

ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO

planejamento e gestão do
subsistema verde – uma outra visão

Raquel Kohler



Criação Editora

Título:

ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO
planejamento e gestão do subsistema verde – uma outra visão

Autor

Raquel Kohler

ISBN:

ISBN: 978-65-88593-41-7 (impresso)

ISBN: 978-65-88593-40-0 (online)

CONSELHO EDITORIAL

Ana Maria de Menezes

Christina Bielinski Ramalho

Fábio Alves dos Santos

Jorge Carvalho do Nascimento

José Afonso do Nascimento

José Eduardo Franco

José Rodorval Ramalho

Justino Alves Lima

Luiz Eduardo Oliveira Menezes

Martin Hadsell do Nascimento

Rita de Cácia Santos Souza

Lucas Aribé Alves

(Parecerista de acessibilidade)

ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO

planejamento e gestão do
subsistema verde – uma outra visão

Raquel Kohler



Criação Editora

ARACAJU - 2021

Copyright 2021 by Raquel Kohler

Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, com finalidade de comercialização ou aproveitamento de lucros ou vantagens, com observância da Lei de regência. Poderá ser reproduzido texto, entre aspas, desde que haja expressa marcação do nome da autora, título da obra, editora, edição e paginação.

A violação dos direitos de autor (Lei n° 9.619/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código penal.

Projeto Gráfico:
Adilma Menezes

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Pedro Anizio Gomes CRB-8 8846

K79i Kohler, Raquel.

Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano: planejamento e gestão do subsistema verde – uma outra visão / Raquel Kohler; Prefácio de Rosemeri Melo e Souza.-- 1. ed.-- Aracaju, SE: Criação Editora, 2021.

164 p., 21 cm.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-88593-41-7 (impresso)

ISBN: 978-65-88593-40-0 (online)

1. Paisagismo. 2. Planejamento Urbano. 3. Urbanismo. I. Título. II. Assunto. III. Kohler, Raquel.

CDD 711
CDU 711.4

ÍNDICE PARA CATÁLOGO SISTEMÁTICO

1. Urbanismo / Planejamento urbano.
2. Planejamento urbano, desenvolvimento urbano.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

KOHLER, Raquel. **Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano**: planejamento e gestão do subsistema verde – uma outra visão. 1. ed. Aracaju, SE: Criação Editora, 2021.



*Para enriquecer o debate acadêmico,
para planejadores e gestores urbanos
e por cidades mais verdes.*



PREFÁCIO



Árvores e Homens na cidade: um caso de solistência

*“Eu estou só... As árvores estão sós.
Mas não o só da solidão: o só da solistência.”*
Guimarães Rosa

A noção de solistência, na bela acepção formulada por Guimarães Rosa, contrapõe-se à ideia de que as árvores na tessitura urbana sejam um componente de menor importância. Muitas vezes distantes ou até ausentes nas comunidades mais vulneráveis de nossas cidades, as árvores podem ser até consideradas como algo de somenos importância no cenário de graves ausências de equipamentos e serviços citadinos no Brasil. Entretanto, a Prof^a do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal de Sergipe (DAU-UFS), Dr^a Raquel Kohler, apresenta sua obra intitulada ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO: planejamento e gestão do subsistema verde – uma outra visão.

O livro, originado de sua tese de Doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFS no ano de 2018, desenvolve um instrumento de análise da vegetação na paisagem urbana para prover aos tomadores de decisão um suporte para o planejamento e a gestão com base em uma visão ecossistêmica da cidade.

Em contraposição à equivocada concepção de (des)importância das árvores no complexo tecido urbano, a noção de solistência, mais do que referir-se a uma disjunção de elementos, aponta, na obra em questão, para uma perspectiva sistêmica na qual árvores e homens interagem e, ao longo da historicidade humana dos centros urbanos de Aracaju/SE e Maceió/AL, interpenetram-se em suas existências nas duas cidades.

A estratégia da autora consiste no estabelecimento de um refinado e abrangente sistema de indicadores na análise dos centros históricos das duas capitais litorâneas. Este sistema de indicadores formulados para compor o ISEPU (Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano) é composto por indicadores que abordam aspectos da distribuição espacial, da artificialização da paisagem e da diversidade dos conjuntos constitutivos do subsistema verde nas áreas de estudo.

Este livro assume a premissa de que se é para enveredar pelo árduo exercício da escrita, que sejam apresentados ao público escritos que revelem a validade do que foi feito acerca dos caminhos de pesquisa trilhados pela autora, navegando às margens dos preceitos metódicos rigorosos e consoantes à literatura científica abalizada, aventurando-se, porém, para águas mais profundas da pesquisa.

Esta característica perpassa os capítulos do livro ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO: planejamento e gestão do subsistema verde - uma outra visão, que tem por eixo norteador a análise da cidade como sistema complexo (cap. I), perpassando pelo aprofundamento numa démarche compreensiva da vegetação na paisagem urbana.

O terceiro capítulo desenvolve a abordagem metodológica da concepção dos indicadores componentes do ISEPU e o quarto capítulo da obra realiza a aplicação, de modo comparativo, dos indica-

dores desenvolvidos aos cenários dos subsistemas verdes nas áreas centrais de Aracaju e Maceió.

Em suma, pode-se reafirmar a ideia de *solistência* na tessitura complexa do urbano entre árvores e homens/mulheres que habitam as cidades, como uma nova dimensão que ultrapassa a mera justaposição de elementos, mas descortinando, a partir do método e dos resultados alcançados nesta obra, um processo de *solistência solidária* entre dois sistemas insubstituíveis no mosaico dos modos de habitar a cidade.

Rosemeri Melo e Souza

Professora Titular

Pesquisadora CNPq e FAPITEC

Líder do GEOPLAN/UFS





SUMÁRIO

ÁRVORES E HOMENS NA CIDADE: UM CASO DE SOLISTÊNCIA	7
INTRODUÇÃO	13
I. CIDADE: UM ECOSISTEMA COMPLEXO	21
1. Paisagem urbana e natureza	21
2. Globalidade da realidade pelo sistema	27
II. A VEGETAÇÃO NA PAISAGEM URBANA	41
1. Gestão, planejamento, políticas públicas e conflitos de interesses	41
2. Distribuição espacial da vegetação na paisagem urbana	56
III. ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO	73
1. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como subsídio à implementação da proposta	73
2. Proposta metodológica para o cálculo dos indicadores e do Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano (ISEPU)	84
IV. ESTUDO DE CASO: ÁREAS CENTRAIS DE ARACAJU/SE E MACEIÓ/AL	97
1. Cálculo do Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano das áreas centrais de Aracaju/SE e Maceió/AL	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147





Introdução

Este livro tem por propósito ser um instrumento para ser utilizado por todos que se dedicam aos estudos urbanos, especialmente os que vislumbram a qualidade ambiental. Está baseado na tese de doutorado defendida em dezembro de 2018, junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, na Universidade Federal de Sergipe. A leitura crítica da realidade urbana é resultado de reflexões teóricas, da experiência profissional e dos novos aprendizados.

Entende-se que a vegetação na paisagem urbana é expressão e materialidade dos valores da sociedade que, a partir do século XXI, discute a necessidade da mudança de paradigma como contraponto ao paisagismo homogêneo e desvinculado das questões ecológicas que marcou a paisagem urbana até o século XX.

Dada sua importância, essa temática está em evidência, observando-se a profusão de trabalhos por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, que buscam desenvolver um corpo teórico e metodológico para produzir efeitos concretos em uma realidade por si só complexa como é o contexto urbano. É momento de aprofundar o conhecimento sobre as conexões existentes entre a urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Segundo Relatório da Organização Nacional das Nações Unidas, ONU (2014), mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas, sendo estimado atingir 66% em 2050, um cenário que se

apresenta como um dos desafios mais importantes do século XXI, segundo o Centro Regional das Nações Unidas - UNRIC (UNRIC, 2017). Especialmente, como resultado dos interesses econômicos e imobiliários, observa-se a construção da cidade de forma desordenada e fragmentada, distanciando-se do ponto de equilíbrio entre o ecológico e o construído (debate sobre sustentabilidade iniciado apenas na década de 1980).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a estimativa da população brasileira é de 211,43 milhões de habitantes (IBGE, 2020). Embora a população do país tenha crescido neste período, a taxa de crescimento populacional (0,77% no biênio) vem desacelerando. A estimativa é que a população atinja seu limite máximo (228,4 milhões) entre os anos de 2042 e 2043, passando a decrescer nos anos seguintes (IBGE, 2017).

A concentração populacional nas cidades, por sua vez, exige o consumo de espaços para atender suas necessidades, caracterizando-se como o *locus* das ações humanas com os maiores impactos sobre os sistemas naturais. No Brasil, a explosão imobiliária das maiores cidades acarretou perda dos jardins privados e aumento da infraestrutura viária, o que acarretou um aumento significativo da impermeabilização do solo e inúmeros problemas ambientais. Intervenções isoladas, sem visão de conjunto e sem integração e articulação com a estrutura edificada, resultam na prática em espaços vegetados como se fossem ilhas e sem identidade nenhuma com a escala da cidade.

Assume-se que nas áreas urbanas a vegetação é mais do que um adereço estético, podendo caracterizar-se como uma infraestrutura funcional e contribuir de modo significativo para a qualidade ambiental, social e econômica. É certo que as cidades com taxa de crescimento populacional constante apresentam um grau de difi-

culdade no controle da ocupação do solo, sendo justamente nessas onde deve prevalecer a solução antecipada e o planejamento integrado.

Considerando que a evolução da humanidade é diretamente proporcional a sua dependência da vegetação, quer através dos alimentos, remédios, controle das adversidades climáticas, entre outros benefícios, compreender a cidade como um ecossistema possibilita o entendimento da interrelação dos aspectos físicos, impactados pelos fenômenos antrópicos, com os aspectos sociais, culturais e econômicos, em determinado espaço-tempo.

O tema abordado é, antes de tudo, uma reflexão sobre a relação sociedade e natureza na paisagem urbana, enquadrando-se no debate atual sobre a importância do esverdeamento das cidades. Uma releitura da paisagem sustentada na necessidade da revalorização do verde urbano através de sua inserção multifuncional, multiescalar e multitemporal. Em última instância, essa visão ampliada visa integrar-se na urgência de novos paradigmas para o planejamento e gestão do verde urbano.

A cidade funciona como um sistema complexo, cujo equilíbrio entre os elementos naturais e artificiais está diretamente vinculado ao uso e ocupação do solo, resultado das ações antrópicas.

O conhecimento de uma determinada realidade, a partir do levantamento e análise dos dados possibilita, portanto, o planejamento e intervenção nesta realidade. Sendo a incerteza uma variável inerente às realidades complexas, como é o caso das paisagens urbanas, não há garantia do sucesso entre o planejado e o executado, vislumbrando-se apenas probabilidades.

Neste contexto, a análise da vegetação através de indicadores socioecológicos e paisagísticos e do ISEPU – Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano, pode caracterizar-se como uma metodologia

válida, lógica e sistêmica, perpassando pela compreensão dos componentes constituintes da paisagem urbana.

Acredita-se que o uso sistêmico de indicadores viabiliza a extração e intersecção das variáveis que caracterizam a vegetação no cenário urbano em face da tendência atual, possibilitando e facilitando o monitoramento da implementação e manutenção futura, com base na visão ecossistêmica da cidade e respeitadas as especificidades de cada estudo de caso.

A revisão bibliográfica aponta que indicadores e índices urbanos como subsídio de políticas públicas são amplamente utilizados, encontrando-se uma grande diversidade de metodologias tanto para obtenção, como para análise dos dados.

Indicador deriva da palavra latina *indicare*, que significa destacar ou revelar algo, consubstanciando-se em informações de caráter quantitativo a partir do cruzamento de no mínimo duas variáveis primárias (MAGALHÃES JÚNIOR, 2011).

Magalhães Júnior (2011) e Siche et al. (2007) compartilham o entendimento de que os indicadores são modelos simplificados da realidade com capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, subsidiando assim a tomada de decisão dos planejadores e gestores, pois permitem o acompanhamento das alterações da realidade observada.

Índice, por sua vez, deriva do latim, significando “o que indica”, ou seja, é um indício ou sinal de algo, podendo ser resultado de uma expressão numérica da relação entre duas medidas ou ser o resultado ponderado de diferentes tipos de indicadores (opção utilizada no cálculo do ISEPU). Segundo Fontes (2008), os índices que abordam a questão do verde urbano mais utilizados no Brasil são:

- *Índice de Cobertura Vegetal* - ICV (%) proporção da área urbana coberta por vegetação (original ou implantada) dos espaços públicos e privados.

- *Índice de Espaços Livres* - IEL (m^2/hab) relação entre área destinada a espaços livres e população residente.
- *Índice de Espaços Públicos* - IELP (m^2/hab) relação entre a área legalmente destinada a espaços públicos definidos por lei e a população residente.
- *Índice de Áreas Verdes* - IAV (m^2/hab) relação entre a área caracterizada como área verde e população residente.

Atualmente, o **IAV** é o índice mais utilizado, porém sua restrição diz respeito à falta de consenso entre os pesquisadores em relação ao conceito de Área Verde, bem como aos procedimentos adotados para sua obtenção. A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - SBAU, a partir do proposto pela Organização Mundial da Saúde - OMS ($12m^2/hab$), indica $15m^2$ de área verde pública por habitante (SBAU, 1996). França, Santos e Gomes (2012) mencionam que em Aracaju o índice de áreas verdes (praças e parques) por habitantes é baixo ($3,4m^2/hab$). Em relação ao índice de áreas verdes de Maceió, não há dados oficiais atuais, segundo o arquiteto Pedro Cabral (MACEIÓ, 2016).

Considerando os índices existentes, entende-se que o **ISEPU** se aproxima parcialmente do **ICV**, no que se refere ao levantamento de toda a cobertura vegetal tanto dos espaços públicos como privados. O **ISEPU** no entanto, sendo resultado de um conjunto de indicadores com base em aspectos socioecológicos e paisagísticos, permite uma análise da vegetação urbana de forma mais abrangente e completa.

A utilização de técnicas de geoprocessamento e de sensoria-mento remoto (SILVA, 2003, p. 27) foram extremamente importantes para a obtenção dos dados para composição dos indicadores socioecológicos e paisagísticos e cálculo do ISEPU. O geoproc-essamento, conjunto de ferramentas e técnicas, como por exemplo o Sistema de Informação Geográfica - SIG, o Processamento Digital

de Imagens - PDI e a Geoestatística, permite a análise de realidades complexas, como o fenômeno urbano, através de representação geométrica em escala reduzida.

O indicador ecológico está relacionado aos sistemas naturais que prestam serviços ecossistêmicos de regulação; sua função é dar suporte e estabilidade ao sistema urbano, culminando na promoção da qualidade ambiental. Os dados foram obtidos a partir das imagens de satélite e de conferências a campo, sendo que o resultado gráfico é o mapeamento da cobertura vegetal das áreas legalmente protegidas.

Os indicadores paisagísticos estão relacionados ao sistema antrópico, o qual caracteriza a maior extensão territorial da cidade; caracteriza-se pelos subsistemas social, circulatório e metabólico e pelos serviços ecossistêmicos culturais, de regulação, provisão e produção prestados pela vegetação.

A paisagem urbana revela uma determinada realidade, consubstancia-se em espaço-tempo resultado de processo histórico, ou seja, caracteriza-se como estudo de caso. Entendendo-se a necessidade de credibilidade da metodologia, a mesma foi testada nas áreas centrais de Aracaju e Maceió (Capítulo 4), porque, a nível de estudo comparativo, essas áreas se mostraram mais adequadas, por tratarem-se de espaços geográficos de ocupação temporal inicial semelhante, caracterizando-se como espaços já consolidados cujas características atuais são resultado de sucessivas intervenções espaciais.

Aracaju, Sergipe - SE, e Maceió, Alagoas - AL, são capitais de Estado, localizadas na Região Nordeste do Brasil. Pelos dados do IBGE (2020), Aracaju abriga uma população estimada de 657.013 habitantes, em uma área territorial de 182,16 Km²; a estimativa populacional de Maceió é de 1.018.948 habitantes, em uma área de 509,32 Km² (IBGE, 2020).

Este livro está estruturado em quatro Capítulos. O **Capítulo 1**, denominado *Cidade: um ecossistema complexo*, tem por objetivo fazer emergir a reflexão e discussão sobre a relação entre sociedade e natureza na complexidade urbana, a globalidade da realidade pelo sistema, o metabolismo urbano e o debate sobre a visão ecossistêmica da cidade. Além de discutir com diferentes autores as questões conceituais, esse capítulo aprofunda também os aspectos referentes aos serviços ecossistêmicos urbanos, substanciando e justificando assim a relevância desse enfoque na atualidade.

O **Capítulo 2**, denominado *A vegetação na paisagem urbana*, discute, a partir de vários autores, a contribuição da vegetação para a qualidade da paisagem urbana, bem como as possibilidades de inserção referentes a sua localização e distribuição, resultado do planejamento, políticas públicas e conflito de interesses.

No **Capítulo 3**, intitulado *Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano*, apresenta-se a metodologia desenvolvida para obtenção dos indicadores ecológicos e paisagísticos propostos e para o cálculo do ISEPU. Apresenta-se também a metodologia adotada para a geração da cartografia temática, indispensável para a compreensão das paisagens urbanas.

O **Capítulo 4**, denominado *Estudo de caso: áreas centrais de Aracaju/SE e Maceió/AL*, apresenta o cálculo dos indicadores e do ISEPU, a análise dos resultados quantitativos, bem como a cartografia temática necessária para a compreensão da espacialização dos dados e a comparação dos resultados entre as áreas centrais de Aracaju, e Maceió.

Em **Considerações Finais** recupera-se as discussões centrais desenvolvidas nos capítulos anteriores, vislumbrando-se continuidade, aperfeiçoamento e desdobramentos da pesquisa.





CIDADE: UM ECOSSISTEMA COMPLEXO

Este capítulo estabelece um debate sobre a paisagem urbana a partir de diferentes entendimentos, com destaque a compreensão ecossistêmica.

1. Paisagem urbana e natureza

Especialmente no século XVIII, havia um entendimento dual da natureza, quando era denominado como primeira natureza o espaço intocado pelo ser humano, e segunda natureza o espaço alterado pelas ações humanas (HENRIQUE, 2009). Entende-se, no entanto, assim como Santos (1985), não ser mais apropriado o uso desses termos, uma vez que a tecnologia progressivamente viabilizou a artificialização das paisagens, inexistindo na atualidade espaços ora denominados de primeira natureza.

Neste sentido, destacam-se também as contribuições de Gonçalves (2008) quando menciona que a natureza é o oposto da cultura, ou seja, o que não é produzido pela sociedade. Compartilha-se com Mendonça e Qgisser (2012) a subjetividade conceitual do termo natureza, uma vez que o Homem conceitua natureza a partir de um contexto histórico, filosófico e geográfico, não sendo, portanto, uma verdade absoluta e externa ao mesmo.

Quanto ao conceito genérico, na visão geográfica de Santos (2008a), a paisagem é um sistema material relativamente imutável, pois expressa-se através das formas que foram criadas em momentos históricos diferentes, coexistindo no momento atual.

Especificamente em relação a paisagem urbana, Carlos (2004) destaca que a mesma se relaciona ao plano do imediato, ou seja, é um espaço produzido pela sociedade, sob múltiplas formas de apropriação, ao longo de gerações. Rodriguez, Vicente da Silva e Cavalcanti (2007) a caracterizam como um sistema territorial composto por elementos naturais e antropogênicos, que pelo condicionamento social modificam as propriedades originais da paisagem.

Para Bertrand e Bertrand (2009), a paisagem é palco de inúmeros conflitos sociais, os quais fazem emergir novas representações paisagísticas, os espaços verdes; e Ab'Saber (2003) destaca que o padrão de desenvolvimento de um país está diretamente relacionado à capacidade de seu povo preservar ou não seus recursos naturais.

Apesar de existirem diferenças conceituais sobre o termo entre pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, é consenso que a construção das cidades ocorreu a partir de profundas modificações nos ecossistemas naturais, apresentando-se como a de maior grau de artificialização. A partir destas definições, aborda-se a paisagem urbana como um conjunto de elementos naturais, culturais, econômicos e sociais materializados ao longo do tempo em um determinado espaço geográfico. Isso significa considerar cada paisagem urbana como única, cada qual se constituindo como um estudo de caso.

Fadigas (2010) destaca que a configuração física e morfológica das cidades é resultado de uma organização utilitária do espaço, resultado de ações informais e de planejamento, que são traduzidos

pontualmente em documentos técnicos, os quais, em última instância, conferem a sua expressão paisagística.

Palmer (2006), Waterman (2010), Roméro e Bruna (2010) refletem sobre a relação entre as agressões à natureza e o estilo de vida que a humanidade adotou, culminando com o momento em que ocorreu a desconexão entre a sociedade e a paisagem que a sustenta, especialmente as metrópoles.

Neste aspecto, entende-se que a responsabilidade é de todos, sendo essenciais a educação ambiental e as políticas públicas em caráter permanente. Essa postura vai de encontro ao que Tomasoni (2004) aborda em seu trabalho quando afirma que o estudo da paisagem consubstancia-se na combinação de fatos e relações visíveis e invisíveis (forma, processo e função), uma realidade em constante transformação.

Vargas (2003) enfatiza que as conceituações produzidas sobre o termo, enquanto objeto de conhecimento, apresentam diferenças expressivas e redefinições constantes, percorrendo caminhos que vão desde a geografia e a antropologia ecológica, até a biologia e a física.

Concorda-se outrossim com Cavalheiro (1991) e Monteiro (2001), quando afirmam que a paisagem urbana apresenta não somente derivações negativas, mas também derivações positivas, sendo necessário que o planejamento e a gestão proponham medidas para potencializar as positivas e eliminar ou ao menos mitigar as negativas.

Compreende-se que a paisagem urbana, dado o seu grau de complexidade, requer uma análise multidimensional, uma vez que coexistem simultaneamente, como esclarece Passos (2016), além da dimensão social, econômica e ecológica, a identidade e a representação simbólica de uma mesma realidade.

Compreende-se como elementos naturais o solo, ar, água, minerais, flora, fauna e como elementos artificiais os produzidos pela

sociedade, esta entendida como o agente que cria e constrói a paisagem em resposta às suas necessidades (EMÍDIO, 2006). Desta forma, compreende-se que na relação entre natureza e sociedade, as questões sociais não podem estar dissociadas das questões físico-naturais.

Pelo conhecimento já adquirido pelas ciências da natureza, Ab'Saber (2003) destaca que já é consenso que a paisagem é uma herança dos processos fisiográficos e biológicos e patrimônio coletivo dos povos, constituindo-a como território de atuação de suas comunidades. Os povos, em tendo herdado as paisagens, são os responsáveis por essa herança única que é a paisagem terrestre. Há necessidade, portanto, de reconhecer as limitações de usos específicas de cada tipo de espaço e paisagem, para seu equilíbrio (AB'SABER, 2003).

Por tratar-se de categoriais geográficas distintas, entende-se que é importante ressaltar a diferença conceitual entre espaço geográfico e paisagem, mencionando-se a contribuição de Corrêa (2001) quando destaca que o espaço organizado pelo homem desempenha um papel na sociedade, condicionando-a no processo de sua existência e reprodução social; e Lefebvre (1991), que destaca três aspectos que coexistem na produção social do espaço: espaço material propriamente dito, sua simbologia e a vivência espacial.

Para Santos (2008a), a imutabilidade e a ressignificação são as duas qualidades do espaço geográfico, pois as formas-objetos não mudam de lugar, mas mudam de função, porque são influenciadas pelo sistema de valores da sociedade, o qual está em constante transformação.

A paisagem urbana entendida como um conjunto de elementos naturais, culturais, econômicos e sociais materializados em um de-

terminado espaço geográfico pressupõe pensar a cidade a partir de uma metodologia adequada. Pensar espacialidades e temporalidades, para compreender o processo de construção, sua relação com o ambiente geobiofísico, as modificações nos ecossistemas e os fatores determinantes dos graus de artificialização das paisagens urbanas.

Neste sentido, destaca-se Herzog (2013) na sua busca de soluções eficientes para amenizar as consequências negativas do crescimento contínuo da população urbana, e Palmer (2006), quando destaca que o momento atual requer reflexão sobre qual o limite entre a convivência entre homem e natureza, necessitando de clara compreensão da relação entre preservação ambiental e a provisão de bens materiais para essa população urbana crescente.

Para Farah, Costa e Mello Filho (2000) e Caznok et al. (2010), a arborização urbana é um dos componentes da paisagem urbana que simboliza culturalmente a materialização da natureza pela sociedade. Estudar as árvores urbanas, portanto, é possibilitar a ampliação da compreensão do mundo que nos cerca, constituindo-se atualmente uma das mais relevantes atividades da gestão urbana.

A paisagem urbana analisada de forma integrada e relacional, tendo como elemento central a vegetação, é aqui discutida sob o ponto de vista dos seus benefícios, do seu padrão de distribuição na paisagem urbana. Classifica-se qualitativamente os espaços urbanos sem vegetação e impermeabilizados como negativos e os vegetados (total ou parcialmente) como positivos. A realidade urbana é abordada pela visão sistêmica compreendendo-a como um ecossistema a partir do paradigma da complexidade e dos estudos da Biogeografia e Fitogeografia Urbana.

O enfoque sistêmico foi abordado sob a visão da Ecologia da Paisagem, termo, segundo Troppmair (1983), introduzido pela primeira

vez na década de 1930, pelo geógrafo alemão Carl Troll, caracterizando-se como a ciência que estuda os processos ecológicos e os ecossistemas, uma abordagem que repercutiu na geografia e na ecociência, produzindo novos conceitos sobre o termo Paisagem. Christofolletti (1979) ressalta que a paisagem, estruturada sistematicamente, mantém sua dinâmica por caracterizar-se como um sistema aberto, onde as trocas de energia e matéria são constantes, tanto recebendo quanto perdendo.

De acordo com Kuhlmann (1973), biogeografia é a ciência que estuda a espacialização, expansão e associação dos seres vivos (plantas e animais) sobre a superfície terrestre. A fitogeografia, por sua vez, constitui-se no campo multidisciplinar que busca compreender, interpretar, comparar e analisar os fatores biológicos, ecológicos e sociais que condicionam a distribuição geográfica do mundo vegetal.

Siqueira (2005) salienta a necessidade, dada a fase atual de desenvolvimento dessa ciência, de novos paradigmas para a construção de uma fitogeografia urbana, sob o ponto de vista da integração dos aspectos ambientais com o social, a análise dos processos de transformação e suas consequências.

Segundo Siqueira (2005), no Brasil destacam-se três períodos associados à trajetória histórica da Fitogeografia: período préfitogeográfico (séculos XVI e XVII), caracterizado pela preocupação em mostrar a riqueza e a utilidade da diversidade vegetal brasileira para a Europa. Um segundo período (séculos XVIII e XIX), que se caracterizou pela descrição de novas espécies e outras abordagens relacionadas com a distribuição geográfica das plantas. E um terceiro período (século XIX até a atualidade), voltado aos sistemas de classificações fitogeográficas, regional e universal, onde destacam-se vários geógrafos, biólogos e fitogeógrafos, como por exemplo Löefgren

(1898), Dansereau (1949), Rambo (1956), Andrade-Lima (1966), Joly (1970), Hueck (1972), Ferri (1980), Papavero (1991), Romariz (1996), Rizzini (1997), Fernandes (1998), Troppmair (2002), entre outros.

2. Globalidade da realidade pelo sistema

De acordo com Monteiro (2001) e Bertrand e Bertrand (2009), a Teoria Geral dos Sistemas, difundida pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy, já extrapolava na década de 1950 os estudos da Biologia para diferentes ramos do conhecimento, impulsionando diversas ciências a elaborar teorias e métodos capazes de compreender a paisagem na sua totalidade. Na geografia, de acordo com essa teoria os fenômenos naturais (aspectos físicos) são analisados considerando os impactos dos fenômenos antrópicos, caracterizados pelos aspectos sociais, culturais e econômicos (SOTCHAVA, 1977).

Entende-se que esse conhecimento foi um passo importante para a evolução teórica e metodológica, compreendendo-se que a abordagem geossistêmica do ambiente urbano é limitada, dado o nível de antropização desse sistema. Esta pesquisa baseou-se na abordagem ecossistêmica objetivando subsidiar a gestão e o planejamento urbano.

O paradigma sistêmico na Geografia insere-se na própria necessidade de reflexão sobre a apreensão analítica do complexo ambiental, através da evolução e interação de seus componentes socioeconômicos e naturais no conjunto de sua organização espaço-temporal, no entendimento do todo (sistema) e de sua inerente complexidade (RODRIGUEZ, 1994; VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

Christofoletti (1979), a partir dos conceitos de Hall e Fagen (1956), Thornes e Brunsden e Miller (1977), compreende “sistema” como um

operador que em determinado tempo recebe entradas e as transforma em saídas. A ideia do sistema como sendo um conjunto implica afirmar que as unidades que o compõem possuem propriedades comuns e que o estado de cada unidade é controlado e dependente do estado das demais unidades que o compõem.

Compreende-se outrossim, como Christofolletti (1979), que o maior problema é determinar o critério válido para o estabelecimento dos graus de importância das relações entre as unidades, para que a organização do conjunto possa assumir a função de um todo, compreendido como sendo maior que o somatório de suas partes.

Monteiro (2001) esclarece, no entanto, que as relações entre os elementos ou atributos de uma parte do todo muitas vezes é tão complexa que não se pode figurar as combinações de alguns fatos de uma determinada paisagem. A paisagem urbana, abordada na pesquisa, é entendida como um sistema aberto, como destaca Rodrigues (1994), apresenta uma relação constante com outros sistemas circundantes através da troca de matéria e energia.

Quanto ao tamanho do sistema a ser analisado, Christofolletti (1979) esclarece que a análise pode ser realizada em diversas escalas; uma vez decidido qual o sistema a ser investigado e definidos seus elementos e suas relações, pode-se delimitá-lo espacialmente e distinguir as unidades componentes que se relacionam internamente e externamente.

As características essenciais dos sistemas são três: o tamanho, caracterizado pelo número de unidades que o compõe, a correlação entre os elementos e a causalidade, ou seja, as variáveis independentes, que são as que controlam, e as variáveis dependentes, as que são controladas (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A partir dessas considerações, pode-se entender que cada elemento ou relação no sistema pode ser relacionado a diversas variáveis, passíveis de mensuração, e que expressam as qualidades ou atributos do sistema (como por exemplo número, tamanho, forma, arranjo espacial, fluxos, intensidades, taxas de transformação e outros).

Os sistemas vivos são definidos como sendo sistemas abertos, sujeitos a um constante fluxo de energia e matéria (CAPRA, 1988, p. 175). A cidade, por sua vez, também é um sistema aberto onde ocorrem constantes trocas de matéria e energia, tanto recebendo como perdendo. O sistema urbano é composto por subsistemas que possuem tanto dimensão espacial, como a localização geográfica, cuja dinâmica está relacionada com a matéria e a energia (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Matéria é o material mobilizado pelo sistema. Energias (potencial e cinética) são as forças que fazem o sistema funcionar e informação são os canais de comunicação do sistema (CHRISTOFOLETTI, 1979). Segundo Mota (2006), os *inputs* de sistemas abertos consistem em materiais contendo energia (que são transformados em novas energias e informação), proporcionando uma sinalização que avisa ao sistema sobre a qualidade de energia retroalimentada.

O *output* do sistema, portanto, exporta energias para o meio ambiente, contribuindo para o processo de sua retroalimentação. Considerando os recursos naturais, percebe-se que estes fornecem material e energia de baixa entropia para as atividades humanas e econômicas. Estas, por seu turno, devolvem ao meio ambiente material de alta entropia, retroalimentando negativamente os sistemas econômico e ambiental (MOTA, 2006).

Mota (2006) ainda esclarece que todo sistema aberto, ao receber energia em demasia, emite uma mensagem de *feedback negativo*

para manter o sistema na direção correta, permitindo a correção e ajuste para um novo estado de equilíbrio. Se o *feedback* do sistema é interrompido, o equilíbrio desaparece, a entropia passa a dominar (dejetos industriais, poluição e lixo, por exemplo). O ambiente natural, por sua vez, emite uma mensagem avisando o quanto ele pode suportar (MOTA, 2006).

Neste contexto, Bak (1996) apresenta o conceito de criticidade auto-organizada existente em alguns sistemas que são compostos por um grande número de elementos dinâmicos (como a cidade, por exemplo), que podem evoluir para um estado crítico e causar uma reação em cadeia geradora de uma mudança abrupta de comportamento.

Resumindo, entende-se que a cidade está organizada como um sistema aberto e complexo, constituído por elementos (físicos e antrópicos) que interagem e formam uma unidade. Esses elementos são interdependentes e inter-relacionados entre si, expressando-se dinamicamente e em constante fluxo e mutação. A partir de suas pesquisas, Mendonça (2004) propôs um sistema para a análise ambiental urbana, que abrange os aspectos físicos e antrópicos que, interligados, interagem mutuamente de forma cíclica.

A complexidade do sistema urbano refere-se também ao número expressivo de variáveis (tanto do ponto de vista físico, como econômico, político, social e cultural) que interagem em diferentes escalas e atuam ao mesmo tempo. Entende-se que para fazer a integração no sistema é preciso entender as partes envolvidas, e que a teoria, por sua vez, precisa da prática e vice-versa. Na prática, observa-se que os métodos de planejamento urbano historicamente adotados são em grande medida ineficazes e elaborados sem a compreensão da dinâmica do sistema.

Para Frankhauser (1998), a compreensão de que as cidades possuem uma estrutura complexa contrária a lógica euclidiana, alterando as formas de intervenção pelos instrumentos de planejamento e gestão das cidades, uma vez que entende o uso do solo e o tecido urbano como resultado da totalidade da estrutura urbana através da interação entre as partes que a compõem. Neste contexto, para Corrêa (1989), as ações da sociedade urbana estruturam-se em uma teia complexa, entre os movimentos de acumulação e reprodução do capital, pelas classes sociais e suas necessidades que se modificam constantemente, resultando no constante processo de reorganização espacial urbana.

Na atualidade, discutir a cidade significa considerar o fenômeno urbano como complexo e não só como complicado, porque as cidades funcionam como base lógica e racionalidades múltiplas, eventualmente contraditórias. Formam um sistema aberto, onde os equilíbrios são instáveis e as variações causam mudanças consideráveis, e onde as evoluções são geralmente irreversíveis (ASCHER, 1998; BATTY, 2007).

A complexidade vem se afirmando nas últimas décadas como um ramo que enseja uma transformação nas formas de produção do conhecimento científico ao negar os pressupostos de linearidade e causalidade da ciência tradicional. Para Morin (2015), a complexidade vê o mundo como um todo indissociável, o que justifica a abordagem multidisciplinar e multirreferenciada para a construção do conhecimento.

A teoria da complexidade surge no início do século XX, influenciada pela “nova física” (mecânica quântica e teoria da relatividade) e seus valores de complementaridade e incerteza, resultando inicialmente em fortes implicações epistemológicas através da cons-

tatação de que a realidade não era tão simples como a física clássica presumia. Da década de 1930 à década de 1960, com a emergência da teoria da informação, da cibernética e da teoria geral dos sistemas, surgiram os conceitos de retroalimentação e abertura dos sistemas (MUNNÉ, 2007).

Leff (2007) salienta que o pensamento complexo não é apenas a interdisciplinaridade, implica também na convivência com o outro, sugerindo a desconstrução do pensamento simplificador e unitário, pressupondo um debate permanente frente as formas do pensamento unidimensional. Morin (2015) destaca que o pensamento complexo aspira o conhecimento multidimensional e que o conhecimento completo é impossível, mesmo em teoria, implicando no reconhecimento de um princípio de incompletude e de incerteza.

Segundo Leff (2007), a crise ambiental na década de 1960 coincide com a mudança epistemológica na filosofia e na ciência, passando do estruturalismo e da racionalidade da modernidade para o ecologismo, o pensamento da complexidade e a filosofia da pós-modernidade, caracterizando-se como uma política do saber que busca a sustentabilidade da vida.

Para Correa (1986) apud Souza (2013), a organização espacial tem a ver com a divisão espacial do trabalho, com a distribuição e disposição espacial da infraestrutura técnica (malha viária, redes de água e energia e outras) e social (escolas, postos de saúde, e outros) e com o padrão de segregação residencial. O autor salienta, no entanto, que é restritivo limitar a organização espacial apenas aos objetos criados pelo homem, ainda que a ideia de organização (igualmente as de ordem e desordem) seja subjetiva e culturalmente enraizada, não sendo defensável excluir do conceito de organização espacial

as formas não criadas pelo homem, mesmo que possam vir a ser transformadas pela sociedade.

Quanto à estrutura da cidade, Quintas e Curado (2010) destacam as edificações, as infraestruturas técnicas e construídas e a estrutura ecológica como os subsistemas físicos que abrigam a sociedade. As autoras compreendem a estrutura ecológica como uma das mais importantes, porque proporciona não apenas benefícios ecológicos e ambientais, como também serviços sociais e econômicos, formando os três pilares da sustentabilidade. Possui como base os sistemas naturais e as áreas verdes existentes no meio urbano, que devem ser tratadas conjuntamente com os demais subsistemas, em vez de serem geridas e organizadas de forma isolada (QUINTAS; CURADO, 2010).

2.1 O METABOLISMO URBANO E A VISÃO ECOSSISTÊMICA DA CIDADE

De acordo com Christofolletti (1999), qualquer espaço geográfico onde o fluxo de energia promove a permuta de materiais entre os componentes bióticos e abióticos é um ecossistema. Assim considerando, entende-se como Spirn (1995), Troppmair (2002) e Emídio (2006) os quais veem a cidade como um ecossistema, pois abriga além do Homem, outros organismos vivos e um meio físico. Constitui-se de elementos naturais e artificiais, em constante transformação, caracterizando-se como a base das trocas de matéria, energia e informação.

Seguindo esse raciocínio, a importância da vegetação urbana é inestimável uma vez que cada elemento vegetal constitui-se em um ecossistema, porque abriga espécies não somente da flora, como da fauna (desde os microrganismos), interligadas e dependentes entre si.

A resolução de problemas urbanos através da abordagem ecossistêmica constitui-se adequada e condição preliminar para a tomada de decisão no planejamento e gestão das cidades. Discutir a cidade, portanto, significa considerar o fenômeno urbano como complexo, e como reitera Batty (2007), compreender a cidade como um sistema complexo composto por subsistemas também complexos e interligados, cada qual possuindo sua estrutura e função.

Como as intervenções urbanas em qualquer escala (lote, quadra, bairro, cidade) provocam alterações no espaço natural, apenas é possível controlar e minimizar os impactos da urbanização (WOLMAN, 1965). Para Pavezzi Neto e Silva (2011), algumas linhas de ação, a partir do mapeamento da paisagem, do planejamento adequado e da educação ambiental, podem ser implementadas para a conservação e implementação da vegetação em diferentes escalas do tecido urbano: APAs e APPs; SISTEMA VIÁRIO (canteiros, rótulas, rotatórias, calçadas, passeios públicos); PRAÇAS E PARQUES e os QUARTEIRÕES e LOTES de uso público ou privado.

Inclui-se nesta recomendação a necessidade de biodiversidade vegetal, bem como o controle e manutenção para garantir o pleno funcionamento do sistema. Assim como Girardet (1999) e Herzog (2013), entende-se que a eficiência urbana pode ser alcançada se houver a substituição dos metabolismos *lineares* (entrada de matéria e energia sem reaproveitamento) por metabolismos *circulares*, que pressupõe a reutilização dos recursos.

A implementação da infraestrutura verde nas cidades é uma alternativa para o fechamento dos ciclos metabólicos de entradas e saídas de forma circular e localmente, ou seja, produção local de energia, alimentos e aproveitamento e transformação dos resíduos sempre que possível. Essa proposta foi denominada Cra-

dle-to-Cradle (do berço ao berço) por McDonough e Braungart em 2002 (HERZOG, 2013).

Partindo dessa compreensão, para designar os serviços essenciais prestados pela vegetação urbana, Bolund e Hunhammar foram os pioneiros na utilização do termo serviços ecossistêmicos, no final da década de 1990 (MADUREIRA, 2016).

No Brasil, o Projeto de Lei nº 792/2007 estabelece a Política Nacional dos Serviços Ambientais, considerando como serviços ambientais os serviços desempenhados pelo meio ambiente e que resultam em condições adequadas à qualidade de vida; serviços de provisionamento, serviços de suporte e regulação e serviços culturais (BRASIL, 2007).

Conhecer o capital natural existente na cidade e os serviços ecossistêmicos por ele proporcionados ajuda portanto os formuladores de políticas locais a solucionarem desafios em diferentes áreas (TEEB, 2010). Sepe e Pereira (2015) destacam que os planos de desenvolvimento e estudos de impacto ambiental para áreas urbanas devem incluir, de forma proativa, os serviços ecossistêmicos. Os autores mencionam as experiências que estão sendo implementadas pelos países da União Europeia, como por exemplo a Estratégia para a Floresta, a Estratégia de Biodiversidade e a Estratégia para a Infraestrutura Verde.

Na bibliografia específica encontram-se diferentes expressões com o mesmo significado; serviços ambientais, serviços ecossistêmicos e serviços dos ecossistemas. Adota-se a expressão serviços ecossistêmicos a partir do quadro conceitual desenvolvido pela “Avaliação Ecosistêmica do Milênio”.

Observa-se na atualidade vários estudos sobre os serviços ecossistêmicos urbanos a partir de uma abordagem multiescala (desde o lote

individual até escalas que extrapolam as áreas urbanas) e multiobjeto (todos os tipos de áreas verdes e as massas d'água), dos quais Sepe e Pereira (2015) destacam: Gómez-Baggethun et al., 2013, Haase et al., 2014, Hansen & S. Pauleit, 2014, Holt et al., 2015 e Elmqvist et al., 2015.

Estes últimos sintetizaram as evidências de como os ecossistemas urbanos providenciam benefícios (monetários e não monetários) para a sociedade, ao mesmo tempo que contribuem para a manutenção da biodiversidade e o desenvolvimento de cidades mais resilientes (SEPE; PEREIRA, 2015).

Alves (2010) destaca como marco histórico na construção das cidades o crescimento da cidade industrial associado ao aumento da população, porque acarretou a perda do equilíbrio com o meio natural, contrariando a situação até então existente e acelerando a degradação dos recursos naturais.

Decorrente disso, houve a necessidade da conscientização dos problemas relativos à insalubridade urbana e soluções para minimizá-los. Os espaços verdes urbanos que a partir do século XIX gradualmente foram deixando de cumprir apenas o papel estético e servir de local de encontro, passaram a constituir-se como resposta às questões higienistas (ALVES, 2010).

Na atualidade, segundo Bernstein (2009), a tendência científica de considerar as maiores cidades do mundo como seres vivos, que respiram, consomem e excretam, levou ao entendimento de como a má qualidade do ar prejudica os moradores e interfere na mudança climática global. Os resíduos lançados incluem o dióxido de carbono (principal gás de efeito estufa), poluentes do ar, além dos esgotos, poluição das águas e até mesmo o excesso de calor que se acumula em grandes extensões de vias pavimentadas e prédios (BERNSTEIN, 2009).

Segundo Monteiro e Mendonça (2003), os climas urbanos são considerados climas locais muito alterados e decorrentes da ação antrópica. Uma metrópole muito populosa ocupando uma grande área, por exemplo, pode alcançar um nível climático sub-regional, e as grandes metrópoles podem chegar a intervir na escala climática regional.

Para entender a questão do clima urbano faz-se necessário distinguir camada limite e espaço urbano. A camada limite é a camada de mistura (turbulenta) gerada pela rugosidade da superfície e os movimentos convectivos associados ao aquecimento do ar em contato com o solo. Isso justifica que essa camada é mais espessa nas cidades do que nas zonas rurais, onde normalmente mede dez metros (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003).

Pinto e Aguiar Netto (2008) destacam que o vento e as temperaturas apresentam trocas consideráveis em espaços muito reduzidos, como no caso de espaços urbanos, formando um complexo entranhado de microclimas diferenciados devido ao traçado da rede viária, os usos do solo, os materiais construtivos, bem como as diferentes alturas e orientações. Os autores ainda salientam que a temperatura é a variável mais afetada e a que melhor caracteriza o clima das cidades, propiciando o efeito ilha de calor. Segundo os autores, a radiação solar direta, no entanto, é menor nas cidades do que nas zonas rurais, devido à poluição urbana e às sombras criadas pelos edifícios.

Vale destacar também que a elevada demanda energética das cidades é dependente da produção externa que obriga deslocamentos que geram grandes impactos ambientais. As cidades consomem grandes quantidades de água, geram contaminação atmosférica, poluição acústica e lumínica que provocam alterações naturais do ar e dos ecossistemas. Produzem gases de efeito estufa, que aceleram o aquecimento do ambiente e produzem grandes

quantidades de resíduos. Isso acarreta, além dos desequilíbrios ambientais, desequilíbrios na economia, saúde e na qualidade de vida nas cidades.

Mota (2006) ressalta que a natureza processa materiais em forma de nova energia visando a sobrevivência das espécies, assim como as atividades econômicas. Os seres humanos também transformam a energia dos recursos naturais por meio de usos intensivos, ocasionando a degradação dos recursos da natureza. Sendo assim, nenhum sistema ecológico e econômico é autossuficiente, uma vez que precisam de suprimentos renovados de energia do meio ambiente interno e externo (MOTA, 2006).

Os ecossistemas são sistemas complexos, constituídos de variáveis diversas (espécies vegetais, solo, clima, relevo) que interagem entre si (clima determina o relevo e vice-versa, por exemplo), variando em sua natureza, duração e velocidade e sobre as quais ainda há muito para entender de seu funcionamento (RODRIGUEZ, 1994).

Entende-se que a abordagem ecossistêmica do ambiente urbano mostra-se adequada para a análise da ação antrópica sobre o meio natural, sendo necessário inicialmente conhecer a estrutura dos ecossistemas naturais e urbanos como condição preliminar para a tomada de decisão no planejamento e gestão das cidades. E isso significa estudar a paisagem urbana, em diferentes escalas, sob o enfoque das relações entre os fatores abióticos, bióticos e antrópicos de forma inter-relacionada.

Siqueira (2005) destaca que é necessário compreender as causas geológicas, climáticas e ecológicas dos padrões espaciais dos vegetais e suas relações ecossistêmicas com o espaço geográfico das transformações sociais. A vegetação é o elo final da cadeia da interação relevo-rocha-clima-rio-solo, exprimindo e fechando a totali-

dade do processo estrutural, cujas raízes sustentam a permanência do equilíbrio do sistema (MOREIRA, 2012).

Em relação aos modelos de arborização adotados no Brasil, Siqueira (2005) destaca o *clássico ou aleatório (sem planejamento)*, o relacionado com a intertropicalidade, implantado pelos grandes paisagistas franceses, portugueses e italianos, que introduziram espécies exóticas relacionadas com as rotas migratórias intercontinentais através da antropocoria e o modelo adotado nos últimos anos com a introdução de espécies dos ecossistemas brasileiros (SIQUEIRA, 2005).

Minks (2013) destaca que a seleção de espécies, a constituição e condição de saúde das plantas, o solo, o espaço para o crescimento, a qualidade do plantio e a manutenção a longo prazo são os parâmetros que devem ser considerados para introdução da vegetação nas cidades.

Pavezzi Neto e Silva (2011) destacam a importância da biodiversidade para a manutenção da vida humana no planeta, sendo necessário que as cidades sejam planejadas para atuar como ecossistemas propícios a manter e incrementar a variedade de espécies, destacando algumas linhas de ação que podem colaborar nesta questão: conservação e implementação de espaços verdes variados e de corredores ecológicos, o planejamento adequado da arborização urbana e a implementação de processos de educação ambiental.

Os corredores verdes e azuis são as interconexões necessárias para alcançar a sustentabilidade da paisagem, pois mantêm ou reestabelecem os fluxos da biodiversidade vegetal, animal e das águas, tanto dos rios e canais renaturalizados quanto de ruas densamente arborizadas, com canteiros permeáveis e ricos em espécies. Mota (2006) destaca que o potencial paisagístico ecológico

deve ser planejado em três níveis: urbano regional; urbano zonal (compreensão que a paisagem urbana é produto de situações distintas, portanto requer princípios metodológicos múltiplos) e o nível de intervenção local.

II



A VEGETAÇÃO NA PAISAGEM URBANA

Neste capítulo contextualiza-se os elementos naturais a partir das políticas públicas, da gestão e do planejamento, bem como discute-se a função da vegetação na paisagem urbana, a partir da distribuição espacial.

1. Gestão, planejamento, políticas públicas e conflitos de interesses

A história nos revela que a produção da cidade como materialização capitalista do espaço resultou, até o presente momento, na ocupação do solo de forma desordenada, sem a consideração necessária aos aspectos naturais locais, resultado de decisões e soluções de curto prazo, sem uma visão abrangente sobre os efeitos ambientais negativos decorrentes. Porto-Gonçalves (2006) aprofunda essa questão, discutindo amplamente como os elementos naturais no sistema capitalista são tratados como mercadoria, resultando em uma geografia desigual e uma geopolítica do desenvolvimento pseudossustentável.

Até o final do século XIX, era praticamente inexistente a preocupação com o planejamento relacionado à conservação dos elementos naturais nas cidades. A entrada da questão ambiental para a

cena pública está intimamente ligada à emergência dos movimentos ecológicos (proteção de espécies animais e de vegetais) que se iniciam nos Estados Unidos, no final da década de 1960, espalhando-se, posteriormente, para a Europa Ocidental, Japão e Austrália e mundializando-se nos anos 80.

No final da década de 1980, o Brasil foi colocado na lista dos vilões ecológicos do planeta, possibilitando o contexto inicial de abertura política e proliferando-se os movimentos reivindicatórios ambientalistas nos grandes centros urbanos e as manifestações de alerta sobre as destruições na Amazônia, entre outros (MOVIMENTOS, 2017).

Destacam-se como eventos de suma importância no processo de construção de nova compreensão da questão ambiental que influenciaram a legislação brasileira: a Conferência de Estocolmo (1972), o Relatório da Qualidade Brasil (1980), o Relatório Brundtland (1987), a Eco Rio 92 (SENADO, 1992), a Agenda 21 Global (BRASIL, 1992), onde foram definidos indicadores para medir as mudanças ambientais globais, a Carta de Aalborg (1994), o Fórum Ministerial do Caribe e da América Latina (2007), os Indicadores do GTI (2010), a Rio +20 (2012) e a Cartilha dos indicadores do IBGE (2015).

A Constituição Federal de 1988, artigo 225 e a Lei 10.257 de 2001, que institui o Estatuto das Cidades, estabelecem que todos os cidadãos brasileiros têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, considerando-o como bem de uso comum da população e cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988; BRASIL, 2001).

Teles da Silva (2016) destaca que a afirmação de que todos os cidadãos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado

e sustentável refere-se à relação da sociedade não somente com a cidade, mas também com o campo, como direito de realização progressiva no espaço e no tempo.

O quadro de incertezas, de desordens ambientais e socioeconômicas, com base no planejamento de interesse prioritariamente econômico conduziu as sociedades urbanas contemporâneas ao enfrentamento de um desafio complexo que exige uma mudança de paradigma em prol da preservação dos recursos ambientais. Essa preservação perpassa pela integração das políticas públicas ambientais com as setoriais (habitação, transportes e saneamento) e com os aspectos sociais e econômicos.

Concorda-se com Diegues (1992) sobre a necessidade de elaboração de novos paradigmas para o século XXI, a partir de opções econômicas e tecnológicas diferenciadas e renovação de valores na relação entre a sociedade e os elementos naturais.

Left (2000) ressalta que se vive hoje o reflexo da globalização, da concentração do poder, mas também, paralelamente, desponta um debate sobre a desmercantilização da natureza, marcando um momento de pensar outra lógica de desenvolvimento, novas formas de apropriação da natureza que se sustentem em valores e significados culturais, potencialidades ecológicas e apropriação social da ciência e tecnologia.

O plano da cidade moderna como idealização social esteve alinhado às teorias urbanísticas racionalistas, discutidas nos Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna - CIAMS, no período de 1928 a 1956 (DINIZ FILHO; VICENTINI, 2004). Para Le Corbusier (1989, p.07) o urbanismo seria capaz de transformar o aspecto das cidades e romper a opressão esmagadora dos usos que perderam sua razão desde a cidade medieval, abrindo assim para seus criados-

res um campo de ação inesgotável. Mumford (1974) destaca que os valores assumidos pelo urbanismo durante boa parte do século XX foram de ordem, regularidade, previsão, controle, otimização, tendendo a uma visão reducionista e mecanicista do fenômeno urbano.

A percepção positivista da Carta de Atenas (1933) e as práticas urbanísticas decorrentes receberam severas críticas, especialmente das ciências sociais em geral, que questionaram o planejamento físico-territorial, bem como os discursos totalitários e os modelos de referência então adotados. As narrativas homogeneizantes, a-históricas, apolíticas, estáticas e sem contradições a respeito da cidade, começaram aos poucos a entrar em conflito com a própria essência dos espaços urbanos, de conteúdo dinâmico, complexo e político (DINIZ FILHO; VICENTINI, 2004).

As visões da Carta de Atenas assumiram caráter dogmático, influenciando profundamente a construção das cidades no século XX. A proposição da cidade funcional (zonas para habitar, trabalhar, recrear e circular) como crítica às cidades tradicionais, resultou em um produto homogêneo. Dado a necessidade de atualização e chamada à discussão do conceito de desenvolvimento sustentável, foi elaborada a Nova Carta de Atenas (debatida entre 1998 a 2003), resultado da discussão de onze países da Comunidade Europeia, delineando sobre temas emergentes, especialmente os referentes aos aspectos ambientais (KANASHIRO, 2004).

Os planos diretores concebidos no período pós-guerra foram produções que ampliaram os métodos empíricos na concepção abstrata da cidade. Um tipo de urbanismo que herdou metodologicamente os princípios racionalistas adotando etapas de interpretação do espaço urbano, por intermédio de suas propostas de análise, diagnóstico, proposições e aplicações, como também a crença nas

virtudes do zoneamento, com a separação das funções urbanas e o pressuposto de que estas estruturam conforme o modelo hierárquico do espaço (DINIZ FILHO; VICENTINI, 2004).

Na segunda metade da década de 1960, surgem transformações importantes no quadro dos instrumentos até então configurados com as transformações das escalas de abordagem que abandonaram o espaço urbano e suas teorizações para tratar das regiões metropolitanas. Apenas a partir da década de 1980 o quadro de discussão sobre o urbano e regiões metropolitanas, bem como seu papel articulador da rede de cidades, se coloca de forma diferenciada com a mundialização da economia e a caracterização das cidades globais, condicionando o processo de transformação metropolitana e a maior participação dos governos locais (DINIZ FILHO; VICENTINI, 2004).

O estudo das relações entre os aspectos ambientais e as intervenções humanas, em especial as da produção do espaço urbano, impuseram-se ao planejamento urbano determinando a necessidade de debater temas relacionados com as áreas da ecologia e meio ambiente, o que promoveu mudanças no perfil das atividades profissionais em busca de uma maior interação dos conhecimentos específicos na linha de formação e da prática interdisciplinar (BAY, 2010).

Para Chalas (1998), há necessidade de um planejamento integrador, ou seja, uma compreensão mais ampla, do que simplesmente entender o todo como apenas o somatório das partes. e também entendê-lo como consequência de uma realidade onde os territórios tornam-se mais incertos e imprevisíveis, ou seja, mais complexos.

Novos valores pós-modernos inscrevem mudanças profundas no planejamento urbano, uma visão mais complexa do fenômeno

urbano e das possíveis formas de gestão e planejamento, uma compreensão menos técnica e mais política.

Neste contexto, concorda-se com Chalas (1998) sobre como coordenar de forma coerente a cooperação entre numerosos atores individuais e coletivos motivados por interesses mais ou menos contraditórios em um determinado contexto. Se planejar a cidade significa a escolha de um futuro entre vários possíveis, é preciso que a interação entre seus diversos agentes possam constituir as bases para uma compreensão mais ampla.

Mota (2006) destaca a importância da legislação que considera as características do ambiente natural onde está inserida, no entanto, destaca o problema registrado em elevado número de cidades brasileiras, no que o autor nomeia de regulamentação seletiva, ou seja, a população de melhor condição social tende a se concentrar em áreas nobres, normalmente áreas onde o tamanho do lote, o preço da terra e o potencial de adensamento inviabilizam moradias de baixo custo.

A gestão pública é a situação em que o Estado assume seu papel de gestor e articulador de políticas públicas por meio de instâncias político-administrativas (VITTE, 2003). As estratégias, por sua vez, ocorrem em um espaço que é constituído pela história local, pelo padrão de organização do território, pela força de trabalho e pelo grau de desigualdades sociais.

Para entender a atuação do Estado e a abrangência das políticas públicas relacionadas às questões ambientais nas cidades, é necessário compreender também a relação entre a sociedade e a natureza. Defende-se a importância do “esverdeamento” das cidades como um debate atual, dado a conjuntura de problemas verificados pela supressão do “verde” neste contexto, destacando Lefebvre

(2001), quando menciona que o direito à cidade só pode ser formulado como o direito à vida urbana, transformada e renovada, e não pode ser visto apenas como um simples direito de visita ou retorno às cidades tradicionais.

Neste debate, retomando a relação estreita entre o sistema de valores vigentes, destaca-se Harvey (2005) quando afirma que a reprodução da vida cotidiana depende do processo de produção, circulação e realização de mercadoria, cujo objetivo direto e socialmente aceito é o lucro. Esse sistema impõe padrões de desenvolvimento geográfico desigual e o controle sobre a constituição e os fluxos do capital. Em diferentes fases do desenvolvimento local os fluxos de capital ocupam certos terrenos em detrimento da ocupação de outros (HARVEY, 2005).

Revisitando um pouco a história do Estado brasileiro, Araújo (2000) destaca o período de 1920 a 1980 como de caráter desenvolvimentista, conservador, centralizador e autoritário. A autora destaca que o Estado brasileiro, no intuito de fazer do Brasil uma grande potência, consolidou o processo de industrialização sem, no entanto, alterar a estrutura desigual da propriedade.

Para Roméro e Bruna (2010), a ordenação das aglomerações urbanas, usos e costumes são cada vez mais importantes, pois podem significar intenções morais e deveres do Estado, abrangendo a gestão e a consciência do ato administrativo para as comunidades. Assim tem-se o mesmo entendimento dos autores quando afirmam que as leis influenciam as ações individuais e de grupos, e também as coletividades urbanas, sejam nacionais ou de diferentes regiões do país.

As políticas públicas, por sua vez, acompanharam o objetivo principal do Estado brasileiro, ou seja, estavam voltadas para promover o crescimento e para acelerar o processo de indus-

trialização, fazendo com que as propostas viessem de cima para baixo, associadas à consequente dificuldade de promover a participação da sociedade. Consubstanciadas em diretrizes, regras e procedimentos entre sociedade e Estado, sistematizadas em leis, programas, linhas de financiamento, entre outros, apresentam muitas vezes contradições entre as intervenções e declarações de vontade e as ações efetivamente desenvolvidas (TEIXEIRA, 2002).

A industrialização, no caso brasileiro, promoveu grandes fluxos migratórios da população do campo para a cidade e entre cidades; o rápido e concentrado crescimento, especialmente nas capitais brasileiras e regiões metropolitanas, produziu espaços desiguais e segregados, privilegiando apenas uma parcela da população (TEIXEIRA, 2002).

Segundo Gómez (2006), o final da década de 1940 ficou marcado pelo poderoso instrumento de dominação desenvolvimentista, de estratégias de controle social, que passou a estabelecer uma nova geografia política mundial, dividindo o mundo em dois grupos – os países desenvolvidos e os subdesenvolvidos.

Desde seu surgimento, os discursos e práticas de desenvolvimento sofreram diversos ajustes; mudaram os indicadores e também a escala de pensar as políticas de desenvolvimento, passando da escala nacional/global nas décadas de 1950 e 1960 (confiança no Estado forte) para a regional nas décadas de 1960 e 1970, na busca de um reequilíbrio do território nacional a partir dos polos de desenvolvimento e especialização produtiva das regiões, como contraponto às metrópoles nacionais e internacionais) e posteriormente à local (a partir da década de 1980), com a administração mais descentralizada, mais próxima da iniciativa privada e em tese mais aberta à participação popular.

Transportando essa problemática para o caso brasileiro, vários autores destacam que as discussões ambientais e urbanas, com o conceito de ecologia urbana, iniciadas na década de 1970, eram frágeis, uma vez que a conscientização ambiental não era difundida na sociedade e os problemas eram tratados apenas tecnicamente. Observa-se, entretanto, que houveram avanços neste sentido e atualmente vários segmentos da sociedade debatem a questão.

Especificamente em relação ao gerenciamento integrado das zonas costeiras, a preocupação encontra suporte no âmbito internacional na Agenda 21, capítulo 17 e em outros documentos da ONU, do qual o Brasil é parte (BRASIL, 2000).

De acordo com Santos (2008a), a dinâmica dos espaços da globalização supõe uma adaptação permanente das formas e das normas. As normas globais, por sua vez, induzidas por organismos supranacionais e pelo mercado, tendem a configurar as demais. Os objetos modernos ou pós-modernos vão do infinitamente pequeno, como os microssistemas, ao extremamente grande, como por exemplo as grandes cidades, cuja presença tem um papel de aceleração das relações predatórias entre o homem e o meio, impondo mudanças radicais à natureza (SANTOS, 2008a).

Na denominada terceira revolução industrial, onde os processos tecnológicos são o resultado da integração física entre ciência e produção, com impactos no uso e ocupação do solo urbano, foram se definindo novas centralidades regionais e intraurbanas, gerando impactos ambientais de diferentes ordens.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal 6.938/1981), o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SNMA e o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, em tese, objetivaram a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental

propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses de segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (ROMÉRO; BRUNA, 2010).

Uma mudança escalar pode ser observada na Constituição de 1988, nos artigos 181 e 182, que estabelecem que a política de desenvolvimento urbano passa a ser definida e executada pelo Poder Público Municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tendo por objetivo principal ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

Desta forma, o plano diretor local passa a ser, *a priori*, mais realista, uma vez que elaborado pelo Poder Público Municipal. Deve, portanto, ser o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana e determinar que a propriedade urbana cumprirá sua função social e ambiental quando atender às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor.

As diversidades regionais, com suas culturas peculiares, merecem, por sua vez, uma atenção específica para cada local e, neste sentido, a participação da sociedade nas suas diversas formas de organização é um processo imprescindível para elevar a conscientização do como tratar as questões ambientais tanto no ambiente urbano como no rural (ROMÉRO; BRUNA, 2010).

Diversas inovações têm sido discutidas, sendo que algumas acabaram sendo incorporadas nas práticas de gestão, como por exemplo o orçamento participativo, as parcerias público-privadas e inovações nas finanças públicas. A partir da Constituição de 1988, aumentaram os repasses financeiros para os Estados e municípios, porém o que se observa na atualidade é um quadro de crise econômica e política.

Em 2001, o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, reafirmou as proposituras da Constituição Federal, reiterando a necessidade da participação popular para a tomada de decisão das prioridades locais. Observa, no entanto, na prática, baixa participação e a manutenção da lógica de distorções na produção da cidade brasileira.

As sociedades urbanas contemporâneas enfrentam um desafio complexo, porque é necessário não apenas preservar os recursos ambientais através da política ambiental, mas integrá-la às políticas públicas setoriais, como de habitação, transportes e saneamento, levando em conta também os aspectos sociais e econômicos para garantir que parcelas da sociedade não sejam excluídas do processo de desenvolvimento das cidades.

Pode-se dizer também que esse processo é reflexo da globalização que hoje, segundo Leff (2000), alcança os limites do logocentrismo, do centralismo e da concentração do poder. Em contrapartida, segundo o autor, uma força centrífuga está sendo gerada para a descentralização econômica, para a autonomia das comunidades e para a abertura do conhecimento de onde emergem novos significados que podem reorientar o curso da história e da civilização humana.

Atualmente, começa a ser discutido a desmercantilização da natureza, marcando o momento de pensar outra lógica de desenvolvimento e de mudança de paradigma em relação à forma de produção, visto a necessária mudança na forma de apropriação da natureza (LEFF, 2000).

Quando o discurso do desenvolvimento sustentável está sendo assimilado pela racionalidade econômica e pelas políticas de capitalização da natureza, os princípios da sustentabilidade estão se firmando ao nível local através da construção de novas racionalidades produtivas, sustentadas em valores e significados culturais,

nas potencialidades ecológicas e na apropriação social da ciência e tecnologia (LEFF, 2000). O conceito de cidades sustentáveis remete ao conceito de gestão durável dos recursos ambientais no espaço e no tempo.

Para compreender e refletir sobre a realidade complexa da sociedade atual que se concentra e se espacializa nas cidades, é necessário o diálogo dos saberes, das ciências preocupadas com as questões socioambientais e o meio ambiente urbano (MILLIOLI; BAY, 2008).

O que se observa no Brasil, na atualidade, é uma situação descolada dessa premissa. O Estado, como instância de poder, deveria estar a serviço de todos na regulação econômica e no combate das desigualdades sociais e econômicas. Nas cidades contemporâneas, dado as incertezas, inseguranças, desordens ambientais e socioeconômicas, entende-se que o planejamento de interesse prioritariamente econômico deva ser repensado, para que se possa visualizar as mudanças necessárias.

Diegues (1992) já destacava a necessidade da discussão em torno do adjetivo sustentável, amplamente utilizado naquele momento, nos discursos governamentais e nos projetos de investimentos. O autor destaca a necessidade da elaboração de novos paradigmas e de se pensar na diversidade de sociedades sustentáveis, com opções econômicas e tecnológicas diferenciadas, voltadas especialmente para o “desenvolvimento harmonioso das pessoas” (grifo do autor) e de suas relações com o conjunto do mundo natural.

Concorda-se com Teles da Silva (2016) quando afirma que pensar o meio ambiente urbano é repensar também as relações do homem não somente na cidade, mas também no campo, onde o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e à sustentabilidade ur-

bana não deve ser contemplado como uma situação ideal, mas como um direito de realização progressiva no espaço e no tempo.

Para Santos (2012, p. XVII), a gestão ambiental é o instrumento diretor das iniciativas de planejamento e ordenação territorial, e a degradação ambiental, resultado das ações humanas, pode resultar em última instância em locais onde as atividades humanas excedam a capacidade de suporte ambiental, ficando comprometido o retorno ao equilíbrio, dado os custos de reparação.

Diniz Filho e Vicentini (2004), entendendo que as estratégias de desenvolvimento devem pautar-se em progressivos investimentos para obtenção de melhores índices de qualidade de vida, salientam, no entanto, a necessidade, em sua formulação, de considerar as realidades diferenciadas existentes.

Observa-se que a destruição das áreas verdes na produção e reconfiguração do espaço urbano, tanto para construção de edificações como de infraestrutura, geram grandes áreas impermeabilizadas. A especulação imobiliária se apropria da natureza e a vegetação distribui-se desigualmente no tecido urbano, privilegiando a população das classes econômicas mais favorecidas. Neste processo, os elementos naturais passam a ser vistos como mercadoria.

Porto-Gonçalves (2006) discute amplamente sobre como os recursos naturais, na lógica capitalista, são tratados como mercadoria, instaurando uma geografia desigual. Essa questão pode ser observada no interior de uma cidade, tanto nos países desenvolvidos quanto, especialmente, nos subdesenvolvidos.

Para Serpa (2007), a segregação de parcelas da população reforça a ideia de que, no contexto urbano contemporâneo, os parques públicos são, antes de tudo, espaços de grande valor patrimonial, contrariando o senso comum que idealiza esses equipamentos como

bens coletivos. Destaca-se em contrapartida que ao longo dos séculos XIX e XX, os parques passaram de espaços elitizados de contemplação para espaços mais democráticos.

Henrique (2009) destaca ainda que a supervalorização da natureza em determinados setores e bairros das cidades instaura processos de requalificação e gentrificação do espaço urbano sob a ótica da racionalidade capitalista. Em contrapartida, áreas da cidade que não interessam ao mercado imobiliário permanecem à margem dos investimentos públicos e privados.

Ab'Saber (2003) destaca que para enfrentar os dilemas da sustentabilidade de grandes paisagens, a solução não está nem no ecologismo e nem no economismo, ou seja, nem na conservação da natureza como um paraíso ambiental, nem o uso acelerado e esgotamento dos recursos naturais, e sim no planejamento, compatibilizando os objetivos econômicos com a proteção dos recursos naturais.

Dos Santos (2008) destaca que neste contexto é importante também mencionar os movimentos sociais, que em geral ocorrem contra uma determinada situação de vida relacionada à forma como o espaço geográfico é apropriado pela sociedade. Os movimentos sociais urbanos em geral reivindicam melhorias relacionadas ao uso e ocupação do solo, aos equipamentos coletivos, moradia, implantação ou melhoria dos serviços públicos, bem como por direitos civis, entre outros (DOS SANTOS, 2008).

As reivindicações emergem no cenário urbano devido ao processo de empobrecimento das camadas populares e das contradições produzidas. Alguns desses movimentos propõem novas formas de administração pública, com participação popular na gestão democrática dos serviços públicos, a partir da compreensão de que são

equipamentos coletivos, públicos e não estatais ou governamentais (DOS SANTOS, 2008).

Costa (2012), após analisar os movimentos sociais em prol do verde urbano em Fortaleza, Ceará, Brasil, concluiu que a reação dos movimentos ambientais mostra cidadãos atentos ao seu bem-estar e à construção da cidade sustentável, mas em contrapartida o poder público apresenta-se pouco sintonizado com os anseios da coletividade.

Como conclusão dos aspectos abordados, considera-se que ainda há fragilidades no processo da gestão efetiva do verde urbano nas cidades brasileiras. Legislação e políticas públicas são os elementos que devem ser incluídos na gestão do verde urbano, assim como um banco de dados sempre atualizado e a efetiva participação da sociedade. Os mecanismos existem, contudo, ainda é necessário que os atores da construção da cidade aprimorem sua utilização, pelo bem público.

Na realidade brasileira, os aspectos como a manutenção e atualização de banco de dados e a participação da sociedade neste debate é ainda um dos limites observados no processo de planejamento. Genericamente, a legislação urbana brasileira denominada como Plano Diretor Urbano estabelece a gestão integrada e compartilhada do desenvolvimento e define que o processo decisório deve ser participativo.

Os planos diretores definem também objetivos para o desenvolvimento local, os quais genericamente comprometem-se a praticar justiça social. As principais prerrogativas para tanto são: distribuição equilibrada dos benefícios e ônus decorrentes de obras, serviços e infraestrutura para reduzir as desigualdades socioespaciais, o acesso à terra e à habitação para toda a população, estimulando

os mercados para o atendimento da população de baixa renda, a incorporação dos aspectos ambientais na definição dos critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, sobretudo para a proteção de áreas especiais.

Acredita-se também que há necessidade de fortalecer a criação de incentivos e subsídios para proprietários e empreendedores privados, visando a conservação e ou implementação do verde nas cidades, e que sejam direcionados esforços pelas administrações municipais para que não haja descontinuidade das ações necessárias para essa implementação.

2. Distribuição espacial da vegetação na paisagem urbana

Refletir sobre a função da vegetação na paisagem urbana implica entender essa paisagem como um mosaico, onde cada parcela desse tecido apresenta características diferenciadas, mais ou menos artificializadas, e o somatório resulta em última instância na qualidade do espaço total.

O solo urbano é produzido pela prática do parcelamento, uso e ocupação regidos por legislação específica ou resultado da ocupação espontânea, em qualquer um dos casos, determina os espaços privados e os públicos de uma cidade. Via de regra, os espaços públicos são de responsabilidade do poder público, exceto os passeios públicos, que são de domínio público e de responsabilidade privada. Os espaços privados ocupam grande parte do tecido urbano, mas são os espaços públicos que o definem a nível da escala da cidade, porque por princípio esses espaços visam sua utilização por todos os cidadãos.

Embora os espaços privados, destacando-se entre eles os residenciais, ocupem a maior parte da cidade, individualmente são por-

ções territoriais pequenas, sobre as quais o controle da ocupação é relativo ao longo do tempo. Isso talvez justifique o porquê de serem historicamente os espaços públicos os que apresentam uma superfície maior e mais significativa cobertura de vegetação, justificando-se assim a concentração dos estudos e a aplicação de indicadores verdes quase exclusivamente voltados para estes espaços.

Bach (1970), Honjo e Takakura (1991) constataram em suas pesquisas que a distribuição uniforme de cobertura vegetal em pequenas parcelas por toda a cidade é mais eficiente para a amenização climática do que sua concentração em grandes espaços.

No entanto, Troppmair (2002) destaca que as áreas verdes fartamente vegetadas são os espaços cujas condições ecológicas mais se aproximam das condições normais da natureza (microclima com temperaturas mais baixas e umidade do ar mais elevada, redução da poluição sonora e do ar e refúgio para a flora e fauna).

Neste sentido, entende-se que é o somatório total da vegetação que qualifica efetivamente o espaço urbano. A vegetação existente nos lotes de caráter privado, especialmente os residenciais, também contribuem positivamente para essa qualificação do espaço. Essa abordagem, no cenário brasileiro, data da década de 1990, através dos Planos Diretores Urbanos. Na legislação, está representada especialmente pela exigência das taxas máximas de ocupação e taxas mínimas de permeabilidade para os lotes, o que deve ser respeitado no momento da aprovação de projetos e liberação de Habite-se.

Em tese, essa questão parece estar controlada via legislação, no entanto, no Brasil, observa-se situações não controladas e à mercê das normas, como os loteamentos e construções totalmente clandestinos, como também as modificações clandestinas executadas após a liberação do Habite-se.

Como resultado de seus estudos e pesquisas, Lombardo (1990), Santos e Teixeira (1991), Escada (1992), Milano e Dalcin (2000), Gonçalves e Paiva (2002), Barbosa e Barbirato (2003), Mascaró e Mascaró (2005), Waterman (2010) e o Manual da Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig (2011) destacam os efeitos positivos da presença de vegetação e especialmente das árvores nas cidades:

- para o controle do microclima, radiação solar, temperatura e umidade do ar, da ação dos ventos e da chuva;
- para o manejo das águas pluviais;
- para amenizar o ruído, a poluição do ar e servir de alimento para fauna;
- para amenizar a poluição do ar;
- para estética.

A vegetação urbana contribui conseqüentemente para a melhoria do ambiente urbano e para redução dos custos econômicos e sociais decorrentes. Loboda e De Angelis (2005) destacam que a contribuição da vegetação depende, no entanto, de vários fatores, como a localização, estrutura e da composição em espécies.

Destaca-se as pesquisas de Troppmair (2002) em duas cidades do interior paulista (Rio Claro e Piracicaba), quando foi analisado o grau de cobertura vegetal (vegetação de fundo de quintal e ruas arborizadas) e a pesquisa de Siegler em 1981, que correlacionou a estrutura urbana das áreas centrais, periféricas e fundos de vale com a ocorrência de avifauna. Ambas evidenciaram os benefícios da arborização urbana.

Considerando que as características da vegetação são diretamente influenciadas pela altitude, latitude, pressão atmosférica,

iluminação e forma de atuação das massas de ar, entende-se assim, como destaca Troppmair (2002), que a vegetação urbana pode adaptar-se ou não, de acordo com o grau de hemerobia dos diferentes espaços que compõe o tecido urbano, distribuindo-se e apresentando-se de diferentes maneiras na paisagem.

Gonçalves e Paiva (2002) adotam um conceito abrangente e ecológico, que é o da floresta urbana, ao se referirem à cobertura vegetal que possa produzir efeitos positivos ao ambiente, melhorando a qualidade de vida na cidade. Segundo os autores (2002, p.20), as florestas urbanas podem ser consideradas áreas verdes produtivas ou áreas verdes de preservação ou conservação. No entanto, ainda não é consenso entre os estudiosos o conceito do termo floresta urbana.

Quanto ao conceito de área verde, termo muito utilizado, também há divergências, justificadas pelas diferentes interpretações dos pesquisadores. Entende-se como áreas verdes um tipo especial de espaços livres urbanos, que desempenha função ecológica e social, podendo apresentar formas e tamanhos variados e onde o elemento fundamental de sua composição é a vegetação.

Utiliza-se também o termo espaços verdes para designar as áreas urbanas vegetadas, entendendo-o como mais adequado para referir-se a todas as categorias espaciais vegetadas. Consistem numa parte fundamental dos espaços livres de edificação que desempenham diversos serviços prestados ao sistema urbano.

A vegetação original ou implementada que compõe a paisagem urbana é distribuída em diferentes espaços não edificados. A partir de observações empíricas, experiência profissional, bem como as mencionadas por outros pesquisadores, adotou-se a seguinte classificação de espaços urbanos passíveis de serem vegetados:

- vias de circulação vária;
- ao longo dos canais hídricos e de drenagem;
- áreas de conservação (APP – Área de Preservação Permanente e APA – Área de Preservação Ambiental);
- quintais e jardins frontais dos lotes;
- praças, parques;
- áreas abandonadas ou não utilizadas.

Segundo Bolund e Hunhammar (1999), a vegetação nos espaços não edificados desempenha funções sociais e econômicas, reduzindo os gastos com serviços ambientais. Já Quintas e Curado (2010) destacam que as funções desempenhadas a nível ecológico e ambiental são dependentes das características desses espaços (de modo individual), da Estrutura Ecológica Urbana – EEU (como um todo) e dos demais elementos urbanos.

A inserção de elementos verdes nas edificações (nas lajes de cobertura, sacadas, varandas e fachadas) é uma solução nos contextos urbanos cuja densidade construtiva é alta. A ideia não é nova, embora aplicada em contextos e épocas diferentes por distintas razões, sendo possibilitado apenas por sistemas de irrigação adequados a cada caso. Mesmo considerando a possibilidade do edifício jardim, termo utilizado atualmente, entende-se que do ponto de vista ambiental deve ser priorizada a inserção da vegetação nos espaços urbanos não edificados.

Já os jardins urbanos são espaços vegetados normalmente planejados que datam de milênios, apresentando-se como espaços privados, semipúblicos ou públicos, testemunhas do momento cultural e econômico vigente. Dependendo de sua finalidade, alguns receberam nomenclatura específica, como os jardins botânicos, por exem-

plo. A partir do final do século XIX, como contraponto ao modelo da cidade industrial, surgiram em vários países propostas de bairros e até cidades jardins.

Outro aspecto importante da jardinagem é a inclusão das práticas de agricultura e horticultura urbana caracterizando-se em um esforço para o desenvolvimento urbano consciente, impactando positivamente e diretamente sobre a população, sobre o clima e as infraestruturas (MINKS, 2013).

Segundo Carcaud e Lajarte (2011), os jardins são fiéis espelhos da sociedade. Suas concepções cristalizam uma visão em miniatura da sociedade, agrupando uma grande diversidade de realidades materiais e sociais decorrentes de sua dimensão, localização, funções, usos e de sua história. Destinam-se às atividades de horta, lazer e recreação; privados ou públicos e independente da escala, são os locais para o cultivo de espécies vegetais frutíferas ou ornamentais. Waterman (2010) destaca que os jardins são a unidade básica de ocupação humana na paisagem e podem ser vistos como microcosmos da paisagem maior, portanto, ainda é necessário desenvolver conhecimento sobre vegetação nestes espaços.

Burle Marx afirmava que não há como classificar um tipo estabelecido de jardim brasileiro tradicional, seja no plano urbanístico, seja do ponto de vista dos modelos privados. No entanto, nos séculos XVI e XVII, pode-se referir a uma paisagem que contribuiu para o embelezamento da vida urbana privada brasileira, onde dominavam os pomares, as árvores de frutos importados (mangueira, abacateiro, sapotizeiro, limoeiro), os terreiros para aves e os prados para pastagem dos animais domésticos (LEENHARDT, 2010).

Data da segunda metade do século XX a moda da jardinagem e a cultura das flores e plantas exóticas no Brasil, como por exemplo a

rosa, o bambu chinês, a avenca, as palmeiras anãs, os cravos, crisântemos, dalias, entre outras (LEENHARDT, 2010).

Verdejo (2008) destaca que atualmente a jardinagem busca atender três eixos: a arte, a agricultura e a ecologia, e James (2014) ressalta o importante papel dos jardins urbanos, referindo-se especialmente aos residenciais, pois se somadas todas as parcelas individuais, pode obter-se uma grande superfície vegetada nas cidades, podendo contribuir com a biodiversidade urbana.

Outros espaços públicos importantes são os parques urbanos, entendidos como uma grande área territorial vegetada que desempenha função ecológica, cultural, estética e de lazer. Sendo assim concebido, cabe ao poder público ofertar esse tipo de espaço para a população, garantindo sua utilização e manutenção.

Escada (1992) destaca que os parques urbanos podem ter diferentes tipos de usos e funções, mas é a permeabilidade e as árvores que devem receber maior destaque, porque é justamente a quantidade de vegetação e os efeitos positivos nas cidades que os diferencia de outros espaços verdes. Estas prerrogativas também fazem parte do documento intitulado Cidades Sustentáveis (BRASIL, 2017).

Na paisagem urbana, os espaços não edificados são considerados os espaços com potencial de serem vegetados, desconsiderando, portanto, as lajes de cobertura, telhados, floreiras, fachadas verdes (jardins verticais), entre outras possibilidades, diretamente vinculadas às edificações.

Monteiro (1999) salienta que as possibilidades de inserção de vegetação estão diretamente vinculadas às decisões e ações implementadas no tecido urbano. Do ponto de vista ambiental, impactam negativamente:

- o solo impermeabilizado e edificado em vastas superfícies;
- as alterações na drenagem natural, especialmente as obras de infraestrutura mal executadas;
- a precariedade do sistema de drenagem do escoamento superficial do lençol freático;
- a deficiência de limpeza urbana;
- carência de áreas verdes que possam aliviar o problema da impermeabilização do solo.

Adicionado a esses, observa-se problemas peculiares ao subdesenvolvimento, como por exemplo a improvisação e ocupação espontânea sobrepujando à planejada, as ocupações e habitações precárias localizadas em sítios de alto risco (várzeas dos córregos, vertentes íngremes de morros), onde a vulnerabilidade é agravada pela supressão do verde (MONTEIRO, 1999).

As condições geocológicas são alteradas pela impermeabilização do solo (pavimentação das ruas, calçadas e quintais) e pelas edificações, criando condições que dificultam ou até mesmo impedem a existência da flora e da fauna. Quanto maior for o afastamento das condições originais e mais destacadas forem as artificiais, mais difícil é a sobrevivência da vegetação (TROPPEMAIR, 2002).

A noção de “grau de naturalidade” de determinada paisagem foi alvo de estudos desde a década de 1970 por pesquisadores como Sukopp (1972), Odum (1983) e Haber (1990). Jalas (1995) definiu-o como hemerobia, cujo significado é o grau de dependência energética e tecnológica de uma paisagem.

A substituição do grau de naturalidade pelo termo hemerobia objetivou diminuir a subjetividade, tornando-o mais simplificado para aplicação no meio urbano (NUCCI; BELEM; KRÖKER, 2016). Consi-

derando uma escala de zero a um, quanto mais o valor se aproximar de um, maior será a hemerobia, ou seja, mais artificializada e menos vegetada é a paisagem, demandando mais energia e tecnologia para seu funcionamento.

Para Belem e Nucci (2011), as áreas classificadas como sendo:

- **Hemerobia Mínima** são as que possuem vegetação original remanescente.
- **Muito Baixa**, as áreas modificadas pelo ser humano, predominantemente por ser uma área propícia à ocupação.
- **Baixa**, as áreas de uso antrópico, principalmente a urbanização.
- **Média**, as áreas de culturas e as áreas de solos expostos (classificadas com o mesmo grau de interferência humana).
- **Alta**, as áreas ocupadas por edificações de pequeno porte, áreas de jardins e outras superfícies não impermeabilizadas que criam áreas aglutinadas permeáveis e impermeáveis.
- **Muito alta**, as áreas ocupadas por edificações de pequeno porte e superfícies impermeabilizadas que criam áreas aglutinadas impermeáveis.
- **Hemerobia Máxima**, aquelas onde a impermeabilização atinge os maiores graus devido ao porte e à área ocupada pelas edificações, associados à quase inexistência de cobertura vegetal, o que intensifica as alterações no ciclo hidrológico, contribuindo também para outros problemas ambientais urbanos.

Seguindo esse mesmo raciocínio, adota-se o termo **artificialização da paisagem urbana**, em substituição aos termos naturalidade da paisagem e hemerobia da paisagem. Adota-se uma escala classificatória, adaptado de Belem e Nucci (2011), cujo detalhamento da metodologia utilizada para análise da vegetação urbana,

Quanto à forma e distribuição da vegetação, utiliza-se a classificação de Jim (1989), a qual contempla as tipologias encontradas no ambiente urbano, sendo apropriada para a classificação da vegetação de porte arbóreo:

- vegetação isolada (dispersada, agrupada ou maciça)
- vegetação linear (retilínea, curvilínea ou anelar)
- vegetação conectada (reticulada, ramificada ou contínua)

Além dessas categorias, igualmente importantes pela função que desempenham, fazem parte do subsistema verde urbano as gramíneas e as espécies arbustivas.

Essas áreas, mesmo apresentando formas, tamanho e funções variadas, são submetidas a normas e conceitos padronizados, admitindo-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema, uma vez que as funcionalidades dos espaços vegetados são diversas e se relacionam a aspectos sociais e econômicos.

Sobre o estudo da vegetação urbana, Jim (1989) constatou aspectos muito importantes, tais como:

- o uso de uma área determina suas características arbóreas;
- a utilização de uma área é uma interface entre a decisão humana e os fatores naturais;
- a disponibilidade de espaço para árvores e a qualidade desse tipo de espaço estão relacionadas com um determinado tipo de solo;
- a vegetação urbana reflete o mundo sociocultural e a tradição paisagística dos habitantes.

A partir dessa compreensão, Jim (1989) estabeleceu a relação entre um aspecto físico-espacial (vegetação) e os diferentes tipos de ocupação do solo urbano.

A conectividade entre as áreas verdes e a presença de corredores verdes também são fatores essenciais à ocorrência de fluxos de matéria, espécies e energia entre os espaços e a existência de um *continuum* natural, dando suporte à vida silvestre e à manutenção do potencial genético, contribuindo para o equilíbrio e estabilidade da paisagem (QUINTAS; CURADO, 2010).

Os estudos sobre os sistemas urbanos de arboricultura, horticultura e silvicultura, por sua vez, também são importantes para as cidades, devendo ser contemplados desde os planos urbanísticos até as técnicas adequadas de cultivo e manutenção das espécies (COUTO, 1994 apud BOBROWSKI 2011). A arboricultura por sua vez, teve grande avanço e a contribuição de escolas, francesa, alemã, inglesa e americana, sendo Alex Shigo (1930-2006) considerado o pai da arboricultura moderna (Arboricultura, 2015).

A agricultura urbana é uma atividade que pode ser desenvolvida em pequenos espaços, como em quintais, terrenos baldios, jardins, varandas, jardineiras, como também em espaços públicos, tais quais as praças e parques, neste caso constituindo-se em hortas comunitárias.

Segundo Figueiró (2015), vários países da América Latina adotam desde 1990, e no Brasil mais recentemente, a prática de hortas urbanas, as quais também contribuem para regulação das funcionalidades ambientais e fortalecimento de vínculos sociais, quando localizadas em espaços públicos. Os argumentos que justificam as práticas de agricultura urbana pelo mundo relacionam-se ao tríptico conceito: cidade ecológica, produtiva e inclusiva.

2.1. ESPAÇOS DE CIRCULAÇÃO E PERMANÊNCIA

No cenário urbano, a rua apresenta múltiplas funcionalidades. Atualmente, por questões de segurança, observa-se a rua desvinculada e separada por muros altos ou grades nos lotes e edificações. Nota-se também que nas cidades consolidadas sem o princípio ecológico, o uso e ocupação do solo fica determinado pela especulação imobiliária.

Os passeios públicos, parte do sistema viário, localizam-se nas laterais das ruas, regulando a disposição dos lotes e dos quarteirões. Os passeios públicos, os canteiros centrais, rotatórias e rótulas são os espaços no sistema viário com potencial para serem vegetados. Lamas (1993) salienta que 20% a 30% do solo urbano são destinados às ruas em suas diferentes categorias.

Este percentual, no caso brasileiro, tem origem em Lei Federal (BRASIL. **Lei Nº 6.766**, 1979), a qual estabelecia o percentual de 35% (mínimo) da gleba para áreas públicas, sendo 10% para as Áreas Verdes de Lazer e Recreação, 5% para equipamentos públicos comunitários e o restante (20%) para o sistema viário (BRASIL, 1979). Esta lei foi substituída pela Lei nº 9.785 de 1999, desaparecendo a exigência do percentual mínimo, ficando sob a jurisdição do município a definição das áreas destinadas ao sistema viário, a implantação de equipamento urbano comunitário e espaços livres de uso público, proporcionais à densidade de ocupação da zona em que se situarem (BRASIL, 1999).

Como o sistema viário ocupa uma grande extensão da cidade, entende-se que a arborização nas ruas é significativa para o *esverdeamento* das áreas urbanas. Estudos em diversas cidades de diferentes países atestam a importância da arborização viária para a qualidade ambiental urbana e como contraponto à massa construída.

A arborização urbana, por sua vez, inserida sem os critérios necessários, apresenta dificuldades de adaptação, quer pela falta de espaço adequado e usos conflitantes nos canteiros e calçadas, quer pela deficiência da legislação e da gestão municipal (KOHLENER, 2016).

O documento intitulado *Cidades Sustentáveis* destaca também a importância das praças e dos parques urbanos para a melhoria da qualidade ambiental das cidades, apresentando possibilidades de ações preventivas e normativas de controle dos impactos territoriais, adoção de parâmetros para a eficiência energética e conforto ambiental, através do incremento de espaços públicos verdes e a necessidade da conservação do patrimônio natural e paisagístico (BRASIL, 2017).

2.2 LEGALMENTE PROTEGIDA

As APPs instituídas pelo Código Florestal (BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) são definidas como os espaços territoriais públicos ou privados, urbanos ou rurais, legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, cobertas ou não por vegetação nativa. Esses espaços valorizam a paisagem urbana, desempenhando diferentes e importantes funções:

- proteção do solo, prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro;
- proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios;
- manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade;

- função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades;
- atenuação de desequilíbrios climáticos interurbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito “ilha de calor”.

A manutenção das APPs possibilita, além da valorização da paisagem e do patrimônio natural e construído (de valor ecológico, histórico, cultural, paisagístico turístico), funções sociais e educativas.

Os efeitos indesejáveis do processo de urbanização sem planejamento, como a ocupação e uso irregular das APPs, causa graves problemas, exigindo esforço no aperfeiçoamento de políticas ambientais urbanas voltadas à recuperação, manutenção, monitoramento e fiscalização (BRASIL, 2017).

Macedo, Queiroga e Degreas (2012) destacam que no Brasil as APPs surgiram de um contexto rural desvinculado da realidade urbana, subestimando seu processo e dinâmica social. Os autores salientam que sistemas de drenagem com vegetação de porte são necessidades nas cidades brasileiras, porém, a legislação considerou que a solução da estabilidade e proteção por meio da vegetação aconteceria por mera proibição de uso, o que não ocorreu de fato.

A água, recurso natural indispensável para a sobrevivência dos seres vivos, é fundamental para os ecossistemas urbanos e para as formações hídricas atmosféricas. Carvalho, Mello e Silva (2007) destacam que o ciclo hidrológico, embora possa parecer um mecanismo contínuo, com a água se movendo de uma forma

permanente e com uma taxa constante, na realidade é aleatório, variando tanto no espaço como no tempo, sendo influenciado pelo sistema de drenagem, que por sua vez, depende da estrutura geológica, do tipo e condição do solo, topografia, clima e da cobertura vegetal.

A cobertura vegetal, por sua vez, reduz o impacto das gotas de chuva, promovendo também o estabelecimento de uma camada de matéria orgânica em decomposição que favorece a atividade microbiana, de insetos e de animais, que juntamente ao sistema radicular das plantas cria caminhos preferenciais para o movimento da água. Age também no sentido de reduzir a velocidade do escoamento superficial, contribuindo para aumentar o volume de água infiltrada (CARVALHO; MELLO; SILVA, 2007).

Nas cidades, observa-se sistematicamente os rios e córregos serem canalizados, desaparecendo da paisagem, resolvendo parcialmente o problema, mas também criando muitos outros problemas nos eventos de chuvas torrenciais que provocam inundações e deslizamentos. Hulsmeier, França e Panissa (2015) destacam que as situações de ruptura nas relações entre as cidades brasileiras e os seus cursos d'água, causa dos desequilíbrios e impactos negativos, é de difícil equacionamento, pois envolve aspectos socioeconômicos e políticas públicas.

Entende-se que as APPs junto a corpos d'água que apresentam alto grau de degradação ou as que apresentam tratamento paisagístico precário constituem-se em espaços que fragmentam o tecido urbano.

Concorda-se com Macedo, Queiroga e Degreas (2012) quando mencionam que qualquer ação conservacionista, para ser efetiva, deve considerar a melhoria do sistema de espaços livres da cidade como um todo e as demandas cotidianas dos habitantes.

Outro problema em relação às APPs urbanas, os bosques e matas fechadas dentro da cidade é a resistência de segmentos da população quanto a sua existência, pois entendem que a concentração de vegetação arbórea é fator de insegurança, justificada por situações reais decorrentes da ausência total ou parcial de gestão integrada por parte das autoridades (MACEDO; QUEIROGA; DEGREAS, 2012). No entanto, é preciso refletir sobre a importância dessas áreas e encontrar mecanismos adequados para a aproximação da comunidade a esses espaços, através da educação ambiental, da apropriação e manutenção sustentável.

2.3 LOTES E QUARTEIRÕES URBANOS

Como já mencionado, o lote individual é a menor unidade morfológica do tecido urbano, porém o somatório de todos os lotes, e especialmente os destinados ao uso residencial, configura a maior área ocupada nas cidades. Mesmo considerando este aspecto importante, é pouco abordado pelas pesquisas e discussões a respeito da vegetação urbana localizada nos lotes e quarteirões, especialmente de domínio privado.

A escassez de pesquisas talvez se justifica por tratar-se de espaços privados, onde a acessibilidade para a coleta de dados é difícil. Atualmente, a qualidade das imagens de satélite e as imagens adquiridas por drones suprem parcialmente essa dificuldade no que diz respeito à visualização da vegetação intraquadra. De qualquer forma, perdura a dificuldade de coleta de informação sobre a diversidade vegetal nestes espaços.

A exigência da taxa mínima de permeabilidade, vinculada ao tamanho do lote e seu uso e ocupação estabelecida pelos planos

diretores em geral, mostrou, desde que foi implementada, não ser suficiente para a efetiva incorporação de vegetação nos lotes, conforme já abordado neste capítulo. Mesmo considerando-se uma pequena contribuição de cada lote com área livre vegetada, pode obter-se uma maior infiltração das águas pluviais a nível de quadra urbana e uma contribuição significativa para a qualidade ambiental das cidades.

No entanto, essa questão é complexa e polêmica, envolve muitos aspectos (técnicos, sociais e econômicos) perpassando pelo debate sobre cidades compactas, concentradas, verticalizadas e densificadas, visando a redução dos custos operacionais de funcionamento comparadas às cidades espalhadas, de crescimento mais extensivo, com alto consumo de terras. Ainda não é consenso entre os estudiosos da área de planejamento urbano, por exemplo, o que é considerado alta, média ou baixa densidade, uma vez que são conceitos que variam de acordo com as especificidades físicas e culturais onde se inserem.

III



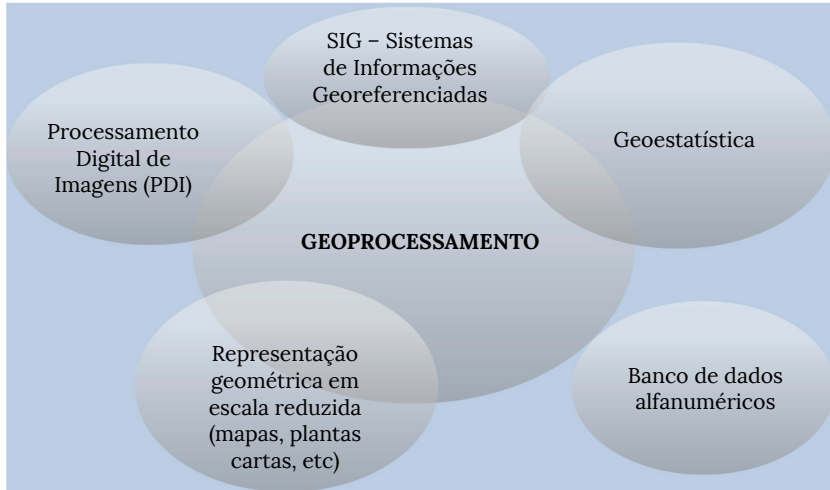
ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO

O objetivo deste capítulo é apresentar os indicadores socioecológicos e paisagísticos a partir de critérios pré-estabelecidos e a metodologia para o cálculo do Índice Socioecológico Paisagístico Urbano.

1. Geoprocessamento e sensoriamento remoto como subsídio à implementação da proposta

Entende-se geoprocessamento como um instrumental tecnológico para trabalhar com informações espaciais, envolvendo várias etapas de trabalho e técnicas específicas (Figura 1), como o SIG, o PDI, a geoestatística, a representação geométrica em escala reduzida, com interesse na espacialidade (localização e distribuição espacial de atributos) e o banco de dados. A utilização desse instrumental foi fundamental e adequada para análise dos dados.

Figura 1 - Geoprocessamento e as etapas de trabalho



Fonte: Elaboração da autora, 2018.

Confirmou-se, conforme descrito por Godfrey (2001), que cadastrar os dados da vegetação em banco de dados georreferenciados é muito vantajoso, facilitando a visualização simultânea do mapeamento associado ao banco de dados. Os dados quantitativos da vegetação urbana são fundamentais para o gerenciamento e controle, porque depois de implantado é de fácil atualização.

A adoção da Grade Estatística do IBGE, 2010, metodologia também utilizada na Finlândia, Suécia, Espanha, Austrália e Japão (IBGE, 2017), foi de grande valia, uma vez que associa um banco de dados alfanuméricos a dados espaciais georeferenciados.

Os dados vinculados à Grade Estatística do IBGE (2010) /célula são de livre acesso, a qual permite também a agregação de novos atributos. Os atributos são:

- **wkt_geom** = coordenadas da célula
- **ID_UNICO** = indentificador único
- **nome_1KM** = identificador da célula
- **nome_5KM** = identificador da célula
- **nome_10KM** = identificador da célula
- **nome_50KM** = identificador da célula
- **nome_100KM** = identificador da célula
- **nome_500KM** = identificador da célula
- **QUADRANTE** = identificador da célula
- **MASC** = população masculina residente na célula
- **FEM** = população feminina residente na célula
- **POP** = população total residente na célula
- **DOM_OCU** = domicílios ocupados na célula
- **Shape_Leng** = comprimento do perímetro da célula
- **Shape_Area** = **área da célula**

Atributos propostos, passíveis de serem acrescentados à Grade Estatística:

- **NºArv.SV** = número de árvores ou arbustos existentes no sistema viário na célula
- **A_copa_SV** = **área da copa de árvores ou arbustos** existentes no sistema viário na célula
- **NºArv.Q** = número de árvores ou arbustos existentes nos quarteirões na célula
- **A_COPA_QUA** = **área da copa de árvores ou arbustos** existentes nos quarteirões na célula
- **A_copa_APP** = **área da copa de árvores ou arbustos** existentes em APP na célula
- **A_copa_EPL** = **área da copa de árvores ou arbustos** existentes nos espaços de lazer públicos na célula

- **A_HORTA** = área da superfície destinada a horta em espaços públicos na célula
- **I_VERDE** = número de intersecções verdes na célula selecionada
- **G_ARTIF** = grau de artificialização da célula
- **V_SV_P** = relação entre área de copa das árvores e arbustos do sistema viário pela população residente na célula
- **V_Q_P** = relação entre área de copa das árvores e arbustos dos quarteirões pela população residente na célula
- **BIO_VEG** = relação entre espécies exóticas e nativas na célula

Importante salientar que as imagens de satélite foram fundamentais na pesquisa desenvolvida para produção dos dados referentes ao subsistema urbano, relacionado à vegetação. Para a análise e tratamento das imagens foi levado em consideração, conforme salientado por Silva (2003), que os sensores dos satélites captam a energia refletida dos objetos da superfície terrestre ao receberem a energia emitida pelo sol, o que permite distinguir diferentes materiais.

Conforme Câmara, Davis e Monteiro (2001), a modelagem dos dados espaciais baseia-se nas representações das variáveis geográficas, fazendo-se uso de base de dados digitais, apoiado pela representação vetorial e matricial, formada por um conjunto de quadradinhos chamados pixels.

A resolução da imagem depende da capacidade do sensor de distinguir objetos espacialmente muito próximos e com respostas espectrais similares (LUCHIARI; KAWACUBO; MORATO, 2005). Para o estudo da vegetação utilizou-se as faixas do visível (correspondente ao verde) e do infravermelho próximo das imagens de satélite de resolução espacial de 0,5m e resolução radiométrica de 11 bits por pixel.

Os softwares utilizados na pesquisa foram: Autocad (Autodesk AutoCAD Raster Design 2015 Número de série - 900-32429256 e Autodesk AutoCAD 2015 Número de Série - 900-32429256 e o SIG Qgis, versão 3.0, software livre, compatível com os dados trabalhados.

No software Autodesk AutoCAD, trabalhou-se com a representação vetorial que é a formada por linhas, pontos, nós, polígonos apoiados em um par de coordenada x, y. O software Autodesk AutoCAD Raster Design foi utilizado para trabalhar com representação matricial ou raster. O software QGIS foi utilizado para trabalhar tanto com representação vetorial como matricial e com banco de dados, constituindo-se a principal ferramenta utilizada.

Toda a base de dados foi ajustada para o sistema atualmente adotado pelo IBGE, Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000 e o sistema de Projeção de Mercator ou Universal Transversa de Mercator (UTM), que é um sistema de linhas projetadas em uma superfície plana, representando os paralelos e meridianos. As imagens de satélite e os mapas georreferenciados, disponibilizados pelos setores da administração pública, foram complementados com informações de campo também georreferenciadas com a utilização do aplicativo de acesso livre Sistema de Posicionamento Global - GPS Essentials, utilizado para obter a localização, bem como para realizar os registros fotográficos da vegetação e das áreas que necessitaram de conferência a campo.

Destaca-se que todos os dados de Aracaju e Maceió foram atrelados a uma mesma base cartográfica, com registros referenciados em um mesmo sistema de coordenadas, sendo respectivamente: Aracaju/SE, SIRGAS 2000, UTM 24S (EPSG 31984) e Maceió/AL, SIRGAS 2000 UTM 25S (EPSG 31985). Este também foi o sistema de projeção utilizado para confecção dos mapas temáticos.

A resolução espacial das imagens de satélite é um fator importante quando se trabalha com áreas urbanas, pois significa que quanto melhor for a resolução, mais detalhes são observados nas imagens e isso justifica a adoção de imagens de alta resolução. As imagens utilizadas de Aracaju foram as do sensor QuickBird, 2003 e WorldView-2, 2013, e as imagens de Maceió foram as do sensor QuickBird 2005 e WorldView-2, 2016, ambas disponibilizadas pela Secretaria do Planejamento, Orçamento e Gestão de Aracaju – SEPLOG e Secretaria de Meio Ambiente de Aracaju – Sema, Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento de Maceió – SEMPLA e Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio de Alagoas – SEPLAG, respectivamente. Também foram disponibilizados bancos de dados, mapas vetoriais planimétricos georreferenciados e legislações municipais (SEPLAG, 2017).

A partir das imagens de satélite WorldView-2, 2013 (Aracaju) e WorldView-2, 2016 (Maceió) foi possível calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Este índice baseia-se nas bandas visíveis e infravermelho próximo do espectro eletromagnético (JENSEN, 2009), adotada para o cálculo da Equação 1 (PONZONI e SHIMABIKURO, 2007). No raster resultante, a vegetação é evidenciada com valores próximos a +1, sendo o intervalo representado de -1 a +1. A primeira imagem gerada é em banda única na escala de cinza, onde os tons mais claros correspondem aos diferentes níveis (altura) da vegetação e às áreas com ausência de vegetação, com tonalidade escura.

$$NDVI = (pIVP - pV) / (pIVP + pV) \quad (1)$$

Onde: pIVP = reflectância no infravermelho próximo; pV= reflectância no vermelho.

Como o objetivo era isolar a vegetação, o cálculo automático do NDVI foi importante em uma primeira etapa do trabalho, mas não suficiente, pois observou-se que as imagens urbanas, pelo fato de apresentarem uma gama muito grande de materiais de construção e alguns com a mesma frequência da vegetação, às vezes são classificados erroneamente pelo algoritmo. Considerando isso, também foi utilizada a Classificação Supervisionada do uso do solo pelo plugin Dzetsaka-classification tool e conferida pelo SPC – Semi-automatic classification plugin (ambos disponibilizados no QGis), a partir de classes de uso pré-determinadas de acordo com o objetivo e da qualidade da imagem. As classes de usos do solo adotadas foram: vegetação (copa das árvores e arbustos), vegetação rasteira (gramíneas), cobertura metálica, cobertura cerâmica, asfalto, outros pavimentos, solo exposto, sombra das edificações altas e água.

O produto final destas etapas foram imagens de banda única, sobre as quais foi aplicado tratamento pós-classificação optando por *pseudocolor*, interpolação discreta, gradiente de cores com intervalo de valores iguais. A partir dessa operação, obteve-se uma imagem onde pode-se visualizar os elementos verdes, correspondendo às árvores, arbustos e também às gramíneas.

Para testar os indicadores e o ISEPU propostos, nas cidades de Aracaju e Maceió, foram percorridas várias etapas. Os resultados da etapa preliminar já revelavam a fisionomia, diversificação, localização e distribuição da vegetação na paisagem urbana do centro de Aracaju e Maceió, destacando a existência de pouca vegetação nos espaços que correspondem ao sistema viário e quarteirões.

A partir dessa etapa, considerando que o resultado encontrado não foi plenamente satisfatório em relação ao produto gerado a partir das imagens de satélite, além da classificação Não Supervi-

sionada (NDVI) e Supervisionada, o mapeamento final da cobertura vegetal também é resultado da adoção da técnica de fotointerpretação, a partir das considerações de Bosquilia (s/d.), sendo realizada parcialmente de forma direta ao objeto (fotoleitura) e também pela fotointerpretação correlativa dos elementos (fotoanálise e foto dedução), a partir da cor, forma, tamanho, padrão, textura, associação e sombra. Esta técnica também requereu o conhecimento da área, que foi aprimorado com trabalhos de campo para maior precisão na interpretação.

Considerando os procedimentos de tratamento das imagens de satélite já descritos, foram incorporados dados planimétricos georreferenciados e criadas camadas vetoriais, correspondendo à vegetação.

Cada camada vetorial corresponde a uma tipologia de vegetação de acordo com as classes preestabelecidas: vegetação do sistema viário (passeios públicos, canteiros centrais, rótulas e rotatórias); vegetação dos espaços públicos de lazer (praças, parques, outros); vegetação nas áreas protegidas legalmente (topo de morro, áreas com declividade superior a 45°, ao longo de rios e córregos e entorno de nascentes, vegetação em áreas *non aedificandi* (faixas sob linhas de transmissão de alta tensão, ao longo de vias férreas) e a vegetação intraquarteirões de uso residencial, comercial, serviços, institucional e industrial.

Para a confecção dos mapas de distribuição espacial da população foram utilizados os dados da Grade Estatística do IBGE (2010), referentes à população total residente em cada célula. A partir dessa informação, foi gerado automaticamente um mapa de pontos vetoriais (cada ponto localizado no centro de cada célula) e posteriormente utilizando-se do algoritmo de interpolação, denominado de Inverso da Distância à Potência – IDW, que se baseia na distância ponderada

dos pontos amostrais. O resultado dessa operação mostrou-se adequado porque a distribuição dos pontos é regular. O produto final é uma camada raster bidimensional, que recebeu tratamento pós-interpolação para regularização da imagem (Singleband pseudocolor, interpolação discreta e classes de cores contínuas).

Essas informações passaram a compor o banco de dados da Grade Estatística georreferenciada do IBGE, 2010, utilizada como referência para a análise espacial dos recortes espaciais analisados. Atualmente, o banco de dados da Grade Estatística, além da localização, apenas disponibiliza os dados da população total, total de homens e mulheres residente na célula e total de domicílios ocupados na célula.

Essa grade, nas áreas urbanas de todos os municípios brasileiros, fornece os dados por células de 4ha (40.000m²), o que corresponde a uma malha de 200m x 200m. A partir da adoção da grade assume-se uma lógica poligonal em contraponto à analógica adotada comumente na prática do planejamento urbano. Essa grade é de grande valia, apresenta uma base confiável de dados, permite a agregação de novos dados e análise multiescalar, de acordo com o foco de interesse de cada pesquisa.

A variação escalar permite recortes variados, que podem incluir bairros, macrozonas, ou outra desejada pelos pesquisadores, com a vantagem de constituir-se um critério válido também para análises comparativas entre recortes intraurbanos de uma mesma cidade, bem como entre cidades. Mostrou-se muito útil para avaliar os subsistemas intraurbanos, para o planejamento e gestão do verde urbano. Cabe salientar que nas cidades brasileiras não existe um critério de área espacial para a definição dos bairros, por exemplo, dificultando os estudos comparativos, tanto entre bairros de uma mesma cidade, como entre cidades diferentes.

Em relação à metodologia adotada para o cruzamento de dados para análise da vegetação, foi utilizada a sobreposição das camadas:

- imagem de satélite original
- imagem do uso de solo classificado
- grade estatística do IBGE (2010)
- imagem com a extração de dados referentes à vegetação (resultado da classificação da imagem de satélite e trabalho de campo)
- mapas planimétricos
- recorte espacial setorial com cruzamento de dados rasters, vetoriais e banco de dados alfanuméricos.

O recorte espacial adotado corresponde a 144 células da Grade Estatística do IBGE e área superficial de 576ha em cada cidade analisada. Proporcionalmente, esse recorte corresponde a 3,17% e 2,90% das áreas urbanas de Aracaju e Maceió.

A medição sistemática, estruturada e balanceada dos resultados permitirá à comunidade e aos gestores públicos fazerem as intervenções necessárias com base em informações pertinentes e confiáveis. A aplicação sistemática também permite captar as variações entre o planejado e o realizado, bem como promover a cultura para a melhoria contínua, uma vez que possibilita a comparação temporal.

Levando em consideração as recomendações de Magalhães (2011), os indicadores propostos foram selecionados, estruturados e organizados hierarquicamente considerando o sistema e os subsistemas que caracterizam a cidade. As dimensões escolhidas foram (área, comprimento, localização, tipologia, forma, biodiversidade e distribuição espacial da população), respeitando seus graus de im-

portância e prioridade para o alcance dos objetivos pretendidos. A atribuição dos pesos ocorreu segundo diferentes critérios, resultado da reflexão teórica e da observação empírica, apresentando, no entanto, algum nível de subjetividade.

Considera-se as ações antrópicas como as forças de pressão atuantes na paisagem urbana (por exemplo, a retirada de vegetação nativa e a introdução de espécies exóticas), sinalizando a situação e a dinâmica dos recursos vegetacionais, resposta das ações do Estado e da sociedade. A vegetação, por sua vez, pode ser analisada sob vários aspectos, indicando padrões sociais que influenciam na forma de organização e na relação da sociedade com o verde urbano.

O levantamento de dados e informações para avaliar a vegetação urbana foi resultado de uma análise de elementos que estão inter-relacionados, optando-se pela representação de variáveis agrupadas em classes de análise, aqui denominadas de sistema e subsistema associado aos serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação.

Os indicadores, baseados em critérios de quantidade, centram-se nas projeções das copas de árvores e arbustos, tendo por objetivo fornecer informações sobre a quantidade e indiretamente sobre a qualidade dos espaços verdes, partindo-se do pressuposto de que quanto maior a quantidade, diversidade e contiguidade desses espaços na cidade, melhor será seu desempenho.

Os critérios de qualidade dizem respeito ao entendimento de que a preservação dos espaços verdes na cidade ajudam os cidadãos a identificarem-se com o valor da vegetação sob diferentes possibilidades, cada qual cumprindo uma função e desempenhando um papel fundamental para a qualidade ambiental.

Os indicadores caracterizam a vegetação por tipo, localização, distribuição e biodiversidade, sendo nesta categoria adotada a no-

menclatura científica proposta pelo APG II (AngiospermPhylogeny-Group II) de Souza e Lorenzi (2008) e o banco de dados da lista de espécies da Flora do Brasil de Forza et al. (2010).

2. Proposta metodológica para o cálculo dos indicadores e do Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano (ISEPU)

Para a composição do ISEPU, foram propostos dez indicadores:

- **Indicador 1 (I1)** – Vegetação em áreas de Preservação Permanente e de Proteção Ambiental

Graficamente o indicador corresponde ao mapa da vegetação nas áreas protegidas legalmente. O cálculo do indicador, elaborado pela autora, é a fração entre a área total da copa das árvores e arbustos nas áreas legalmente protegidas e a área total legalmente protegida.

$$(I1) = \frac{\Sigma \text{áreas vegetadas protegidas legalmente}}{\text{área total das áreas protegidas legalmente}} \times 100\% \quad (2)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 2 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 2 (I2)** – Artificialização da paisagem

A representação gráfica inicial do indicador é um cartograma com gradiente de cores, e a final, um mapa resultado da interpolação dos dados (algoritmo IDW, explicado na página 88). Com base nas sete categorias de hemerobia de Belem e Nucci (2011), a classi-

ficação da artificialização da paisagem adotada é dividida em cinco categorias, caracterizando-se como os graus de artificialização da paisagem. Os critérios para o estabelecimento das categorias foram a impermeabilização do solo (incluídos nesta categoria os canais de drenagem a céu aberto utilizados para despejo de esgotos) a presença ou não de elementos naturais como água e cobertura vegetal.

Parâmetros de interpretação do resultado, considerando a área superficial mínima adotada (4ha) que corresponde à menor unidade espacial da Grade Estatística do IBGE, 2010:

- **Artificialização da paisagem Mínima (AMi)** = de zero a 29% da superfície artificializada.
- **Artificialização da paisagem Baixa (AB)** = de 30% a 49% da superfície artificializada.
- **Artificialização da paisagem Média (AMe)** = 50 a 69% da superfície artificializada.
- **Artificialização da paisagem Alta (AA)** = 70 a 89% da superfície analisada artificializada.
- **Artificialização da paisagem da superfície Máxima (AMa)** = 90 a 100% da superfície artificializada.

Para calcular o indicador, elaborado pela autora, inicialmente é necessário calcular a Média ponderada de artificialização das células da grade estatística – MPA, ou seja, média ponderada da área total da superfície por classe, considerando os seguintes pesos:

- AMi, peso 3,5
- AB, peso 3
- AMe, peso 2
- AA, peso 1
- AMa, peso 0,5.

O cálculo do indicador é a fração entre a MPA e a área total analisada.

$$MPA = \frac{(\Sigma \text{área cel.AMi} \times 3,5) + (\Sigma \text{área cel.AB} \times 3) + (\Sigma \text{área cel.AMe} \times 2) + (\Sigma \text{área cel. AA} \times 1) + (\Sigma \text{área cel.AMa} \times 0,5)}{\Sigma \text{pesos}} \quad (3)$$

$$(I3) = \frac{MPA}{\text{área urbana analisada}} \times 100\% \quad (4)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 4 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 3 (I3) – Vegetação no sistema viário**

Este indicador considera a vegetação existente nos passeios públicos (laterais das vias), nos canteiros centrais, nas rotatórias e rótulas. A representação gráfica é o mapa da vegetação viária, ou seja, a representação vetorial da área da copa de arbustos e árvores.

Em se tratando de área superficial, o cálculo do indicador é a fração entre a área total da copa das árvores e arbustos das ruas sobre 40% da área total das ruas analisadas, considerando a impossibilidade de sombreamento total das ruas.

$$(I3) = \frac{\Sigma \text{área copas arbustos e árvores}}{\text{área total ruas} \times 0,4} \times 100\% \quad (5)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 5 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 4 (I4) – Conectividade e intersecções verdes**

Este indicador considera o cruzamento da vegetação entre as ruas e entre ruas e praças, parques ou outros espaços públicos vegetados. A representação gráfica é o mapa da vegetação dos espaços públicos com os pontos de intersecção.

O cálculo do indicador, elaborado pela autora, é a fração entre o número de intersecções vegetadas e o número de intersecções existentes no sistema viário.

$$(I4) = \frac{\Sigma \text{número intersecções ruas vegetadas}}{\text{número total intersecções viária}} \times 100\% \quad (6)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 6 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 5 (I5) – Vegetação nos espaços de lazer públicos**

Este indicador, elaborado pela autora, considera a área da superfície das praças e ou parques e a área da copa das árvores e arbustos. A representação gráfica é o mapa da vegetação dos espaços de lazer públicos.

O cálculo do indicador é a fração entre a área da copa dos arbustos e árvores dos espaços públicos de lazer sobre a área total desses espaços.

$$(I5) = \frac{\Sigma \text{área copa arbustos e árvores dos espaços de lazer públicos}}{\text{área total espaços de lazer públicos}} \times 100\% \quad (7)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 7 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 6 (I6)** – Vegetação nos quarteirões de uso residencial, comercial, serviço, institucional ou industrial

Este indicador considera a área da superfície dos quarteirões de uso residencial, comercial, serviço, institucional ou industrial e a relação entre a área da copa das árvores e arbustos. O cálculo do indicador, elaborado pela autora, é a fração entre a área da copa dos arbustos e árvores dos quarteirões sobre 40% da área total desses espaços.

Considerando que os Planos Diretores estabelecem taxas de ocupação máximas diferenciadas para as diversas zonas de ocupação urbana, propõe-se o percentual de 40%, que corresponde a uma média da superfície dos quarteirões passível de incorporar cobertura vegetal (a qual pode também ficar acima da cobertura das edificações), uma vez que para efeito de cálculo são consideradas as copas de arbustos e árvores.

$$(I6) = \frac{\Sigma \text{área copa arbustos e árvores dos quarteirões}}{\text{área total quarteirões} \times 0,4} \times 100\% \quad (8)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 8 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

- **Indicador 7 (I7)** – Distribuição da vegetação do sistema viário pela distribuição da população residente

Este indicador considera a distribuição da vegetação do sistema viário e a distribuição da população residente. A representação gráfica é um mapa da interpolação dos dados da população residente e a projeção da copa de arbustos e árvores localizadas no sistema viário. O cálculo do indicador é a fração entre a população residente nas células, por classes de densidades, onde as ruas são vegetadas e a população total residente na área analisada.

$$DVS\text{V}(\text{tipo } 1, 2, \dots, n) = \frac{\Sigma \text{área copa arbustos e árvores do sistema viário das células tipo } 1, 2, \dots, n}{\Sigma \text{residentes das células tipo } 1, 2, \dots, n} \quad (9)$$

DVS\text{V} (Distribuição vegetal no sistema viário).

Foram adotadas as seguintes classes de densidade de residentes:

- Células sem residentes (não computado no resultado final)
- Células de 1 a 20 residentes
- Células de 21 a 50 residentes
- Células de 51 a 100 residentes
- Células de 101 a 300 residentes
- Células de 301 a 500 residentes
- Células de 501 a 1000 residentes
- Células com mais de 1000 residentes

DVS\text{V} (tipo 1, 2, \dots, n) \geq 30m² --- peso 1

DVS\text{V} (tipo 1, 2, \dots, n) < 30m² ----- peso 0

O Indicador 7, elaborado pela autora, é o resultado do somatório dos valores atribuídos a cada classe, sendo somente considerado o resultado maior ou igual a 30m² de cobertura vegetal (área copa das

árvores e arbustos) por habitante, por faixa de classe de densidade de população residente, com valor atribuído igual a 1 (um) dividido pelo número de classes analisadas.

$$(I7) = \frac{\Sigma DV_{1,2,...,n}}{\Sigma pesos} \quad (10)$$

A área superficial de copa adotada, no cálculo, corresponde à média das áreas superficiais das copas das espécies arbóreas e arbustivas identificadas nos recortes espaciais analisados. Observa-se que essa medida pode ser ajustada, sendo possível também a supressão ou criação de outros intervalos de classe de população residente, de acordo com a superfície total analisada e densidade de residentes, para adequar-se a cada realidade.

Parâmetros de interpretação do resultado:

O resultado final corresponde à média aritmética entre os valores aferidos, ao qual é aplicado o peso correspondente, para a composição do ISEPU.

- **Indicador 8 (I8)** – Distribuição da vegetação dos quarteirões pela distribuição da população residente

Este indicador considera a distribuição da vegetação dos quarteirões de uso de lazer, residencial, comercial, serviços ou industrial e a distribuição da população por densidade populacional nas células. A representação gráfica é um mapa da interpolação dos dados da população residente e a projeção da copa de arbustos e árvores localizadas nos quarteirões de uso residencial, comercial, serviços, institucional ou industrial. O cálculo do indicador é a fração entre a população residente nas células (por classe de densidade) onde

os quarteirões são vegetados e população total residente na área analisada.

$$DVQ(\text{tipo}1,2\dots n) = \frac{\Sigma \text{área copa arbustos e árvores do sistema viário das células tipo } 1,2\dots n}{\Sigma \text{residentes das células tipo } 1,2\dots n} \cdot 100\% \quad (11)$$

DVQ (Distribuição vegetal nos quarteirões de uso residencial, comercial, serviço, institucional ou industrial).

Foram adotadas as seguintes classes de densidade de residentes:

- Células sem residentes (não computado no resultado final)
- Células de 1 a 20 residentes
- Células de 21 a 50 residentes
- Células de 51 a 100 residentes
- Células de 101 a 300 residentes
- Células de 301 a 500 residentes
- Células de 501 a 1000 residentes
- Células com mais de 1000 residentes

DVQ (tipo 1, 2,...n) >= 30m² --- peso 1

DVQ (tipo 1, 2... n) < 30m² -----peso 0

O **Indicador 8**, elaborado pela autora, é o resultado do somatório dos valores atribuídos a cada classe, sendo somente considerado o resultado maior ou igual a 30m² de cobertura vegetal (área da copa das árvores e arbustos) por habitante, por faixa de classe de densidade de população residente, com valor atribuído igual a 1 (um) dividido pelo número de classes analisadas.

$$(18) = \frac{(\Sigma DV1,2\dots n)}{\Sigma \text{ pesos}} \quad (12)$$

A área de copa corresponde à média das áreas das copas das espécies arbóreas e arbustivas identificadas nos recortes espaciais analisados. Observa-se que essa medida pode ser ajustada, sendo possível também a supressão ou criação de outros intervalos, de acordo com a superfície total analisada e densidade de residentes, para adequar-se a cada realidade.

Parâmetros de interpretação do resultado:

O resultado final corresponde à média aritmética entre os valores aferidos, ao qual é aplicado o peso correspondente, para a composição do ISEPU.

- **Indicador 9 (I9) – Biodiversidade vegetal**

Este indicador considera a diversidade de espécies arbustivas e arbóreas encontradas no recorte espacial analisado, classificando-as em exóticas e nativas. O cálculo do indicador, elaborado pela autora, é a fração entre a média ponderada das espécies nativas (peso 6) e exóticas (peso 4) identificadas no recorte espacial analisado e o total de espécies identificadas. A representação desse indicador é um quadro com as seguintes informações: família, espécie, nome popular, origem, categoria e o diâmetro médio da copa (envergadura), por espécie.

$$MPE = \frac{\Sigma(\text{espécies nativas} \times 6) + \Sigma(\text{espécies exóticas} \times 4)}{\Sigma \text{ pesos}} \quad (13)$$

MPE – Média ponderada das espécies vegetais.

$$(I9) = \frac{MPE}{\Sigma \text{ espécies encontradas na área de estudo}} \quad (14)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 14 é aplicado o peso correspondente, para a composição do ISEPU.

- **Indicador 10 (I10)** – Espaços públicos de agricultura e horta urbana

Este indicador considera a existência de espaços públicos destinados a agricultura/hortas urbanas. A representação gráfica é um mapa com a localização dos espaços públicos destinados a agricultura/horta urbana. O cálculo do indicador, elaborado pela autora, é a fração entre o somatório das áreas dos espaços públicos produtivos sobre o somatório total das áreas públicas (tipo praças, parques, áreas pertencentes ao banco de terras municipais) no recorte espacial analisado.

$$(I10) = \frac{(\Sigma \text{ áreas produtivas})}{(\text{área total dos espaços públicos no recorte espacial analisado})} \times 100\% \quad (15)$$

Parâmetros de interpretação do resultado:

Ao resultado da operação da Equação 15 é aplicado o peso correspondente para a composição do ISEPU.

Os pesos dos indicadores, para a composição do ISEPU, possuem papel importante na promoção da congruência de prioridades, sendo que os valores adotados refletem a importância de cada indicador no contexto analisado. Os pesos foram distribuídos considerando uma escala que varia de 0 a 1 (zero a um), correspondendo em percentual de zero a 100% (Tabela 1).

Tabela 1 - Pesos atribuídos aos indicadores para composição do ISEPU

I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	TOTAL
0,15	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,10	0,05	1
15%	20%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	10%	5%	100%

Fonte: Elaboração da autora, 2018.

Ao indicador 1 (vegetação nas áreas legalmente protegidas) foi atribuído peso 0,15 (correspondendo a 15% do total) por tratar-se de vegetação que desempenha principalmente a função ecológica.

Ao indicador 2 (artificialização da paisagem) foi atribuído peso de 0,20 (correspondendo a 20% do total), por entender-se que configura-se como definidor das possibilidades de esverdeamento urbano (superfícies não impermeabilizadas).

Quanto aos indicadores 3, 4, 5 e 6 (vegetação das ruas, interseções verdes, vegetação dos espaços de lazer e dos quarteirões de uso residencial, comercial, serviços, institucional ou industrial, respectivamente) foi atribuído a cada indicador peso 0,10 (correspondendo a 10% do total), cujo somatório corresponde a 40% do total. Justifica-se a atribuição dos pesos por entender-se que estes correspondem a nível de solo, os espaços urbanos passíveis de serem vegetados, caracterizando-se em última instância como definidores da qualidade ambiental.

Aos indicadores 7 e 8 (vegetação das ruas, quarteirões de uso residencial, comercial, serviços, institucional ou industrial) relacionados com a distribuição da população residente foi atribuído (para cada indicador) peso 0,05 (correspondendo a 5% do total), cujo somatório corresponde a 10% do total, dada sua importância no contexto urbano, uma vez que avalia a relação entre vegetação por população residente.

Ao indicador 9 (biodiversidade vegetal) foi atribuído peso 0,10 (correspondendo a 10% do total), caracterizando-se como o defini-

dor da diversidade de espécies pertencentes ao reino vegetal existentes na área analisada.

E ao indicador 10 (espaços produtivos) foi atribuído peso 0,05 (correspondendo a 5% do total), caracterizando-se como o definidor da diversidade de espaços vegetados na área analisada.


Propôs-se três faixas para avaliação dos resultados dos indicadores e do ISEPU, a partir da compreensão do papel relevante da vegetação para o equilíbrio ecológico, social e paisagístico da paisagem urbana:

- **Baixo** – até 0,5 ou 50%
- **Médio** – de 0,51 até 0,8 ou 51% a 80%
- **Alto** – acima de 0,8 ou 80%

A partir deste critério, considera-se o valor de 0,7 (70%) a linha de base ou referência para os indicadores e para o ISEPU, como ponto de inflexão, equilíbrio entre os aspectos socioecológicos e paisagísticos. A função deste parâmetro é possibilitar a comparação entre o valor aferido e o valor de referência e a partir disso estabelecer metas para o planejamento.

No Quadro 1, apresenta-se a proposta resumida dos dez indicadores e ISEPU, bem como as formas de obtenção dos dados e os respectivos pesos atribuídos a cada indicador.

Quadro 1 – Resumo da proposta dos Indicadores e Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano

Subsistemas	Funções da Vegetação	Serviços Ecosistêmicos	Indicadores	Representação	Análise	Pesos
GEOLÓGICO HIDROLÓGICO BIOLÓGICO	Dar suporte e estabilidade; Manter e estimular a formação do solo; Promover drenagem/ controlar erosão; Melhorar a qualidade do ar, solo, água; Regular clima e mitigar ilhas de calor; Promover qualidade ambiental; Reduzir impactos de eventos naturais; Estabelecer corredores verdes; Proteger a linha da costa contra ressacas elevação do nível do mar e impactar positivamente o sistema econômico	Regulação	ECOLÓGICO (I) vegetação em áreas de preservação permanente e proteção ambiental	(II) vegetação em áreas protegidas	Alto	0,15=15%
SISTEMAS NATURAIS						
SOCIAL CIRCULATÓRIO METABÓLICO	Oportunizar para as pessoas conviverem com elementos da natureza; Promover educação ambiental; Promover qualidade ambiental e visual nos deslocamentos intraurbanos e nos espaços públicos de lazer Estabelecer corredores verdes para fauna e flora; Melhorar a qualidade do ar (captura de CO2); Mitigar ilhas de calor; Impactar positivamente o sistema econômico	Culturais Regulação	Social e paisagístico (II) artificialização da paisagem	da Mapa interpolado dos graus de artificialização da paisagem	Baixo	0,20 =20%
			(III) vegetação no sistema viário	Mapa vegetação viária		0,10 =10%
			(IV) conectividade e intersecções verdes	Mapa de conectividades e intersecções verdes	ALTO Acima de 0,8	0,10 =10%
			(V) vegetação nos espaços de lazer públicos	Mapa vegetação nos espaços de lazer públicos	0,8 ou 80%	0,10 =10%
			(VI) vegetação nos quarteirões	Mapa vegetação nos quarteirões de uso residencial, institucional, comercial ou industrial	MÉDIO 0,51 a 0,8	0,10 =10%
			(VII) distribuição da vegetação do sistema viário pela distribuição da população residente	Mapa vegetação do sistema viário	51% a 80%	0,05 =5%
			(VIII) distribuição dos quarteirões pela distribuição da população residente	Mapa vegetação dos quarteirões	BAIXO Até 0,5 ou 50%	0,05 =5%
SISTEMA ANTRÓPICO	Produzir alimento Impactar positivamente o sistema econômico	Produção Cultural	(IX) biodiversidade vegetal	Quadro com especificação das espécies por tipo		0,10 =10%
			(X) espaços públicos de agricultura/horta urbana	Mapa espaços públicos destinados a horta agricultura/horta urbana		0,05 =5%
			ÍNDICE SOCIOECOLÓGICO E PAISAGÍSTICO URBANO – ISEPU			1,0 100%

Fonte: Elaboração da autora, 2018.

IV



ESTUDO DE CASO: ÁREAS CENTRAIS DE ARACAJU/SE E MACEIÓ/AL

O cálculo e a análise dos indicadores e do ISEPU, foram realizados a partir a unidade básica do sistema adotado (Grade Estatística do IBGE, 2010). O recorte espacial para caracterizar as áreas centrais de Aracaju e Maceió, ficou portanto, exclusivamente condicionado espacialmente a essa grade, não sendo levado em consideração limites administrativos de bairros. A Tabela 2 apresenta alguns dados do banco de dados vinculados à grade estatística do IBGE.

Tabela 2 - Resultado dos dados de população total da grade estatística para as áreas centrais de Aracaju e Maceió

Campo analisado	Área central de Aracaju	Área central de Maceió
Contagem	144 células	144 células
Valores Únicos	122	122
Valores nulos (perdidos)	zero	zero
Valor mínimo	zero	zero
Valor máximo	776	1523
População máxima	776 hab./célula	1523 hab. /célula
População total	36.615 hab.	40.514 hab.
Valor médio	254,27 hab.	281,34 hab.
Valor da mediana	242,0 hab.	163 hab.
Desvio Padrão	184,40	337,09
Coefficiente de variação	0,725	1,198
Minoria (valor de ocorrência mais rara)	2,0	1,0
Maioria (valor mais frequente)	zero	zero
Primeiro quartil	127,0	39,0
Terceiro quartil	360,0	337,0
Intervalo interquartil (IQR)	233,0	298,0

Fonte: IBGE, Grade estatística, 2010. Elaboração da autora, 2018.

1. Cálculo do Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano das áreas centrais de Aracaju/SE e Maceió/AL

O recorte da área central de Aracaju contemplou três bairros (Centro, Getúlio Vargas e São José) e parcialmente nove bairros adjacentes (Industrial, Santo Antônio, 18 de Forte, Siqueira Campos, Cirurgia, Pereira Lobo, Suíssa, Salgado Filho e 13 de Julho).

O recorte espacial analisado é uma importante região consolidada ao longo da evolução urbana da cidade e caracteriza-se como de uso misto, predominando órgãos institucionais, comércio e prestação de serviços. Ao longo do tempo, houveram muitas alterações no uso do solo, mas a verticalização intensiva não ocorreu nesta porção da cidade, o que acarretou uma cristalização das atividades nos últimos anos.

Uma análise referente ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU, vigente desde 2000, relacionada diretamente ao regime urbanístico, especialmente ao coeficiente de aproveitamento, à taxa de ocupação do solo e recuos, justifica e consolida o resultado espacial. A artificialização da paisagem observada na área central de Aracaju é resultado da alta taxa de ocupação permitida (90%), consolidando-se na alta impermeabilização dos lotes, somada à impermeabilização das ruas e passeios públicos (ARACAJU, 2000).

A área central de Maceió contemplou o Bairro Centro (centro histórico) e parcialmente sete bairros adjacentes (Bom Parto, Jacintinho, Farol, Prado, Poço, Levada e Jaraguá). Caracteriza-se como de uso misto, cristalizando, em detrimento das alterações no uso do solo, a presença de residências, órgãos institucionais, comércio e prestação de serviços.

O Plano Diretor de Maceió – PDM (vigente no momento em que foi realizada a pesquisa), no artigo 127, estabelece que os bairros de Prado, Poço, Centro e Jaraguá integram a Macrozona de Adensamento Controlado da planície costeira de Maceió. Para esses bairros, o coeficiente de Aproveitamento Básico é de 3,5 (sendo 4 o máximo previsto para o Centro) e para o Bairro Jaraguá é 2 (MACEIÓ,2006).

Para os bairros Levada e Bom Parto, que integram a Macrozona Prioritária para implantação de infraestrutura urbana na planície costeira e flúvio-lagunar, o coeficiente é 3,5. E em parte do Bairro Farol, localizado na unidade geomorfológica denominada de Tabuleiro, o Coeficiente de Aproveitamento é 4. O recorte espacial também contempla parcialmente Zona ou Unidade Especial de Preservação Cultural e Zona de Interesse Ambiental e Paisagístico.

A análise referente ao PDM (2006) relacionada diretamente ao regime urbanístico mostra que as maiores taxas permitidas variam entre 20% e 90%, sendo que as mais permissivas estão relacionadas aos lotes comerciais ou institucionais, o que justifica a artificialização da paisagem observada na área central, especialmente nas proximidades do centro histórico e nas avenidas.

Vale destacar que os Planos Diretores referidos, não tratam especificamente dos aspectos relacionados a vegetação urbana, temática de interesse recente, conforme já mencionado e discutido em Capítulo anterior. Especificamente relacionado à arborização urbana, em Aracaju está vigente desde 2014, o Plano Municipal de Arborização Urbana – PMARB, o qual, parte da premissa que sua efetiva implementação depende do inventário do patrimônio arbóreo; o Plano de Arborização Urbana de Maceió, até o momento, está em elaboração. Destaca-se também que em ambas cidades estão sendo implementadas diversas ações em prol do incremento da ar-

borização urbana, sob a responsabilidade de equipe técnica de órgãos do poder público instituído.

Levando em consideração o exposto, apresenta-se a análise dos resultados dos indicadores e do ISEPU das áreas centrais de Aracaju e Maceió.

Indicador 1 – Vegetação em áreas de preservação permanente e proteção ambiental.

Na área central de Aracaju, estão presentes canais que fazem parte do sistema de macrodrenagem que deságua no Rio Sergipe, o qual constitui-se uma das principais bacias hidrográficas do Estado. É uma região em que, pelas suas características, predominava a vegetação de restinga e manguezais e atualmente, resultado da pressão urbana, encontra-se totalmente comprometida e descaracterizada.

Essa prática, também observada na maioria das cidades brasileiras, causa prejuízos não somente para a população residente, mas também aos comerciantes, prestadores de serviços e aos transeuntes, não somente pelo odor desagradável, mas pelos prejuízos ecológicos agregados, bem como pela perda da qualidade visual e estética.

O uso do solo e a incorporação da infraestrutura não respeitaram os ciclos essenciais e as funções de suporte à vida dos ecossistemas ali existentes. Na porção territorial junto ao Rio Sergipe classificada atualmente como uma Unidade de Conservação - UC, foi executada a avenida denominada Avenida Ivo do Prado, com canteiro central.

A partir destas constatações, a vegetação existente que foi introduzida nas margens desses canais (em muitos trechos de maneira inapropriada), assim como na margem do Rio Sergipe foi incorpora-

da no cálculo do Indicador 3, por entender-se ser vegetação localizada no sistema viário.

A área terrestre da UC corresponde a 10,78ha, equivalente a 1,87% da área total analisada. A parte que corresponde ao Rio Sergipe propriamente dito equivale a 36,29ha, equivalente a 6,30% da área total analisada. Os canais de drenagem a céu aberto percorrem uma extensão de 4,96km e correspondem a uma área aproximada de 1,48ha, equivalente a 0,25% da área total analisada (Figura 2).

Figura 2: Áreas especiais da área central de Aracaju



Fonte: Grade Estatística IBGE, 2010, Prefeitura Municipal de Aracaju/SE, 2017. Elaboração da autora, 2018.

Outra área importante, parcialmente incorporada no recorte analisado, é a superfície coberta pelos trilhos da antiga estrada férrea, localizado na porção central da Av. Augusto Franco. A legislação estabelece que a uma distância de 15m a partir do eixo central para cada lado, caracteriza-se como área *non aedificandi*. Atualmente, essa região apresenta-se sem uso, em virtude da inexistência desse modal de transporte.

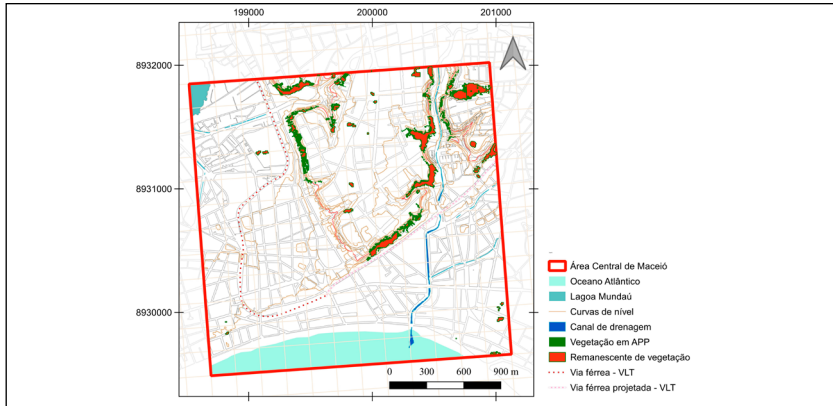
O Indicador 1, na área central de Aracaju, não recebeu pontuação porque as áreas classificadas como especiais, merecedoras de tratamento diferenciado pelas suas especificidades, apresentam-se descaracterizadas e artificializadas.

A área central de Maceió, por sua vez, especialmente na região próxima ao Oceano Atlântico (Bairro Jaraguá), é resultado do processo de execução de aterros de áreas alagadiças. Também estão presentes nesta área canais que fazem parte do sistema de macrodrenagem. Observou-se no trabalho de campo que em diversos pontos é lançado esgoto nesses canais, que têm como destino final o mar. Originalmente predominava a vegetação de restinga, no entanto, atualmente, encontra-se totalmente descaracterizada.

Da mesma forma que ocorreu em Aracaju, o uso do solo e a incorporação da infraestrutura não respeitaram os ciclos essenciais e as funções de suporte à vida dos ecossistemas ali existentes. A partir destas constatações, a vegetação que foi introduzida nas margens desses canais (em muitos trechos de maneira inapropriada), assim como na margem na orla marítima, foi incorporada no cálculo do Indicador 3, por entender-se como vegetação localizada no sistema viário.

As áreas especiais de Preservação Permanente, assim consideradas pela sua declividade, encontram-se parcialmente vegetadas (Figura 3). O total da projeção da copa de árvores localizadas nestas áreas é de 16,32ha, o que corresponde a 32,25% da área total de APPs (levando em consideração que as margens dos cursos d'água foram classificadas também como APP).

Figura 3: Áreas especiais da área central de Maceió



Fonte: Grade Estatística IBGE, 2010, Prefeitura Municipal de Maceió, 2017. Imagem de satélite Worldview, 2016 e IMA, 2016. Elaboração da autora, 2018.

Indicador 2 – Artificialização da paisagem.

Do total de 576ha, correspondente à superfície selecionada na área central de Aracaju, 59,72% das células da grade estatística foram classificadas como de artificialização máxima, 29,86%, artificialização alta, 1,38%, artificialização média, 3,47%, artificialização baixa e 5,55% como de artificialização mínima (apenas as células correspondentes ao Rio Sergipe); significando que 86,49% da superfície das células apresentam impermeabilização do solo acima de 70% da superfície.

Da área total analisada, apenas 13,20ha foram consideradas áreas sem uso, ou terrenos baldios (terrenos com área superficial significativa), o que corresponde apenas a 2,29% da área total analisada. Neste caso, foram sinalizadas apenas as áreas dos quarteirões livres de edificações, e não foram consideradas as áreas sem pavimentação nas praças, canteiros e rotatórias do sistema viário, lotes pequenos e faixa de areia ao longo do Rio Sergipe, por não caracterizarem superfície de área relevante (Figura 4).

Figura 4: Espacialização dos graus de artificialização da área central de Aracaju

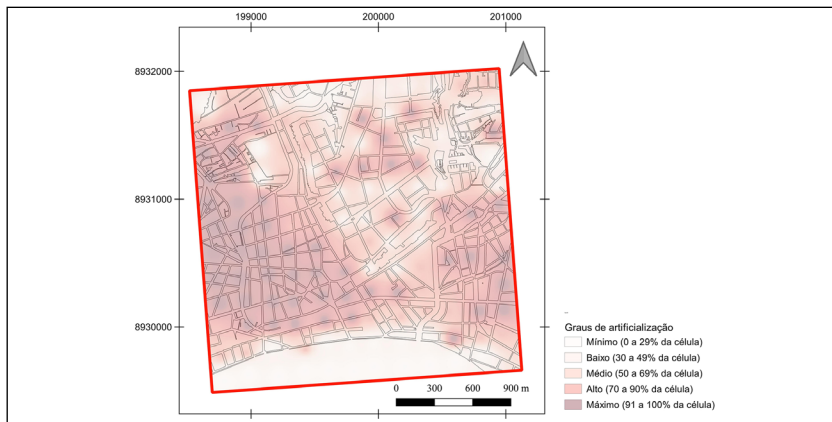


Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

O dado revela a intensa ocupação do solo na área central de Aracaju, dificultando sobremaneira a inserção da vegetação neste contexto, especialmente na porção mais central. O resultado do Indicador 2 é 0,09236 na escala de zero a um, o que corresponde a 9,23% na escala que varia de zero a 100%, confirmando o alto grau de artificialização da área estudada, especialmente decorrente da impermeabilização do solo.

Do total de 576ha, correspondente à superfície selecionada na área central de Maceió, 38,88% das células da grade estatística foram classificadas como de artificialização máxima, 24,30%, artificialização alta, 20,83%, artificialização média, 9,02%, artificialização baixa e 6,94% como de artificialização mínima (praticamente as células correspondentes ao Oceano Atlântico e Lagoa Mundaú), significando que 63,18% da superfície das células apresentam impermeabilização do solo acima de 70% da superfície (Figura 5).

Figura 5: Espacialização dos graus de artificialização da área central de Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 2 é 0,1368 na escala de zero a um, o que corresponde a 13,68% na escala que varia de zero a 100%, confirmando assim, como observado na área central de Aracaju, o alto grau de artificialização da área estudada, especialmente decorrente da impermeabilização do solo.

Indicador 3 – Vegetação no sistema viário

A extensão das ruas na área central de Aracaju é de 44,57km, correspondendo a uma superfície de aproximadamente 261ha, o que representa 45,31% da área total. No entanto, apenas 4,29% do total é sombreada pela copa das árvores e arbustos.

A faixa correspondente aos trilhos e áreas *non aedificandi* localizados na Av. Rio de Janeiro foram considerados como pertencentes ao sistema viário, tendo sua área superficial incorporada nos valores acima apresentados.

Neste sentido, a paisagem registra que a área central de Aracaju foi consolidada sem ênfase nos princípios ecológicos, sendo o solo

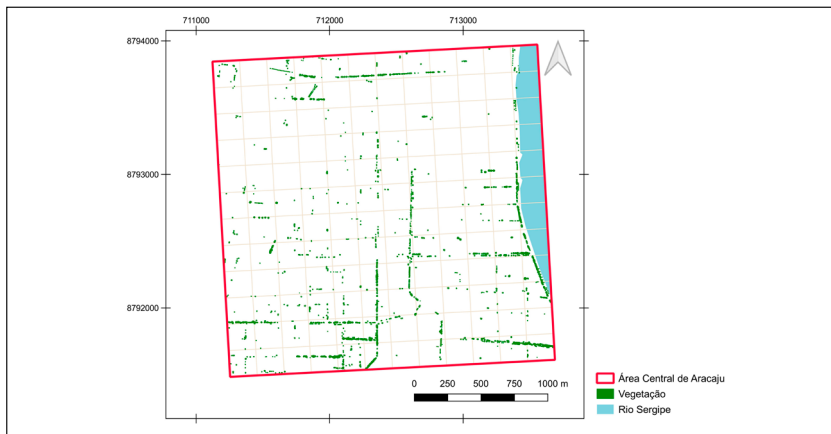
extensamente ocupado por edificações e pavimentação. A rua, por sua vez, na atualidade, cumpre basicamente a função de deslocamento, com ênfase aos veículos. Estudos demonstram também que, desde a década de 1960, não há interesse dos agentes do mercado imobiliário na produção de moradias nos bairros centrais de Aracaju, e que poucos edifícios altos foram construídos, se comparado a outros bairros da cidade (FRANÇA, 2016).

Considerando que os passeios públicos, os canteiros centrais, as margens dos cursos d'água, as rotatórias e rótulas são os espaços no sistema viário com potencial para serem vegetados, observou-se, durante os trabalhos de campo, que a vegetação arbórea e arbustiva, quando existente em alguns trechos, foi inserida sem os critérios necessários, apresentando dificuldades de adaptação, tanto pela falta de espaço adequado, como pelos usos conflitantes nos canteiros e calçadas.

A vegetação localizada em trechos laterais dos canais de drenagem, na maioria das situações, apresenta-se em condições precárias especialmente por não possuírem espaço adequado para o seu desenvolvimento. Outra questão é a característica principal das ruas arborizadas que possuem canteiro central e/ou passeios laterais com largura igual ou maior a 1,5m.

A Figura 6 ilustra a distribuição da vegetação arbustiva e arbórea do sistema viário da área central de Aracaju. O resultado do Indicador 3 é 0,1074 na escala de zero a um, o que corresponde a 10,74% na escala que varia de zero a 100%, confirmando a carência de arborização no sistema viário da área estudada. Ressalta-se que a vegetação está concretada na porção sul da área estudada, o que lhe confere mais qualidade.

Figura 6: Vegetação no sistema viário da área central de Aracaju



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

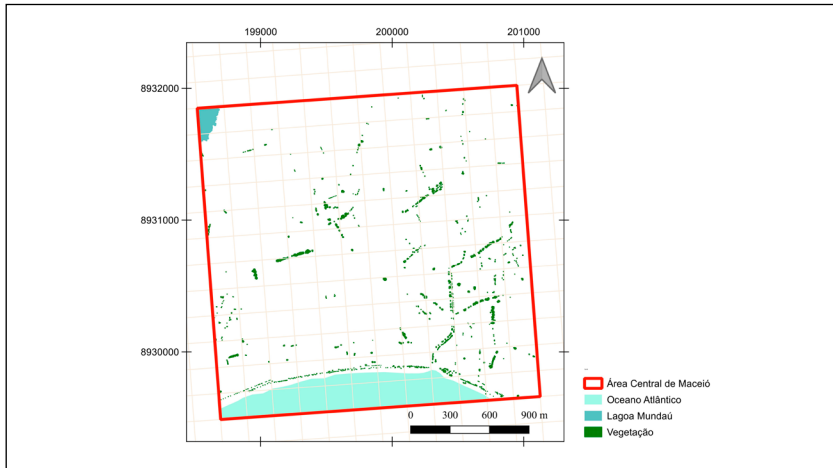
A extensão das ruas na área central de Maceió é de 44,02km, correspondendo a uma superfície de aproximadamente 162ha, o que representa 28,12% da área total analisada. No entanto, apenas 3,06% do total é sombreada pela copa das árvores, ou seja, existe pouquíssima vegetação no sistema viário.

Neste sentido, a paisagem registra que a área central de Maceió, assim como ocorre em Aracaju, foi consolidada sem ênfase nos princípios ecológicos, sendo o uso e ocupação do solo determinado pela especulação imobiliária; e a rua apresenta-se na atualidade cumprindo basicamente a função de deslocamento, privilegiando os veículos.

Considerando que os passeios públicos, os canteiros centrais, as margens dos cursos d'água, as rotatórias e rótulas são os espaços no sistema viário com potencial para serem vegetados, observou-se durante os trabalhos de campo que existe área com solo exposto e condições de ser vegetada.

A Figura 7 ilustra a distribuição da vegetação arbustiva e arbórea no sistema viário da área central de Maceió, contemplando os passeios públicos, canteiros centrais, rótulas, rotatórias e ao longo dos cursos d'água.

Figura 7: Vegetação no sistema viário da área central de Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 3 é 0,0765 na escala de zero a um, o que corresponde a 7,654% na escala que varia de zero a 100%, confirmando a carência de arborização no sistema viário da área estudada. Ressalta-se que a vegetação está concentrada na porção sul-oeste da área estudada.

Indicador 4 – Conectividades e intersecções verdes

Considerando a classificação de Jim (1989), as árvores e arbustos localizados nos canteiros centrais e passeios públicos, se quantitativamente expressiva, apresenta-se na forma linear. As árvores po-

dem, se em número expressivo, existir simultaneamente tanto nos canteiros centrais e passeios públicos, como caracterizar a rua pela intersecção a nível de copa das árvores e formar túneis verdes.

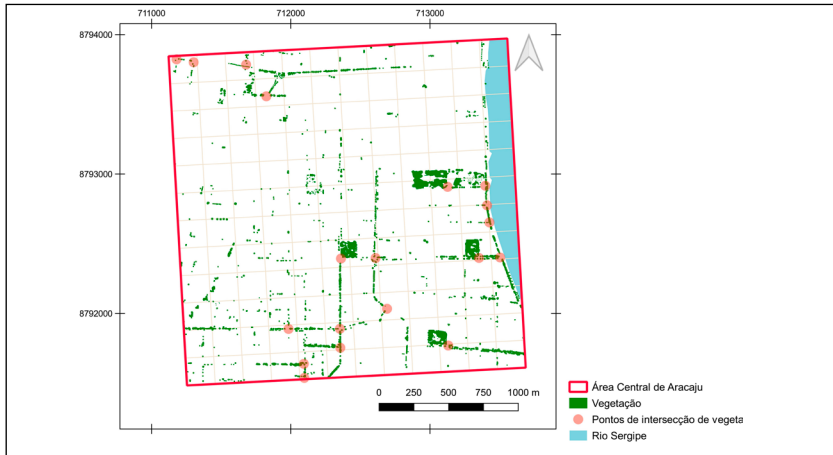
A vegetação em rotatórias e rótulas pode ser classificada como manchas verdes, uma vez que não há possibilidade de interligação com as árvores e arbustos da rua, e apresentam restrições quanto à tipologia da vegetação que deve permitir a visibilidade do trânsito. Uma questão importante em relação à arborização viária é sua compatibilidade com a fiação elétrica (caso seja aérea), bem como a dimensão dos passeios públicos e canteiros.

Considerando o alto grau de artificialização da paisagem, o estabelecimento de conexões entre fragmentos vegetados, via sistema viário, é essencial para prover a continuidade do verde e promover a funcionalidade ecológica do conjunto, maximizando os serviços ecossistêmicos oferecidos pela vegetação.

As conectividades e interconexões verdes podem complementar os importantes papéis desempenhados pelos espaços de lazer público na área. E considerando a área total da cidade, interligar também com as áreas protegidas.

O sistema viário da área central de Aracaju apresenta-se com 1736 cruzamentos e apenas 19 conexões verdes. O resultado do Indicador 4 é 0,0109 na escala de zero a um, o que corresponde a 1,09% na escala que varia de zero a 100%, estando as intersecções evidentemente situadas na porção sul e leste (parcialmente com a Av. Ivo do Prado) da área estudada, onde estão localizadas as vias vegetadas (Figura 8).

Figura 8: Intersecções de vegetação na área central de Aracaju

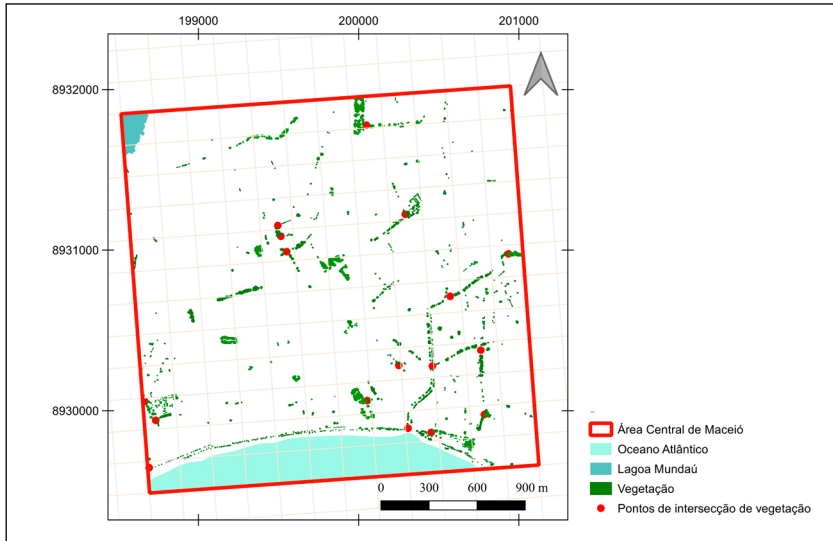


Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

Na área central de Maceió existem 1673 cruzamentos viários, sendo apenas 17 conexões. Pela Figura 9 pode-se visualizar as intersecções entre a vegetação do sistema viário e espaços de lazer. Para além do critério adotado pelo indicador, é interessante também destacar a escassez de conexão entre vegetação do sistema viário e os fragmentos de vegetação localizados nas APPs.

O resultado do Indicador 4 é 0,0107 na escala de zero a um, o que corresponde a 1,07% na escala que varia de zero a 100%, estando as intersecções mais significativas situadas na porção sul-leste, onde há mais vegetação no sistema viário.

Figura 9: Intersecções de vegetação na área central de Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

Indicador 5 – Vegetação nos espaços de lazer públicos

Conceitualmente, as praças caracterizam-se como pontos de encontro cuja principal função é incentivar a vida social. Normalmente, são os espaços que, quando bem cuidados, desempenham, além das funções de acesso, circulação, recreação e permanência, a função de valorizar a paisagem urbana. Urbanisticamente, em diferentes períodos, foram utilizadas estratégias e técnicas de desenho urbano, visando principalmente a estética das praças de acordo com o grau de importância no tecido urbano.

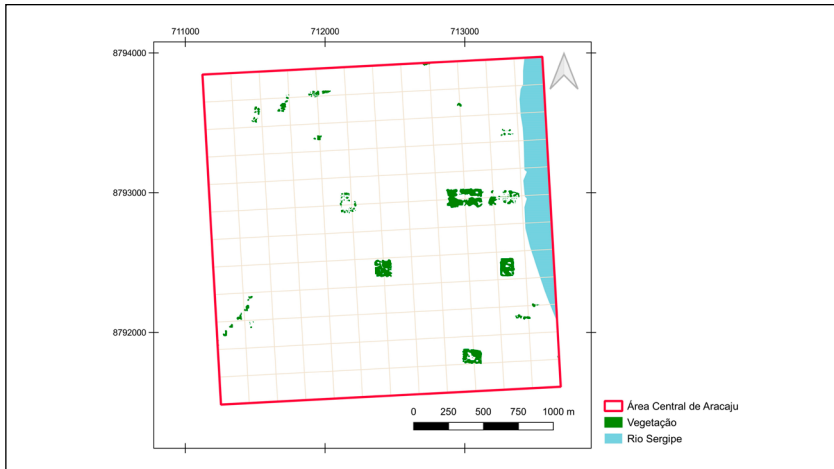
Os espaços verdes e abertos da área central de Aracaju compreendem sem dúvida as praças. Localizam-se no encontro de ruas, sendo que algumas, no entanto, não podem ser consideradas áreas verdes, mediante a vegetação inexpressiva e alta taxa de impermea-

bilização. Estas praças provavelmente possuem grandes áreas pavimentadas, de modo a facilitar a circulação de pessoas e também servindo para atividades de mercado.

As principais praças da área central de Aracaju localizam-se especialmente na porção de ocupação mais antiga. Caracterizam-se como espaços centrais ao redor dos quais se localizavam edifícios públicos ou religiosos. Apresentam farta vegetação arbórea, tendo um importante papel a nível microclimático, presença de bancos, gramados, canteiros, arbustos, limpeza e construções em bom estado de conservação.

A área total das praças da área central de Aracaju é de 156,08ha, correspondendo a 2,71% da área total, e a área total de copa das árvores e arbustos encontrada nas praças é igual a 85,1ha, correspondendo a 54,51% se comparada à área total das praças, e 14,7% do total da área de estudo (Figura 10).

Figura 10: Vegetação nos espaços de lazer da área central de Aracaju



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

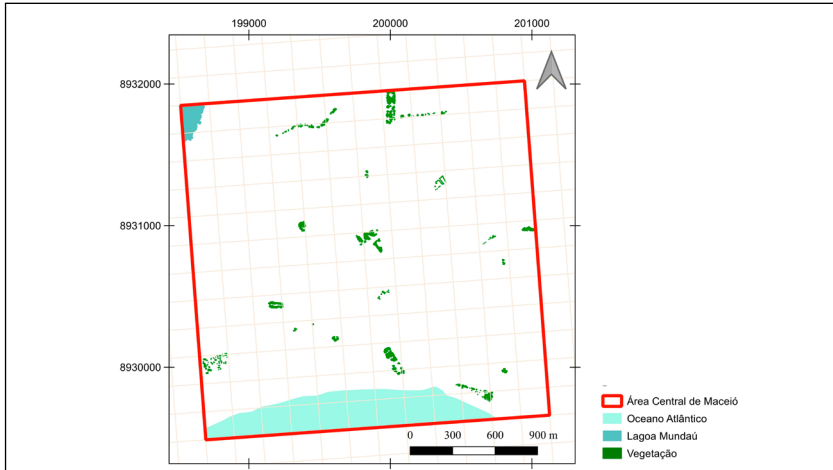
O resultado do Indicador 5 é 0,5451 na escala de zero a um, o que corresponde a 54,56% na escala que varia de zero a 100%, apresentando um bom resultado, o melhor de todos os indicadores analisados. Ressalta-se que a vegetação está concretada nas praças maiores e mais antigas, conferindo-lhes maior qualidade ambiental. Também destaca-se que o indicador não avalia a distribuição espacial das praças, mas pode-se observar que as mesmas estão concentradas na porção sul-leste.

Os espaços de lazer públicos da área central de Maceió localizam-se no encontro de ruas, sendo que algumas situam-se na porção central da caixa da via (formato linear), localizadas na porção norte da área analisada. A maioria das praças apresentam alta taxa de permeabilidade, o que é interessante do ponto de vista ecológico.

As principais praças da área central de Maceió, especialmente no bairro centro, caracterizam-se como espaços centrais ao redor dos quais se localizavam edifícios públicos ou religiosos. Genericamente, as praças da área central apresentam vegetação arbórea em quantidade regular, gramados, alguns canteiros e arbustos e pouco mobiliário. Durante o trabalho de campo, observou-se pessoas utilizando esses espaços apenas como circulação.

A área total das praças da área central é de 10,72ha, correspondendo a 1,86% da área total analisada, e a área total de copa das árvores e arbustos encontrada nas praças é igual a 3,86ha, correspondendo a 36,07% se comparada à área total das praças, e 8,26% do total da área de estudo. A Figura 11 ilustra a projeção das copas das árvores e arbustos localizadas nos espaços de lazer da área central de Maceió.

Figura 11: Vegetação nos espaços de lazer da área central de Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 5 é 0,3607 na escala de zero a um, o que corresponde a 36,07% na escala que varia de zero a 100%, apresentando resultado mediano. Ressalta-se que a vegetação está concretada nas praças maiores e mais antigas, e considerando que o indicador não avalia a distribuição espacial das praças, observa-se que existe uma relativa concentração espacial, e apenas 5 praças apresentam área superficial significativa. A maioria das praças são espaços muito pequenos, caracterizando-se mais como canteiros.

Indicador 6 – Vegetação nos quarteirões de uso residencial, comercial, serviço, institucional ou industrial

Na área central de Aracaju, observa-se poucos jardins frontais em lotes residenciais maiores (residências antigas que resistiram no tempo). Essa situação retrata remanescentes dos planos urbanísticos adotados nos séculos XIX e XX, uma paisagem que contribuiu para o embelezamento da vida privada urbana. Os jardins ainda se

fazem presentes em edifícios residenciais verticais modernos e em lotes da administração pública ou ocupados por instituições de médio ou grande porte.

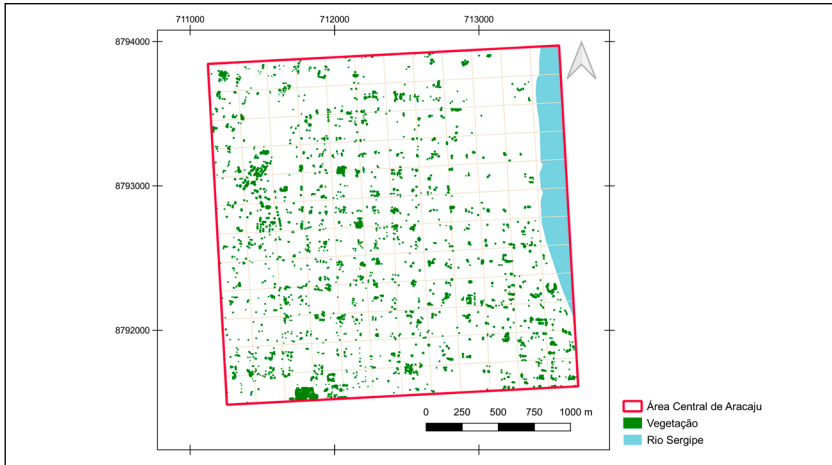
O comércio em geral ocupa toda a testada do lote, sem recuo frontal, inclusive nos calçadões de pedestres. Representam, por sua vez, as concepções da sociedade em diferentes momentos, apresentando-se diversificadamente quanto às dimensões, localização, funções e usos. Quanto aos espaços internos dos lotes, também observa-se uma alta taxa de impermeabilização nos espaços residuais (sem edificações), onde percebe-se a presença de árvores ou arbustos de espécies vegetais frutíferas ou ornamentais.

A área total dos quarteirões da área central é de 409,53ha, correspondendo a 71,09% da área total analisada. Conforme já destacado nos capítulos II e III, a maior parte da superfície é destinada aos quarteirões, daí a importância da sua contribuição com parcela livre de edificação para a implementação de vegetação.

A contribuição a nível de quadra urbana (lotes públicos e privados) com área livre vegetada (copa das árvores e arbustos) é igual a 19,73ha, correspondendo a 4,81% se comparada à área total dos quarteirões e 3,42% do total da área de estudo. A Figura 12 ilustra a vegetação localizada nos quarteirões da área central de Aracaju.

O resultado do Indicador 6 é 0,12047 na escala de zero a um, o que corresponde a 12,04% na escala que varia de zero a 100%, apresentando um resultado esperado e em conformidade com o Indicador 2.

Figura 12: Vegetação nos quarteirões da área central de Aracaju



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

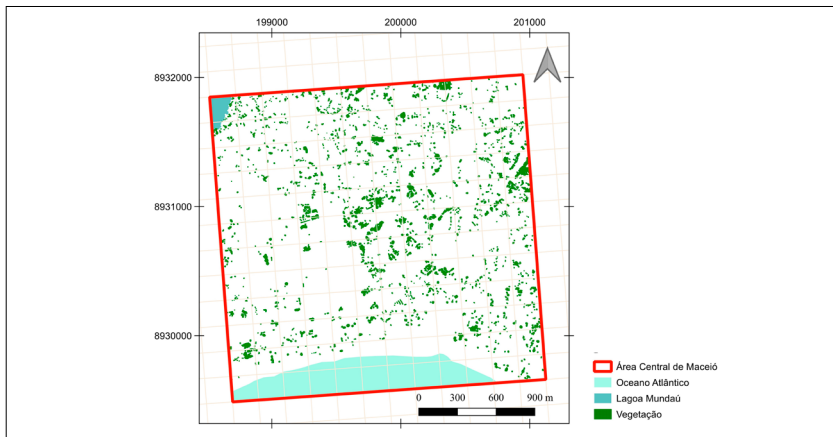
Ressalta-se que o cálculo do indicador considera apenas 40% da área dos quarteirões como possibilidade de ser vegetada, e mesmo assim o resultado do indicador é baixo. Destaca-se também que a vegetação dos quarteirões está dispersa pela área estudada, inexistindo, no entanto, na porção Norte-leste e Norte-oeste, onde localizam-se atividades comerciais de grande porte e/ou correspondendo a ocupação mais antiga.

Na área central de Maceió observa-se poucos jardins frontais presentes em lotes residenciais de edificações de baixa altura ou verticalizadas. O comércio em geral ocupa toda a testada do lote, sem recuo frontal. Representam, por sua vez, as concepções da sociedade em diferentes momentos, apresentando-se diversificadamente quanto às dimensões, localização, funções e usos. Quanto aos espaços internos dos lotes, observa-se vegetação mais significativa intraquadra na porção territorial do Bairro Farol e Jacintinho,

inexistindo, no entanto, na porção do centro, onde localizam-se atividades comerciais e na porção Norte-oeste.

A área total dos quarteirões da área central é de 366,69ha, correspondendo a 63,69% da área total, e a área total de copa das árvores e arbustos encontrada nas praças é igual a 21,66ha, correspondendo a 3,76% se comparada à área total analisada e 5,90% do total dos quarteirões. A Figura 13 ilustra a vegetação existente nos quarteirões de uso residencial, comercial, serviço, institucional ou industrial na área central de Maceió.

Figura 13: Vegetação nos quarteirões da área central de Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 6 é 0,1476 na escala de zero a um, o que corresponde a 14,76% na escala que varia de zero a 100%, apresentando um resultado esperado e em conformidade com o Indicador 2. Ressalta-se que o cálculo do indicador considera apenas 40% da área dos quarteirões como possibilidade de ser vegetada, e mesmo assim o resultado do indicador é baixo.

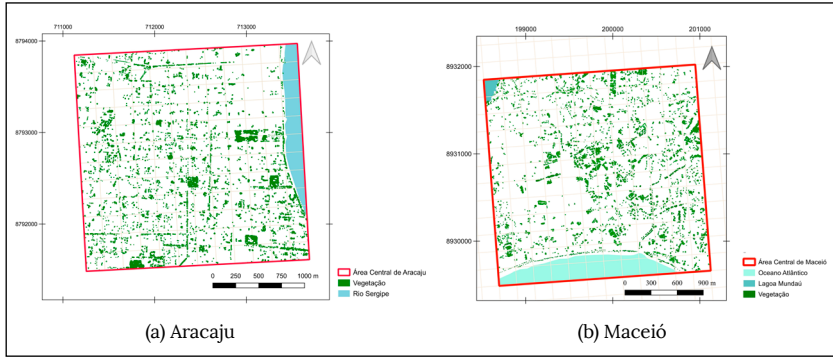
A nível de indicadores, é a participação da vegetação existente nos diferentes espaços estratificados como áreas especiais, sistema viário, quarteirões de uso residencial, comercial, serviços, institucional ou industrial e nos espaços de lazer públicos que determinam em última instância a qualidade ambiental.

Esta estratificação é necessária para que seja possível a visualização das potencialidades e deficiências locais por tipologia espacial, servindo de subsídio ao planeamento e à gestão do verde urbano. No entanto, a percepção da qualidade espacial pelos moradores e transeuntes (dos diferentes modais) considera a vegetação total existente.

Mesmo considerando a área total da copa das árvores e arbustos (35,51ha) na área central de Aracaju, o percentual é considerado baixo. Apenas 16,25% dos 40% da área total analisada (percentual adotado como superfície média dos quarteirões e do sistema viário), já desconsiderada a área ocupada pelo Rio Sergipe, com sua respectiva faixa de areia.

A área total da copa das árvores e arbustos na área central de Maceió é 51,20ha, o que corresponde a 24,48% dos 40% de área total analisada (percentual adotado como superfície média dos quarteirões e do sistema viário) já desconsiderada a área ocupada pelo Oceano Atlântico, a faixa de areia e a Lagoa Mundaú. A Figura 14 ilustra a vegetação (copa das árvores e arbustos) total das áreas centrais de Aracaju e Maceió.

Figura 14: Vegetação total das áreas centrais de Aracaju e Maceió



Fonte: Trabalho de campo e Imagem de satélite Worldview, 2013 e 2016. Elaboração da autora, 2018.

Indicador 7 – Distribuição da vegetação do sistema viário e distribuição da população residente

Esse indicador é de extrema importância, uma vez que determina a distribuição da copa das árvores e arbustos do sistema viário, distribuída pelos canteiros centrais e passeios públicos pela distribuição da população. Considerando que o resultado do indicador de vegetação no sistema viário foi baixo, a Tabela 3 e a Figura 15 também revelam que a distribuição da vegetação não é equilibrada.

Pela Tabela 3 observa-se que considerando a população residente nas células de densidade entre 100 a 500 habitantes (70,13% do total), se concentra 74,07% da vegetação. Nas células de densidade entre 500 até 1000 habitantes, a vegetação é muito baixa, apenas 4,71% do total. Proporcionalmente, existe mais vegetação nas células de baixa densidade populacional que apresentam de zero a 100 habitantes por célula, correspondendo a 8,34% do total de células e 21,2% da vegetação.

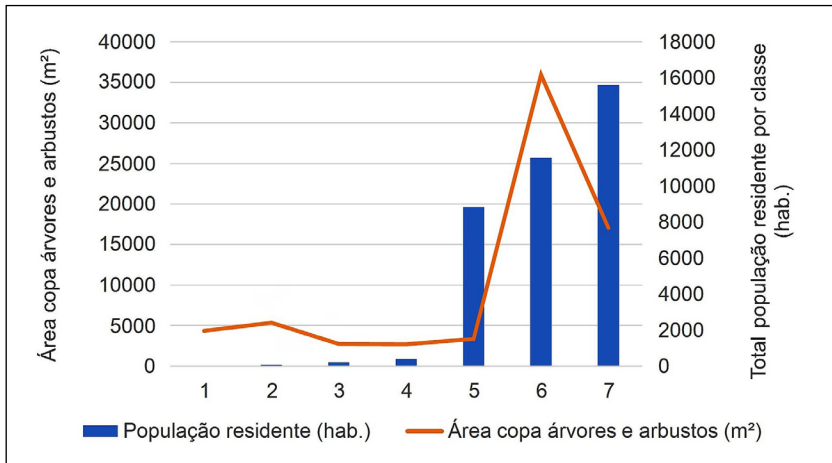
ESTUDO DE CASO

Tabela 3 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes no sistema viário pela população residente na área central de Aracaju

Classes de população residente por densidade das células	Residentes (hab.)	Área da copa de árvores e arbustos (m ²)	
		Sistema viário	
Zero hab. (14 células) 9,72%	0	4.358m ²	6,09%
1 a 20 hab. (4 células) 0,02%	30	5.366 m ²	7,50%
21 a 50 hab. (6 células) 4,16%	210	2.742 m ²	3,83%
51 a 100 hab. (6 células) 4,16%	392	2.706 m ²	3,78%
101 a 300 hab. (59 células) 40,97%	11.569	35.931 m ²	50,23%
301 a 500 hab. (42 células) 29,16%	15.586	17.056 m ²	23,84%
501 a 1000 hab. (13 células) 9,02%	8.828	3.368 m ²	4,71%
		71.526 m ²	100%

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

Figura 15 - Gráfico da distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes no sistema viário pela população residente na área central de Aracaju



Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

A Tabela 4 apresenta a distribuição da área da copa das árvores e arbustos *per capita*. Nesta relação é possível verificar que, propor-

cionalmente, os residentes nas células de baixa densidade (1 a 100 habitantes por célula) possuem maior cobertura das copas das árvores e arbusto, especialmente as células que possuem 1 a 20 habitantes.

Tabela 4 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes no sistema viário por habitante na área central de Aracaju

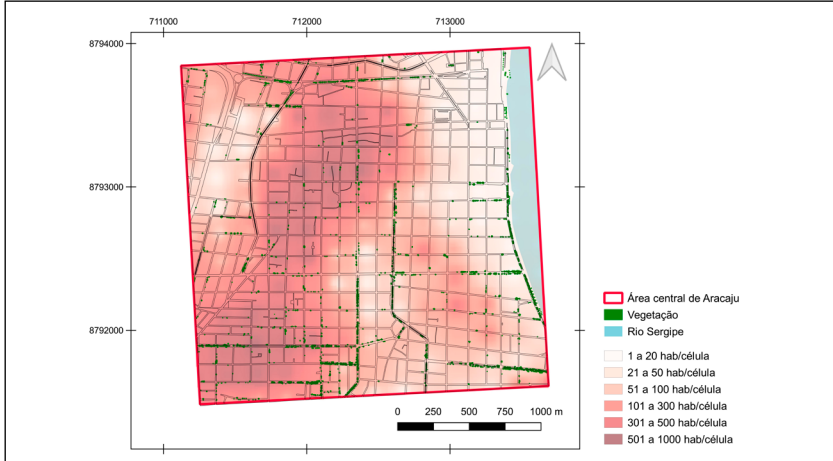
Classes de população residente por densidade das células	Sistema viário m ² /hab.	Análise
Zero hab. (14 células) 9,72%	5.366 m ² (sem residentes)	Não avaliado
1 a 20 hab. (4 células) 0,02%	178,86m ² /hab.	1
21 a 50 hab. (6 células) 4,16%	13,05 m ² /hab.	0
51 a 100 hab. (6 células) 4,16%	6,9 m ² /hab.	0
101 a 300 hab. (59 células) 40,97%	3,10 m ² /hab.	0
301 a 500 hab. (42 células) 29,16%	1,09 m ² /hab	0
501 a 1000 hab. (13 células) 9,02%	0,38 m ² /hab.	0
	$\Sigma(1+0+0+0+0+0)/6$	
Resultado Final	0,165	

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 7 é 0,165 na escala de zero a um, o que corresponde a 16,50% na escala que varia de zero a 100%, sinalizando a conformidade com o resultado do Indicador 3. Pela Figura 16 pode-se visualizar que na porção da área analisada, onde a vegetação do sistema viário está concentrada, corresponde as densidades populacionais muito baixas e baixas.

Para Maceió foi acrescentada mais uma classe de população residente, células com mais de 1.000 habitantes. Considerando a população residente nas células de densidade entre 100 a 500 habitantes, que corresponde a 44,44% do total da população, se concentra 58,05% da vegetação. Nas células de densidade entre acima de 1000 habitantes, a vegetação é baixíssima, apenas 1,66% do total.

Figura 16: Espacialização da distribuição da vegetação do sistema viário pela população residente, na área central de Aracaju



Fonte: Grade Estatística 2010, Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

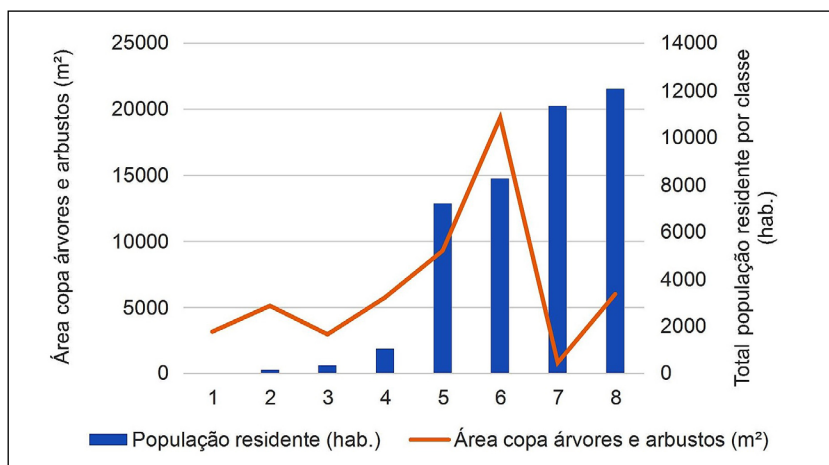
A Tabela 5 e a Figura 17 ilustram a distribuição da vegetação do sistema viário sobreposta pela distribuição da população na área central de Maceió. Proporcionalmente, existe mais vegetação nas células de baixa densidade populacional que apresentam de zero a 100 habitantes por células, correspondendo a 34,48% do total de células e 34,39% da vegetação.

Tabela 5 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes no sistema viário pela população residente na área central de Maceió

Classes de população residente por densidade das células	Residentes (hab.)	Área copa de árvores e arbustos (m ²)	
		Sistema viário	
Zero hab. (14 células) 9,72%	0	3.171 m ²	6,42%
1 a 20 hab. (14 células) 9,72%	160	5.133 m ²	10,39%
21 a 50 hab. (11 células) 7,63%	345	2.969 m ²	6,01%
51 a 100 hab. (15 células) 10,41%	1.057	5.765 m ²	11,67%
101 a 300 hab. (43 células) 29,86%	8.268	19.373 m ²	39,22%
301 a 500 hab. (21 células) 14,58%	7.212	9.302 m ²	18,83%
501 a 1000 hab. (17 células) 11,80%	12.085	6.024 m ²	12,19%
Acima de 1000 hab. (9 células) 6,25%	11.357	824 m ²	1,66%
	40.484 hab.	49.391 m ²	100%

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

Figura 17 - Gráfico da distribuição da vegetação no sistema viário pela população residente na área central de Maceió



Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

ESTUDO DE CASO

A Tabela 6 apresenta a distribuição da área da copa das árvores e arbustos *per capita*. Nesta relação é possível verificar que apenas as células de baixa densidade (1 a 20 habitantes por células) possuem relativamente boa cobertura das copas das árvores e arbusto em 32,08 m²/habitante.

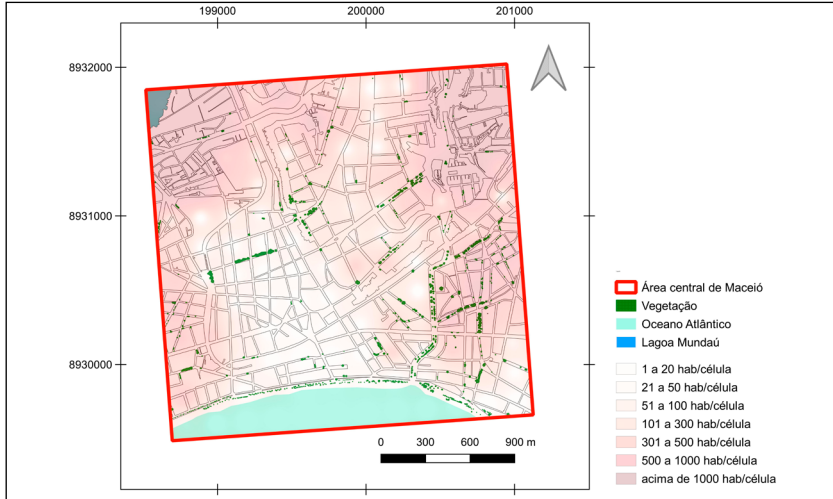
Tabela 6 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes no sistema viário por habitante na área central de Maceió

Classes de população residente por densidade das células	Sistema viário m ² /hab.	Análise
Zero hab. (14 células) 9,72%	3.171 m ² (sem residentes)	Não avaliado
1 a 20 hab. (14 células) 9,72%	32,08m ² /hab.	1
21 a 50 hab. (11 células) 7,63%	8,60 m ² /hab.	0
51 a 100 hab. (15 células) 10,41%	5,45 m ² /hab.	0
101 a 300 hab. (43 células) 29,86%	2,34 m ² /hab.	0
301 a 500 hab. (21 células) 14,58%	1,28 m ² /hab	0
501 a 1000 hab. (17 células) 11,80%	0,49 m ² /hab.	0
Acima de 1000 hab. (9 células) 6,25%	0,07 m ² /hab.	0
	$\Sigma(1+0+0+0+0+0)/7$	
Resultado final	0,14	

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 7 é 0,14 na escala de zero a um, o que corresponde a 14,00% na escala que varia de zero a 100%, sinalizando a conformidade com o resultado do Indicador 3. A porção da área analisada onde a vegetação do sistema viário está concentrada corresponde às densidades populacionais muito baixas e baixas (Figura 18).

Figura 18: Espacialização da distribuição da vegetação do sistema viário pela população residente da área central de Maceió



Fonte: Grade Estatística 2010, Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

Indicador 8 – Distribuição da vegetação dos quarteirões pela distribuição da população residente

Esse indicador determina a distribuição da copa das árvores e arbustos existente nos quarteirões considerando os espaços frontais, laterais e de fundos dos lotes, pela distribuição da população. Da mesma forma que o Indicador 7, na área central de Aracaju o indicador de vegetação nos quarteirões é baixo, mas melhor se comparado a vegetação existente no sistema viário. Mesmo assim, é possível perceber pela Tabela 7, Figuras 18 e 19 que a distribuição da vegetação não é equilibrada.

Considerando a população residente nas células de densidade entre 100 a 500 habitantes, que corresponde a 70,13% do total da população, se concentra 77,67% da vegetação. Nas células de densidade entre 500

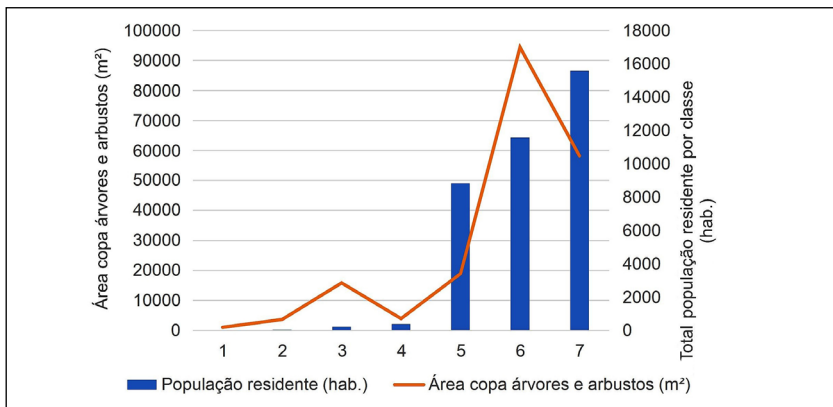
até 1000 habitantes, a vegetação é relativamente baixa, 9,66% do total. Proporcionalmente, existe mais vegetação nas células de baixa densidade populacional que apresentam de zero a 100 habitantes por células, correspondendo a 8,34% do total de células e 12,53% da vegetação.

Tabela 7 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes nos quarteirões pela população residente na área central de Aracaju

Classes de população residente por densidade das células	Residentes (hab.)	Área da copa de árvores e arbustos (m ²) Quarteirões	
		Área (m ²)	Porcentagem
Zero hab. (14 células) 9,72%	0	1.062 m ²	0,54%
1 a 20 hab. (4 células) 0,02%	30	3.689 m ²	1,88%
21 a 50 hab. (6 células) 4,16%	210	15.873 m ²	8,09%
51 a 100 hab. (6 células) 4,16%	392	3.973 m ²	2,02%
101 a 300 hab. (59 células) 40,97%	11.569	94.428 m ²	48,00%
301 a 500 hab. (42 células) 29,16%	15.586	58.214 m ²	29,67%
501 a 1000 hab. (13 células) 9,02%	8.828	18.965 m ²	9,66%
		196.204 m ²	100%

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

Figura 19 – Gráfico da distribuição da vegetação nos quarteirões pela população residente na área central de Aracaju



Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

A Tabela 8 apresenta a distribuição da área da copa das árvores e arbustos *per capita*. Nesta relação, assim como no Indicador 7, é possível verificar que, proporcionalmente, os residentes nas células de baixa densidade (1 a 100 habitantes por células) possuem maior cobertura das copas das árvores e arbusto, especialmente as células que possuem 1 a 20 habitantes, as quais apresentam 122,9 m²/habitantes, e as células de 21 a 50 habitantes, que possuem 75,58 m²/hab.

O cálculo considera o mesmo critério de pontuação do Indicador 7. São considerados os valores zero e 1, onde zero é atribuído quando a área da copa das árvores e arbustos *per capita* ficar menor do que 30m², o que corresponde em média a uma árvore/habitante, de acordo com a área de copa média entre as espécies encontradas na área de estudo.

Tabela 8 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes nos quarteirões por habitante na área central de Aracaju

Classes de população residente por densidade das células	Quarteirões m ² /hab.	Análise
Zero hab. (14 células) 9,72%	1062,00 m ² (sem residentes)	Não avaliado
1 a 20 hab. (4 células) 0,02%	122,9 m ² /hab.	1
21 a 50 hab. (6 células) 4,16%	75,58 m ² /hab.	1
51 a 100 hab. (6 células) 4,16%	10,13 m ² /hab.	0
101 a 300 hab. (59 células) 40,97%	8,16 m ² /hab.	0
301 a 500 hab. (42 células) 29,16%	3,73 m ² /hab.	0
501 a 1000 hab. (13 células) 9,02%	2,14 m ² /hab.	0
	$\Sigma(1+1+0+0+0+0)/6$	
Resultado Final	0,33	

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

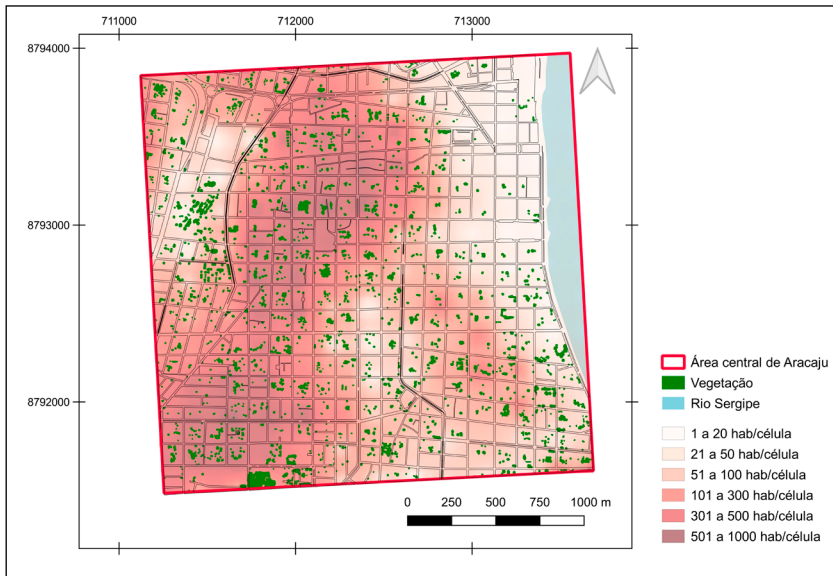
O resultado do Indicador 8 é 0,33 na escala de zero a um, o que corresponde a 33,00% na escala que varia de zero a 100%. Conforme o resultado do Indicador 6, há uma certa homogeneidade na

distribuição dessa vegetação, podendo-se visualizar que essa homogeneidade ainda confere melhores resultados na porção da área analisada onde a vegetação dos quarteirões corresponde às densidades populacionais mais baixas.

O Indicador 8 é o resultado do somatório dos valores atribuídos a cada classe, sendo somente considerado o resultado maior ou igual a $30\text{m}^2/\text{hab.}$ por faixa de classe de densidade de população residente, com valor atribuído igual a 1 (um) dividido pelo número de classes analisadas.

A Figura 20 ilustra a distribuição da vegetação nos quarteirões pela distribuição da população residente na área central de Aracaju.

Figura 20 - Espacialização da distribuição da vegetação dos quarteirões pela população residente na área central de Aracaju



Fonte: Grade Estatística 2010, Imagem de satélite Worldview, 2013. Elaboração da autora, 2018.

Da mesma forma que o Indicador 7, na área central de Maceió o Indicador de vegetação nos quarteirões é baixo, mas melhor do que aquele. Percebe-se pela Tabela 9, Figuras 21 e 22 que a distribuição da vegetação não é equilibrada.

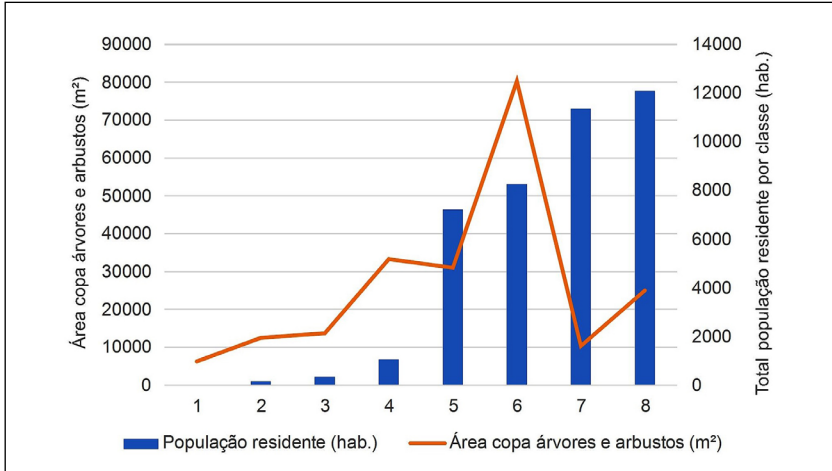
Considerando a população residente nas células de densidade entre 100 a 500 habitantes, que corresponde a 44,44% do total da população, se concentra 52,35% da vegetação. Nas células de densidade entre 500 até 1000 habitantes, a vegetação é relativamente baixa, 11,78% do total, e nas células com população acima de 1000 habitantes praticamente não existe vegetação nos quarteirões, 4,87% do total. Proporcionalmente, existe mais vegetação nas células de baixa densidade populacional que apresentam de zero a 100 habitantes por células, correspondendo a 37,48% do total de células e 130,95% da vegetação.

Tabela 9 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes nos quarteirões pela população residente na área central de Maceió

Classes de população residente por densidade das células	Residentes (hab.)	Área copa de árvores e arbustos (m ²)	
		Quarteirões	
Zero hab. (14 células) 9,72%	0	6.288 m ²	2,95%
1 a 20 hab. (14 células) 9,72%	160	12.518 m ²	5,88%
21 a 50 hab. (11 células) 7,63%	345	13.727 m ²	6,45%
51 a 100 hab. (15 células) 10,41%	1.057	33.315 m ²	15,67%
101 a 300 hab. (43 células) 29,86%	8.268	80.286 m ²	37,76%
301 a 500 hab. (21 células) 14,58%	7.212	31.023 m ²	14,59%
501 a 1000 hab. (17 células) 11,80%	12.085	25.051 m ²	11,78%
Acima de 1000 hab. (9 células) 6,25%	11.357	10.372 m ²	4,87%
	40.484 hab.	212.580 m ²	100%

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

Figura 21 - Gráfico da distribuição da vegetação nos quarteirões pela população residente na área central de Maceió



Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

A Tabela 10 apresenta a distribuição da área da copa das árvores e arbustos *per capita*. Nesta relação, assim como no Indicador 7, é possível verificar que, proporcionalmente, os residentes nas células de baixa densidade (1 a 100 habitantes por células) possuem maior cobertura das copas das árvores e arbusto, especialmente as células que possuem 1 a 20 habitantes, as quais apresentam 78,23 m²/habitantes; as células de 21 a 50 habitantes possuem 39,78 m²/hab; e as células de 51 a 100 habitantes, 31,51m²/habitante.

O cálculo considera o mesmo critério de pontuação do Indicador 7. São considerados os valores zero e 1, onde zero é atribuído quando a área da copa das árvores e arbustos *per capita* ficar menor do que 30m², o que corresponde em média a uma árvore/habitante, de acordo com a área de copa média entre as espécies encontradas na área de estudo.

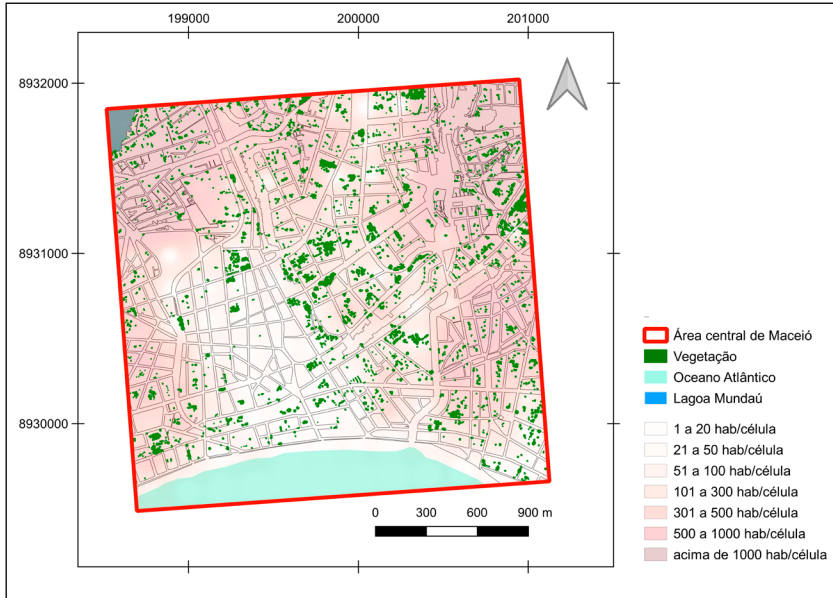
Tabela 10 - Distribuição da área da copa de árvores e arbustos existentes nos quarteirões por habitante na área central de Maceió

Classes de população residente por densidade das células	Quarteirões m ² /hab.	Análise
Zero hab. (14 células) 9,72%	6.288 m ² (sem residentes)	Não avaliado
1 a 20 hab. (14 células) 9,72%	78,23 m ² /hab.	1
21 a 50 hab. (11 células) 7,63%	39,78 m ² /hab.	1
51 a 100 hab. (15 células) 10,41%	31,51 m ² /hab.	1
101 a 300 hab. (43 células) 29,86%	4,14 m ² /hab.	0
301 a 500 hab. (21 células) 14,58%	4,30 m ² /hab.	0
501 a 1000 hab. (17 células) 11,80%	2,07 m ² /hab.	0
Acima de 1000 hab. (9 células) 6,25%	0,9 m ² /hab.	0
	$\Sigma (1+1+1+0+0+0+0)/7$	
Resultado final	0,42	

Fonte: Grade estatística IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2018.

O resultado do Indicador 8 é 0,42 na escala de zero a um, o que corresponde a 33,00% na escala que varia de zero a 100%. Conforme o resultado do Indicador 6, há uma certa homogeneidade na distribuição dessa vegetação. Pela Tabela 10 e Figura 22 pode-se visualizar que essa homogeneidade ainda confere melhores resultados na porção da área analisada onde a vegetação dos quarteirões corresponde às densidades populacionais mais baixas.

Figura 22: Espacialização da distribuição da vegetação nos quarteirões pela população residente da área central de Maceió



Fonte: Grade Estatística 2010, Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

Indicador 9 – Biodiversidade vegetal

Genericamente, observa-se em Aracaju poucas árvores e arbustos com floração, destacando-se na paisagem as espécies listadas no Quadro 2, que especifica:

- Família Botânica
- Espécie
- Nome Popular
- Dado fitogeográfico – origem das espécies
- Categoria (divisão entre árvores e arbustos)

Quadro 2 - Listagem florística das espécies arbóreas e arbustivas identificadas nas ruas, praças e quarteirões das áreas centrais de Aracaju e Maceió

Família	Espécie	Nome Popular	O	Aju	Mac
Árvores					
Anacardiaceae	Anacardium occidentale L.	Cajueiro	N	X	
	Mangífera indica	Mangueira	E	X	
	Schinus terebinthifolius	Aroeira	N	X	
	Spondias purpurea	Seriguela	E		X
Apocynaceae	Plumeria rubra	Jasmim manga	E	X	X
	Hancornia speciosa- Gomes	Mangabeira	N		X
Arecaceae (Palmaceae)	Cocos nucifera	Coco da Bahia	E	X	X
	Roystonea oleraceae	Palmeira imperial	E	X	X
	Phoenix dactylifera L.	Tamareira	E		X
Bignoniaceae	Tabebuia aurea	Craibeira	N	X	X
	Tabebuia pentaphylla	Ipê rosa	N	X	X
	Tabebuia impetiginosa	Ipê roxo	N	X	X
	Tabebuia chrysotricha	Ipê amarelo	N	X	X
Bombacaceae	Bombax columellatum Buxb	Castanha do Maranhão	N		X
Caesalpinoideae	Guilandina echinata	Pau-Brasil	N		X
Chrysobalamaceae	Licania tomentosa	Oiti	N	X	X
Casuarinaceae	Casuarina equisetifolia	Casuarina	E	X	X
Fabaceae	Caesalpinia echinata	Pau Brasil	N	X	
	Caesalpinia pluviosa DC.	Sibipiruna	N		X
	Erythrina mulungu	Mulungu	N	X	X
	Prosopis juliflora	Algaroba	E	X	
Fabaceae (Leguminosae Caesalpinoideae)	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	Mata fome	E	X	
Fabaceae (Leguminosae Papilionoideae)	Clitoria fairchildiana R.A. Howard	Sombreiro	N	X	
Leguminosae	Delonix regia	Flamboyant	E	X	
Nyctaginaceae	Buganvillea-variegada	Três Marias	N	X	
Fabaceae (Leguminosae)	Tamarindus indica	Tamarindeiro	E	X	
	Ingá uruguensis	Ingá	N		X

Continuação

Família	Espécie	Nome Popular	O	Aju	Mac
Árvores					
Leguminosae/ Caesalp	<i>Caesalpinia férrea</i> var. <i>leios-tachya</i>	Pau ferro	N	X	X
Meliaceae	<i>Azadiractha indica</i>	Nim-indiano	E	X	X
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	E	X	X
	<i>Ficus elastica</i> Roxb	Falça seringueira	E		X
Sapindaceae	<i>Filicium decipiens</i>	Felício	E	X	X
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limoeiro	E	X	
Myrtaceae	<i>Eucalyptussp</i>	Eucalpto	E	X	
Rosaceae	<i>Prunus dulcis</i>	Amendoeira	E	X	X
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Acácia amarela	N	X	
Arecaceae	<i>Copernícia prunifera</i>	Carnaúba	N	X	
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	Espastódea	E	X	
Arbustos					
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira	E	X	X
Asparagaceae	<i>Draco arborea</i> (Willd.) Kuntze.	Dracena	E	X	X
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i>	Alamanda	N	X	X
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	Buxinho	E	X	X
Clusiaceae	<i>Clusia fluminensis</i>	Clusia	N	X	X
Rubiaceae	<i>Ixora coccinea</i>	Mini ixora	E	X	X
Rubiaceae	<i>Ixora chinensis</i>	Ixora-	E	X	X
Rosaceae	<i>Spirea cantoniensis</i>	Buquê de noiva	E	X	X

Fonte: FERREIRA et al., 2013; FERREIRA et al., 2008; LIMA, 2009; LORENZI, 2008; ENCINAS et al., 2002; PORTO ALEGRE, 2017.

Elaboração da autora, 2018. Obs.: O= Origem; Aju = Aracaju; Mac = Maceió; E = exótica; N = nativa TA = trepadeira arbustiva

Nos trabalhos de campo na central de Aracaju, pode-se observar a distribuição homogênea das árvores e arbustos nas ruas (passeios públicos, canteiros centrais, rótulas e rotatórias). Existe também uma elevada homogeneidade florística e uso excessivo de espécies exóticas entre as vias, sendo recomendado, portanto, diversificar as

espécies e realizar estudo para implementação de espécies nativas e determinar entre as exóticas a quantidade de espécies invasoras.

Nas praças observou-se uma maior diversidade de espécies, e nos quarteirões pode-se observar a vegetação localizada nos jardins frontais e nas laterais das edificações, ficando difícil a identificação das árvores e arbustos nos pátios de fundo dos lotes. As árvores identificadas na área central de Aracaju pertencem a 16 famílias botânicas e 30 espécies. Os arbustos identificados pertencem a 6 famílias botânicas e 8 espécies.

O Indicador 9 resultou em 0,48 em uma escala de zero a um, o que equivale a 48%, demonstrando que é uma questão que precisa ser avaliada e estudada em prol da valorização da espécies nativas.

Genericamente, observa-se em Maceió poucas árvores e arbustos com floração, destacando-se sem dúvidas na paisagem percorrida a Amendoeira (*Prunus dulci*).

O resultado do Indicador 9 é 0,492 em uma escala de zero a um, o que equivale a 49,20%, demonstrando bom resultado, destacando-se a valorização da espécies nativas.

Indicador 10 – Espaços públicos de agricultura (horta urbana)

Não foram encontrados espaços públicos destinados à agricultura nas áreas centrais de Aracaju e Maceió.

A Tabela 1 apresenta o resultado do cálculo aplicado para obtenção dos indicadores, bem como do Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano – ISEPU foi baixo, revelando a insuficiência da vegetação nestas áreas. Em Aracaju, o ISEPU resultou em 0,1696 (em uma escala de 0 – 1), o que equivale a 16,96% (em uma escala de 0 – 100%). Em Maceió, o ISEPU resultou em 0,2126 (em uma escala de 0 – 1) o que equivale a 21,26% (em uma escala de 0 – 100%).

ESTUDO DE CASO

Tabela 1 - Resultado dos Indicadores e Índice Sócio Ecológico das áreas centrais de Aracaju e Maceió

Indicadores	Indicadores área central Aracaju	Indicadores área central Maceió	Composição do Isepu área central Aracaju	Composição do Isepu Área Central Maceió
(I1) Vegetação em áreas de preservação permanente e proteção ambiental	Zero	0,3225 = 32,25%	Zero (0%)	0,04837 (4,83%)
(I2) Artificialização da paisagem	0,0923 = 9,23%	0,1368 = 13,68	0,01847 (1,84%)	0,02736 (2,73%)
(I3) Vegetação no sistema viário	0,1074 = 10,74%	0,0765 = 7,65%	0,01074 (1,07%)	0,00765 (0,765%)
(I4) Conectividade e intersecções verdes	0,0109 = 1,09%	0,0101 = 1,01%	0,00109 (0,109%)	0,00101 (0,101%)
(I5) Vegetação nos espaços de lazer públicos	0,5456 = 54,56%	0,3607 = 36,07%	0,05456 (5,45%)	0,03607 (3,60%)
(I6) Vegetação nos quarteirões de uso residencial, comercial ou industrial	0,12047 = 12,04%	0,1476 = 14,76%	0,012047 (1,204%)	0,01476 (1,47%)
(I7) Distribuição da vegetação do sistema viário e distribuição da população residente	0,165 = 16,50%	0,14 = 14,00%	0,0083 (0,82%)	0,007 (0,70%)
(I8) Distribuição da vegetação dos quarteirões e distribuição da população residente	0,33 = 33,00%	0,4285 = 42,85%	0,0165 (1,65%)	0,0214 (2,14%)
(I9) Biodiversidade vegetal	0,4820 = 48,20%	0,4920 = 49,20%	0,04820 (4,82%)	0,04920 (4,92%)
(I10) Espaços públicos de agricultura/ horta urbana	Zero (0%)	Zero (0%)	Zero (0%)	Zero (0%)
Índice socioecológico e paisagístico urbano -isepu			0,1696 = 16,96%	0,2126 = 21,26%

Fonte: Elaboração da autora, 2018.

2. Estudo comparativo dos indicadores e do índice socioecológico e paisagístico urbano das áreas centrais de Aracaju/SE e Maceió/AL

A partir dos resultados dos indicadores e do ISEPU das áreas centrais de Aracaju e Maceió, destacam-se as seguintes considerações:

- A área central de Maceió ainda possui parcialmente vegetação em APPs (relativa à declividade da superfície). Em relação as APPs dos cursos d'água das áreas analisadas em Aracaju e Maceió, observou-se descumprimento em relação à permeabilidade e manutenção da vegetação em faixa laterais. A vegetação foi introduzida sem o espaço adequado ou baixo aproveitamento tanto em Aracaju como em Maceió. Sendo assim, o Indicador 1 que quantifica as árvores ou arbustos em APPs, apenas pontuou em Maceió (0,3225), considerado baixo na escala de zero a um.
- Em relação ao indicador que mede o grau de artificialização da paisagem, as duas áreas analisadas, mesmo considerando que algumas células correspondem a água, apresentam-se altamente impermeabilizadas e com grau de poluição alto em relação aos cursos d'água, o que lhes conferiu os seguintes valores na escala de zero a um: Aracaju 0,0923 e Maceió 0,1364. Em Maceió, especialmente a diferença para maior ocorre em virtude da vegetação existente nas APPs, a permeabilidade dos espaços públicos de lazer e a existência de lotes ainda sem ocupação.
- Quanto ao indicador que mede quantitativamente a vegetação no sistema viário (Indicador 3), nas duas áreas analisadas

apresentou-se baixo (Aracaju 0,1074) e muito baixo (Maceió 0,0582), considerando a escala de zero a um.

- Em relação às intersecções verdes entre espaços públicos vegetados, os resultados são muito baixos e semelhantes, considerando uma escala de zero a um: Aracaju 0,0109 e Maceió 0,01075, estando ambos diretamente relacionados aos resultados do Indicador 3.
- A vegetação nos espaços públicos de lazer, medida pelo Indicador 5, indica que as áreas centrais de Aracaju e Maceió, se comparado com os demais indicadores, é significativa. Um bom sombreamento de copas das árvores e arbustos em Aracaju (0,5456) e regular sombreamento em Maceió (0,3545), se considerada a área total dos espaços de lazer nas áreas analisadas respectivamente. Vale destacar que existem espaços dessa categoria que não possuem vegetação arbórea ou arbustiva, tanto em Aracaju, como em Maceió, assim como existem os espaços com farta vegetação, especialmente na área central de Aracaju.
- O resultado referente à quantidade de vegetação distribuída pelos quarteirões é semelhante nas duas áreas analisadas, sendo que o indicador em Aracaju resultou 0,1204 e em Maceió, 0,1488. Esses valores são baixos, confirmando o que foi discutido no item 4.1, em relação à permissividade da legislação urbanística, estando coerente também com os resultados do Indicador 2 em ambos os casos.
- Em relação aos indicadores 7 e 8, os quais avaliam a distribuição da vegetação pela população residente, observa-se como já foi discutido no item 4.1, um desequilíbrio nas áreas centrais de Aracaju e Maceió, 0,16 e 0,14 (considerando uma

escala de zero a um), respectivamente, em relação à vegetação do sistema viário indicando a necessidade de incremento de árvores ou arbustos em zonas onde a densidade populacional é maior. Em relação à distribuição da vegetação dos quarteirões pela população residente, os valores apresentam-se mais favoráveis, 0,33 e 0,42 em Aracaju e Maceió, respectivamente, indicando também a necessidade de medidas de incentivo para incremento de vegetação nos lotes quando possível tecnicamente.

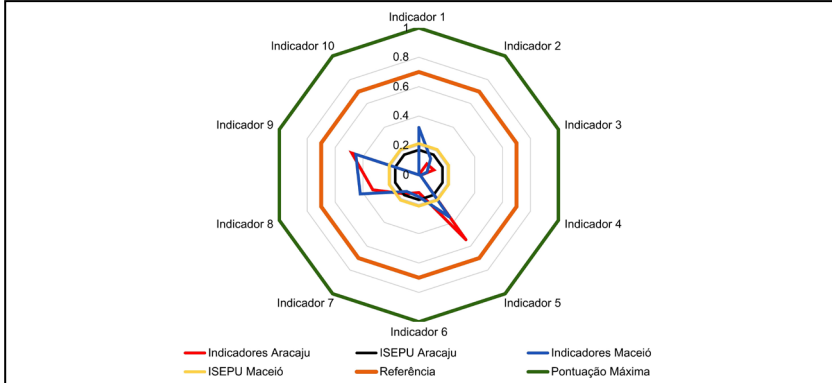
- Em relação ao Indicador 9, que avalia a biodiversidade vegetal, observa-se uma semelhança no que se refere às espécies utilizadas nas duas áreas analisadas, predominando a utilização de espécies exóticas.
- E por último, no Indicador que mede a relação entre a área total analisada e espaços públicos destinados a hortas, não houve pontuação, uma vez que nas áreas analisadas não existem espaços públicos com essa prática.

A Figura 23 ilustra através do gráfico radar os indicadores e ISE-PU das áreas centrais de Aracaju e Maceió onde pode-se visualizar que todos os indicadores ficaram bem abaixo do valor de referência (0,7), sendo que a pontuação de alguns indicadores aproximou-se do valor igual a 0,4.

Os resultados apontaram que os melhores indicadores (valores próximos de 0,4) da área central de Aracaju foram, em ordem decrescente: o Indicador 5, vegetação dos espaços públicos de lazer, o Indicador 9, biodiversidade vegetal e o Indicador 8, distribuição da vegetação nos quarteirões pela população residente.

ESTUDO DE CASO

Figura 23 - Gráfico comparativo dos indicadores, ISEPU de Aracaju e Maceió com o valor referência



Fonte: Grade Estatística 2010, Imagem de satélite Worldview, 2016. Elaboração da autora, 2018.

Os resultados apontaram que os melhores resultados (valores próximos de 0,4) da área central de Maceió foram, em ordem decrescente: Indicador 9, biodiversidade vegetal, o Indicador 8, distribuição da vegetação nos quarteirões pela população residente, o Indicador 5, vegetação dos espaços públicos de lazer e o Indicador 1, que avaliou a vegetação em áreas especiais.

Os piores resultados nas duas áreas centrais analisadas foram os referentes aos Indicadores 2, vegetação no sistema viário, o Indicador 3, conectividades verdes, o Indicador 6, vegetação nos quarteirões, o Indicador 7, distribuição da vegetação do sistema viário pela população residente e o Indicador 10, que avaliou a prática de horta em espaços públicos (não pontuou). Acrescenta-se a estes o Indicador 1, que avaliou a vegetação em áreas especiais, na área central de Aracaju (não pontuou).

O mesmo ocorreu por consequência com os valores do ISEPU, tanto na área central de Aracaju, como em Maceió, os quais ficaram muito abaixo do valor de referência (0,7), considerando uma escala de zero a um.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal meta ao escrever este livro foi compartilhar de forma sintética a metodologia desenvolvida, cujo objetivo é revelar o modo como transformamos a paisagem, suporte para a vida e resultado dos nossos valores predominantes.

A partir da abordagem ecossistêmica, entender o subsistema verde urbano a partir de dados quantitativos e espaciais possibilita compreender os impactos e as pressões sobre o mesmo e sobre sistema urbano como um todo. Essa compreensão se faz necessária para evidenciar a emergente necessidade de subsídios para o processo de gestão do verde urbano.

Para entender a paisagem urbana como um ecossistema e compreender a realidade em relação à quantidade e qualidade dos espaços vegetados, foi necessário inicialmente analisar essa realidade através das diferentes tipologias de espaços, gerando os indicadores específicos.

Essa compreensão parte da complexidade do ambiente urbano, sendo que a revisão da literatura realizada sustentou esse entendimento. O estudo da vegetação através de dados quantitativos relacionados a distâncias, áreas e formas, depende, por sua vez, de mapeamento para a compreensão das relações entre seus elementos e das propriedades do padrão de organização do sistema.

Acredita-se que o uso sistemático da metodologia proposta poderá viabilizar a extração e intersecção das variáveis que caracterizam o cenário urbano, possibilitando e facilitando o monitoramento da implementação e manutenção da vegetação, com base na visão ecossistêmica da cidade e adequada para cada estudo de caso.

Em última instância, a implementação de estratégias para o aumento do verde urbano deve visar não somente a valorização da estética da paisagem, mas principalmente que o subsistema verde possa desempenhar a multiplicidade de suas funções inerentes e vinculadas aos serviços ecossistêmicos urbanos prestados pela vegetação.

O processo de incrementação do verde urbano deve, por sua vez, objetivar o atendimento de quatro princípios da eficiência:

- Quantidade – apresentar uma quantidade de vegetação suficiente para suprir as necessidades nas diferentes tipologias espaciais da paisagem urbana.
- Qualidade – apresentar qualidade e diversidade vegetal para permitir o desempenho das funções a que se destina.
- Continuidade – apresentar continuidade através de corredores verdes para garantir os processos ecológicos e sociais, seus fluxos e movimentos.
- Contexto – articular as funções e serviços do subsistema verde com os demais subsistemas urbanos.

Propostas que venham a ser implementadas devem ter objetivos claros e também devem atender os níveis estratégicos e operativos, nas diferentes escalas: global (área urbana total) e local (a nível de bairro ou de vizinhança). Como trata-se de processo, é cíclico e evolutivo, devendo estar aberto para as revisões e ajustes necessários sem, no entanto perder o objetivo principal.

O modelo de investigação proposto revelou sua complexidade, mas mostrou-se de fácil aplicação para qualquer paisagem urbana brasileira, uma vez que a metodologia apoia-se na lógica poligonal da Grade Estatística do IBGE, permitindo adaptações futuras em atendimento às necessidades, visando o acompanhamento de suas transformações.

A avaliação através dos indicadores e do ISEPU somente foi possível a partir do SIG, do PDI, da geoestatística, das informações espaciais e alfanuméricas do banco de dados da grade estatística do IBGE (acrescentadas as informações específicas relacionadas à vegetação). Também são fundamentais os dados cartográficos disponibilizados pelas Prefeituras Municipais, imagens ortorretificadas para representação geométrica em escala reduzida (espacialidade, localização e distribuição espacial dos atributos analisados) e do trabalho de campo indispensável para a conferência dos dados.

Outra questão importante a destacar é a possibilidade de interface entre *softwares* para trabalhar tanto com representação vetorial como matricial e com banco de dados, constituindo-se um aparato tecnológico essencial tanto para as fases iniciais da implementação, quanto será necessária para a monitorização contínua das ações em prol da incrementação da vegetação.

A pesquisa revelou que nas áreas centrais analisadas a preservação do patrimônio ambiental não foi efetivamente considerada, e que a vegetação basicamente se apresenta de acordo com a classificação de Jim (1989), de forma isolada (dispersada, agrupada e maciça), linear retilínea e fragilmente conectada.

A pesquisa revelou que os usos e as ocupações do solo nas áreas centrais de Aracaju e Maceió, consolidados ao longo do tempo, resultaram impactos ambientais negativos, como altas taxas de aden-

samento e impermeabilização, poluição da água e formação de ilha de calor. Entende-se, no entanto, positiva a possibilidade de melhoria da situação encontrada através de estudos específicos e projetos de revitalização ambiental.

Defende-se como prerrogativa de projeto e planejamento para as áreas centrais, considerando a escassez de lotes livres de edificação, a implementação de corredores verdes no sistema viário onde houver viabilidade técnica, para possibilitar um *continuum* natural e permitir os fluxos de matéria, espécies e energia através da conectividade entre os espaços verdes, especialmente dos espaços públicos.

O incremento da vegetação via projetos, planejamento e gestão deve incluir desde a urbanização de novas áreas a serem incorporadas no tecido urbano, quanto a regeneração e requalificação de áreas já urbanizadas. Desta forma, todos os habitantes serão beneficiados com o incremento da vegetação urbana, mas estes efeitos podem ser particularmente mais relevantes para grupos socialmente mais desfavorecidos, que muitas vezes têm menos acesso a espaços vegetados públicos e a nível da unidade territorial habitacional.

Atingir o patamar de eficiência do subsistema verde inter-relacionado com os demais subsistemas, a nível do planejamento e dos projetos urbanos, por si só não é suficiente, deve envolver todos os agentes transformadores da paisagem urbana. Considerando ainda o paradigma da incerteza, ou seja, a impossibilidade de se prever com precisão todas as consequências (positivas e negativas) das ações coletivas na cidade, entende-se ser necessária a constante educação ambiental, cabendo, portanto, a cada cidadão a sua responsabilidade.

Cabe salientar também que ainda são incipientes no Brasil os estudos sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos na gestão e

no planejamento urbano, o que reforça a importância da pesquisa. Como o planejamento trabalha com probabilidades, há necessidade das reavaliações constantes, pois caracteriza-se como um reaprender com as experiências. A prática integrada em diferentes escalas físicas e temporais visa garantir ações mais eficazes, não como um recurso final, mas como um instrumento para melhorar a qualidade do ambiente urbano.

Recomenda-se associar aos dados, o inventário arbóreo, arbustivo, o qual é de fundamental importância para a planejamento e a gestão do verde urbano. Como a vegetação precisa de tempo para se desenvolver, também sugere-se que as avaliações sejam realizadas entre dois e três anos após sua implementação. E considerando que a integração dos valores associados ao verde na paisagem urbana é um desafio constante, justifica a reavaliação sistemática também de conceitos, critérios e métodos de mensuração.

Não menos importante destacar que a sociedade, via de regra, ao não perceber as árvores e demais vegetações como seres vivos, trata-as como coisas, um adereço urbano. Esse paradigma tem que ser substituído pela compreensão de que a vegetação urbana é um subsistema vivo e indispensável para a melhoria da qualidade ambiental.

O crescimento e aumento populacional em curto espaço de tempo, as falhas no planejamento e gestão do verde urbano, a omissão da sociedade impulsionaram os problemas ambientais e infraestruturais observados nas paisagens urbanas. As relações entre estruturação urbana, centralidades e conectividades devem intencionar as costuras entre as diferentes partes da cidade através da incorporação de novas áreas e revitalizações nas existentes com base na diversidade de usos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se projetos exclusivos para as áreas centrais, considerando as especificidades físicas e os aspectos ecológicos, paisagísticos, sociais e culturais locais. Salienta-se a necessidade de projetos dessa natureza serem resultado de questionamentos em relação aos melhores caminhos a percorrer no tocante à implementação dos planos, projetos e programas de arborização urbana. Como transcender, via legislação urbana, o caminho percorrido até o momento presente, que resulta em alto grau de artificialização da paisagem urbana. E ainda, quais soluções são viáveis para implementar na esfera do planejamento, para o objetivo de incremento de vegetação. Espero que este livro possa contribuir para a construção/ requalificação de cenários e paisagens urbanas mais verdes.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil - Potencialidades Paisagísticas**. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALVES, T. M. **A estrutura ecológica urbana no modelo da rede estruturante da cidade**. 2010 ©11deAgosto2010Bubok Publishing S.L. Disponível em: <<https://www.bubok.pt/livros/1870/A-ESTRUTURA-ECOLOGICA-URBANA-NO-MODELO-DA-REDE-ESTRUTURANTE-DA-CIDADE>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

ARACAJU. Prefeitura Municipal de Aracaju. Lei complementar 42 - **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju, 2000**. Aracaju, 2000. Disponível em: <<https://aracaju.se.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2016.

ARAÚJO, T. B. **Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro - heranças e urgências**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2000.

ASCHER, F. **Metapolis: Acerca do futuro da cidade**. Tradução de Álvaro Domingues. Oeiras: Celta Editora. 1998. 49 p.

BACH, W. Urban Climate: **Air Pollution and Planning**. In: DETWYLER, T. R. MARRCUS, M.G. (Ed). Urbanization and Environment. Belmont: Duxbury, 1970.

BAK P. How Nature Works - **The science of self-organized criticality**. New York: Qgiserver Verlag, 1996.

BARBOSA, R. V.R.; BARBIRATO, G. M. Vegetação Urbana: Uma análise experimental em cidade de clima quente e úmido. In: **VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, Anais... Curitiba, novembro 2003, p. 722-729.

BATTY, M. **Complexity in City Systems: Understanding, Evolution, and Design**. University College London: Working Papers Series, paper 117 – Mar. 2007.

BELEM A. L. G.; NUCCI, J. C. **Hemerobia das paisagens: conceito, classificação e aplicação no Bairro Pici – Fortaleza/CE**. RA'E GA 21, p. 204-233. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, 2011.

BERNSTEIN, M. Metabolismo urbano. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 31, v. 2, p. 5-35, jul/dez, 2009. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=megacidades-respiram-consumem-poluem-algumas-se-cuidam&id=010125091006#.WL9PVtBv_qA>. Acesso em: 2 fev. 2017.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Organizador: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BOBROWSKI, R. Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010. **Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**, Universidade Federal do Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2011/d576_0751-M.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, v. 29, p. 293-301, 1999.

BOSQUILIA, R. W. D. **Fotointerpretação**. Universidade Tecnológica do Paraná, s/d. Disponível em: <paginapessoal.utfpr.edu.br/raonibosquilia/fotogrametria/9-%20Fotointerpretacao.../file>. Acesso em: 29 ago. 2017.

BRASIL. **Estatuto das Cidades**: Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 07 dez. 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1526>>. Acesso em: 07 dez. 2016.

BRASIL. **Lei 12.651**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 07 dez. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 6.766**, 1979. Parcelamento do solo urbano Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 05 mar. 2016.

BRASIL. Lei nº 792, 2007. **Política Nacional dos Serviços Ambientais**. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=348783>>. Acesso em: 01 mar. 2018

BRASIL. **Lei Nº 9.785**, 1999. Parcelamento do solo urbano. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9785.htm>. Acesso em: 05 mar. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente>>. Acesso em 13 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira, Bases para Discussão**, Brasília, 2000). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344 p. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>. Acesso em: 22 mar. 2011.
CAPRA, F. **O tao da física: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental**. Trad. José Fernandes Dias, Rev. Técnica Newton Roberval Eichenberg. 9. ed. São Paulo: Ed. Cultrix, 1988.

CARCAUD, N.; LAJARTRE A. Os jardins que nos representam. In: PANIZZA, A. de C. (Org.). **Paisagens francesas: terroirs, cidades e litorais**. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2011. Disponível em: <<http://confins.revues.org/7017?lang=pt>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

CARLOS, A. F. A. **O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade**. São Paulo: Contexto, 2004.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, D. F.; MELLO, J. L. P.; SILVA, L. D. B. da. **Hidrologia**. 2007. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/jorge/downloads/APOSTILA/LICA%20Parte%201.pdf>>. Acesso em: 20 mar 2017.
- CAVALHEIRO, Felisberto. Urbanização e alterações ambientais. In: **Análise Ambiental: Uma Visão Interdisciplinar**. São Paulo: UNESP/FAPESP, 1991.
- CAZNOK, J.; CITADINI-ZANETTE, V.; GONÇALVES, T. M.; SANTOS, R. dos. Arborização das cidades: direito à biodiversidade e à cidade saudável-Uma proposta para Criciúma (SC). In: GONÇALVES, T. M.; SANTOS, R. dos (Orgs.). **Cidade e meio ambiente: estudos interdisciplinares**. Criciúma, SC; Ed UNESC, 2010. 358 p.
- CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2011. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/sites/imprensa/pt-br/Documents/Manual_Arborizacao_Cemig_Biodiversitas.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.
- CHALAS, Y. L'Urbanisme comme pensée pratique: pensée faible et débat public. In: **Les Annales de la recherche urbaine**. N. 80-81.1998.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CÂMARA Multidisciplinar de Qualidade de Vida. **Carta de Aalborg**, 1994 Disponível em: <http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=18319>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- CORRÊA, R. L. A. Espaço: Um conceito chave da geografia. In: DE CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. A. (Orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CORRÊA, R. L. A. **O espaço urbano**. São Paulo: Ed. Ática, 1989.
- DIEGUES, A. C. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. In: **São Paulo em perspec-**

tiva, jan.-jun. 1992, p. 22-29. Disponível em: <https://www.michaeljonas.com.br/meu%20trabalho/fca_grad/Economia%20II/Apo/Desenvolvimento%20Sustentavel.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.

DINIZ FILHO, L. L.; VICENTINI, Y. Teorias espaciais contemporâneas – o conceito de competitividade sistêmica e o paradigma da sustentabilidade ambiental. In – **Impactos socioambientais urbanos** (Francisco Mendonça, org.). Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

DOS SANTOS, R. C. B. **Movimentos sociais urbanos**. São Paulo: Ed. Unesp, 2008. Coleção Pradidáticos.

EMÍDIO, T. **Meio ambiente & paisagem**. São Paulo: Ed. Senac, 2006.

ENCINAS, J. I., et al. **Variáveis dendrométricas**. Brasília: UNB, Depto de Engenharia Florestal, 2002. Comunicações Técnicas Florestais, v.4, n.1.

ESCADA, M.I.S. Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo. **Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto** – INPE, São José dos Campos, 1992.

FADIGAS, L. **Urbanismo e natureza: os desafios**. Lisboa: Ed. Silabo Ltda, 2010.

FARAH, I. M.; COSTA, L. M. S. A.; MELLO FILHO, L. E. de. Arborização da cidade do Rio de Janeiro: caminhos para valorização da Flora Nativa. In: **Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, 5. Anais... Rio de Janeiro, 2000.

FERREIRA R. A. et al. **Manual de dendrologia: espécies florestais nativas e exóticas do Campus de São Cristóvão/UFS**. São Cristóvão: Ed. UFS, 2013.

FERREIRA R. A. et al. **Manual de arborização Urbana de Aracaju: Praças**. São Cristóvão: UFS, 2008.

FIGUEIRÓ, A. Biogeografia: dinâmica e transformação da natureza. **Coleção básicos em geografia**. Organização Francisco Mendonça. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FONTES, N. Indicadores, índices e padrões relativos a sistemas de espaços livres. In: **Simpósio de Pós-graduação em Geografia do Estado de São Paulo**. v. 1. Anais... Rio Claro, 2008. p. 935-956.

FORZA R. C. et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 2v.

FRANÇA, S. L. A. **Estado e mercado na produção contemporânea de habitação em Aracaju-SE**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, 2016.

FRANÇA, T. P. de; SANTOS, C. Z. A. dos; GOMES, L. J. Arborização de Aracaju: uma percepção dos seus moradores. In: **Geografia**, Londrina, v. 21, n.2. p. 05-22, maio/ago. 2012. Disponível em: <<https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9507>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

FRANKHAUSER, P. **La formation fractale des tissus urbains**. Cahiers de géographie du Québec, vol. 42, n° 117, 1998, p. 379-398.

GIRARDET, H. **Creating sustainable cities**. UK: Green Books Ltda, 1999.

GODFREY, C. G. **GIS and GPS in Urban Forestry**. City Trees, v.37, p.14-16, 2001.

GÓMEZ, J. R. M. **Desenvolvimento em (des)construção: Narrativas escalares sobre desenvolvimento territorial rural**. 2006, 439 f. Tese de Doutorado em Geografia - FCT/UNESP, Presidente Prudente. Disponível em: <http://www.mstemdados.org/sites/default/files/2006%20montenegroomez_jr_dr_prud.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2016.

GONÇALVES, C. W. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2008.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Florestas Urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. Viçosa. Minas Gerais: Aprenda Fácil, 2002. 180p.

KOHLER, R. Aspectos físicos, legais e gestão da arborização viária em Aracaju, Sergipe. In: **Cenários urbanos: riscos e vulnerabilidades na gestão territorial**. Aracaju: Criação, 2016.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Anablume, 2005.

HENRIQUE, W. **O direito à natureza na cidade**. Salvador: EDUFBA, 2009. 186 p.

HERZOG, C. P. **Cidade para todos (re) aprendendo a conviver com a natureza**. Rio de Janeiro: Ed. Mauad X, 2013. 312p.

HONJO, T.; TAKAKURA, T. Simulation of Thermal effects of Urban Green Areas on their surrounding áreas. In: **Energy and Buildings**, Netherlands, v. 15, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037877889090019F>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

HULSMeyer, A. F.; FRANÇOSO, B. E.; PANISSA, A. E. de Oliveira. As áreas de preservação permanente como espaços livres urbanos: um estudo de caso em Umuarama-PR. **Akrópolis**, Umuarama, v. 23, n. 2, p. 191-205, jul. dez. 2015. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/view/5766>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

IBGE. **Grade estatística**, 2010. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2017.

BGE. **Quase 25% dos municípios tiveram redução de população em 2017**. Disponível em: <<http://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/16132-quase-25-dos-municipios-tiveram-reducao-de-populacao-em-2017.html>>. Acesso em: 04 set. 2017.

IBGE. **Aracaju**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

IBGE. **Maceió**. Panorama Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/panorama>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

IBGE. **População do Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/box_popclock.php> Acesso em: 25 abr. 2020, 17:07h.

JAMES, M. **Jardim urbano**. Tradução: Luis Carlos Borges. São Paulo: Ed. Senac, 2014.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. Tradução: EPIPHANIO, José Carlos N. et al. (INPE). São José dos Campos: Parênteses, 2009.

JIM, C.Y. **Tree canopy cover, land use and planning development in urban Hong Kong**. Geoforum, v. 20, n.1, p 57-68, 1989.

KANASHIRO, M. Da antiga à nova Carta de Atenas: em busca de um paradigma espacial de sustentabilidade. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 9, p. 33-37, jan./jun. 2004. Editora UFPR. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/3079/2460>>. Acesso em: 10 set. 2017.

KUHLMANN, E. Curso de Biogeografia. In: **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1973.

LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

LE CORBUSIER. **Carta de Atenas**. São Paulo: Editora Hucitec, 1989.

LEENHARDT, J. **Nos jardins de Burle Marx**. São Paulo: Perspectiva, 2010.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. Tradução: Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.

LEFEBVRE, H. **The Production of Space**. Oxford: Blackwell, 1991.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. (trad. Sandra Valenzuela; rev. técnica Paulo Freire Vieira) São Paulo: Cortez, 2007, 4ª ed (p. 9 -22)

LEFF, E. Espaço, lugar y tempo: la reapropiación social de la naturaleza y la construcción local de la racionalidade ambiental. In: **Revista desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.1, p.57-89, jan./jun. Editora da UFPR, 2000. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/3057/2448>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

LIMA, A. C. de. **Glossário de plantas ornamentais tropicais**. Aracaju: Info Grafics, 2009.

LOMBARDO, M. A. Vegetação e clima. In: **Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**, 3. Curitiba, 1990. Curitiba: FUPEF, 1990 p. 1-13.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras.: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. vol. 5, 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. Aplicações do sensoriamento remoto na geografia. In: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de textos, 2005 p. 33-54.

MACEDO, S. S.; QUEIROGA, E. F.; DEGREAS, H. N. **APPs urbanas uma oportunidade de incremento da qualidade ambiental e do sistema de espaços livres na cidade brasileira—conflitos e sucessos**. Anais... Seminário de Áreas de Preservação Permanente Urbanas, n. 2, 2012.

MACEIÓ não tem áreas verdes em quantidades suficientes. In: **Jornal Gazeta**, edição de 16 de julho, 2016. Disponível em: <<https://gazetaweb.globo.com/gazetadealagoas/noticia.php?c=291125>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

MACEIÓ. **Prefeitura Municipal de Maceió**. Disponível em: <<http://www.maceio.al.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

MACEIÓ. Prefeitura Municipal de Maceió. Lei nº5.486. **Plano Diretor de Maceió**, 2006. Disponível em: <https://sempla.maceio.al.gov.br/sempla/dpu/PLANO%20DIRETOR_MAPAS%20A3/MAPA_08_Macrozoneamento%20Urbano_A3_rev.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.

MADUREIRA, H. **Promover os serviços ecossistêmicos urbanos com infraestruturas verdes**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, s/d. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316.2/39929>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos. Realidades e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2011.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: +4 Editora, 2005. 203p.

MENDONÇA, F. de A.; QGISER, K. S. A(s) ideia(s) de natureza na geografia: elementos para compreensão e debate. In: COSTA, J. de J., et al. (Orgs). **Questões geográficas em debate**. São Cristóvão: Ed. UFS, 2012.

MENDONÇA, F. S.A.U. Sistema ambiental urbano. In: MENDONÇA, F. (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004, 330p.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000.

MILLIOLI, G.; BAY, M. I. Urbanismo e meio ambiente: uma reflexão sobre a construção da interdisciplinaridade no diálogo dos saberes distante da realidade complexa das cidades. In: **IV Encontro Nacional da Anppas 4, 5 e 6 de junho de 2008** Brasília, DF – Brasil. Disponível em: <<https://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT8-683-802-20080513185813.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

MINKS, V. A rede de design verde urbano – uma alternativa sustentável para megacidades? **Revista LABVERDE** n°7 – Artigo n°06, dez. 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/81089>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Ed. Contexto, 2001.

MONTEIRO, C. A. de F. O estudo geográfico do clima. In: **Cadernos Geográficos**. N.1 Florianópolis: Imprensa universitária (UFSC), 1999.

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

MOREIRA, R. **Para onde vai o pensamento geográfico? Por uma epistemologia crítica**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Eliane Lisboa. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MOTA, J. A. **O valor da natureza: economia e política de recursos naturais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

MOVIMENTOS em **Defesa do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/cedic/colecoes/movimento_em_defesa.html>. Acesso em: 30 mar. 2017.

MUMFORD, L. **El mito de la maquina**. Madrid: Facultad de Derecho de Madrid, 1974.

MUNNÉ, F. **¿Qué es la complejidad?** Encuentros en Psicología Social, 2007. 3 (2), 617.

NUCCI, J. C.; BELEM, A. L. G.; KRÖKER, R. Evolução da paisagem do bairro santa felicidade (Curitiba-PR), com base no conceito de hemerobia. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, 58-71. São Paulo: USP, 2016.

PALMER, J. A. (Org.) **50 grandes ambientalistas – de Buda a Chico Mendes**. São Paulo: Contexto, 2006.

PASSOS, M. M. dos, O modelo GTP (Geossistema – Território – Paisagem). Como trabalhar? **Revista Equador** (UFPI), Vol. 5, Nº 1, 2016. ed. especial 1, p. 1 - 179. Disponível em: <[https //www.ojs.ufpi.br/index.php/equador](https://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

PAVEZZI NETO, M.; SILVA, R. S. da. Ecosistemas urbanos: potencialidades da ecologia urbana no Desenvolvimento das cidades sustentáveis. In: **IX Encontro Nacional da Ecoeco**, Brasília, 2011. Disponível em: < [http: //www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT2-201-186-20110620175558.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT2-201-186-20110620175558.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2017.

PINTO, J. E. S. de S.; AGUIAR NETTO, A. de O. **Clima, geografia e agrometeorologia: uma abordagem interdisciplinar**. São Cristóvão: Ed. UFS; Aracaju, Fundação Oviêdo Teixeira, 2008. 220p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., 2007.

PORTO ALEGRE. **Cadastro fotográfico da cidade de Porto Alegre**. Disponível em: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/smamcpl/default.asp>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 2006.

QUINTAS, A.; CURADO, M. J. Estrutura Ecológica Urbana: sistema multifuncional de desenvolvimento urbano. In: **Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia**. Out. 2010, Universidade do Porto, Faculdade de Letras. Disponível em: <[https //web.letras.up.pt/xiicig/comunicacoes/42.pdf](https://web.letras.up.pt/xiicig/comunicacoes/42.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese da abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista Departamento de Geografia da FFLCH/USP**. São Paulo, v.9, 1994.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; VICENTE DA SILVA, E.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoeologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.
- ROMÉRO, M. de A.; BRUNA G. C. **Metrópoles e o desafio urbano frente ao meio ambiente**. São Paulo: Blucher, 2010. Série Sustentabilidade; v. 6. (José Goldemberg, coord.)
- SANTOS, et al. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju – SE. In: Soc. Bras. de Arborização Urbana **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.2, p.125-144, 2011. Disponível em: <https://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo168-publicacao.pdf> Acesso em: 15 set. 2017.
- SANTOS, J. E. dos. Introdução. In: SANTOS, J. E. dos; SILVA, C. J. da; MOSHINI, L. E. (Orgs). **Paisagem, biodiversidade e cultura**. São Carlos: RiMa Editora, 2012.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 2008(a).
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Nobel, 1985.
- SANTOS, N.R.Z. dos; TEIXEIRA, I.F. Avaliação qualitativa da arborização da cidade de Bento Gonçalves, RS. **Ciência Florestal**, v.1., n.1., p.88-99, 1991.
- SBAU, Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Ibioporã. **Boletim Informativo**, v.3 , n.5, p.3, 1996.
- SENADO, **Eco Rio 92**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- SEPE, P. M.; PEREIRA, H. M. S. B. O conceito de Serviços Ambientais e o Novo Plano Diretor de São Paulo: Uma nova abordagem para a gestão am-

biental urbana? In: **XVI ENANPUR – Espaço, Planejamento & Insurgências**. Sessões temáticas.ST4- Natureza, reprodução social e bens comuns. Belo Horizonte, 2015.

SEPLAG. **Alagoas Geográfico**. Disponível em: < <https://geo.dados.al.gov.br/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

SERPA, A. **O espaço público na cidade contemporânea**. São Paulo: Contexto, 2007.

SICHE, R., et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. In: **Ambiente & Sociedade Campinas** v. X, n. 2 p. 137-148 jul.-dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v10n2/a09v10n2.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003

SIQUEIRA, J. C. de. Os desafios de uma fitogeografia urbana. In: **Pesquisas, botânicas**, nº 56, pg 229-237. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, 2005.

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas: Métodos em questão**, 16. IG-USP. São Paulo, 1977. 51p.

SOUZA, M. L. de. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2013. 320 p.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrativo para identificação das famílias nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 703 p.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade**. São Paulo: EDUSP, 1995.

TEEB. **A economia dos ecossistemas e da Biodiversidade**, 2010. Disponível em: <<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

TEIXEIRA, E. C. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. **Revista Associação de Advogados de Trabalhadores Rurais no Estado da Bahia**, ano 10, 2002. Disponível em: <http://www.fit.br/home/link/texto/politicas_publicas.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2016.

TELES DA SILVA, S. **Políticas públicas e estratégias de sustentabilidade urbana**. Disponível em: <http://www.rcc.gov.pt/SiteCollectionDocuments/SolangeTeles_Politicas-Pub-Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2016.

TOMASONI, M. A. Considerações sobre a abordagem da natureza na geografia. In: SANTOS, J. M. dos; FARIA, M. (Orgs.) **Reflexões e construções geográficas contemporâneas**. Salvador: Copyright © dos autores. Co-edição Universidade Estadual da Bahia, 2004, 162p.

TROPPEMAIR, H. Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v. 13, n. 25, p. 27-36, 1983.

TROPPEMAIR, Helmut. **Biogeografia e meio ambiente**. Rio Claro: Ed. Divisa, 2002.

UNRIC, Centro Regional das Nações Unidas. **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050**. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>>. Acesso em: 04 set. 2017.

VARGAS, G. M. Natureza e ciências sociais. In: **Sociedade e Estado**.vol.18 n.1-2. Brasília Jan./Dec. 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-69922003000100008>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

VERDEJO, M. M. El paisaje urbano se renueva: últimas tendencias en la ciudad de Almería. In: Actas de Horticultura nº 52. Innovación y futuro en la jardinería. I Simposio Iberoamericano - **IV Jornadas Ibéricas de Horticultura Ornamental**. Pontevedra (España), 2008. Disponível em: <<http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2052.%20IV%20Jornadas%20>

Ib%C3%A9ricas%20de%20Horticultura%20Ornamental/Comunicaciones/El%20paisaje%20urbano%20se%20renueva,%20%C3%BAltimas%20tendencias%20en%20la%20ciudad%20de%20Almer%C3%ADa.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2015.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. In: **Geografia**. Rio Claro, v. 28, n.3, p. 323-344, set./dez. 2003.

VITTE, C. de C. Silva. Inovações e permanências na gestão das cidades e na gestão do desenvolvimento local no Brasil: novas contradições, novos conteúdos? In: CARLOS, A. F. A.; SILVA, A. I. G. (Orgs.). **Dilemas Urbanos: novas abordagens sobre a cidade**. São Paulo: Contexto, 2003.

WATERMAN, T. **Fundamentos de paisagismo**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WOLMAN, A. Metabolismo of cities. In: **The Scientific American**, vol. 213, Issue 3p., 1965, p. 179-190.

GLOSSÁRIO

- **Antropocoria** Dispersão feita pelo homem.
- **Arboricultura** Cuidado com as árvores.
- **Áreas verdes de preservação e/ou conservação** Conservação do sítio ou a manutenção da biodiversidade.
- **Áreas verdes produtivas** Áreas destinadas à produção de bens de consumo oriundos das árvores, direta ou indiretamente.
- **Avaliação Ecológica do Milênio** Programa iniciado em 2001 pelas Nações Unidas com o objetivo de avaliar as consequências das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano, e estabelecer as bases científicas para fundamentar as ações necessárias para assegurar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas e sua contribuição para o bem-estar humano.
- **Carta de Atenas** Documento oficial resultado do Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, realizado em Atenas em 1933.
- **Coefficiente de Aproveitamento** Aproveitamento construtivo de um terreno, resultado da multiplicação do valor numérico correspondente pela área do terreno.
- **Ecossistema** Termo criado por Tansley para definir o conjunto complexo de elementos bióticos (animais e vegetais) e abióticos (solo, clima, relevo e outros), interligados e coordenados entre si, funcionando como uma estrutura organizada, de variadas formas e tamanhos, ocupando uma determinada área.

- **Energia cinética** Movimento cuja própria força alia-se à energia potencial.
- **Energia potencial** Força inicial que leva ao funcionamento do sistema
- **Geoprocessamento** Processamento de dados geográficos, através de ferramentas e técnicas.
- **Graus de artificialização** Graus de urbanização, considerando-a um dos processos mais intensos e impactantes.
- **Habite-se** Documento de conformidade da construção, ou seja, executado conforme projeto aprovado na Prefeitura Municipal.
- **Horticultura** Cultivo de plantas que possuem características bem definidas ou destacada importância econômica: oleicultura (hortaliças), fruticultura (arbóreas, arbustivas ou trepadeiras), floricultura (arbustivas ou herbáceas - produção de flores), jardinocultura (planejamento, conservação de jardins) e cultura de ervas medicinais.
- **Ilha de calor** Fenômeno climático que ocorre a partir da elevação da temperatura notadamente em áreas urbanas.
- **Locus** Lugar, posição ou local.
- **Sensoriamento remoto** Tecnologia utilizada para análises de dados espaciais.
- **Silvicultura** ciência dedicada aos estudos da arboricultura, horticultura ornamental, do manejo e ordenamento florestal.
- **Sistema** Conjunto de elementos interdependentes formando a organização do todo.
- **Sistema de drenagem** Sistema de escoamento das águas.
- **Sociedade** Agrupamento de seres gregários que habitam em dado tempo e espaço.

Formato	15 cm x 21cm
Tipografia	Lora
Papel	Apergaminhado 75gr
Número de páginas	166
Tiragem	50 exemplares
Edição	Criação Editora
Impressão	Infographics Gráfica e Editora

A partir da discussão da temática sociedade-natureza, o livro aborda aspectos referentes às complexas relações da vegetação na paisagem urbana. Apresenta-se um instrumento para a análise da vegetação para prover aos tomadores de decisão um suporte para o planejamento e a gestão, com base na visão ecossistêmica da cidade. A metodologia consiste em um conjunto de dez indicadores que ponderados resultam no Índice Socioecológico e Paisagístico Urbano - ISEPU. Os indicadores propostos baseiam-se na mensuração da vegetação urbana a partir de categorias espaciais determinadas pelas suas funções específicas, relacionando-as com os graus de artificialização da paisagem urbana, com a diversidade das espécies e com a distribuição espacial da população residente. Foram utilizados dados espaciais vetoriais, banco de dados alfanuméricos da Grade Estatística do IBGE, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, bem como softwares adequados à finalidade da pesquisa. O livro apresenta também, de forma sintética, os resultados dos indicadores e ISEPU das áreas centrais de Aracaju/SE e Maceió/AL, recortes espaciais selecionados como estudo de casos para a testagem da metodologia. Em que pese a sua importância para análise de tendências futuras, a proposta mostra-se como um sistema passível de ser retroalimentado e aperfeiçoado.

Raquel Kohler

Graduada em Arquitetura e Urbanismo

Mestre em Planejamento Urbano e Regional

Doutora em Geografia

Prof^a Adjunta do Departamento de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Federal de Sergipe

