, onde apresentava um ICV de 74,1 km<sup>2</sup>. Assim, nesta localidade mencionam-se principalmente áreas com presença de vegetação o Parque do Cocó, a APA do Rio Pacoti e da Sabiaguaba, a ARIE do Sítio Curió, o Centro Administrativo Gov. Virgílio Távora, o Zoológico Municipal Sargento Prata, áreas no entorno de lagoas e parques e locais de loteamento de terra (Figura 23).

Figura 23 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional VI



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)

A Regional do Centro é o berço da história de Fortaleza, foi lugar de ocupação inicial e pilar do crescimento econômico fundamentado no setor comercial, onde denotou construções e expansão das edificações privadas em grande parte para habitação, como também, nas edificações públicas, no investimento de calçamento de ruas, iluminação pública, construção de chafarizes e de praças públicas, certifica Dantas (1995). Atualmente, constitui-se, principalmente, como uma área comercial, no qual prédios se transformaram em lojas, ou ainda resistem como moradias. Para esta área, a cobertura vegetal é disposta nas 27 praças e nos parques Riacho-Pajeú e Liberdade (Figura 24).



Figura 24 – Imagem do satélite Landsat com destaque para a Regional do Centro



Fonte: Google Earth Pro – Imagens Históricas (2017)

Portanto, perante as análises apresentadas do mapeamento da cobertura vegetal de Fortaleza em 2017, a distribuição vegetacional se mostra limitada em determinados locais, indicando um processo intensificado de crescimento urbano que ocorreu na capital. Como forma de complementar a análise do PCV, torna-se importante também, calcular o índice de cobertura vegetal por habitantes (ICVh).

### ***5.2.2 Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh)***

Com o mapeamento (Figura 17) obteve-se o Índice de Cobertura Vegetal (ICV) para os anos de 1988, 2001, 2017, assim, o cálculo do Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh) é feito partir da divisão da área total ocupada por cobertura vegetal (m<sup>2</sup>) e do número total de habitantes de Fortaleza (Tabela 3).



Tabela 3 – Índice de Cobertura Vegetal por habitantes (ICVh) anos 1988, 2001 e 2017

<b>Dados</b> <b>Anos</b>	<b>População</b> <b>(Número de</b> <b>Habitantes)</b>	<b>Índice de Cobertura</b> <b>Vegetal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Cobertura</b> <b>Vegetal por</b> <b>habitantes (IVCh)</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>1988</b>	1.646.614*	154.270.800	93,6
<b>2001</b>	2.138.214	148.410.000	69,4
<b>2017</b>	2.627.482**	88.667.100	33,7

\*População residente (DataSUS, 1988)  
\*\*População estimada (IBGE, 2018)

Fonte: Elaborada pela autora

O Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh) para os três anos estudados embora pareçam ser elevados, ressalta-se que a cobertura vegetal não está distribuída de maneira homogênea em todo o município, havendo concentração em algumas áreas, e menores índices nas áreas que apresentam grau elevado de urbanização.

Sendo assim, considerar a totalidade do índice de cobertura vegetal para todo o município pode conduzir a uma homogeneização incorreta acerca da distribuição da vegetação. Portanto, no intuito de melhor estimar o Índice de Cobertura Vegetal atual com os habitantes de Fortaleza, foram calculados os Índices de Cobertura Vegetal por habitante nas Regionais em 2017 (Tabela 4).

Tabela 4 – Índice de Cobertura Vegetal por Habitantes (ICVh) nas Regionais Administrativas em 2017

<b>Dados</b> <b>Regionais</b>	<b>Área total</b> <b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de</b> <b>Cobertura</b> <b>Vegetal</b> <b>(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de</b> <b>Cobertura</b> <b>Vegetal</b> <b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>População</b> <b>(Número de</b> <b>Habitantes)</b>	<b>Índice de</b> <b>Cobertura</b> <b>Vegetal por</b> <b>habitantes</b> <b>(IVCh) (m<sup>2</sup>)</b>
<b>SER I</b>	24,6	3,0	3.000.000	363.912	8,2
<b>SER II</b>	44,4	11,16	11.160.000	334.686	34,6
<b>SER III</b>	26,7	3,4	3.400.000	360.551	9,4
<b>SER IV</b>	33,1	6,4	6.400.000	281.645	22,7
<b>SER V</b>	60,4	13,7	13.700.000	541.511	25,2
<b>SER VI</b>	119,3	50	50.000.000	541.160	92,3

<b>SERCEFOR</b>	4,86	0,14	120.000	28.358	4,2
<b>TOTAL</b>	314,93	88,6	88.667.100	2.627.482	33,7

Fonte: Elaborada pela autora.

As Regionais I, III e Centro demonstram índices bem menores quando comparadas às demais regionais. Quanto à Regional II, apesar de apresentar um índice bom de cobertura vegetal por habitantes, a distribuição do verde encontra-se principalmente concentrada na área que abrange o Parque do Cocó.

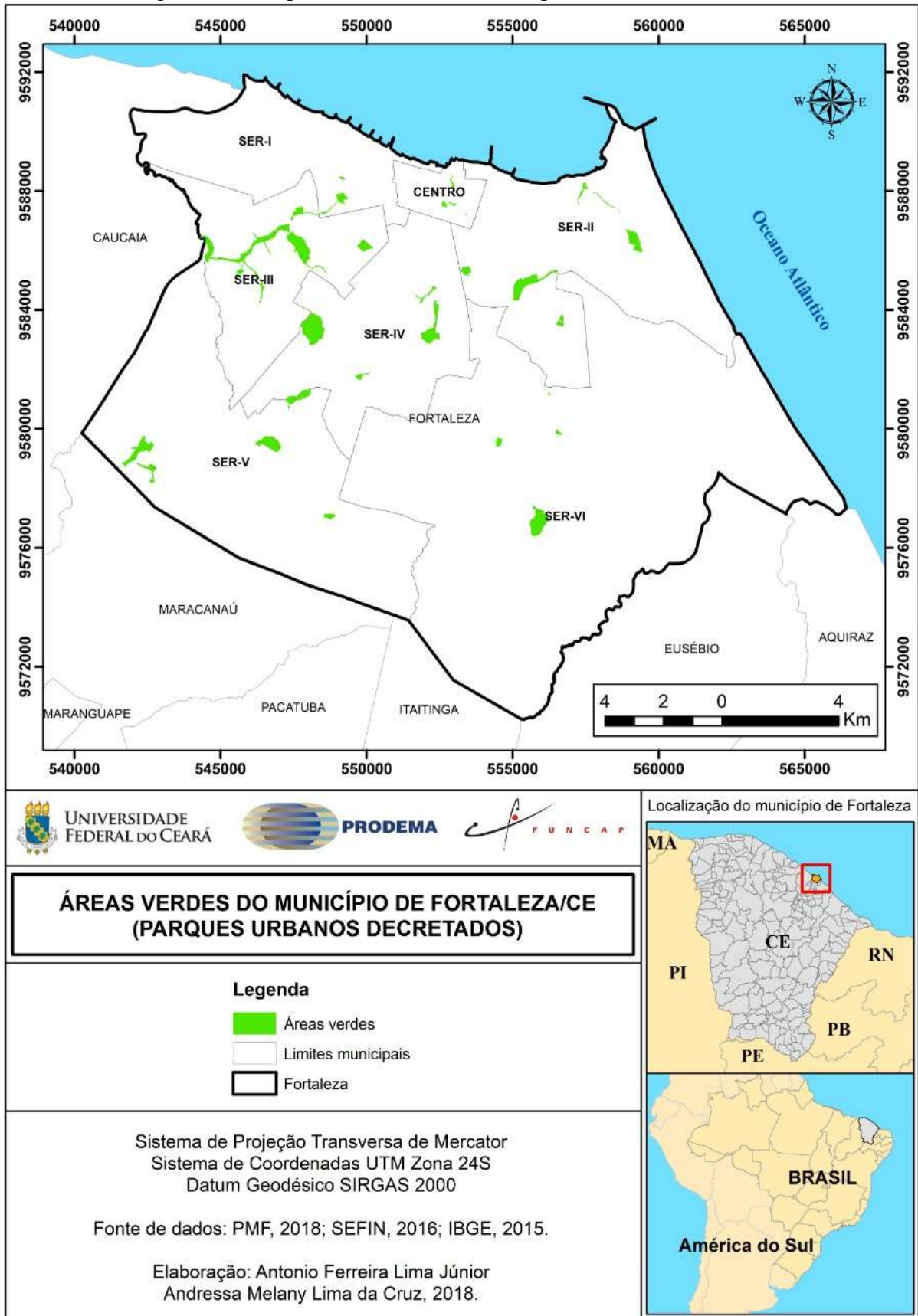
Para as Regionais IV e V, ambas possuem ICVh aproximados, grande diferença no número de população (sendo a maior em densidade populacional), como também, no tamanho das suas áreas. A Regional VI apresenta uma população um pouco menor que a Regional V mas com acentuado ICVh. Esta situação pode ser explicada em função da sua extensa área constituída por possuir maiores números de bairros da capital.

### 5.2.3 Índices de Áreas Verdes (IAV)

Para o mapeamento das áreas verdes de Fortaleza (Figura 25) foram considerados fundamentos importantes contidos no conceito de áreas verdes adotado para o estudo, visto que possibilitaria contabilizar os índices de área verde (IAV) e o seu percentual (PAV).

Ter como elemento fundamental de composição a vegetação, e assim como satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético, e de lazer, perfizeram como critério indispensável para aplicação da metodologia. Assim, as áreas verdes da cidade que correspondem aos três objetivos, se configuram em forma de Parques Urbanos decretados pela PMF (Tabela 5).

Figura 25 – Mapa das Áreas Verdes (Parques Urbanos Decretados)



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 5 – Índices de Áreas Verdes (IAV) de Fortaleza

<b>Parques</b>	<b>Área em km<sup>2</sup></b>	<b>Área em m<sup>2</sup></b>	<b>Regional Pertencente</b>
Parque Linear Raquel de Queiroz	1,3	1.385.442	I e III
Parque Adahil Barreto	0,37	377.885	II
Parque Rio Branco	0,07	77.089,51	II
Bosque Municipal Presidente Geisel	0,05	57.052,58	II
Parque Linear do Riacho Maceió	0,08	81.782,63	II
Parque Urbano da Lagoa do Papicu	0,21	210.305,5	II
Parque Urbano da Lagoa do Porangabussu	0,11	117.258,9	III
Parque Urbano da Lagoa da Itaperaoba	0,4	42.411,06	IV
Parque Urbano da Lagoa da Parangaba	0,56	567.701,8	IV
Parque Parreão	0,05	54.602,69	IV
Parque Urbano da Lagoa do Opaia	0,31	310.748,1	IV
Parque Urbano da Lagoa do Mondubim	0,25	257.967,0	V
Parque Urbano da Lagoa da Maraponga	0,19	193.697,7	V
Parque Urbano da Lagoa do Catão	0,05	54.053,87	V
Parque Lagoa da Viúva	0,39	398.564	V
Parque das Iguanas	0,006	6.973	VI
Parque Urbano da Lagoa de Maria Vieira	0,05	50.298,19	VI
Parque Urbano do Lago Jacarey	0,02	21.655,26	VI
Parque Urbano da Lagoa de Messejana	0,38	388.060,8	VI
Parque Linear do Riacho Pajeu	0,04	41.625,14	CENTRO/SERCEFOR
Parque Urbano da Liberdade (Cidade da Criança)	0,02	25.067,90	CENTRO/SERCEFOR
<b>Total</b>	<b>4,8</b>	<b>4.807.937</b>	<b>-</b>

Fonte: Elaborada pela autora.

Os Parques Urbanos decretados se configuram em áreas verdes regulamentadas pelo Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza, como uma Macrozona de Proteção Ambiental, a qual é composta por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas a proteção, preservação, recuperação ambiental e ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis, portanto, convergindo com o conceito utilizado por Cavalheiro *et al.* (1999) para o tema estudado.

Outra questão a ser considerada acerca da denominação destes parques é o indicativo de que as áreas verdes regulamentadas da cidade encontram-se majoritariamente no entorno de lagoas (Figura 9). Desde o Plano Diretor de 1992 é prevista a proposta de ações para a implantação de parques nas áreas de lagoas. Atualmente, 21 parques foram decretados. Logo, espera-se que mais áreas verdes no entorno de lagoas da cidade sejam decretadas.

Partindo da observação da localização das áreas verdes regulamentadas (Tabela 5), a Regional I dispõe de uma parte do único parque decretado pertencente à Regional III, logo, a Regional I não possui parques em termos oficiais. A Regional II possui cinco parques decretados, as Regionais IV e VI quatro parques decretados, sobre a Regional V, esta possui quatro parques decretados, e do Centro possuindo dois parques.

Nesse sentido, se torna indispensável por parte da Prefeitura Municipal regulamentar parques principalmente na Regional I, uma vez que apresenta um dos menores índices de cobertura vegetal. Esta área, contudo, possui apenas dois corpos hídricos, a Lagoa do Urubu no bairro Álvaro Weyne e o Açude João Lopes no bairro Ellery, todavia, este último pertence ao Parque Raquel de Queiroz.

Em relação ao Índice de Áreas Verdes (IAV) obtido através do mapeamento dos parques decretados (Figura 17), Fortaleza apresenta atualmente 4,6 km<sup>2</sup>. O Percentual de Áreas Verdes (PAV) calculado a partir da divisão das áreas totais dos parques e da área total do município, expressa 1.4% de áreas verdes no município. Quanto às regionais, utilizou-se do mesmo recurso para a quantificação dos percentuais (Tabela 6).

Tabela 6 – Percentual de áreas verdes por Regionais de Fortaleza

<b>Dados</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Áreas Verdes (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Índice de Áreas Verdes (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentual de Áreas verdes (PAV) %</b>
<b>Regionais</b>					
<b>SER I</b>	24,6	24.600.000	0,0001	133	0,005
<b>SER II</b>	44,4	44.400.000	0,8	804.115	1,8
<b>SER III</b>	26,7	26.700.000	1,5	1.502.568	5,6

<b>SER IV</b>	33,1	33.100.000	0,9	933.051	3,0
<b>SER V</b>	60,4	60.400.000	0,9	904.281	1,4
<b>SER VI</b>	119,3	119.300.000	0,4	466.986	0,3
<b>SERCEFOR</b>	4,86	4.860.000	0,06	66.692	1,3
<b>TOTAL</b>	314,93	314.930.000	4,6	4.677.826	1,4

Fonte: Elaborada pela autora.

Os índices e percentuais de áreas verdes apresentados refletem diretamente na quantidade de parques decretados, como também no arranjo natural da cidade, e especificamente na presença de corpos hídricos e de sua vegetação de entorno. Por isso, compilar esses dados pressupõe apenas uma forma de exercitar dados quantitativos.

Entretanto, traçando um paralelo entre o PCV e o PAV das Regionais, nota-se que os parques representam escassamente os índices de cobertura vegetal, com exceção da Regional III e do Centro que se constituem em quase a metade dos PCVs calculados para as áreas, exercendo assim, importante papel para estas localidades. No tocante à Regional VI, esta apresentou um elevado PCV de 41,9% mas com um PAV com segundo menor valor dentre as demais regionais, demonstrando poucas áreas verdes regulamentadas.

Desse modo, a efetivação de mais parques se torna fundamental para a realidade de Fortaleza. Em contraponto, o decreto desses parques na cidade se mostra de forma simbólica, dado que na prática, e conforme notícias locais, a manutenção dos espaços e independentes de quais regionais estejam localizadas, permanecem a apresentar problemas anteriores à regulamentação e criação dos parques: como poda irregular, ausência de cercamento e placas de sinalização, no acúmulo de lixo e questões ligadas à segurança pública (Figura 26).

Figura 26 – Parque Rio Branco e Parque da Viúva

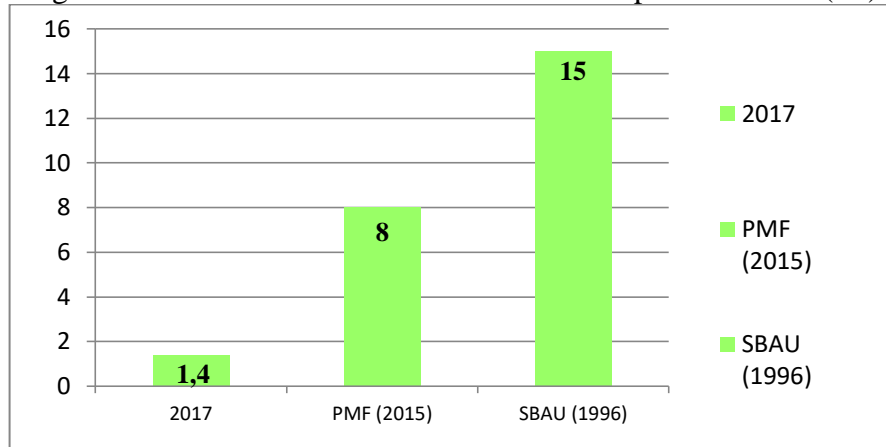


Fonte: O Povo, 2018 (esquerda) e Ribeiro *et al.*, 2017 (direita). A- Poda irregular. B- acúmulo de lixo.



De acordo com o levantamento da Prefeitura Municipal de Fortaleza (2015), o índice de áreas verdes correspondeu a 8 m<sup>2</sup> por habitantes. Tal índice representa quase 7 m<sup>2</sup> a mais que o índice calculado neste estudo, visto que não se sabe o método utilizado pelo órgão. E mesmo com um valor mais alto, permanece ainda abaixo do que se recomenda pela SBAU (Figura 27).

Figura 27 – Gráfico do Índice de Áreas Verdes por habitantes (m<sup>2</sup>)



Fonte: Elaborada pela autora.

Embora exista um Plano de Arborização - PAF que prevê o incentivo de plantios, e que, segundo a própria PMF (2018), entre maio de 2014 a junho de 2018 foram plantadas 145.880 novas árvores, o que se presencia de fato é o não recebimento dos devidos cuidados de manutenção ou se quer são mantidas. Obras de requalificação e/ou mobilidade urbana impõem diretamente o corte dessas árvores, em exemplo, a retirada do canteiro central da Avenida Santos Dumont pertencente à Regional II (Figura 28).

Figura 28 – Supressão de árvores na Avenida Santos Dumont



Fonte: EcoNordeste (2019)

Conforme atribui Albuquerque (2018) mesmo que haja uma previsão legal para a criação de um Plano de Arborização no PDPFOR, não há uma lei ou projeto de lei, ou decreto, etc., para a criação do mesmo, logo, a falta de instrumento legal pode trazer, de alguma maneira, uma descontinuidade administrativa em sua aplicação, podendo até, cogitar-se a supressão por parte de um futuro gestor.

Para Costa et.al. (1996) a arborização urbana tem um importante papel a cumprir no que diz respeito à identidade, legibilidade, conforto ambiental e formação da imagem da rua na qual se insere. Tendo em vista que, que a arborização ajuda na caracterização da paisagem de ruas, parques e praças, além de contribuir para dar noção de espaço ao ser humano e realçar o ambiente físico da cidade (Lombardo, 1990).

Por sua vez, Pedrosa (1983) aponta que arborizar consiste em trazer para as cidades, pelo menos simbolicamente, um pouco de ambiental natural e do verde das matas, com a finalidade de satisfazer as necessidades do ser humano. Logo, assegurar a manutenção destes espaços é de grande importância para desempenhar funções de melhorias no ambiente urbano e na qualidade de vida da população fortalezense, requerendo melhor comprometimento por parte do órgão municipal.

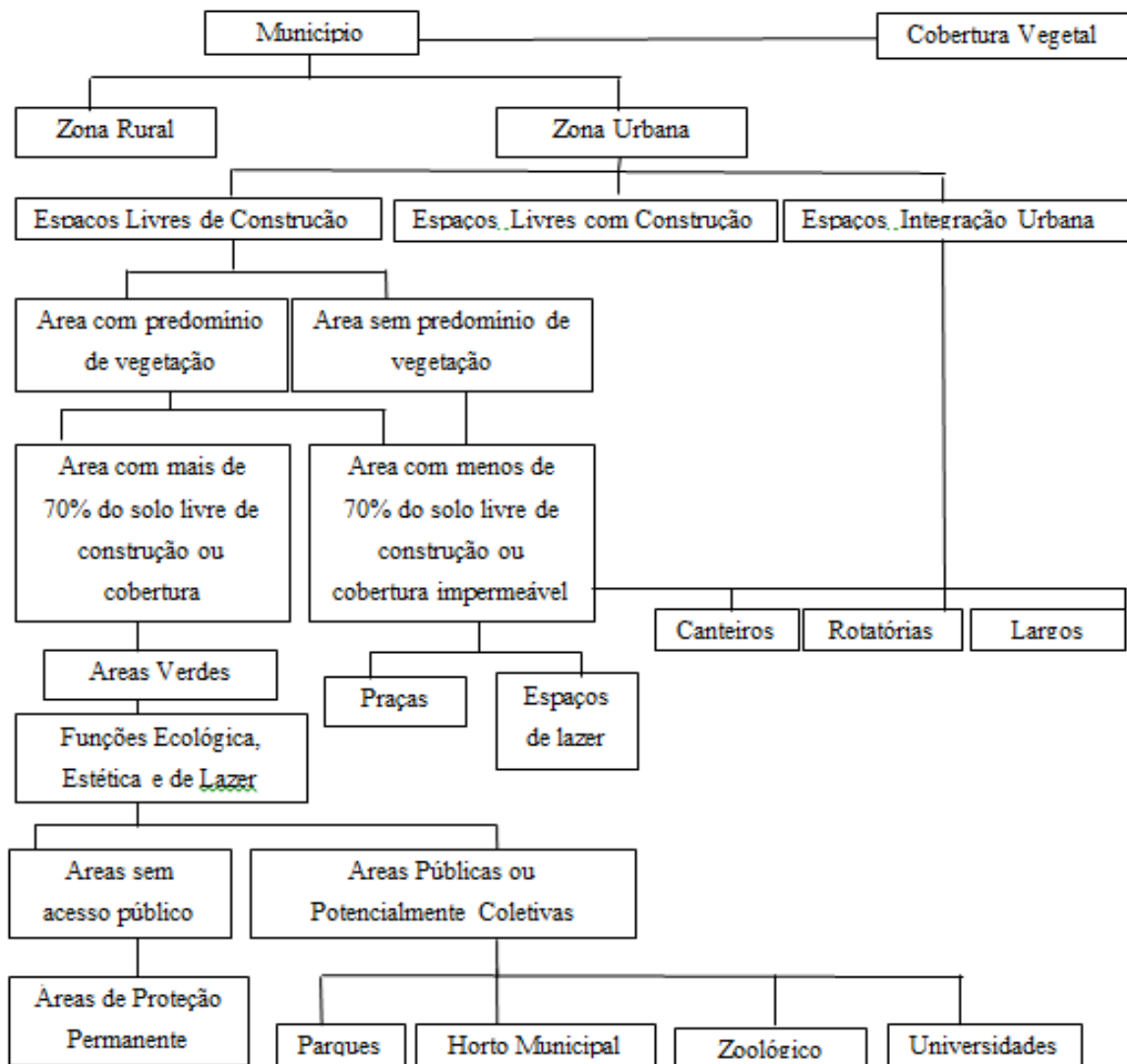
### ***5.3 Classificação e Índices de Espaços livres (IELP)***

Considerando a definição e metodologia aplicada a esta pesquisa, buscou-se inicialmente compreender e classificar os espaços livres de Fortaleza. Os espaços livres são componentes obrigatórios à existência e dinâmica das cidades, estando por toda parte, podendo suprir ou não a necessidade da população.

A classificação para Fortaleza consiste em um fluxograma (Figura 29) baseado na proposta de Cavalheiro *et al.* (1999) adaptada por Buccheri Filho e Nucci (2006).



Figura 29 – Classificação para o verde urbano de Fortaleza



Fonte: Adaptado de Buccheri Nucci e Filho (2006)

O emprego do Índice de Espaços Livres por habitante (IELP) proposto por Guzzo (2006) deve ser levado em conta como uma ferramenta de planejamento com informações condensadas que simplifiquem a comunicação e auxiliem no processo de decisão, contudo, podem esconder ou mascarar a realidade destes locais. Dessa forma, os valores numéricos desse indicador, sempre que possível, deve vir associado de uma análise espacial dos locais. E diferentemente da proposta original, para este estudo, utilizou-se apenas a quantificação de praças e áreas livres ou potenciais espaços de lazer, visto que a análise específica para os parques urbanos encontram-se disposto através do IAV.

Assim classificados os espaços livres de Fortaleza, competiu levantar especificamente a quantidade disposta de praças e áreas livres por Regionais administrativas,

além de totalizar as áreas totais destes espaços em metros quadrados (m<sup>2</sup>) para enfim calcular o Índice de Espaços Livres por Habitantes (IELP).

Tabela 7 – Índice de Espaços Livres por Habitantes (IELP)

<b>Dados</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Praças</b>	<b>Áreas livres ou de Lazer</b>	<b>Área Total dos Espaços Livres (m<sup>2</sup>)</b>	<b>População (Número de Habitantes Residentes)</b>	<b>Índice de Espaços Livres Públicos por habitantes (IELP) (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Regionais</b>						
<b>SER I</b>	24,6	111	67	554.364	363.912	1,5
<b>SER II</b>	44,4	100	225	1.617.045	334.686	4,8
<b>SER III</b>	26,7	64	68	622.209	360.551	1,7
<b>SER IV</b>	33,1	70	84	1.169.285	281.645	4,1
<b>SER V</b>	60,4	116	248	2.774.156	541.511	5,1
<b>SER VI</b>	119,3	194	397	4.993.688	541.160	9,2
<b>SERCEFOR</b>	4,86	27	3	153.263	28.358	5,4
<b>TOTAL</b>	314,93	682*	1.092*	11.884.012*	2.627.482	4,5

\*Dados cedidos através do Relatório de Espaços de Lazer de Fortaleza SEPOG (2018)

Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando o IELP obtido entre todas as Regionais, os índices para as áreas I e III demonstram poucas opções de lazer para a grande população que reside na área. Ambas possuem áreas totais próximas, contudo, a Regional I apresentou uma quantidade de 178 espaços distribuídos em 554.364, 84m<sup>2</sup>, enquanto a “III” possui apenas 132 espaços distribuídos em 622.209,78 m<sup>2</sup>, mostrando dessa forma, espaços em maior extensão.

A Regional II apesar de não ser uma das maiores áreas da cidade e não possuir número elevado de população apresentou um IELP de 4,8m<sup>2</sup>/h, próximo ao valor da Regional V (5,1m<sup>2</sup>/h). Pressupõe-se que diante da composição de bairros verticais, torna-se concebível a estruturação de mais espaços de lazer nesta área.

Para a Regional IV, apresentou 154 espaços livres somados, com áreas totais acima das Regionais I e III. Em relação às Regionais V e VI com suas acentuadas áreas territoriais, o IELP observado se mostrou bastante elevado, especialmente a Regional VI. Por

fim, a área do Centro apresentou segundo melhor índice entre as demais em função de esta Regional apresentar menor população residente. Atualmente exerce principalmente como área de comércio e poucos moradores.

O índice mínimo de verde urbano de 15 m<sup>2</sup>/h estabelecido pela SBAU, em tese, poderia ser comparado ao IELP, entretanto, a classificação que defina esses locais como praças, que possuam estrutura e equipamentos de lazer, e apresentem bons aspectos arbóreos, requerem melhores investigações acerca desses locais.

A classificação dada de praças e/ou não praças pela SEPOG podem perfeitamente ser desprovida de qualquer estrutura que as caracterizem como área de lazer e ao mesmo tempo, sendo considerada como tal. Inúmeras são as praças que podem apresentar inexpressivas árvores, apresentando alto nível de impermeabilidade (Figura 30), no entanto, é impensável chamar de um espaço livre de praça quando o mesmo funciona apenas como uma área livre tomada por árvores mal cuidadas e lixos.

Figura 30 – Praça Adarias (Regional I)



Fonte: Google View (2019)

Na atualidade, a atual gestão municipal de Fortaleza trabalha com um programa de Requalificação de Praças, como também, o programa Adoção de Praças, esta coordenada pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA, em parceria com as regionais, permitindo que pessoas físicas, associações e empresas privadas também possam cuidar dos espaços da cidade (Figura 31). E, conforme demonstrado anteriormente na Tabela 7, Fortaleza apresentou 1774 espaços livres totais contabilizados, na qual 375 foram adotados desde 2014, segundo consta no sítio eletrônico da própria PMF – Prefeitura Municipal de Fortaleza. Para a Regional I foram adotados 22 espaços; Regional II – 64 espaços; Regional

III – 22 espaços; Regional IV – 39 espaços; Regional V – 134 espaços; Regional VI – 79 espaços; Sercefor – 15 espaços.

Figura 31 – Espaços Livres adotados em Fortaleza

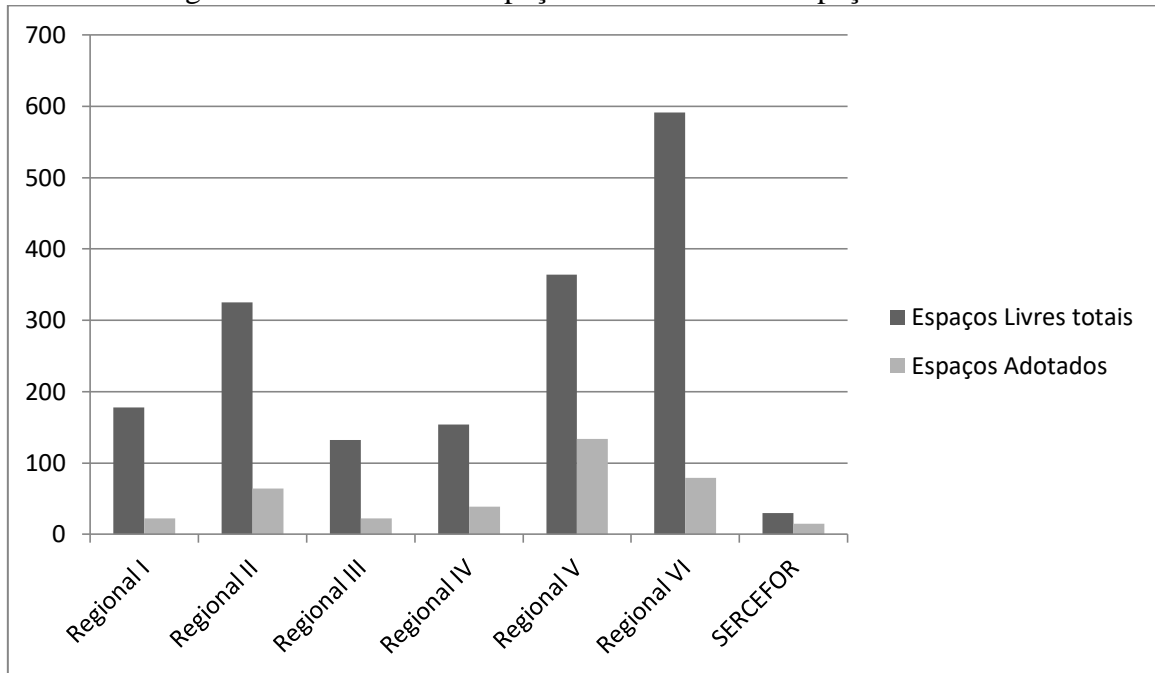


Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza (2019)

Para Albuquerque (2018) as adoções dessas áreas fazem com que a Prefeitura economize nos gastos, desenvolvendo hábitos de preservação por parte da população, mas o incentivo para a promoção de adoções se mostra exíguo, carecendo de maiores incentivos.

De acordo com a Figura 32, é possível comparar a quantidade de espaços que cada regional possui com os espaços já adotados, conforme indica a PMF. Observa-se que a Regional V e a do Centro (SERCEFOP) apresentaram maiores espaços adotados em relação a sua quantidade total.

Figura 32 – Gráfico dos Espaços Livres Totais e Espaços Adotados



Fonte: Adaptado de SEPOG (2018) e PMF (2019)

Portanto, o desenvolvimento de políticas públicas para melhorias dos espaços livres das cidades devem sempre compreender em trazer mais reformas e revitalizações destes espaços, para além de programas como a adoção de praças, fazendo com que haja o aumento de espaços com cobertura vegetal na cidade. Priorizar reformas, executar o plantio de mais árvores ajudam a contribuir a qualidade ambiental e de vida da população.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos possibilitaram interpretar questões importantes à respeito da distribuição da cobertura vegetal, das áreas verdes e dos espaços livres em Fortaleza, bem como dos aspectos referentes à expansão urbana e evolução populacional. Com a intensificação da atuação da capital sobre o interior por meio da expansão da rede ferroviária, veio a centralizar o processo de comercialização e prestação de serviços. Demandas ligadas ao estabelecimento de atividades industriais e processos migratórios também contribuíam para que Fortaleza crescesse progressivamente.

Tendo em mente estas particularidades, o ambiente natural passou a ser descaracterizado e degradado, o avanço da urbanização favoreceu a transformação da paisagem natural da cidade. E de forma a compreender tal dinâmica, considerou-se que a aplicação de técnicas de geoprocessamento propiciou o emprego de índices para a análise do trabalho. Entretanto, para o uso do método, foi necessário estabelecer inicialmente os conceitos de cobertura vegetal, áreas verdes e espaços livres para assim poder ser utilizados e quantificados.

O mapeamento da cobertura vegetal para os 1988, 2001 e 2017 permitiu constatar que a distribuição da vegetação se dá de forma heterogênea, observada principalmente no ano de 2017. Para os dois primeiros anos mapeados, já se evidenciava uma acentuada urbanização na porção norte/centro da cidade. O alcance às demais direções da cidade foi constatado com o mapeamento do ano mais recente, onde, e em sua grande maioria, a vegetação é encontrada em sistemas ambientais ou áreas de proteção.

Em relação às análises dos índices e percentuais viabilizados através do mapeamento, o ano de 2017 manifestou a redução de quase 50% da cobertura vegetal desde o ano de 2001. Porém, cabe ressaltar as limitações da metodologia adotada, dada a influência direta das chuvas no valor do SAVI, podendo vir a interferir no comportamento espectral da vegetação, tanto para mais ou para menos nos índices de cobertura vegetal e seu consequente percentual.

Ainda que o mapeamento no ano de 2017 a chuvas se apresentaram dentro da média, os anos entre 2012 e 2016 manifestaram-se abaixo da média esperada, logo, influenciando no índice e percentual baixo de cobertura vegetal para o ano estudado. Além disso, para os três anos mapeados, o volume pluviométrico não foram os mesmos, embora a comparação tenha sido realizada nos mês de agosto para os anos estudados.

Acerca dos índices e percentuais calculados por Regionais, foi possível determinar uma análise para as mesmas, facilitando uma comparação, mas observando suas especificidades. De modo visível, pode-se dizer que a área que apresenta maior cobertura vegetal corresponde a maior Regional em termos de extensão. Quanto às localidades que apresentaram menores índices correspondem, predominantemente, a uma pronunciada urbanização. A ação de planejar o aumento dos índices de cobertura vegetal em Fortaleza deve ser gestada com o compromisso em diminuir áreas impermeáveis em praças, calçadas, canteiros, etc.

Seguindo a metodologia proposta para o mapeamento das áreas verdes, o exercício da aplicação de índices ressaltou que são poucos os locais instituídos atualmente como parques, necessitando, dessa maneira, de ações que fomentem a criação dos mesmos nas lagoas ou corpos hídricos restantes. Além disso, de forma a complementar o uso do índice, torna-se importante investigar as condições de cada um destes lugares. Essas observações fortalecem um levantamento de dados para melhor qualificá-los.

Os cálculos obtidos através do índice de espaços livres por habitantes se mostrou uma tarefa complexa, pois carece de um valor ideal a ser considerado como parâmetro. Todavia, a tentativa de proporcionar uma ferramenta que sintetize as informações dos espaços livres em Fortaleza pode ser uma medida viável para traduzir a potencialidade da quantidade de espaços por moradores de cada Regional. Índices elevados de espaços livres por habitantes não obrigatoriamente podem apresentar boas condições de uso público, requisitando análises específicas. Efetivamente, o governo municipal deve planejar medidas que permitam diminuir áreas impermeáveis nestes espaços, com plantios de espécies nativas, fomentando assim, para o aumento dos índices de cobertura vegetal.

Por fim, através da realização deste trabalho, faz-se necessário o incentivo a pesquisas relacionadas às avaliações qualitativas de cada local, buscando trabalhar com unidades menores, como também na utilização de instrumentos e técnicas que busquem avaliar o conforto térmico, e entre outros métodos, que possam contribuir a partir das funções exercidas pelo verde urbano. Ademais, a priorização de políticas que impulsionem a implantação e a manutenção das árvores em Fortaleza, tornam-se requisitos básicos para a sustentabilidade do ambiente urbano.



## REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, Vera Mamede. **Planejamento, planos diretores e expansão urbana: Fortaleza 1960-1992**. 2008. 294f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.
- ASPIAZÚ, C.; BRITES, R. S. SIGs. **Sistemas de informações geográficas: conceituação e importância**. Boletim técnico, 2.Viçosa: UFV/SIF. 29p. 1989.
- ANDRADE, R. V. **O processo de produção dos parques e bosques públicos de Curitiba**. 2001. 127f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- ANTONIO, J. N., & GOMES, M. D. F. V. B. A produção do espaço e a questão dos resíduos sólidos no ambiente urbano. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 16, p. 111-118, 2008.
- ANUARIO DO CEARA, 2019. **Região Metropolitana de Fortaleza**. Disponível em: <http://www.anuariodoceara.com.br/regiao-metropolitana-de-fortaleza>. Acesso em: 15 de set. 2019.
- ÁVILA, Marcelo Rodrigues de; PANCHER, Andréia Medinilha. Estudo das áreas verdes urbanas como indicador de qualidade ambiental no Município de Americana-sp. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 3, p. 527-544. 2015.
- BARGOS, Danubia Caporusso. **Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental urbana, estudo de caso de Paulínia-SP**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.
- BUCCHERI FILHO, Alexandre Theobaldo; NUCCI, João Carlos. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro Alto da XV, Curitiba/PR. **Revista do departamento de Geografia**, v. 18, p. 48-59, 2011.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988.
- BRASIL. IBGE. **Atlas do Censo Demográfico: Urbanização**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>. Acesso em: 21 de ago. de 2019.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília: DF, Diário Oficial da União, 1981.
- BRASIL. Lei nº 9.785, de 29 de janeiro de 1999. **Parcelamento do Solo**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9785.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9785.htm). Acesso em: 04 de abril de 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 03 de maio de 2019.



BRASIL. Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm). Acesso em: 08 de abril de 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 09 de abril de 2019.

BRANDÃO, R. L *et al.* **Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1995.

CARLOS, A. F. **A Cidade**. (Repensando a Geografia). São Paulo: Contexto, 2001.

CARLOS, A. F. A Natureza do Espaço Fragmentado. In: CARLOS, A. **O Lugar no/do Mundo**. Hucitec. São Paulo. 2007.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J.C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Rio de Janeiro, RJ, Ano VII, n. 3, jul/ago/set. 1999.

CEARÁ. [Constituição (1998)]. **Constituição do Estado do Ceará, 1989**. – Fortaleza: INESP, 2016.

CEARÁ. Lei nº 11.411/1987. **Política Estadual do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/wp-content/uploads/cea/Lei14.411CE.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2019.

CEARÁ. Lei Estadual nº 14.950/2011. **Sistema Estadual de Unidades de Conservação do Estado do Ceará**. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2018/11/Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2019.

CAPUTO, Ana Cláudia; MELO, Hildete Pereira de. A industrialização brasileira nos anos de 1950: uma análise da instrução 113 da SUMOC. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 39, n. 3, p. 513-538, 2009.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo: Editora Ática. 2003.

CORSON, W. H. **Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente**. 4. ed. São Paulo: 2012.

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Muno. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 22, p. 238-251, 2011.

COSTA, Maria Clélia Lustosa. Planejamento e expansão urbana In: **Cidade 2000: Expansão Urbana e Segregação Espacial em Fortaleza**. 1988. Dissertação de Mestrado em Geografia Humana/Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

CONAMA. **Resolução CONAMA** n° 369, de 28 de março de 2006. Disponível em: [http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/conama\\_res\\_cons\\_2006\\_369\\_supressao\\_de\\_vegetacao\\_em\\_app.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/conama_res_cons_2006_369_supressao_de_vegetacao_em_app.pdf). Acesso em: 15 de abril de 2019.

DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. Assaltados por nossos fantasmas. In: \_\_\_\_\_. **Comércio Ambulante no Centro de Fortaleza (1975 a 1995)**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo (mimeo.).

DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L.; ZANELLA, M. E. (Org.). **Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2017. 116 p.

DATASUS. **Tecnologia da Informação a Serviço do SUS**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popce.def>. Acesso em: 23 de jul. de 2019.

ECO NORDESTE. 2019. **Movimento questiona corte de árvores na Santos Dumont**. Disponível em: <http://agenciaeconordeste.com.br/movimento-questiona-corte-de-arvores-na-santos-dumont/>. Acesso em: 30 de jul. de 2019.

ELMORE, A. J. et al. Quantifying vegetation change in semiarid environments: precision and accuracy of Spectral Mixture Analysis and the Normalized Difference Vegetation Index. **Remote Sensing of Environment**, v. 73, n.1, p.87-102, Jan. 2000.

FERRARI, Celson. **Dicionário de Urbanismo**. 1. ed. - São Paulo: Disal, 2004.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de textos, 2018.

FORTALEZA. Lei Complementar n° 062 de 02 de fev. de 2009. **Plano Diretor Participativo de Fortaleza**. Disponível em: [http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Plano\\_Diretor](http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Plano_Diretor). Acesso em: 08 de abril de 2019.

FORTALEZA. Lei n° 10.619/2017. **Política Municipal de Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=351732>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

FORTALEZA. Decreto n° 13.284/2014. **Decreto de Parques**. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-dos-Parques.pdf>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

FORTALEZA. Decreto de adoção n° 13.397/ 2014. **Adoção de Praças**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=273700>. Acesso em: 07 de abril de 2019.

FREITAS-LIMA, Elizete Aparecida Checon; CAVALHEIRO, Felisberto. Espaços Livres Públicos da cidade de Ilha Solteira, SP – Brazil. **HOLOS Environment**, v. 3, n. 1, p. 33-45, 2003.

HARDT, Letícia Peret Antunes. Características físicas, biológicas e antrópicas do ambiente urbano. **Seminário sobre avaliação de impacto ambiental em áreas urbanas**. Curitiba, 1992, Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Curitiba / Universidade Livre do Meio Ambiente, p. 24-40.1992.

GUZZO, P. **Áreas verdes urbanas**. 2002. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/areasverdes.html>. Acesso em: 15 julho de 2018.

GUZZO, P. Cadastro Municipal de Espaços Livres Urbanos de Ribeirão Preto (SP): Acesso Público, Índices e Base para Novos Instrumentos e Mecanismos de Gestão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.1, n.1, 2006.

HUETE, A. R. A. Soil-adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v.25, p.295-309, 1988.

IPECE. **Perfil Municipal 2015**. Disponível em: [http://www.ipece.ce.gov.br/perfil\\_basico\\_municipal/2015/Fortaleza.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2015/Fortaleza.pdf). Acesso em: 15 de jul. de 2018.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gubenkian. Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1993.

LLARDENT, L. R. A. **Zonas verdes y espacios libres en la ciudad**. Madrid: Closas. Orcoyen, 1982.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LIU, W.T.H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Editora Uniderp, Campo Grande – MS, 2006.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. **Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, 2, 1994. São Luiz/MA. Anais. São Luiz: Imprensa EMATER/MA, p. 539- 553, 1994.

LIMA JÚNIOR, Antonio Ferreira. **Análise espaço-temporal da dengue em Fortaleza e sua relação com o clima urbano e variáveis socioambientais**. 2018. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LIMA NETO, E. M.; SOUZA, R. M. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **Soc. Bras. de Arborização Urbana REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p. 47-62, 2009.

LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane da Costa Trindade. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Formação (Online)**, v. 1, n. 13, p. 69-82, 2006.

LIMA, Valéria. **A Sociedade e a Natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. 2013. 358f. Tese (Doutorado), Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013.

LOBODA, C.R.; DE ANGELIS, B.L.D.; Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções. **Ambiência**. Guarapuava- PR, v.1, n.1, p. 125-139, jan./jun, 2005.

LOMBARDO, Magda Adelaide et al. Vegetação e clima. **Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**, 3. p. 1-13.1990.

MACHADO, D. S.C. **Público e Comunitário**: projeto arquitetônico como promotor do espaço de convivência. 2009. 144f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo), Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2009.

MASCARÓ, L. E. A. R. de; MASCARÓ, J. L.. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: L. Mascaró, J. Mascaró, 242 p. 2002.

MAZZEI, K.; COLSESANTI, M.T.M.; SANTOS, D.G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v.19, n.1, p 33-43, jun. 2007.

MENDONÇA, Francisco. S.A.U. O Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, Francisco (org.) **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, p. 185-208, 2004.

MILANO, M. S. Avaliação quali-quantitativa e manejo da arborização urbana: exemplo de Maringá. **PR Floresta**, Curitiba, v.20, n.1/2, p.71-73, 1990.

MILANO, M. S. A cidade, os espaços abertos e a vegetação. In: **Congresso brasileiro de arborização urbana**, Vitória. Anais. p. 3-14, 1992.

MORAES, Antonio Carlos Robert. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**, Hucitec; Edusp, São Paulo. 2007.

MORO, Marcelo Freire et al. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica do Sítio Natural de Fortaleza**, Ceará. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

MOURA, Ricardo. **Mapa da Criminalidade e da Violência em Fortaleza Perfil da SER**. 2011.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. IBGE. Rio de Janeiro, 1977.

NUCCI, J.C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo, SP: Humanitas, 2001.

OKE, T. R. **Boundary layer Climates**. Methuen, London, UK, 435, 1985.

OLIVEIRA, C.H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1996.

PENNA, Nelba Azevedo. Urbanização, cidade e meio ambiente. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 12, p. 125-140, 2002.

- PEQUENO, Luis Renato Bezerra. **Desenvolvimento e degradação do espaço intra-urbano de Fortaleza**, Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- ROCHA, J. R. & WERLANG, M. K. Índice de cobertura vegetal em Santa Maria: o caso do Bairro Centro. **Ciência e Natura**, UFMS, 27(2), 85- 99, 2005.
- ROSSET, F. **Procedimentos Metodológicos para estimativa do Índice de Áreas Verdes Públicas**. Estudo de Caso: Erechim, RS. Dissertação (Mestrado). UFSCar. São Carlos, São Paulo, 2005.
- ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: **Earth resources technology satellite-1 symposium**, 3., 1973, Washington. Proceedings... Washington: NASA, v.1, p.309-317, 1973.
- SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção** / Milton Santos. - 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. - (Coleção Milton Santos; 1)
- SILVA, José Borzacchiello da. Formação socioterritorial urbana. In: \_\_\_\_\_. **Os incomodados não se retiram: uma análise dos movimentos sociais em Fortaleza**. Fortaleza: Multigraf Editora, 1992.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA – SBAU. Carta de Londrina e Ipirorã. **Boletim Informativo**, v.3, n.5, p.3, 1996
- SOUZA, M. J. N. de; MENELEU NETO, J.; SANTOS, J. de O.; GONDIM, M. S. **Diagnóstico geoambiental do município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo (PDPFor)**. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 172p, 2009.
- SOUZA, Maria Salete de. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana. In: **Guia de excursões do 3º Encontro Nacional de Geógrafos/AGB**, Fortaleza, 1978.
- SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, 29, 177-193, 2013.
- TOLEDO, F. dos S; SANTOS, D.G. Espaços Livres de Construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba/ SP, v.3, n.1, p. 73-91, mar. 2008.
- ZANELLA, Maria Elisa; MELLO, NGS. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- ZANZARINI, Fabricio V. et al. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 608-614, 2013.