



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN

MARIA EMÍLIA DA ROCHA FERREIRA LEITE

**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM ÁREAS DE BORDA DO RIO
COCÓ: INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO URBANO DE
FORTALEZA-CE**

FORTALEZA
2018

MARIA EMÍLIA DA ROCHA FERREIRA LEITE

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS EM ÁREAS DE BORDA DO RIO COCÓ:
INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO URBANO DE FORTALEZA-CE

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design (PPGAU+D), da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre (M.Sc.) em Arquitetura, Urbanismo e Design. Área de Concentração: Produção do Espaço Urbano e Arquitetônico.

Orientador: Prof. Dr. José Almir Farias Filho

FORTALEZA
2018

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

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

L554s Leite, Maria Emília da Rocha Ferreira.
Serviços ecossistêmicos em áreas de borda do rio Cocó. Indicadores para o planejamento urbano de Fortaleza-Ce. / Maria Emília da Rocha Ferreira Leite – 2018.
135 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. José Almir Farias Filho.

1. Serviços ecossistêmicos. 2. Planejamento urbano sustentável. 3. Ecologia urbana. 4. Rio Cocó – Fortaleza (CE). Título.

CDD 720

MARIA EMÍLIA DA ROCHA FERREIRA LEITE

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM ÁREAS DE BORDA DO RIO COCÓ:
INDICADORES PARA O PLANEJAMENTO URBANO DE FORTALEZA-CE

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design (PPGAU+D), da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre (M.Sc.) em Arquitetura, Urbanismo e Design. Área de Concentração: Produção do Espaço Urbano e Arquitetônico.

Orientador: Prof. Dr. José Almir Farias Filho

Aprovada em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA DA QUALIFICAÇÃO

Prof. Dr. José Almir Farias Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso (Membro Interno)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles (Membro Externo)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Newton Célio Becker de Moura (Membro Externo)
Universidade de Fortaleza – UNIFOR

A meus filhos,
Israel e Levi.

AGRADECIMENTOS

Uma longa caminhada tornou-se mais leve pela contribuição de muitos: alguns deixaram impressões, outros, ganhei para a vida.

A quem deu incentivo, a quem deu conhecimento, a quem deu oportunidade, a quem deu suporte, a quem, simplesmente, me ouviu e me deu o ombro, a quem acreditou. Essa é uma conquista pessoal que carrega as impressões de cada um, e sou profundamente grata a todos esses que, seguramente, recebem essas palavras em seus corações.

Ao meu orientador, Almir Farias, por ter aceitado o desafio do tema escolhido e pela sua compreensão diante das difíceis travessias por mim enfrentadas;

Aos professores e ao coordenador do PPGAU+D, Ricardo Paiva, que se lançaram ao desafio de estar à frente da primeira turma de mestrado do Departamento de Arquitetura da UFC;

Ao professor e chefe do Departamento de Arquitetura, Romeu Duarte, que contribuiu para que o convênio entre a UFC e o Resilience Centre da Universidade de Estocolmo fosse firmado e viabilizasse o intercâmbio com o PPGAU+D, tornando possível minha participação em um seminário naquela cidade;

Ao professor Jeovah Meireles, pela disponibilização de vasto material do seu acervo de pesquisa;

À professora Sara Borgström, na época pesquisadora do Resilience Centre, que aceitou, com entusiasmo, ser minha co-orientadora, convidou-me para dar uma aula no curso de Geografia da Universidade de Estocolmo e contribuiu com seu valoroso conhecimento, literatura e considerações no decorrer do processo;

À coordenadora de projetos do Resilience Centre, Maria Schewenius, que me confiou a chave de sua casa, e a todos os que me receberam na Suécia, trazendo conhecimento e consistência à pesquisa, disponibilizando material ou, simplesmente, trocando ideias enriquecedoras: Asa Keane, Sarah Cornell, Christina Wikberger, Carl-Magnus Capener, Lars Wilklund, Peter Wrenfelt e aos demais parceiros da U&We e do projeto C&O City;

Aos meus colegas de turma, Herbert, Max, Simone, Bruno Perdigão, Igor, Bruno Braga, Mariana, Luana e Victor, pelas experiências compartilhadas;

À Fundação Cepema, por viabilizar minha primeira viagem à Estocolmo;

Ao amigo Adalberto Alencar, pelo incentivo, pelas portas abertas e pela vastíssima bibliografia compartilhada, à querida Pernilla, por me receber em sua casa, e à Bárbara

Alencar, pelo mesmo motivo e pelas intermináveis conversas com chá ao fim de dias frios;

À querida amiga e professora Cristina Romcy pela grande ajuda, pelo incentivo, pela bibliografia, pelos cafés e pela disposição;

À minha sobrinha e colega de profissão Raquel Leite, pelo entusiasmo e pela inestimável contribuição nos “momentos finais” de sufoco;

À minha irmã, Ana Carolina, pelo incentivo e apoio; à minha mãe, pelo incentivo, apoio e logística; ao meu pai, que partiu no “auge do processo”, pelo entusiasmo; e aos meus filhos, pelo entusiasmo e compreensão;

Às amigas e amigos especiais, torcedores e incentivadores entusiasmados.

Obrigada.

Mas poucos sabem qual é o rio da
minha aldeia

E para onde ele vai

E donde ele vem.

E por isso, porque pertence a
menos gente,

É mais livre e maior o rio da minha
aldeia.

(Alberto Caeiro)

RESUMO

O rápido e contínuo crescimento dos centros urbanos tem trazido uma progressiva degradação ambiental do espaço urbano e, em especial, a perda dos benefícios que os ecossistemas naturais proporcionam aos seus habitantes. De outra parte, o planejamento urbano tradicional não tem levado em conta os novos desafios impostos a cidades e aos seus habitantes, principalmente aqueles decorrentes da perda dos serviços ecossistêmicos. Tendo em vista esse cenário, esta pesquisa tem por objetivo entender primeiramente a extensão e os efeitos desse fenômeno para, em seguida, identificar e avaliar os diferentes processos relacionados aos serviços ecossistêmicos. Com esse intuito, estuda-se o caso da relação da cidade de Fortaleza com o rio Cocó, cujo intercurso influencia fortemente a dinâmica de expansão urbana, dando forma a diferentes padrões de uso e ocupação em suas bordas. A investigação se detém na comunidade do Dendê, situada na margem direita e já próxima da foz do rio. Optou-se por uma análise social e morfológica sob a óptica dos serviços ecossistêmicos, o que permite compreender os laços entre as funções e dimensões socioeconômicas e os ativos físico-espaciais. Da metodologia adotada, constaram levantamentos documental e iconográfico, análise dos indicadores sociais e morfológicos, visitas de campo e uma oficina participativa envolvendo a comunidade local, de modo a compreender o grau de importância dado aos serviços ecossistêmicos. Os resultados da pesquisa apontam que os moradores do Dendê têm consciência da crescente perda de qualidade do seu ambiente urbano, mas que não associam esse fenômeno à carência dos serviços ecossistêmicos. Esse fato nos leva a concluir sobre a necessidade de concepção de políticas públicas de conscientização da população articulada à salvaguarda dos benefícios ecossistêmicos em áreas urbanas.

Palavras-Chave: 1. Serviços ecossistêmicos. 2. Planejamento urbano sustentável. 3. Ecologia urbana. 4. Rio Cocó – Fortaleza (CE).

ABSTRACT

The rapid and continuous growth of cities has brought a progressive environmental degradation of urban, in particular, the loss of ecosystem services benefits given to the inhabitants. Though, the traditional urban space planning has not taken into account the new challenges imposed on them and its inhabitants, specially the ones resulting from the ecosystem services losses. Regarding to this cenario, this work aims to understand primarily the extention and the effects of this phennomenon and, afterwards, identify and assess the diferente processes related to ecosystem services. The purpose of this work is to study the relationship between Fortaleza and Cocó River whose interaction strongly influences the dynamics of urban expansion, shaping different uses and occupation patterns to the boards. The research holds the Community of Dendê, placed in the right river bank, close to the mouth. We opted for a social and morphological analysis from the perspective of ecosystem services, which allows understanding the social-economics dimensions and physical-spatial aspects. The method consists in documental and iconographic survey, social and morphological indicators assessment, visits to the community and a participatory workshop to comprehend the importance given to ecosystem services. The results of research indicate that the Dendê Community residents of Dendê are conscious of growing urban space quality loss, but they do not associate this phenomen to the lack of ecosystem services. This fact drive us to conclude about the necessity of population conscientization by public policy to safeguard ecosystem benefits in urban áreas.

Key-words: 1. Ecosystem services. 2. Sustainable urban planning. 3. Urban Ecology. 4. Cocó River – Fortaleza (CE).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Contexto global dos impactos gerados pelas cidades e evolução população urbana.....	27
Figura 2 - Aumento de concentração de CO2 na atmosfera.....	29
Tabela 1 - Efeitos das mudanças climáticas e relação com o aquecimento global.....	30
Figura 3 - Recorte do município de Fortaleza (a) e a temperatura na superfície terrestre (01/01/2001).....	39
Figura 4 - Recorte do município de Fortaleza (a) e a temperatura na superfície terrestre (03/09/2007).....	39
Figura 5 - Elevação do nível do mar. Dados de satélites (1993 até o presente).....	42
Imagem 1 - Cidades em relação aos atuais riscos das mudanças climáticas.....	43
Imagem 2 - infraestrutura verde do tipo jardim de chuva.....	65
Figura 6 - Esquema representativo de infraestrutura verde para coleta de águas pluviais.....	67
Figura 7 - Planta do Porto Villa Fortaleza, 1813, de Silva Paulet	72
Figura 8 - “Planta Exacta da Capital do Ceará”, de 1859, elaborada por Adolfo Herbster.....	72
Figura 9 - Planta da cidade de Fortaleza e subúrbios, elaborada por Adolfo Herbster em 1875.....	73
Figura 10 - Classificação Viária PLANDIRF.....	75
Figura 11 - Zoneamento de Fortaleza – lei de Uso e Ocupação do Solo nº 4.486/75.....	76
Figura 12 - Zoneamento de Fortaleza – lei de Uso e Ocupação do Solo nº 5 22-A/79.....	77
Figura 13 - Zoneamento do PDDU, 1992.....	78
Figura 14 - Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, 2016.....	82
Figura 15 - Bacias hidrográficas de Fortaleza.....	82
Figura 16 - Mapa da bacia hidrográfica do Rio Cocó.....	83

Figura 17 - Mapa das regiões naturais. Unidades geoambientais de Fortaleza.....	84
Figura 18 - Redução da cobertura vegetal de Fortaleza entre os anos de 1986 e 2014	85
Figura 19 - Bacias hidrográficas de Fortaleza. Mapas da urbanização e cobertura vegetal entre 1985 e 2015.....	85
Figura 20 - Av. Santos Dumont em 1973.....	87
Imagem 3 - Desmatamento para construção do conjunto habitacional Dendê II, às margens do Rio Cocó.....	89
Figura 21 - Conjunto Habitacional Dendê II.....	92
Figura 22 - Infográfico com a cobertura vegetal em Fortaleza, com destaque para o baixo Rio Cocó.....	93
Figura 23 - Recorte dos bairros limítrofes ao Rio Cocó, incluindo o Parque Estadual do Cocó e a hidrografia.....	96
Figura 24 - População dos bairros limítrofes ao Rio Cocó, por setor censitário, tendo como referência o Censo Demográfico de 2010, é de 581.775 habitantes.....	97
Imagem 5: Foz do Rio Cocó, vizinha ao Parque Municipal das Dunas de Sabiaguaba.....	98
Imagem 6: Bairro Manuel Dias Branco.....	99
Imagem 7: Desmatamento para construção do Conjunto Dendê II.....	100
Imagem 8: Construção do Conjunto Habitacional Dendê II no interior do Parque Estadual do Cocó.....	100
Imagem 9: Conjunto Cidade 2000.....	101
Imagem 10: Atividades comerciais próximas ao Shopping Iguatemi.....	102
Imagem 11: Parque do Cocó e os condomínios de luxo em seu entorno.....	103
Imagem 12: Consolidação da invasão da área do Lagamar após a construção da Avenida Raul Barbosa	104
Imagem 13: Despejo de chorume pelo aterro sanitário do Jangurussu, desativado em 1998.....	104
Imagem 14 - Assentamento precário ao lado do aterro do Jangurussu.....	105

Figura 25 - Assentamentos precários segundo classificação da Prefeitura Municipal de Fortaleza.....	106
Imagem 15: Área de várzea no interior do parque estadual do Cocó.....	107
Tabela 1- Dados socioeconômicos do bairro Edson Queiroz.....	108
Imagem 16:- Bairro Edson Queiroz: área com baixa densidade de ocupação urbana.....	108
Figura 26 - Localização da Comunidade do Dendê.....	111
Imagem 16: Tipologia urbana predominante na comunidade do Dendê.....	112
Imagem 17: Cartaz com foto aérea utilizado na oficina realizada na Comunidade do Dendê, com a localização dos serviços ecossistêmicos através de <i>Postits</i>	116
Figura 27- Áreas selecionadas pelos moradores da Comunidade do Dendê como referência para existência dos serviços ecossistêmicos.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AbE – Adaptação Baseada em Ecossistemas
- CATIE – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- CBD – Convention of Biological Diversity
- COP13 – United Nations - 13^a. Conference of the Parties
- COVs – Compostos Orgânicos Voláteis
- GEE – Gases de Efeito Estufa
- GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
- ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
- IUCN – International Union for Conservation of Nature
- MA – Millennium Ecosystem Assessment
- NASA – National Aeronautics and Space Administration
- N – Nitrogênio
- NCD – Noncommunicable Diseases
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- ONU – Organização das Nações Unidas
- P – Fósforo
- SNUC - Sistema Nacional de Conservação da Natureza
- SuDS – Sustainable Drainage System
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity
- UN – United Nations
- UNEP – United Nations Environment Program
- UNFCCC/COP13 – Thirteenth Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change
- UNPD – United Nations Development Programme
- WHO – World Health Organization
- WUP – World Urbanization Prospects



Rio Cocó, Fortaleza-CEI

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 URBANIZAÇÃO E QUALIDADE DO ESPAÇO URBANO	24
2.1 Urbanização e mudanças climáticas.	24
2.2 Efeitos da degradação ambiental sobre a qualidade do espaço urbano.	32
2.2.1 Efeitos sobre as áreas verdes.	35
2.2.2 Efeitos sobre a biodiversidade.	36
2.2.3 Efeitos microclimáticos.	38
2.2.4 Inundações e águas pluviais.	40
2.2.5 Efeitos da elevação do nível do mar.	41
3 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS URBANOS: UMA REVISÃO	45
3.1 Serviços ecossistêmicos urbanos: conceitos e papel.	47
3.1.1 O clima urbano.	51
3.1.2 O solo urbano.	52
3.1.3 Os espaços verdes em áreas urbanas.	53
3.1.4 A importância da biodiversidade nas áreas urbanas.	58
3.1.5 Rios urbanos.	60
3.2 Adaptação baseada em ecossistemas (AbE).	61
3.3 Infraestrutura verde	63
3.4 Resiliência e cidades sustentáveis.	67
4 A CIDADE DE FORTALEZA E O RIO COCÓ	71
4.1. Síntese histórica do planejamento urbano em Fortaleza.	71
4.2. O papel do rio Cocó na urbanização da cidade de Fortaleza.	81
5 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM ÁREAS DE BORDA DO RIO COCÓ	94
5.1 Os padrões de ocupação e uso do solo nas áreas de borda do rio Cocó.	95
5.2 Um estudo de caso: a comunidade do Dendê.	109
5.3 Identificação e valoração dos serviços ecossistêmicos.	115
5.4 Análise dos serviços ecossistêmicos e resultados alcançados.	117
6 CONCLUSÃO	120
7 REFERÊNCIAS	122
APÊNDICE 1: OFICINA DENDÊ	129

1 INTRODUÇÃO

O tema desta pesquisa é caracterizar o papel dos serviços ecossistêmicos como instrumento imprescindível para o planejamento urbano e para avaliação dos sistemas socioecológicos. Trata-se de um assunto de importância crucial para o enfrentamento dos imensos desafios impostos às metrópoles contemporâneas. Devemos reconhecer que diante da voraz dinâmica rentista imobiliária, das carências de infraestrutura básica e dos desequilíbrios socioeconômicos, bem como da certeza das mudanças climáticas, as práticas urbanísticas em vigor não conseguem enfrentar as pressões sobre a sustentabilidade ambiental urbana nem preparam as cidades para lidar com as incertezas dos eventos futuros.

Daí a urgente necessidade de revisarmos o modelo de desenvolvimento urbano dominante, incorporando no planejamento e na gestão da cidade os ensinamentos sobre “ecossistema urbano”, “serviços ecossistêmicos” e “resiliência”, os dois primeiros oriundos da Ecologia Urbana e o último da Física. Relativamente recentes no âmbito dos estudos urbanos, esses conceitos começaram a ser utilizados no final da década de 1960 (KING, 1966; HELLIWELL, 1969) e o último, aplicado à ecologia, em 1973 e aos sistemas socioecológicos, em 1993 (FOLKE, 2006, p.255), facilitando a compreensão dos processos ambientais que regem um espaço urbano.

O entendimento da dinâmica dos ecossistemas urbanos requer um esforço de mapeamento das chamadas funções ecossistêmicas, que podem ser definidas como as constantes interações entre os elementos estruturais de um ecossistema. São essas funções que geram os chamados serviços ecossistêmicos, isto é, os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Trata-se, em última instância, dos fluxos de materiais, da energia e das informações derivados dos ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipos de capital (econômico, social e cultural), produzem o bem-estar humano. Segundo Niemelä (2011, p.5), a abordagem ecossistêmica para o planejamento urbano e a equidade no acesso aos serviços ecossistêmicos são a chave para a sustentabilidade das cidades no futuro.

Diversos estudos e pesquisas têm contribuído, ao longo dos últimos anos, para criar um laço estreito entre o planejamento urbano e a tomada em

consideração dos serviços prestados pela biodiversidade dos ecossistemas em evolução. É possível citar o trabalho da *Millenium Ecosystem Assessment*, coordenada pela ONU entre 2001 e 2005, resultado de uma parceria entre diversas instituições internacionais com o objetivo de fornecer as bases científicas para a gestão urbana sustentável. Esse esforço de sistematização demonstra que a comunidade internacional reconhece a necessidade e a urgência de se efetivar medidas inovadoras no sentido de garantir a sustentabilidade urbana, dosando a sua preservação com os objetivos de desenvolvimento econômico.

Considerando a perspectiva teórico-conceitual desse tema, o objetivo central desta pesquisa é refletir sobre a importância e necessidade de se incorporar os serviços ecossistêmicos ao âmbito das políticas urbanas, identificando os indicadores e instrumentos de ação para o planejamento e gestão das cidades. Tendo como escala geográfica de estudo a cidade de Fortaleza-Ce, a presente investigação se detém na análise da bacia hidrográfica do rio Cocó e suas bordas urbanizadas, fazendo um recorte para estudo de caso da comunidade do Dendê, um assentamento de baixa renda.

Considera-se a hipótese de que o primeiro passo na direção da adoção de políticas urbanas sustentáveis deve ser o de incrementar o conhecimento humano sobre a dinâmica ecológica e as complexidades que envolvem os ecossistemas em que as pessoas vivem. Sob essa perspectiva, será estudada, especificamente, a repercussão dos serviços ecossistêmicos junto à população da comunidade do Dendê.

O acelerado e caótico processo de urbanização no Brasil tem produzido uma elevada redução, e mesmo a perda, dos ecossistemas posicionados em áreas urbanas e em suas periferias. Esse fenômeno pode ser facilmente constatado em Fortaleza, capital do estado do Ceará, cidade que abriga 2,6 milhões de habitantes distribuídos em uma área de 314,93 km², resultando em uma densa ocupação de 8.286,65 hab./km² (previsão em 2016). Os estudos apontam para uma perda de 79% de sua cobertura vegetal considerando a situação existente na década de 1960 (Inventário Ambiental), restando não mais que 21% de áreas naturais no território municipal em 2015 (Diagnóstico Fortaleza 2040).

A bacia hidrográfica do rio Cocó é a mais extensa e de maior área física na Região Metropolitana de Fortaleza com cerca de 19.100,85 ha (correspondendo a

60,28% da área municipal). Situado em planície fluviomarinha (área complexa, periodicamente inundável, com sedimentos fluviais e marinhos revestidos por mangues com ecodinâmica ambiental instável de equilíbrio frágil), o rio Cocó vem sofrendo com a intensificação da ocupação predatória de suas bordas, que se deve em grande parte à equivocada política urbana em vigor.

O Plano Diretor Participativo (2009) estabelece de forma generalizada a preservação de uma faixa marginal de apenas 15m para rios, lagos e lagoas, o que conduz a um processo de ocupação (legalizada) em áreas de alta vulnerabilidade ambiental. O zoneamento ambiental não considera as áreas de borda como sendo de fragilidade ou importância ambiental, fato que estimula a ocorrência de ocupações irregulares nas áreas estuarinas e uma constante diminuição da vegetação justificada pela necessidade de “obras de mobilidade”.

Os riscos sistêmicos são visíveis na relação do rio Cocó com a cidade, sendo possível destacar: retirada da vegetação de mangue; assoreamento dos corpos hídricos; aumento das áreas inundáveis; perda da biodiversidade (manguezais são berçários naturais) com consequente perda dos seus serviços ecossistêmicos; proliferação de doenças e vetores; risco estrutural dada à fragilidade das construções em terreno argiloso; risco de desabamentos; além da perda da capacidade de recarga dos aquíferos por conta da impermeabilização do solo. Diante desse quadro, é possível afirmar que o atual modelo de desenvolvimento urbano de Fortaleza conduz à redução progressiva, senão ao desaparecimento, dos serviços ecossistêmicos decorrentes dessa estratégica bacia hidrográfica.

Esta pesquisa tem como objetivo geral identificar os serviços ecossistêmicos prestados pelo ecossistema do rio Cocó para a comunidade do Dendê, sua relação com o desenvolvimento socioespacial e com a morfologia urbana das suas áreas de borda.

São objetivos específicos da pesquisa:

- Analisar os padrões de uso e ocupação do solo nas áreas de bordas do rio Cocó;
- Identificar, de forma participativa, os serviços ecossistêmicos existentes na comunidade do Dendê;

O desenho metodológico deste trabalho considera quatro etapas de investigação. Primeiramente, apresentamos uma síntese sobre a relação entre urbanização e qualidade de vida. Em um segundo momento, buscamos compreender o estado da arte sobre serviços ecossistêmicos através de uma revisão aprofundada da literatura especializada, ainda restrita a publicações em outras línguas. Em seguida, identificamos a relação da cidade com o rio, destacando a dinâmica evolutiva do planejamento urbano e os principais problemas decorrentes do processo de urbanização da cidade de Fortaleza. Todo esse apanhado serviu como parâmetro para realizarmos um diagnóstico do espaço urbano atual da cidade em suas dimensões morfológica e ambiental.

Para isso, foram identificadas as principais fontes de dados necessários para dar suporte documental à pesquisa, com destaque para a legislação urbana e ambiental em vigor (PNMA, Novo Código Florestal Brasileiro, SNUC, Plano Diretor Participativo de Fortaleza, dentre outros). A partir dos dados obtidos e tomando como referência a área da bacia hidrográfica do rio Cocó, inserida no município de Fortaleza, reconstituímos um histórico da ocupação urbana ao longo de suas bordas e realizamos levantamento da situação atual desses locais, com base em pesquisa bibliográfica e visitas de campo.

Na última etapa, a investigação é aprofundada através do recorte de um estudo de caso que considera o papel dos serviços ecossistêmicos na comunidade do Dendê, situada no bairro Edson Queiroz, na margem direita do rio Cocó. A seleção dessa área se deve à diversidade morfológica e socioeconômica que gera impactos distintos em relação ao rio. Nesse momento, foi estudada a relação entre indicadores econômicos e socioambientais e a percepção coletiva da comunidade sobre a influência dos serviços ecossistêmicos em sua qualidade de vida. Tal etapa teve como suporte de investigação uma pesquisa qualitativa baseada em observações de campo, entrevistas semiestruturadas e a realização de oficina com grupo da comunidade para conhecimento de sua percepção sobre serviços ecossistêmicos, ou seja, sobre os benefícios obtidos pela proximidade do ecossistema do rio.

Essa etapa remete também aos resultados alcançados pela pesquisa. Com base nas análises e informações coletadas, identificamos novos indicadores ecológicos e instrumentos de ação para aumentar a capacidade dos ecossistemas

urbanos de gerar serviços. A compreensão de que há uma estreita ligação entre a qualidade dos serviços ecossistêmicos e a conscientização dos habitantes a seu respeito é fator decisivo para a resiliência dos sistemas urbanos, além de contribuir para a prevenção dos riscos e mitigação de efeitos decorrentes da urbanização.

O trabalho encontra-se estruturado em quatro partes, descritas a seguir:

No Capítulo 2 (A urbanização e a qualidade do espaço urbano), destacamos que o processo de urbanização tem se acelerado nos últimos anos e tende a se intensificar no futuro próximo, gerando cidades cada vez mais populosas e trazendo consequências ambientais que afetam diretamente as pessoas que as habitam. Se levarmos em conta o fenômeno das mudanças climáticas, o ambiente nas cidades deve sofrer mudanças que trarão consequências ainda mais perturbadoras aos seus habitantes. A dimensão total das consequências desse fenômeno ainda não é plenamente conhecida, porém, existem estudos que apontam para o recrudescimento de problemas graves já existentes, como o aumento da temperatura, as inundações, a segregação espacial, a degradação do meio-ambiente, poluição, problemas de saúde, entre outros, decorrentes de um planejamento urbano que não considera tais evidências para a atualidade ou para o futuro. Como resultado, temos o exacerbamento das externalidades produzidas pelo fenômeno, gerando diminuição na qualidade do espaço urbano e no bem-estar das pessoas.

Referido capítulo traz ainda uma visão do panorama atual da urbanização e sua relação com as mudanças climáticas, fazendo conexão entre diversos fatores presentes nas cidades que contribuem para a degradação ambiental. A diminuição das áreas verdes, a perda da biodiversidade, alteração do clima, inundações e enchentes são fatores presentes na maioria das cidades e têm influência direta na qualidade do espaço urbano e na vida da população. A elevação do nível do mar é considerada irreversível, porém não se sabe ainda a que velocidade e intensidade, o que trará consequências, sobretudo, às cidades costeiras. Esses elementos nos fazem reiterar a importância de se considerar os sistemas naturais e seu papel para o planejamento de cidades agradáveis e sustentáveis.

O Capítulo 3 (Serviços ecossistêmicos urbanos: uma revisão) aborda o conceito de serviços ecossistêmicos e seu papel na existência de cidades sustentáveis, além da sua importância na adaptação das cidades e sua resiliência

em relação às mudanças climáticas. Os serviços ecossistêmicos são os benefícios que a natureza entrega aos seres humanos: água, ar limpo, alimentos, clima agradável, solo, paisagens que agradam aos olhos e ao espírito etc. Destacamos o fato de que entre as consequências das ações antropogênicas no espaço urbano, a que tem e terá maiores consequências sobre a humanidade é a mudança no clima. A hidrologia, as estações, os regimes das chuvas, a produção de alimentos, a extinção de espécies e dos serviços ecossistêmicos são fortemente influenciados por esse fenômeno. No entanto, é uma questão ainda não plenamente considerada nas políticas urbanas.

A relevância das áreas verdes na prestação de serviços ecossistêmicos e no bem-estar dos habitantes das cidades é evidenciada através de um referencial teórico que traz resultados efetivos na melhoria do clima, na diminuição da poluição, na melhoria da qualidade do espaço urbano e na saúde das pessoas. Redução de doenças cardíacas, respiratórias e de depressão estão entre os benefícios trazidos pelas áreas verdes existentes nas cidades, além da melhoria da paisagem urbana.

Damos destaque às funções dos rios urbanos no contexto ambiental e da paisagem urbana, além de seu impacto preponderante na prestação de serviços ecossistêmicos. Observamos a sua relação com a cidade, que pode ser tanto de união como de segregação, assim como sua importância para os sistemas que garantem o bom funcionamento da infraestrutura urbana, como escoamento e drenagem de águas pluviais.

A compreensão do conceito de resiliência aplicado às cidades e sua contribuição na mitigação dos diversos efeitos da urbanização e das mudanças climáticas e consequente adaptação à vida nas cidades terá como finalidade a evidência da necessidade de se promover cidades resilientes e sustentáveis, para sua permanência em situação favorável aos habitantes em face aos eventos que se delineiam para o futuro, especialmente as consequências das mudanças climáticas.

O Capítulo 4 (A cidade de Fortaleza e o rio Cocó) trata da cidade de Fortaleza. A capital cearense foi marcada por planos urbanos que, em sua maioria, privilegiaram o traçado ortogonal e ignoraram as características morfoambientais do terreno, sobrepondo ao mesmo uma malha ortogonal de ruas. A bacia hidrográfica do rio Cocó, que ocupa 2/3 do município, não foi considerada no planejamento da

cidade, assim como os afluentes e lagoas que a compõem. Como resultado, ocorreu a perda de áreas naturais que geravam inúmeros benefícios, levando à diminuição ou extinção de serviços ecossistêmicos importantes para a qualidade do espaço urbano, como a drenagem e escoamento de águas pluviais; a degradação e destruição de áreas de mangue e vegetação, que causaram diminuição da biodiversidade, podendo ter gerado efeitos negativos no controle de vetores de doenças, diminuição na filtragem de poluentes, aumento de inundações e outros efeitos a serem investigados.

A dicotomia na relação do rio Cocó com a cidade de Fortaleza, com papéis distintos dependendo do local que ele percorre, seria resultado da dissociação do seu valor das ações e políticas de planejamento da cidade? A partir do histórico da ocupação nas áreas de borda do rio Cocó, busca-se a compreensão da dinâmica da ocupação urbana e de sua diversidade morfológica.

O Capítulo 5 (Serviços ecossistêmicos em áreas de borda do rio Cocó) apresenta a pesquisa realizada. Ao longo do percurso do rio são encontrados diversos padrões de ocupação urbana, resultado de diversos fatores, como intervenções urbanas bem ou malsucedidas, valor no mercado imobiliário, preservação ou degradação das áreas verdes, desigualdade social e carência habitacional, entre outros. Diante da diversidade de padrões de ocupação existentes nas áreas de borda do rio Cocó, escolhemos uma área para um estudo mais aprofundado das características físico-ambientais: a comunidade do Dendê, no bairro Edson Queiroz. A partir desse estudo, fizemos a identificação e análise dos principais serviços ecossistêmicos ali existentes e realizamos uma oficina na comunidade para identificação dos serviços ecossistêmicos presentes e seleção dos mais importantes.

Com esses procedimentos, identificaram-se os serviços ecossistêmicos mais importantes para a população da comunidade, facilitando sua apropriação e cooperação para a integração, recuperação e preservação do rio e seus ecossistemas, importantes elementos para a qualidade do espaço urbano e o bem-estar da população.

Como resultados alcançados, foram conhecidos os serviços ecossistêmicos existentes na comunidade do Dendê e, com a participação dos moradores, foram valorados os mais importantes no atendimento às suas necessidades, trazendo à luz

a importância da consideração desses aspectos no planejamento urbano da cidade de Fortaleza, mediante a utilização de ferramentas e métodos que possibilitem sua percepção, apropriação e utilização pelos habitantes da cidade.

2 URBANIZAÇÃO E QUALIDADE DO ESPAÇO URBANO

O propósito do capítulo a seguir é fornecer subsídios teóricos e conceituais sobre a urbanização e as implicações sobre a qualidade do espaço urbano. Abordamos temas atuais a serem considerados no planejamento das cidades, pela sua relação direta, atual e futura com a qualidade do espaço urbano e o bem-estar de seus habitantes.

Este capítulo se desenvolve em duas partes que buscam traçar um panorama sobre a situação ambiental das cidades. O subcapítulo 2.1 aborda a relação entre a urbanização e as mudanças climáticas. No subcapítulo 2.2, abordam-se cinco efeitos da degradação ambiental sobre o espaço urbano e cinco efeitos a ela relacionados: 2.2.1 Efeitos sobre as áreas verdes; 2.2.2 Efeitos sobre a biodiversidade; 2.2.3 Efeitos microclimáticos; 2.2.4 inundações e águas pluviais e 2.2.5 Efeitos da elevação do nível do mar.

2.1 Urbanização e mudanças climáticas

A urbanização é um processo ligado ao afastamento das características rurais de uma área ou região, geralmente associada ao desenvolvimento da civilização e da tecnologia; é também um fenômeno espacial ligado ao movimento da população, que é atraída a localidades por razões diversas, em sua maioria econômicas, tendo se acelerado a partir do início da revolução industrial.

O fenômeno da urbanização intensificou-se no século XX, tomou força nos últimos 60 anos e atualmente, em escala global, existem mais habitantes em áreas urbanas do que em áreas rurais. O paradigma anterior foi rompido no ano de 2007 e o *World Urbanization Prospects*, em sua revisão no ano de 2014, declarou que “[...] pela primeira vez, na história, a população urbana global excedeu a população rural global e a população mundial permaneceu predominantemente urbana desde então” (WUP, 2014, p.7).

A projeção para o ano de 2050 é de que a população urbana no mundo chegue a 66% (WUP, 2014)¹, um processo decorrente dos benefícios econômicos resultantes da concentração de atividades afins, que leva à redução dos custos de infraestrutura, dos custos com transportes de bens e pessoas, assim como à geração de riqueza (MCDONALD; MARCOTULIO, 2011, tradução da autora). Porém, o rápido crescimento das cidades traz grandes impactos e desafios à qualidade de vida dos residentes. A pressão sobre os recursos naturais e os impactos sobre o meio ambiente aumentam continuamente e as cidades lutam para acomodar o crescimento e proteger o meio ambiente ao mesmo tempo, revelando uma situação paradoxal quanto à definição de cidade enquanto espaço urbano ideal para seus habitantes.

Entre as muitas definições e teorias existentes sobre o fenômeno espacial que é uma cidade, quase nenhuma delas aborda a qualidade ambiental, ou seja, a riqueza da forma e do significado da cidade. Segundo LYNCH (1981), o espaço é “reduzido a um recipiente neutro, a uma distância dispendiosa ou a um elemento de distribuição residual de algum outro processo, não espacial”. Porém, se considerarmos as dinâmicas sociais, políticas, econômicas e ambientais que integram e conduzem a construção do espaço urbano, veremos que:

Cidades são frutos das ações e interferências de uma série de agentes: pessoas, empresas, investidores, poder público e outros, cada um com seus próprios interesses e o processo decisório é fragmentado, diversificado e marcado por acordos (LYNCH, 1981).

Para Brandão (2016, p.44-45), a cidade é um “lugar de diálogo, de trocas e compartilhamento de produtos, ofícios, lembranças, experiências, desejos e horizontes. Nela avizinham-se culturas, saberes, memórias e espaços”, sendo construída com formas e configurações que se repetem num caleidoscópio que une passado, presente e futuro, reafirmando o conceito de transtemporalidade da cidade que, segundo definição de Alberti², é própria do “olho alado” que vê partes da

¹ Segundo as Nações Unidas (Panorama para a Urbanização Mundial, revisão de 2014 - WUP 2014), atualmente, 54% da população mundial reside em áreas urbanas e a expectativa é de que, no ano 2050, esse número chegue a 66%, com o crescimento da taxa de urbanização.

² Leon Battista Alberti, arquiteto e humanista italiano (1404-1472) autor da obra *De Re Aedificatoria*, um tratado sobre a obra *De Architectura*, de Vitruvius.

história em um todo numa relação recíproca de fazer e desfazer. Na velocidade vertiginosa dos acontecimentos contemporâneos, ocorre a ressignificação dos objetos, eventos, documentos e personagens nas cidades. Graças às novas tecnologias da informação e à aceleração dos meios de transporte, todos se urbanizaram e avizinharam. No entanto, alguns estudos indicam que, mesmo com os novos contatos sociais virtuais, fruto das novas tecnologias, persiste a necessidade de convívio físico e social entre as pessoas.³

É senso comum que as novas tecnologias aproximaram as pessoas, porém, paradoxalmente, podem tornar-se elementos causadores de isolamento social e de doenças diversas. O contato “olho no olho” permanece sendo uma necessidade do ser humano, que tende a ser favorecida quando a cidade entrega a seus habitantes um ambiente de onde eles se sintam parte e tenham prazer em circular nas diversas atividades de seu dia-a-dia, onde eles possam conviver. A existência de um espaço urbano de qualidade favorece o bem-estar de seus habitantes; no entanto, a forma atual como as cidades têm sido planejadas tem trazido prejuízo aos seus habitantes e ao planeta, como um todo.

Cidades são como organismos, absorvem recursos e emitem resíduos. Quanto maiores e mais complexas forem, maior será sua dependência das áreas circundantes e maior sua vulnerabilidade em relação às mudanças em seu entorno. As cidades são, ao mesmo tempo, nossa glória e nossa perdição. (TICKEL, 2008. in RODGERS, p.ii)

Apesar dos inúmeros aspectos positivos da urbanização, ela traz consigo diversas externalidades, como a destruição dos recursos naturais, a poluição, a degradação do espaço urbano, a degradação ambiental e o aumento das chamadas periferias urbanas⁴. Nesses locais, particularmente, a falta de infraestrutura básica e a degradação ambiental contribuem sensivelmente para o surgimento de um espaço urbano degradado, com características econômicas e socioambientais comuns. Em tais locais são formados, geralmente, agrupamentos humanos reconhecidos como

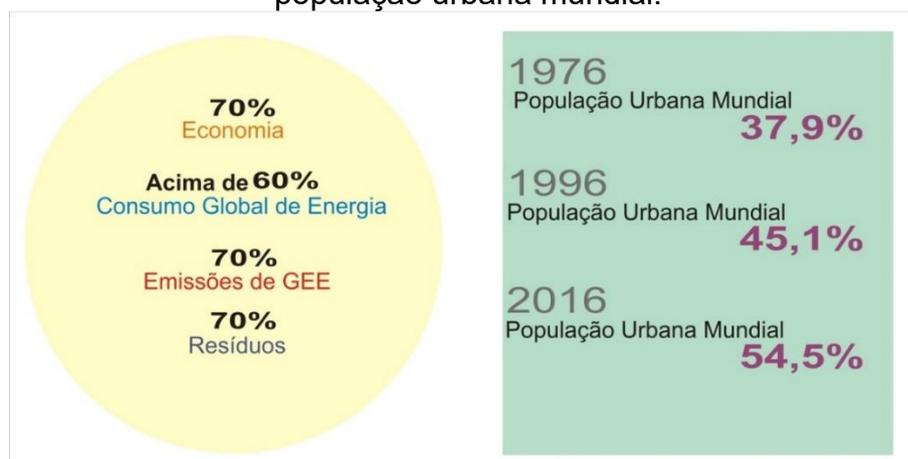
³Segundo Kramer e Inkster (2017), o uso excessivo das mídias sociais (ferramentas de socialização virtuais) pode trazer problemas à saúde, como ansiedade, depressão e estresse, entre outros.

⁴ Raquel Rolnik, em entrevista à revista Continuum, declara que as periferias urbanas geralmente se caracterizam como invasões ou loteamentos distantes do centro, cujo significado é ligado à exclusão de uma parte da população das cidades, com menos recursos financeiros e carentes de assistência (ROLNIK, 2010).

aglomerados subnormais⁵ que, nos dias de hoje, têm suas características exacerbadas pelo acelerado processo de urbanização, contribuindo para a degradação ambiental e sofrendo as consequências dela.

Atualmente, as cidades ocupam apenas 2% da área total das terras do planeta, no entanto, são responsáveis por:

Figura 1 – Contexto global dos impactos gerados pelas cidades e evolução da população urbana mundial.



Fonte: UNHABITAT 2016. Acesso em: 25/03/2016

No caso do Brasil, entre os censos realizados em 1970 e 2010, a taxa de urbanização foi ainda mais alta: em 1970, a população urbana brasileira correspondia a 55,92%; no ano de 2010, os habitantes urbanos correspondiam a 84,36% da população do país, representando um crescimento de 28,68% (IBGE, 2017)⁶. A população da cidade de Fortaleza, no mesmo período, cresceu de 872.702 para 2.452.185 habitantes, o que significa uma verdadeira “explosão” populacional de 1.579.483 moradores, correspondendo a um acréscimo de 180,98%. Aparentemente, esse é um percentual não considerado nos levantamentos globais ou nacionais de urbanização da população, o que nos leva a questionar a eficácia da

⁵ Segundo o IBGE, aglomerado subnormal é o conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e com pelo menos uma das características a seguir: - irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou - carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública). Sua existência está relacionada à forte especulação imobiliária e fundiária e ao decorrente espraiamento territorial do tecido urbano, à carência de infraestruturas as mais diversas, incluindo de transporte, e, por fim, à periferização da população.

⁶ Segundo o IBGE, o crescimento da população urbana região Nordeste foi de 31,32% em 2017.

forma de planejamento baseada em dados gerais, em casos que apresentam particularidades, como o de Fortaleza.

Cidades superpopulosas comportam-se como “organismos vivos” cujo metabolismo acelerado demanda suprimento extra e carregam consigo diversas externalidades. A forma tradicional de planejamento urbano, praticada atualmente, não consegue oferecer aos seus residentes um espaço urbano que cumpra os preceitos do Estatuto das Cidades⁷. A explosão populacional de algumas cidades causa enorme sobrecarga no uso dos recursos e na infraestrutura existente, causando importantes impactos sobre o meio ambiente urbano e o natural. O crescimento rápido das cidades e a necessidade de ocupar os espaços vazios eliminaram a possibilidade das escolhas e tornaram todos os espaços “habitáveis”. A crescente demanda por habitação, principalmente das camadas menos favorecidas economicamente, agravou o quadro de desordem, levando à fragmentação do espaço urbano e à sua degradação.

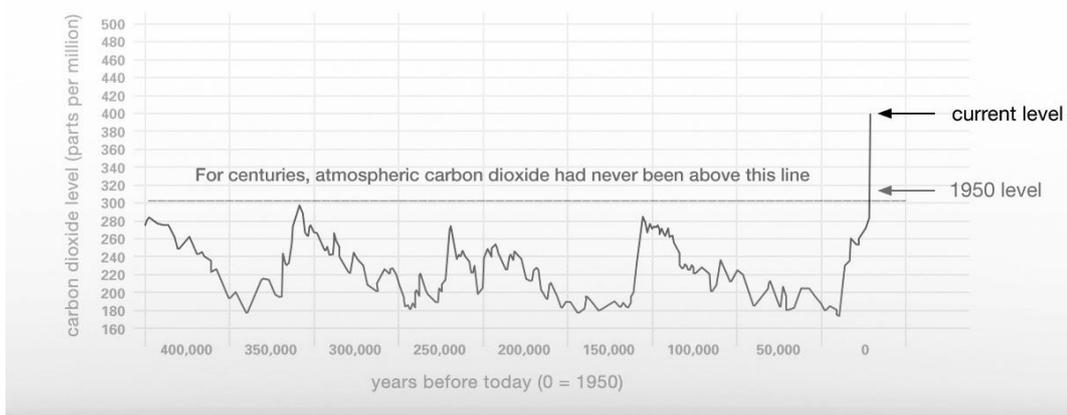
Outra consequência da acelerada urbanização e de suas externalidades é a mudança climática em todos os níveis (local, regional e global), tanto pelas emissões quanto pela perda da cobertura vegetal em áreas urbanizadas. Nos últimos 50 anos, o clima da terra mudou com maior rapidez e intensidade. Segundo a NASA⁸, ele responde às mudanças nos níveis dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. “A influência humana sobre o clima é clara, e as recentes emissões antropogênicas de GEE (Gases de Efeito Estufa – ver Figura 2) são as mais altas da história” (*Intergovernmental Panel on Climate Change*⁹ – IPCC, 2015, tradução da autora). As mudanças climáticas recentes têm gerado impacto sobre os sistemas humanos e naturais: cada uma das três últimas décadas foi mais quente que a anterior.

⁷ A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto das Cidades, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal Brasileira. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

⁸ *National Aeronautics and Space Administration*: agência do Governo Federal dos Estados Unidos responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial.

⁹ Segundo o IPCC, as emissões antropogênicas de GEE aumentaram desde a era pré-industrial, causadas pelo crescimento econômico e populacional, e são maiores agora que nunca. Esse fato levou a uma concentração de Gases de Efeito Estufa (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso) sem precedentes, nos últimos 800.000 anos. Esses efeitos, em conjunto com outros fatores antropogênicos, foram detectados em todo o sistema climático e é extremamente provável (95-100%) que sejam a causa dominante do aquecimento observado desde a metade do século passado.

Figura 2: Aumento da concentração de CO2 na atmosfera



Fonte: <http://climate.nasa.gov/evidence/>. Acesso em 29/12/2016.

Comparando os eventos climáticos e seus períodos de ocorrência, podemos notar que o período de maior intensidade na mudança do clima coincide com o período de mais intensa urbanização, sendo esse processo, até o momento, irreversível e se configurando como um dos prováveis indutores das mudanças climáticas, das quais, paradoxalmente, as cidades serão grandes vítimas. Os prognósticos para o porvir são os piores possíveis, segundo a ONU¹⁰, e é necessária uma mudança urgente nos paradigmas da sociedade para que seja possível reverter a tempo o processo que tem levado a humanidade ao caos em sua existência.

Os impactos das mudanças climáticas são observados nos sistemas naturais e humanos em todos os continentes e indicam sensibilidade desses sistemas a tais alterações. As mudanças na precipitação estão alterando o sistema hidrológico e a disponibilidade dos recursos hídricos. Muitas espécies terrestres e aquáticas têm mudado sua distribuição geográfica, atividades sazonais e padrões de migração; a ocorrência de eventos extremos se tornará mais frequente: aumento da temperatura, aumento dos períodos de seca, diminuição do período de chuvas, com a concentração de precipitação forte em curto período e, de forma mais gradual,

¹⁰ Em 29/03/2018, o Secretário Geral da ONU (António Guterres) declarou, baseado em diversos dados, que “a ameaça mais sistêmica à raça humana continua sendo a mudança climática” e citou alguns: os prejuízos com desastres do clima baterem o recorde de US\$ 320 bilhões no ano passado; as emissões de dióxido de carbono do setor energético subiram para 32,5 gigatoneladas e a temporada de furacões no Caribe que acabou, em instantes, com décadas de desenvolvimento. A concentração na atmosfera de CO2, metano e óxido nitroso é a mais alta em 800 mil anos. Os oceanos estão mais quentes e mais ácidos do que antes. <https://news.un.org/pt/story/2018/03/1616601> (acesso em 31/03/2018).

ocorrerá aumento do nível do mar e todos esses eventos trarão consequências à vida nas cidades. Essa relação é descrita na tabela a seguir:

Tabela 1: Efeitos das mudanças climáticas e relação com o aquecimento global

EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RELAÇÃO COM AQUECIMENTO GLOBAL			
Eventos	Confiança	Probabilidade	Observações
Nº de noites frias, menor e dias quentes, maior		90-100%	
Temperaturas extremas durante o dia		90-100%	A influência humana contribui em escala global para frequência e intensidade de temperaturas extremas durante o dia.
Aumento dos períodos de seca		90-100%	Períodos mais longos e intensos de seca.
Diminuição dos períodos de chuva		90-100%	Períodos mais curtos de precipitação, que será mais intensa.
Aumento da mortalidade relacionada ao calor	Média		Maior taxa de mortalidade relacionada ao calor, e menor, relacionada ao frio.
Chuvas torrenciais c/ sobrecarga da bacia hidrográfica	Média		Aumento do risco de inundações a nível regional.
Ondas de calor, inundações, ciclones, secas, incêndios	Muito elevado		O impacto dos eventos climáticos extremos revela a exposição de vulnerabilidade dos ecossistemas às mudanças climáticas.

Cada achado baseia-se numa avaliação de evidências e acordos subjacentes. Em muitos casos, uma síntese de evidências e acordos suportam uma atribuição de confiança. Os termos resumidos para evidência são: limitado, médio ou robusto. Para acordo, eles são baixos, médios ou altos. Um nível de confiança é expresso utilizando cinco qualificadores: muito baixo, baixo, médio, alto e muito elevado. Os seguintes termos foram usados para indicar a probabilidade avaliada de um efeito ou resultado: virtualmente certo, probabilidade 99-100%, muito provável 90-100%, provavelmente 66-100%, quase tão provável como não 33-66%, improvável 0-33%, muito improvável 0-10%, excepcionalmente improvável 0-1%. (Fonte: IPCC, 2014).

De acordo com o IPCC, a emissão contínua de GEE causará mais aquecimento e mudanças duradouras em todos os componentes do sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos severos, difusos e irreversíveis

para pessoas e ecossistemas. As cidades, como polo maior de concentração de pessoas, sofrerão grandes impactos econômicos, sociais e ambientais e os cenários projetados para o seu futuro variam em função do desenvolvimento econômico e das políticas climáticas adotadas.

Tome-se como exemplo a cidade de Shenzhen, na China: no ano de 1980, era uma pequena cidade com cerca de 60.000 habitantes. Foi, então, declarada uma das quatro Zonas Econômicas Especiais daquele país, com políticas de livre mercado e desenvolvimento urbano. Diversas razões favoreceram o crescimento industrial e o desenvolvimento urbano vertiginoso e, trinta anos depois, sua população tinha ultrapassado 10.000.000 de habitantes.

Tão rápido crescimento trouxe severos desafios ambientais que afetam a qualidade de vida dos seus habitantes. O abastecimento de água é um desafio, a qualidade do ar devido à alta produção industrial e aos milhões de carros nas ruas está prejudicada, existe excesso de partículas poluentes na atmosfera e a chuva ácida chega a danificar a pintura dos carros (MCDONALD, 2015. p.2). O exemplo extremo de Shenzhen mostra os enormes desafios provenientes da urbanização acelerada no mundo e a necessidade de integrar o desenvolvimento à proteção do meio ambiente, através da adoção de novas soluções que contemplem a adaptação às mudanças climáticas.

A cidade de Fortaleza também experimentou um crescimento extremo, nos últimos trinta anos, e sua área urbanizada cresceu consideravelmente, principalmente em direção à zona leste. Uma das consequências mais evidentes é a perda de grande parte de sua cobertura vegetal, assim como o aterramento de importantes corpos hídricos.

Os resultados desses eventos ainda não são plenamente comprovados, porém, é senso comum que a cidade se tornou mais quente, há inundações com maior frequência no período de chuvas, a biodiversidade foi reduzida drasticamente e a poluição aumentou. No entanto, faltam estudos científicos que corroborem o que a maioria dos habitantes da cidade já percebeu, de forma empírica: a queda da qualidade ambiental da cidade e do espaço urbano como um todo.

2.2 Efeitos da Degradação Ambiental sobre a Qualidade do Espaço Urbano

Ao longo de seu crescimento e de acordo com seu desenvolvimento econômico, as cidades afetam e alteram sua relação com o meio ambiente e com seus habitantes; elas são consumidoras de recursos naturais e transformadoras do espaço e da paisagem.

Cidades com baixo desenvolvimento econômico, geralmente exercem maior pressão sobre os recursos naturais, pela não condição de prover serviços adequados de saneamento, pela infraestrutura urbana precária, pela prestação de serviços urbanos também precários, além dos inúmeros problemas sociais que relegam grande parte da população à condição de moradia em áreas inadequadas, como margens de recursos hídricos e áreas de preservação ambiental. Cidades desenvolvidas exercem outro tipo de pressão sobre os recursos naturais, dessa vez pelo elevado consumo de bens e serviços e pela necessidade de crescimento da infraestrutura para atender às demandas surgidas.

Em algumas cidades, encontram-se as duas situações, fato comum nos países em desenvolvimento. Diante da necessidade de soluções emergenciais para novas demandas que não levam em conta a unidade do espaço urbano, causam o surgimento de áreas segregadas e degradadas, apartadas do todo, que terminam por destruir elementos importantes para a existência de uma cidade saudável e sustentável. O Brasil, como país em desenvolvimento, tem condições urbanas e socioambientais com diferenças, por vezes extremas, entre áreas de uma mesma cidade, o que faz com que seja questionado o planejamento urbano ao longo do tempo.

O Estado Brasileiro efetuou, nas décadas de 1970 e 1980, ações no campo do saneamento, transporte e habitação, de tal forma, que afetou profundamente o espaço urbano das nossas cidades. Porém, tais ações não podem ser chamadas de planejamento urbano; não podem ser consideradas como tal, pois o objetivo não foi a organização do espaço intraurbano. Outro detalhe é que, ainda que tenha havido algumas tentativas de organizar espacialmente as cidades, a maioria não saiu do papel.

Segundo Chetry (2014), o conceito de fragmentação do espaço urbano está ligado à segregação socioespacial, e “suas diferentes abordagens fazem conexão entre as dinâmicas espaciais, relacionadas à metropolização e globalização, e os processos de ‘estouro’ da unidade social urbana”. Na América Latina, a fragmentação urbana adquire feições particulares, com o surgimento de enclaves no tecido urbano, onde ricos e pobres estão próximos apenas fisicamente.

Tal fragmentação, percebida com a desconexão espacial e social entre os elementos pertinentes à vida na cidade, com a desintegração da paisagem urbana e natural e com a livre circulação repleta de impedimentos, favorece a degradação do espaço urbano e o transforma num ambiente hostil às pessoas. Ações para transformar as cidades em ambientes favoráveis ao bem-estar de seus habitantes são necessárias e urgentes, tendo em vista o cenário negativo que se desenha para o futuro, em todas as escalas, como consequência do histórico de não observação das interações entre desenvolvimento urbano, economia, crescimento populacional, meio ambiente e qualidade de vida.

O crescimento exponencial da população urbana e sua expansão sobre o território geram periferias transitórias, causadoras da ruptura de vínculos ecológicos, de paisagem, sociais, culturais e físicos, tanto nas grandes cidades como entre elas e as áreas rurais, na mente de seus habitantes e, particularmente, nas políticas de administração e governo (FAJARDO, 2010, p.19-20).

A crise global da biodiversidade e as mudanças climáticas tornaram necessária a mudança do modelo de planejamento urbano visando, agora, o desenvolvimento sustentável¹¹. No entanto, os critérios de sustentabilidade utilizados no planejamento das cidades tendem a direcionar o foco aos componentes do ambiente construído, e as práticas de planejamento tradicional ignoram as configurações naturais do terreno (COLDING, 2015 p. 228). As políticas de planejamento parecem estar a reboque dos acontecimentos e, efetivamente, não planejam o futuro, apenas apagam incêndios do presente e não têm conseguido suprir as necessidades básicas das cidades. O que temos visto: verdadeiras

¹¹ O conceito de desenvolvimento sustentável foi usado pela primeira vez em 1987, pela Convenção Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Relatório Brundtland (*Our Common Future*), significando o “desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”.

“amebas” urbanas que crescem desordenadamente e “fagocitam” o meio ambiente ao seu redor.

A fragmentação, modificação ou mesmo destruição completa dos ecossistemas, causando a perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (como água, controle da temperatura e qualidade do ar) e da sua capacidade de mitigar perturbações, como enchentes, ilhas de calor, poluição etc., também são resultado da forma como a maioria das cidades tem crescido: incrementando o processo de degradação do espaço urbano.

Outro fenômeno da atualidade, que tem impacto direto na qualidade do espaço urbano e na vida dos habitantes das cidades é a dispersão urbana. Segundo Reis (2016), a dispersão urbana é um fenômeno universal, decorrente de inúmeras variáveis, entre elas as facilidades decorrentes das novas tecnologias e de novos valores culturais:

“O processo de dispersão urbana caracteriza-se pelo esgarçamento do tecido urbano, com a urbanização estendendo-se por um vasto território, com núcleos urbanos separados no espaço por vazios intersticiais, mantendo vínculos estreitos entre si e configurando um único sistema urbano. Formam-se assim constelações ou nebulosas de núcleos urbanos de diferentes dimensões, integrados às aglomerações urbanas metropolitanas e submetropolitanas, com o sistema de vias de transporte inter-regionais utilizado como apoio ao transporte diário”. (REIS, 2016. p.2).

Esse fenômeno não se restringe às grandes cidades. Além das regiões metropolitanas, as aglomerações urbanas menores (150.000 – 1.000.000 hab.) também têm experimentado transformação no modo de vida e consumo: 60% da população brasileira vive nessas regiões que, em função de suas atividades econômicas, apresentam, ao mesmo tempo, formas urbanas concentradas e dispersas que caracterizam o processo de dispersão (REIS, 2016, p.3). Os novos condomínios fechados e os complexos residenciais, culturais e comerciais, aumentam as demandas por infraestrutura e equipamentos urbanos, mobilidade e acessibilidade. Novas vias de acesso são construídas e, muitas vezes, isolam áreas da cidade, as distâncias a serem percorridas aumentam e tal espraiamento gera maiores pressões sobre os recursos naturais e áreas verdes remanescentes.

A concentração e a dispersão urbana trazem novos desafios aos atores envolvidos no planejamento das cidades, diante de questões ainda pouco consideradas como a finitude dos recursos e sua relação com o bem-estar das pessoas e a necessidade de cidades viáveis e sustentáveis.

Como produto do planejamento urbano tradicional, a degradação ambiental traz inúmeros efeitos negativos à vida nas cidades, os quais terão implicações diretas no bem-estar dos seus habitantes: a redução ou destruição dos ecossistemas naturais no seu interior e/ou periferias gera externalidades, têm impacto na economia, na saúde e na qualidade de vida desta e das futuras gerações.

2.2.1 Efeitos sobre as áreas verdes

Ao longo do processo de urbanização, a interferência do ser humano na natureza e em seus processos naturais tem causado grandes modificações no equilíbrio dos sistemas ecológicos e apartado as cidades dos ecossistemas. A urbanização é considerada inimiga da natureza pela maioria dos ambientalistas devido aos impactos sobre o meio ambiente e sobre a biodiversidade no seu processo de expansão. Contudo, cidades precisam da natureza para sobreviver e prosperar.

Algumas cidades têm como estratégia de planejamento urbano a manutenção do adensamento para evitar que seu espraiamento atinja áreas com alta biodiversidade e para que seja minimizado o impacto do crescimento urbano sobre os ecossistemas, assim como para reduzir os custos com infraestrutura e serviços. Adensadas ou não, por diversos fatores as cidades são a paisagem diária para a maioria dos habitantes da Terra; entretanto, necessitam da natureza e dos serviços ecossistêmicos gerados pelas áreas verdes urbanas (BORGSTRÖM, 2011).

Tomando-se como base essa premissa e observando-se o declínio da qualidade do espaço urbano nas cidades, percebe-se que a forma tradicional de planejamento urbano tem contribuído para a diminuição ou destruição dos ecossistemas e da biodiversidade, causando a perda de serviços ecossistêmicos essenciais à sua existência, e para a degradação do espaço urbano.

A grande dificuldade em reconhecer a importância dos serviços ecossistêmicos reside na insuficiência de métodos para atribuir valor a eles, por exemplo, como se faz com os serviços ecossistêmicos de provisão (ex.: alimentos, fibras): é difícil atribuir valor ao ar e à água, a uma paisagem ou a um inseto polinizador (COLDING, 2015 p. 229). O conhecimento dos serviços ecossistêmicos e seu papel nos diversos sistemas que compõem as dinâmicas urbanas viabiliza sua integração no planejamento das cidades.

Os serviços ecossistêmicos têm importante papel na construção de um ambiente saudável nas cidades e em seu entorno, devido à importância, entre outros fatores, do papel dos elementos que os compõem na saúde e no bem-estar dos seus habitantes. Entre os componentes dos serviços ecossistêmicos diretamente afetados pela perda das áreas verdes no ambiente urbano está a biodiversidade, que cumpre um papel essencial na manutenção da saúde humana, assim como na existência dos ecossistemas urbanos como um todo.

2.2.2 Efeitos sobre a biodiversidade

A espécie humana é uma grande modificadora do meio ambiente onde vive; desde que se fixou e criou vínculos sociais, passou a interferir ativamente no local escolhido. No processo de urbanização, é evidente a modificação na forma como interagimos com os recursos naturais e como usufruímos deles. Apesar de uma pequena proporção da superfície da Terra ser urbanizada, os impactos causados pelas ações antropogênicas são significantes. Entretanto, segundo McDonald e Marcotullio (2011, p.193), “os impactos da urbanização na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, especialmente em escala global, não são plenamente compreendidos”.

Estudos apontam para a existência de múltiplas conexões entre a biodiversidade e a saúde humana e afirmam a necessidade da manutenção dos ecossistemas e de espécies capazes de propiciar a manutenção de serviços ambientais como a produção de alimentos e bens, entre eles medicamentos; o equilíbrio e o controle de doenças; a capacidade de adaptação (resiliência) às mudanças ambientais e climáticas globais; até mesmo as relações que envolvem culturas, assim como o bem-estar mental.

“Biodiversidade, ecossistemas e os serviços essenciais que eles oferecem são pilares centrais para toda a vida no planeta, incluindo a vida humana. Eles são fontes de alimentos e nutrientes essenciais, medicamentos e compostos medicinais, combustível, energia, meios de subsistência e enriquecimento cultural e espiritual”. (ROMANELLI *et al*, p.3-5).

As demandas do processo contínuo de desenvolvimento das cidades transformam os ecossistemas em suporte para a sua realização e, entre os impactos decorrentes do processo de urbanização sobre os ecossistemas e a biodiversidade, a destruição do habitat causa danos, por vezes, irreversíveis. A diminuição ou desaparecimento de diversas espécies causa diminuição ou mesmo a extinção de vários serviços ecossistêmicos. As sociedades continuarão a organizar-se em cidades, logo é imprescindível que os impactos da concentração espacial sejam reduzidos, através de meios que possibilitem mudanças nos vários e complexos processos que ali ocorrem, em busca do desenvolvimento sustentável.

As interações entre os fatores que afetam a biodiversidade podem ocorrer em diversas escalas ou através delas. Os efeitos da urbanização sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos variam bastante em função da situação econômica de uma região. À medida que uma cidade alcança o desenvolvimento e a riqueza, suas prioridades mudam de ações locais, visando à qualidade da água, saneamento, drenagem e destinação de resíduos, para uma agenda em escala metropolitano-regional, voltada para a poluição da água e do ar. Com a continuidade do desenvolvimento e aumento da riqueza, mudam novamente o foco das ações de responsabilidade ambiental para aquelas mais observadas em escala regional ou global, como escassez de água, emissões de GEE, consumo etc.

Outros estudos indicam que não só a concentração populacional tem influência sobre as questões ambientais: o aumento da riqueza, a tecnologia, as crises políticas, sociais e ambientais, assim como as instituições, exercem importante papel no processo. Dessa forma, pode-se aferir que a relação entre a urbanização, os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade é complexa e dependente de fatores em diversas escalas e setores distintos da sociedade, corresponsáveis pelo estado de harmonia ou cizânia entre a urbanização e o meio ambiente.

2.2.3 Efeitos microclimáticos

Em áreas urbanas, a crescente impermeabilização do solo e a destruição de áreas verdes remanescentes afetam o ciclo da água pela perda da absorção e da evapotranspiração, alterando o clima da cidade e favorecendo o efeito Ilha de calor¹². De uma maneira geral, os efeitos gerados pela pouca dispersão do calor são negativos, exceto em regiões frias. O aumento da temperatura nessas áreas, decorrentes de fatores antropogênicos, causam impactos e não se restringem à sensação desagradável da temperatura alta e da falta de sombra; elas geram efeitos na mortalidade e na saúde da população (GARTLAND, 2008). No sentido contrário, os serviços ecossistêmicos prestados pelas árvores têm significativos efeitos sobre a saúde da população urbana¹³.

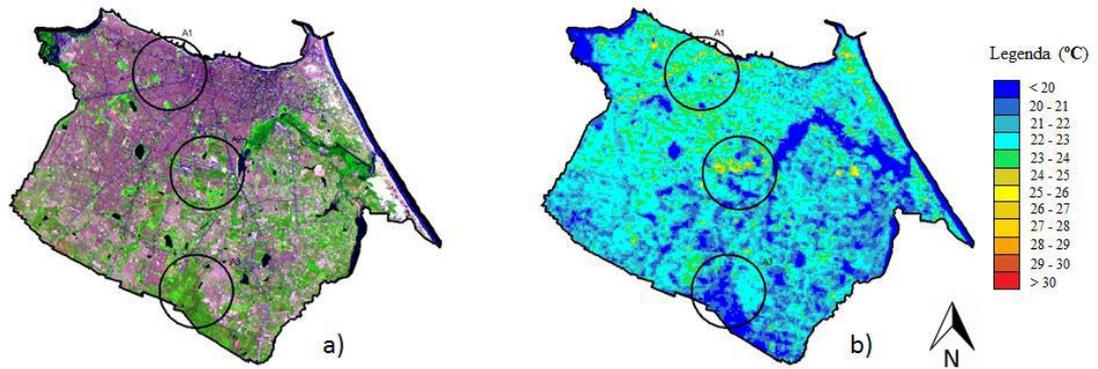
A diminuição das áreas verdes que favorecem a evapotranspiração e a dissipação de calor; a eliminação de árvores, que fornecem sombra e regulam a temperatura superficial; o aumento de superfícies impermeáveis, que reduz a umidade disponível para dissipar o calor e o uso de materiais que absorvem e retêm calor, alteram o clima das cidades, como um todo, e causam variações localizadas de acordo com a existência ou não de uma ou mais das situações citadas acima.

Em estudo realizado na cidade de Fortaleza, entre os anos de 2001 e 2007, foram utilizadas imagens de satélite para mapear as temperaturas em algumas áreas da cidade e depois coletadas imagens da vegetação. No período a que se refere o estudo, a diferença de temperatura entre os anos de 2001 e 2007 chegou a 8°C nas áreas onde a urbanização e a redução das áreas verdes foi mais drástica, configurando a formação da ilha de calor (SANTOS *et al.*, 2013 p.09).

¹² A primeira documentação de ilha de calor data de 1818, quando um estudo realizado por Luke Howard detectou “excesso de calor artificial” em Londres. Elas são um “oásis inverso” e ocorrem devido ao uso de materiais de construção que absorvem e retêm o calor do sol e também pela impermeabilidade de alguns materiais, não havendo umidade disponível para dissipar o calor do sol.

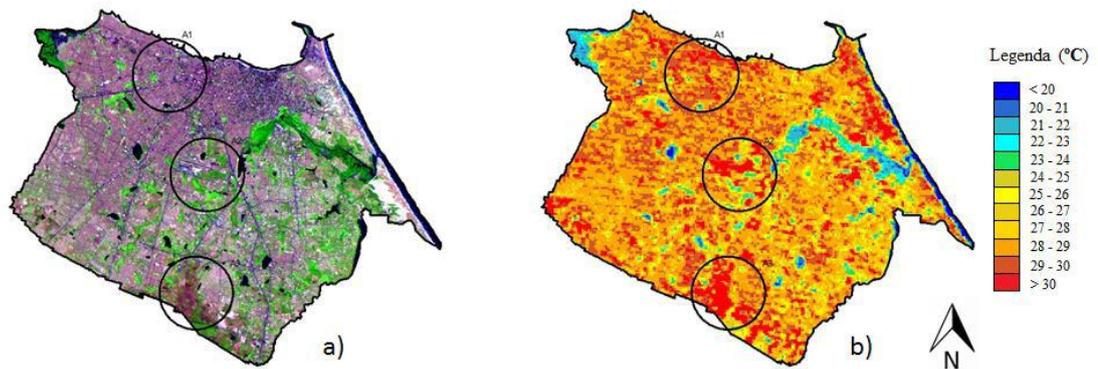
¹³ Em escala local, o plantio de 10 árvores na calçada, em um quarteirão, gera melhoria na saúde e diminui as condições cardiometabólicas dos moradores e equivale a aumentar a renda das famílias residentes em um valor muito superior ao gasto com o plantio das árvores. (KARDAN *et al.*, 2015, p.8)

Figura 3: Recorte do município de Fortaleza (a) e a Temperatura na superfície terrestre (b) 01/01/2001



Fonte: Santos *et al.* 2001

Figura 4: Recorte do município de Fortaleza (a) e a Temperatura na superfície terrestre (b) no dia 03/09/2007



Fonte: Santos *et al.* 2001

A comparação entre as imagens acima mostra que, no local em que a área de vegetação é densa, a temperatura é mais baixa. O efeito ilha de calor é pior onde há pouca ou nenhuma vegetação, caracterizando uma variação de temperatura em diversos pontos em função da existência e da densidade da

cobertura vegetal, confirmando a alteração climática em diversos pontos de cidade. Observamos que, entre os anos de 2001 e 2007, o aumento da urbanização e a diminuição das áreas verdes gerou aumento nas ilhas de calor.

2.2.4 Inundações e águas pluviais

O ambiente nas cidades é diferenciado. As modificações no relevo natural, a impermeabilização do solo, a retirada da cobertura vegetal, o tipo de materiais usados na construção e outros fatores levam à configuração de uma situação climática particular para cada área urbana. O chamado “clima urbano” tem como característica, entre os impactos negativos relacionados à urbanização, a alteração do ciclo hidrológico natural. As superfícies impermeáveis e a ausência de elementos interceptores (árvores, vegetação etc.) aumentam a velocidade de escoamento e reduzem a absorção da água pelo terreno (ILLGEN, 2015). Além disso, a alteração de elementos relevantes para o ciclo da água (modificação cursos d’água, aterro de lagoas, canalização rios e riachos) potencializa o efeito das precipitações: nas eventuais chuvas torrenciais, todos os elementos mencionados, somados à ineficiência dos sistemas de drenagem convencional, geram a situação perfeita para a ocorrência de inundações e enxurradas.

A complexidade do ciclo hidrológico envolve diversos componentes, como infiltração e escoamento superficial, fluxo dos cursos d’água e lençol freático, além da evaporação e da transpiração. Segundo ILLGEN (2015, p.59), tal complexidade “compreende processos extremamente complexos e interações mútuas entre água, ar e solo. O entendimento desses processos requer conhecimento de climatologia, meteorologia, geologia, mecânica dos fluidos e fluxo hidráulico”. Assim, esses elementos devem ser considerados no planejamento do espaço urbano e é necessária que haja a participação de especialistas de forma integrada. Importa, também, conhecer materiais e tecnologias e seus papéis na mitigação ou na exacerbação dos eventos decorrentes das precipitações.

A chuva é o principal fator do ciclo hidrológico considerado nos projetos de instalações para drenagem urbana para prevenção de inundações. Ela depende de uma série de fatores, como condições atmosféricas, localização geográfica,

clima, entre outros, e tais variáveis tornam imprevisíveis as precipitações futuras em quantidade, duração e intensidade. Em linhas gerais, são utilizados dados estatísticos baseados, por exemplo, na intensidade média de um evento, nos últimos 50 anos, com duração específica (ILLGEN, 2015 p.61).

Quando a intensidade da precipitação excede a capacidade de retenção de uma superfície, ocorre o escoamento da água que, em situações urbanas, pode adquirir velocidade e quantidade elevadas. Isso ocorre porque as superfícies responsáveis, no ambiente urbano, pela interceptação para posterior absorção ou evaporação da chuva (copa das árvores, arbustos, gramados, telhados, rugosidades, depressões no terreno etc.), são reduzidas no caso da vegetação, ou impermeabilizadas no caso dos telhados e do solo. Dependendo da intensidade e do tempo da chuva, dos tipos e permeabilidade dos materiais nos caminhos de escoamento, da capacidade de drenagem e absorção do terreno e da infraestrutura urbana de drenagem, o acúmulo do excedente poderá causar uma inundação. Outros fatores que podem contribuir para inundações são a canalização e/ou retificação dos cursos d'água: a canalização elimina a área natural de várzea de rios e riachos e aumenta sua velocidade de escoamento pela impermeabilização do canal e a retificação dos cursos d'água aumenta a velocidade pela eliminação da trajetória natural curvilínea.

Assim, a forma de planejamento tradicional, que lida com os elementos da natureza de forma segmentada, não costuma considerar as variáveis de forma integrada e, menos ainda, vale-se da observação e consideração dos processos naturais no ciclo da água, favorece a ocorrência de inundações cada vez mais frequentes dada a ocorrência mais comum de chuvas mais fortes e concentradas. Com a previsão de eventos mais extremos, em poucos anos, esses são dados importantes a serem incorporados ao planejamento das cidades.

2.2.5 Efeitos da Elevação do Nível do Mar

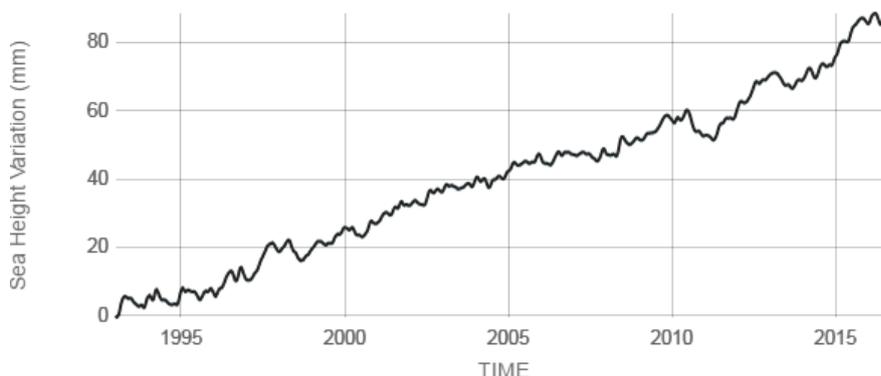
Entre os diversos efeitos decorrentes das mudanças climáticas, o aumento do nível do mar, não se tem ainda em conta em que grau, trará consequências importantes para as cidades litorâneas.

Segundo a NASA (2016), entre os anos de 1998 e 2013 houve uma diminuição na tendência de aquecimento global da temperatura da superfície da Terra, e estudos afirmam que esse fenômeno se deve à absorção do calor extra pelos oceanos. Os estudos evidenciam que o excesso de calor no sistema terrestre foi distribuído da superfície dos oceanos para regiões abaixo da superfície e que a Terra continua a se aquecer e “a compreensão dos mecanismos que explicam como e sob quais circunstâncias o calor se distanciou da superfície da terra continua a ser uma área de pesquisa ativa”.

A conclusão é que a média do aquecimento da superfície global flutua em função de variações naturais do sistema climático ao longo de décadas. A importância da descoberta se deve ao fato de que os oceanos têm potencial de acumulação de calor muito maior que a terra ou a atmosfera, mas a repercussão disso no aquecimento global depende de maior entendimento do seu papel no processo.

O aumento do nível do mar se deve a dois fatores consequentes do aquecimento global: o derretimento das camadas polares e a expansão da água do mar quando se aquece. O gráfico a seguir mostra a variação no nível do mar ocorrida desde o ano de 1993 até hoje.

Figura 5: Elevação do nível do mar. Dados de satélites (1993 até o presente)



Source: climate.nasa.gov

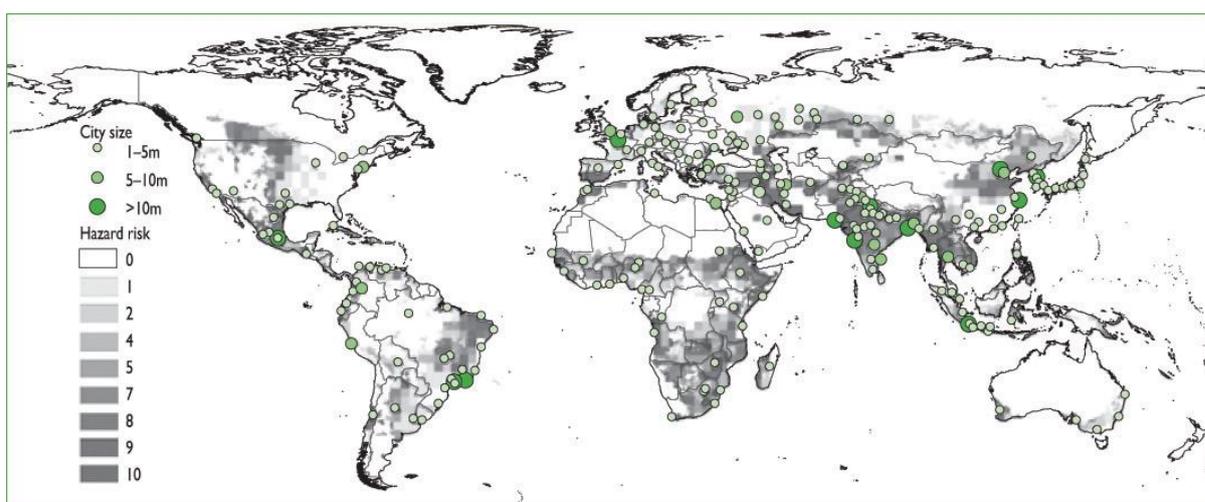
Fonte: *Satellite sea level observations*. - NASA Goddard Space Flight Center.
Acesso em 05/01/2017

Nos últimos anos, houve uma aceleração no processo e segundo o IPCC (2007), o nível do mar subiu, entre 2001 e 2007, mais do que entre os anos de 1961 e 2003, e um dos cenários para o ano de 2090 é de um aumento entre 0.22 e 0.44m. A expansão térmica é tida como maior responsável pelo fenômeno, mas ainda não é possível fazer projeções sobre o quanto as descargas resultantes do degelo acrescentarão volume aos oceanos devido à compreensão limitada dos relevantes processos.

Esses fatos levam à percepção de que, apesar das incertezas relacionadas à dimensão da elevação do nível do mar, ela terá importante papel no futuro das cidades (ver imagem 3). Entre seus prováveis impactos, teremos:

“Erosão das zonas costeiras, inundações, aumento da salinidade e obstrução da drenagem; aumento da ocorrência de desastres naturais (furacões e alagamentos) atingirão a maioria das cidades costeiras; destruição do tecido social das cidades devido ao aumento da pobreza, pelos altos custos da destruição do sistema de abastecimento de água, serviços de saúde, serviço de transporte, provisão de energia, indústria, comércio e dos próprios ecossistemas; a destruição das economias locais possivelmente levará a migração em massa e possíveis conflitos”. (UNHABITAT, 2011, p.1).

Imagem 1: Cidades em relação aos atuais riscos das mudanças climáticas.



As cidades incluídas no mapa acima têm população maior que 1 milhão de habitantes. Os riscos são baseados em um escore cumulativo que inclui ciclones, inundações, deslizamentos de terra e secas.

Fonte: (UNHABITAT, 2011).

As cidades mais populosas, que se localizam nas áreas costeiras, sofrerão maior impacto do aumento do nível do mar que, mesmo diante das incertezas quanto à sua dimensão, é um importante elemento a ser considerado no planejamento urbano e no desenvolvimento de novas tecnologias em infraestrutura para as cidades.

3 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS URBANOS: UMA REVISÃO

Este capítulo aborda o conceito de serviços ecossistêmicos e sua importância na existência de cidades sustentáveis, que entregam bem-estar a seus habitantes, além de seu papel na adaptação das cidades às mudanças climáticas. Alguns ecossistemas e seus benefícios são ressaltados devido à sua relevância no contexto do desenvolvimento urbano sustentável.

Segundo o MA (*Millenium Ecosystem Assessment*), serviços ecossistêmicos são “os bens e serviços (como alimento e assimilação de resíduos) que representam os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas” (CONSTANZA *et al.* 1997 p.253 *apud* MA, 2003, p.55). São os benefícios que a natureza entrega aos seres humanos: contribuem para o fornecimento de água, ar limpo e alimentos, regulam o clima, pragas e doenças, geram paisagens que agradam aos olhos e ao espírito, e deles a humanidade depende para sobreviver (MA 2003; TEEB, 2011; UNEP *et al.* 2015; BIGGS R. *et al.* 2015).

A despeito de ocuparem pequenas porções do território global, as áreas urbanizadas são responsáveis por uma série de impactos antropogênicos sobre a biosfera, pois se apropriam de vários ecossistemas (via de regra, fora dos limites locais e regionais) para seu consumo e para depósito dos seus resíduos (ELMQVIST *et al.*, 2013 p. 176). Entre os efeitos das ações antropogênicas na Terra, o que tem e terá maior consequência sobre a humanidade é a mudança no clima¹⁴. Segundo o IPCC (2014), evidências dos impactos observados das mudanças climáticas são mais fortes e compreensíveis nos sistemas naturais.

Em muitas regiões, mudanças nas precipitações e derretimento da neve e do gelo estão alterando os sistemas hidrológicos, afetando os recursos hídricos em termos de qualidade e quantidade. Muitas espécies terrestres, aquáticas e marinhas

¹⁴ De acordo com o IPCC, o aquecimento do clima é inequívoco e, desde a década de 1950, muitas das mudanças observadas não têm precedentes em décadas ou milênios: a atmosfera e os oceanos aqueceram, a neve e o gelo diminuíram e o nível do mar aumentou. É clara a influência humana no sistema climático, as recentes emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) não têm precedentes na história e as recentes mudanças climáticas têm alterado sistemas humanos e naturais.

têm modificado sua distribuição geográfica, atividades sazonais e padrões de migração, abundância e interação entre espécies em resposta à mudança climática em curso. A hidrologia, as estações, os regimes das chuvas, a produção de alimentos, a extinção de espécies e de serviços ecossistêmicos são fortemente influenciados pelas mudanças climáticas, no entanto, elas ainda não são consideradas plenamente nas políticas para o planejamento das cidades. Tais alterações nos eventos naturais têm causado efeitos negativos nas cidades, trazendo à luz a necessidade de reformulação no planejamento do espaço urbano, visando à adaptação e à resiliência a esses eventos de forma a garantir a própria existência no futuro.

O papel das áreas verdes na prestação de serviços ecossistêmicos e no bem-estar dos habitantes das cidades é evidenciado através de referências que mostram resultados na melhoria do clima, na diminuição da poluição e na melhoria da qualidade do espaço urbano e na saúde das pessoas na cidade (KARDAM, O. *et al*, 2015; UNEP, 2015; KABISCH, N; HAASE, D.; VAN DEN BOSCH, M., 2016).

A importância da biodiversidade¹⁵ é ressaltada a partir da sua relação com a saúde humana, mediante estudos que indicam que a perda dos ecossistemas gera grandes ameaças à população nas cidades, devido à perda da biodiversidade ali existente. Segundo a UNEP (2015, p.6), a biodiversidade é elemento primordial na geração dos bens e serviços ecossistêmicos dos quais depende o bem-estar humano; sua perda pode desestabilizar os ecossistemas e promover surtos de doenças infecciosas, entre outras consequências.

A relevância dos rios urbanos e seu ecossistema no contexto ambiental e da paisagem urbana, bem como de seu papel preponderante na prestação de serviços ecossistêmicos às cidades será abordada neste capítulo. Sua relação com a cidade, que pode ser tanto de união como de segregação, será contemplada também, assim como sua importância e de suas margens para os sistemas que garantem o bom funcionamento da infraestrutura urbana, como escoamento e drenagem de águas pluviais.

¹⁵ Biodiversidade: é “a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens, incluindo *inter alia*, terrestres, marinhos, e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte: isso inclui diversidade dentro das espécies, entre espécies e dos ecossistemas” (UN – *Convention on Biological Diversity*, Artigo 2, 1992).

Por fim, será abordado o conceito de resiliência aplicado às cidades, seu papel na mitigação e adaptação aos diversos efeitos da urbanização e das mudanças climáticas, com a finalidade de evidenciar a necessidade da transformação das cidades para que se tornem resilientes e sustentáveis, para uma permanência em situação favorável aos habitantes em face dos eventos que se delineiam para o futuro, especialmente as consequências das mudanças climáticas (BIGGS, R. *et al.*, 2015).

Este capítulo traz à luz a importância do papel da natureza na cadeia de eventos que traduzem uma cidade, a forma como ela causa impactos na existência da espécie humana e a necessidade de conhecimento e utilização dos seus benefícios para garantia da existência do bem-estar desta e das próximas gerações.

3.1 Serviços Ecossistêmicos Urbanos: Conceitos e Papel

Em 2003, a UNEP coordenou um trabalho internacional com quatro anos de duração, o *Millenium Ecosystem Assessment*¹⁶ (MA), com o intuito de “subsidiar os tomadores de decisão com informações científicas relativas às mudanças nos ecossistemas e o bem-estar humano, assim como as diversas escalas em que isso ocorre”, que, diante da dimensão de tais impactos, se dão em nível local, nacional e global. O alvo foi estabelecer as bases científicas para fortalecer a contribuição dos ecossistemas para o bem-estar humano sem, entretanto, prejudicar sua existência a longo prazo. O ser humano e seu bem-estar foram considerados o foco central da análise, reconhecendo que os ecossistemas têm valores intrínsecos e que esses valores devem ser levados em conta nas tomadas de decisão.

Em sua estrutura conceitual, o relatório final assume que existe interação dinâmica entre as pessoas e os ecossistemas e que as mudanças ocorridas na condição humana (sistemas sociais) afetam os ecossistemas e vice-versa (MA, 2005, p.26). Ele se desenvolve a partir da identificação e análise dos ecossistemas para que se empreendam ações que fortaleçam o bem-estar humano sem os

¹⁶ O *Millenium Ecosystem Assessment* foi lançado pelo secretário-geral das Nações Unidas KoffiAnnan em junho de 2001 e os principais relatórios foram entregues em 2005. Seu foco é a consequência das mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano, como as mudanças nos ecossistemas afetarão as pessoas nas próximas décadas e quais respostas podem ser adotadas em escala local, nacional e global para melhorar a gestão dos ecossistemas e, dessa forma, contribuir para o bem-estar humano e diminuição da pobreza.

debilitar.

A definição de ecossistema adotada pelo MA é a mesma utilizada pela CBD (*Convention on Biological Diversity*. UN, 1992). Para sua análise e avaliação, importa que sejam estabelecidos seus limites, o que pode ser feito em diversas escalas. Em escala menor, um ecossistema bem definido possui ligações fortes entres seus componentes e fracas através de seus limites; outra definição estabelece como limites os locais onde existe descontinuidade como, por exemplo, uma faixa urbanizada. Em escala maior (regional, ou mesmo global) essa avaliação pode basear-se em estruturas básicas semelhantes. O homem, com sua diversidade cultural, faz parte de inúmeros ecossistemas.

Diante das inúmeras possibilidades de categorização dos sistemas sociais e ecológicos, o *Millenium Ecosystem Assessment* desenvolveu uma classificação prática, em categorias, baseada em 10 sistemas (dentre os quais destacamos os sistemas costeiros, marinhos, florestas, urbanos, etc.), que possuem características próprias dentro dos seus limites, nos quais pode existir mais de um ecossistema.

A categoria Sistema Urbano tem como conceito central a existência de assentamentos humanos conhecidos, com uma população de 5.000 ou mais habitantes, e a observação de iluminação noturna persistente, ou se baseia numa extensão geral nos casos em que tal observação não for possível. Porém, não existe um consenso sobre o significado de urbano, existindo diversas diferenças de classificação entre os países e continentes. Europa e Estados Unidos definem como área urbana aquela com 50% ou mais de área construída acima de 10 hab/m². No Brasil, a definição da área urbana (IBGE, 2010) está mais atrelada a critérios políticos e econômicos.

O MA (2005) também estabeleceu algumas definições-chave para o entendimento dos conceitos de ecossistema¹⁷, serviços ecossistêmicos¹⁸ e bem-

¹⁷ Ecossistema: é um “complexo dinâmico de plantas, animais e microorganismos e do ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional. O ser humano é parte integrante dos ecossistemas” (ONU, 1992).

¹⁸ Serviços ecossistêmicos: são os “benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Estes incluem serviços de provisão, como comida e água; serviços de regulação, como regulação de inundações seca, degradação do solo e doenças; serviços de suporte como formação do solo e ciclo dos nutrientes e serviços culturais, como recreação, espiritual, religioso e outros benefícios imateriais”.

estar¹⁹ e classificou os serviços ecossistêmicos em quatro categorias: provisão, regulação, culturais e suporte, dispondo-os da seguinte forma:

- (1) Serviços de Provisão: os produtos obtidos dos ecossistemas. Exemplos: alimentos, água doce, fibras, produtos químicos, madeira.
- (2) Serviços de Regulação: benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais. Exemplos: absorção de CO² pela fotossíntese das florestas, controle do clima, polinização de plantas, controle de doenças e pragas.
- (3) Serviços Culturais: são os benefícios intangíveis obtidos, de natureza recreativa, educacional, religiosa ou estético-paisagística.
- (4) Serviços de Suporte: contribuem para a produção de outros serviços ecossistêmicos: ciclagem de nutrientes, formação do solo, dispersão de sementes.

O aumento da urbanização gera o crescimento das necessidades para promover o bem-estar humano, o que gera impactos sobre a natureza (e os serviços ecossistêmicos) e, agora, gera custos para os humanos (LIU *et al.*, 2007 p.1513). No âmbito das cidades, a ação humana influencia fortemente outros organismos, entre selvagens e domésticos, afetando a sobrevivência das espécies, reprodução, comportamento e evolução, alterando a estrutura e a função dos ecossistemas (ADAMS e LINDSAY. 2014, p.116).

Os elementos básicos dos ecossistemas urbanos, do clima, da água e do solo também são modificados pelo homem e esses elementos estão relacionados ao uso da terra, como fator de direcionamento de mudanças ecologicamente relevantes. O grande número de atividades humanas de diferentes tipos e intensidades transformou as áreas urbanas em ambientes intensamente modificados, o que faz com que o uso da terra tenha influência fundamental nos processos dos ecossistemas urbanos, que também são influenciados pelo planejamento urbano:

¹⁹ Bem-estar: “o bem-estar humano tem múltiplos constituintes, incluindo o material mínimo para uma boa vida, liberdade de escolha, saúde, boas relações sociais e segurança. Bem-estar está no extremo oposto de um *continuum* da pobreza, que é definida como uma ‘pronunciada privação do bem-estar’. Os constituintes do bem-estar, como percebidos pelas pessoas, são dependentes de situações que refletem a geografia local, a cultura e circunstâncias ecológicas”. (WHO – *World Health Organization*).

[...] “a matriz urbana consiste em diferentes tipos de estruturas construídas (residenciais, comerciais, etc.) e é responsável pela funcionalidade dos serviços ecossistêmicos urbanos”, reforçando a ideia de conexão com o uso da terra, dada a interação entre seus elementos naturais, como a vegetação ou “verde urbano” e o ambiente artificial construído pelo Homem (áreas pavimentadas, prédios, etc.), ou ‘cinza urbano’”. (BREUSTE, 2014, p.71).

As duas partes da matriz urbana, de acordo com sua qualidade e proporção, têm influência sobre a funcionalidade climática, hidrológica e do solo relacionadas aos ecossistemas urbanos, ou seja, sobre os serviços ecossistêmicos urbanos.

Para entendimento do conceito de serviços ecossistêmicos urbanos, é necessária uma abordagem ampla, que faça a conexão entre os ecossistemas e o homem, e uma abordagem estrita, que evidencie a dinâmica dos ecossistemas a partir do mapeamento das chamadas funções ecossistêmicas. Segundo Tôsto (2013), as funções ecossistêmicas “podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclo de nutrientes, regulação do clima e do ciclo da água”. Elas geram os serviços ecossistêmicos quando seus processos naturais desencadeiam benefícios que, direta ou indiretamente, podem ser apropriados pelo ser humano (MC DONALD e MARCOTULIO, 2011; TÔSTO, 2013), sendo a base para a entrega de um serviço ecossistêmico. Serviço ecossistêmico é a “conceituação das ‘coisas úteis’ que os ecossistemas ‘fazem’ para as pessoas que geram benefícios diretos ou indiretos” (GROOT, R *et al.* 2017, p. 31).

A natureza interdependente das funções ecossistêmicas faz com que a análise de seus serviços requeira a compreensão das interconexões existentes entre os seus componentes, resguardando a capacidade dinâmica dos ecossistemas em gerar seus serviços. Além disso, o fato de que a ocorrência das funções e serviços ecossistêmicos pode se dar em várias escalas espaciais e temporais torna suas análises uma tarefa ainda mais complexa.

As demandas por serviços ecossistêmicos, atualmente, são tamanhas que a relação entre serviços se transformou em regra²⁰. Nas cidades, esses efeitos podem

²⁰ Por exemplo: a conversão de uma floresta em terra agrícola pode suprir a demanda de uma população por alimentos, mas isso pode causar o decréscimo de serviços de igual ou maior importância, como suprimento de água potável, controle de enchentes etc. (*Millenium Ecosystem Assessment* - MA, 2005)

ser sentidos com a transformação de áreas verdes em áreas construídas sem a consideração do seu papel na qualidade do meio ambiente urbano e no bem-estar da população. Entre os elementos característicos das áreas urbanas que se relacionam com o bem-estar da população e os serviços ecossistêmicos urbanos, temos o clima urbano, o solo urbano, os espaços verdes em áreas urbanas, a biodiversidade em áreas urbanas e os rios urbanos.

3.1.1 O clima urbano

O clima urbano é modificado pelas atividades humanas. O sistema climático urbano difere intensamente das áreas não urbanas devido a diversos aspectos, entre eles, a ocorrência de turbulências verticais devido à existência de edifícios, a diferença de radiação devido aos materiais utilizados nas estruturas urbanas e à perda de vegetação. As altas emissões decorrentes do tráfego intenso e das indústrias também modificam o clima urbano (PARLOW, 2014 p.31). Todas essas variáveis têm impacto sobre os serviços ecossistêmicos existentes nas cidades. Entre os elementos característicos do clima urbano, temos:

- *O fenômeno Ilha de Calor*

Caracteriza-se pela temperatura mais alta nas áreas urbanas em comparação às áreas rurais, sendo consequência da alteração da superfície do solo – com a impermeabilização e o uso de materiais que absorvem e armazenam calor, e da eliminação da cobertura verde – com a diminuição da evapotranspiração e do sombreamento. A diferença de temperatura é notada principalmente à noite, devido ao calor armazenado durante o dia.

- *Aspectos biológicos do clima urbano*

Os efeitos da mudança climática global e em nível local alteram o ciclo das plantas em áreas urbanas em relação às áreas rurais, como período de floração e produção de frutos. Essa mudança no ciclo reprodutivo das espécies vegetais afeta a biodiversidade.

- *Aspectos químicos do clima urbano*

As áreas urbanas têm concentração diferente de gases em relação às áreas rurais. Elas concentram as maiores fontes de poluentes e de emissão de GEE, como

as indústrias e o tráfego urbano - agentes causadores do aquecimento global, que causam também importantes efeitos sobre a saúde humana, como doenças cardíacas, problemas respiratórios e câncer no pulmão.

- *Impacto do clima urbano na saúde humana*

A saúde humana é afetada pelo clima urbano devido ao estresse térmico causado pelo efeito ilha de calor, que gera aumento na temperatura corporal e traz prejuízo ao metabolismo humano.

3.1.2 O solo urbano

O solo urbano é um elemento bastante modificado e afetado com a urbanização. Modificações nos seus aspectos físicos (aterros, escavações, drenagem etc.) e químicos (poluição) causam efeitos no meio ambiente e nos seus ecossistemas e, por fim, nas pessoas.

As ações antropogênicas de qualquer natureza geram efeitos no geocossistema (SAUERWEIN, 2014 p.45). Atividades e práticas humanas têm produzido novos geocossistemas, entre eles os ecossistemas urbanos, com características absolutamente distintas (BULLOCK e GREGORY, 1991 *apud* SAUERWEIN, 2014 p.45). Uma das mais notáveis diferenças causadas pela atividade humana, resultado do uso da terra, é a impermeabilização da superfície.

Durante muito tempo a importância ecológica do solo urbano não foi considerada, no entanto, recentemente, seu reconhecimento como base ecológica para diversas funções ecossistêmicas trouxe à luz a necessidade de pesquisas a respeito. A definição de solo urbano é:

“Todos os solos ocorrentes em áreas urbanas formados por depósitos antropogênicos de substratos naturais ou técnicos, caracterizando-se por um padrão complexo de distribuição em pequena escala. Os solos urbanos estão sujeitos à intervenção humana (como impermeabilização) ou ao uso intenso, o que modifica suas propriedades e a concentração de contaminantes” (SAUERWEIN, 2006, p.46).

Qualquer substância absorvida pelo solo é, em princípio, contaminante, dependendo da relação dose-resposta. Tais substâncias podem ser naturais ou

artificiais e sua quantidade varia bastante nos solos urbanos.

A recente e ainda pouco considerada importância papel do solo no contexto urbano acontece devido ao fato de que, ocorrido qualquer evento que cause sua poluição, qualquer possibilidade de descontaminação é muito limitada. A poluição do solo afeta fauna e flora em diversas proporções, e ainda impõe à saúde humana uma grande ameaça, seja por contato direto, pela poluição do lençol freático ou via cadeia alimentar. (SAUERWEIN, 2014 p.47)

3.1.3 Os espaços verdes em áreas urbanas

Estudos indicam que uma densa arborização urbana contribui para a diminuição da poluição, redução de doenças cardiorrespiratórias e de depressão (KARDAN, O. *et al*, 2015), para melhoria do clima (GARTLAND, 2010 p.136) e da paisagem urbana (ELMQVIST, T. *et al.*, 2013 p.184), trazendo benefícios adicionais aos habitantes urbanos.

O século XXI será o período de maior crescimento urbano na história. Segundo projeção do UNPD (2017), até o ano 2050, 2/3 da população mundial viverá em áreas urbanas. A pressão sobre as áreas verdes remanescentes será intensificada em face da necessidade de atender à demanda habitacional e da necessidade de crescimento da infraestrutura, e o planejamento das cidades terá como desafio promover equilíbrio entre o atendimento aos interesses do desenvolvimento e crescimento urbano e a proteção dos recursos naturais e dos espaços abertos socialmente democráticos (ERIXON *et al.* 2013 p.349).

Até hoje, a dicotomia cidade versus natureza, urbano versus rural, é uma característica dos projetos urbanos, onde as áreas naturais são consideradas, em sua maioria, como espaços de preservação ou conservação que devem ser “protegidos” das pessoas e do caos urbano, criando a ideia de que as cidades são inimigas da natureza (ERIXON *et al.* 2013; McDONALD, 2015 p.5; IBGE, 2017 p.12). Criam-se assim, algumas “ilhas verdes” inseridas no meio urbano, sob a noção de proteção de valores biológicos, porém desconectadas entre si e impossibilitadas de promover a integração ecológica necessária ao bom funcionamento dos ecossistemas e à entrega dos serviços ecossistêmicos. Essas áreas verdes, num futuro próximo, diante dos desafios da competição com espaços construídos,

provavelmente terão peso menor nas decisões no que diz respeito a prioridades (ERIXON *et al.* 2013) e se tornarão ainda mais escassas.

No entanto, a natureza é essencial para a sobrevivência e para o desenvolvimento das cidades que, a despeito de serem centros modificadores da paisagem, são fortemente ligadas a ela, tanto dentro dos seus limites como além deles (McDONALD, 2015, p.6) e dependem de ecossistemas saudáveis para o bem-estar humano e para muitas atividades econômicas (TEEB, 2011, p.1). Para Cilliers e Siebert (2014), a vegetação é a mais palpável representação de qualquer ecossistema e determinará a composição e abundância da biota dentro daquele sistema.

Como fornecedoras de serviços ecossistêmicos, as áreas verdes exercem influência sobre o clima nas cidades de duas formas: através da evapotranspiração²¹, que mantém a temperatura da vegetação e do ar mais baixas, e das sombras produzidas pelas árvores, que protegem o solo da radiação solar e mantêm sua temperatura mais baixa (GARTLAND, 2010, p.64).

Durante seu crescimento, as árvores absorvem dióxido de Carbono (CO₂) da atmosfera e armazenam em seus tecidos, funcionando como depósitos de carbono e contribuindo para a redução da concentração de GEE na atmosfera. Entre outros benefícios gerados pelas árvores diretamente relacionados à poluição, estão redução do ozônio no nível da atmosfera (nesse caso, prejudicial à saúde humana e à vegetação), redução da quantidade de compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera e remoção de partículas da atmosfera pela sua deposição nas folhas. Nos mangues e nos alagadiços, a vegetação funciona como filtro para purificação da água (TEEB, 2011 p.3), retirando dela componentes (nitrogênio e fósforo) que prejudicam o meio ambiente e a saúde humana (McDONALD, 2015 p.50).

A diminuição ou perda dos serviços ecossistêmicos urbanos gerados pelas áreas verdes traz consequências diretas para o bem-estar humano. Tomando como exemplo as árvores plantadas nas ruas, a maior ameaça aos serviços ecossistêmicos é a contínua perda de exemplares, devido ao desenvolvimento urbano e/ou devido à taxa de mortalidade ser mais rápida que o plantio. A perda da

²¹ Evapotranspiração é parte do ciclo da água, consistindo na liberação de vapor d'água na atmosfera, pelas plantas.

cobertura vegetal reduz a purificação do ar, ao mesmo tempo em que o desenvolvimento contínuo aumenta as emissões. O resultado dessa equação será a maior concentração de ozônio e de partículas poluentes na atmosfera, causando problemas de saúde e queda na qualidade do espaço urbano, bem como trazendo prejuízo ao bem-estar da população (McDONALD, 2015, p.154).

Espaço urbano é o conceito de um espaço geográfico com características peculiares, cuja definição varia bastante entre países e, às vezes, dentro do próprio país (GÓMEZ-BAGGENTHUN *et al.*, 2013 p.177; WUP, 2014 p.4), Alguns dos critérios utilizados são: administrativos, população mínima, densidade populacional, presença de infraestrutura (pavimentação, sistema de saneamento, eletricidade, entre outros), serviços de saúde; e algumas vezes mais de um critério é utilizado simultaneamente.

Por vezes, o território administrativo não coincide com o território urbanizado pertencente a uma região metropolitana ou a uma aglomeração urbana. Alguns autores o definem como área onde a infraestrutura construída cobre uma grande superfície de terra (GÓMEZ-BAGGENTHUN *et al.* 2013) ou aqueles onde a densidade populacional é elevada (PICKET *et al.* 2011.) O conceito de aglomeração urbana, baseado na população existente dentro de um limite de território contíguo habitado, com densidade residencial urbana, é preferido em relação a outros conceitos (WUP, 2014, p.4). A existência de critérios diferenciados para a definição de áreas urbanas dificulta o estabelecimento dos critérios que orientam a definição das áreas verdes, áreas de preservação, áreas de amortecimento e áreas rurais, favorecendo preponderância do habitat construído e urbanizado sobre o natural.

No Brasil, o Decreto-Lei 311 de 02/03/1938 estabelece a divisão entre zona urbana e zona rural nos municípios e, atualmente, elas são definidas segundo critérios fiscais, sem observar a lógica territorial do município e de seu entorno. Estudos feitos em razão da acelerada urbanização apontam para a necessidade de mudança nos critérios para definição da tipologia urbana, prevalecendo densidade demográfica alinhada com definições da OCDE e União Europeia, além das concentrações urbanas contínuas entre municípios, chamadas conturbações (IBGE, 2017, p.18). Tal classificação é imprescindível para, por exemplo, o estabelecimento de políticas públicas.

A urbanização tem grande impacto em escala local, regional e global e, entre

seus efeitos, a perda da conexão com a natureza tem sido observada como um dos fatores que contribuem para a má qualidade do espaço urbano. A paisagem urbana é a visão diária da maioria da população da Terra, que se beneficia dos serviços ecossistêmicos das áreas verdes inseridas nas cidades (BORGSTRÖM, 2011); no entanto, a complexidade da relação entre a cidade e a natureza nela inserida ainda não foi suficientemente estudada.

Estudos realizados no início dos anos de 1980 indicavam que a visão da natureza melhorava o estado emocional de indivíduos estressados, em relação à visão da paisagem urbana e, de forma ainda intuitiva, tinha impactos fisiológicos positivos (ULRICH, 1981).

Estudos recentes apontam que as áreas verdes urbanas fornecem serviços ecossistêmicos (CILLIERS e SIEBERT, 2014) que melhoram o clima das cidades (GARTLAND, 2010; TEEB, 2011), mitigam problemas ambientais, como a poluição do ar (McDONALD e MARCOTULIO, 2014 p.200; McDONALD, 2015, p.145-156), melhoram a saúde (VAN DEN BOSH, *et al.* 2015; KARDAN *et al.* 2015; KABISCH *et al.* 2016), favorecem a biodiversidade (McDONALD, MARCOTULIO e GÜNERALP, 2014; ANDERSON, *et al.* 2014), e favorecem a resiliência (BIGGS, SCHLÜTER e SCHOON, 2015).

As tendências e os desafios para as cidades do século 21 extrapolam as percepções intuitivas dos estudos do século passado. Mudança climática, migração, recursos energéticos, riscos ambientais, recursos hídricos, produção de alimentos, etc. fazem parte da agenda no planejamento das cidades para os próximos anos. Demanda por novas habitações que acabam por aumentar a suburbanização sobre a área rural, perda de áreas agrícolas e de reservas naturais, problemas sociais em áreas de periferia, demandas de bem-estar advindo do crescimento, entre outros fatores, apontam para a necessidade de incluir e integrar a ecologia às cidades (JAMES, 2013, McDONALD, 2011; LIU *et al.* 2007).

“Em um mundo superlotado, onde uma minoria rica da população consome a terra e outros recursos num ritmo muito acima da capacidade do planeta sustentar, a tarefa da gestão das áreas urbanas para maximizar os serviços ecossistêmicos deve ser ganhar múltiplos benefícios em cada pedaço de terreno” (DOUGLAS e RAVETZ, 2014).

O ritmo acelerado da urbanização, muitas vezes de forma desorganizada e

socioeconomicamente excludente, com a destruição de áreas verdes e degradação do espaço urbano, causam efeitos negativos na saúde da população. A crescente complexidade dos desafios enfrentados pela saúde, como pobreza, desnutrição, doenças infecciosas e aumento das chamadas NCDs²², está intimamente ligada às complexas interações entre ecossistemas, pessoas e processos socioeconômicos.

Ecossistemas urbanos influenciam nossa saúde mental e física e nosso bem-estar psicológico de diversas maneiras (RAVETZ, 2014 p. 248). Os espaços verdes urbanos cumprem um importante papel na saúde pública, no sentido de criarem condições sociais e ambientais para promover a saúde e o bem-estar em dois dos maiores desafios, nessa área, para as populações urbanas do século XXI: as doenças cardiovasculares e a saúde mental (TZOULAS e GREENING, 2014, p.263). Os espaços verdes possibilitam às populações urbanas o contato com a natureza e, segundo alguns estudos (TZOULAS e GREENING *apud* PRETTY *et al.*), esse contato é benéfico em três formas: através da participação ativa, como jardinagem e conservação; pela proximidade com a natureza, durante atividades como ciclismo ou caminhadas; ou pelos benefícios gerados à saúde simplesmente pela contemplação de paisagens naturais.

Diversos estudos indicam que os ambientes naturais melhoram a saúde e encorajam hábitos saudáveis. Entre os diversos benefícios para a saúde das pessoas gerados pela exposição às áreas verdes estão o restabelecimento físico e psicológico através da melhoria da saúde mental²³ redução dos efeitos da desigualdade na saúde relacionada à renda, na morbidade (MITCHEL e POPHAN, 2008, *apud* KARDAN *et al.* 2015), redução da pressão sanguínea e do stress (GRAHN e STIGSDOTTER, 2003 *apud* KARDAN *et al.* 2015; PRETTY, SELLENS e GRIFFIN, 2005 *apud* KARDAN *et al.* 2015), redução do sedentarismo no tempo livre (KACZINSKY e HENDERSON, 2007 *apud* KARDAN *et al.* 2015; HUMPEL, OWEN e LESLIE, 2002 *apud* KARDAN *et al.* 2015), assim como promoção de atividade física (KACZINSKY e HENDERSON, 2007 *apud* KARDAN *et al.* 2015).

²² NCDs (*Non Communicable Diseases*): sigla em inglês para as doenças não transmissíveis, como diabetes e doenças cardíacas.

²³ Estudo realizado pelo Rotman Research Institute, University of Toronto, Toronto, ON, Canada. Grossman Institute for Neuroscience, Quantitative Biology, and Human Behavior, University of Chicago.

Outros estudos indicam que a exposição a ambientes naturais melhora a memória e a atenção em indivíduos saudáveis (BERMAN, JONIDES e KAPLAN. 2008 *apud* KARDAN *et al.* 2015) e para populações de pacientes (TAYLOR e KUO, 2008; CIMPRICH e RONIS. 2003; BERMAN *et al.*, 2012 *apud* KAPLAN *et al.*). Ter a vista de uma paisagem natural da janela (de casa ou do leito de um hospital) reduz a criminalidade e acelera a recuperação de cirurgias (ULRICH, 1984).

Como determinar o tamanho ideal de uma área verde urbana para que ela traga os benefícios mencionados para a população? Qual a distância ideal para que cumpra esse papel? Segundo Annerstedt (2015), a criação de um indicador para análise da acessibilidade das pessoas às áreas verdes é recomendada, para que sejam estabelecidos parâmetros que possibilitem a comparação dos dados entre áreas distintas e sejam estimuladas políticas que reconheçam a importância das áreas verdes para a saúde pública. Em seu estudo, realizado a partir de dados coletados por imagens de satélite (*GIS*, *CORINE* e *Global Land Cover*), são consideradas áreas verdes urbanas qualquer terreno total ou parcialmente coberto de vegetação, como parques, praças, jardins residenciais e árvores plantadas nas ruas. Mediante o cruzamento das informações de satélite com indicadores de saúde, os valores iniciais recomendados para área e distância a ser percorrida foram 1ha e 300m, respectivamente, para os países da comunidade europeia.

3.1.4 A Biodiversidade nas Áreas Urbanas

O desenvolvimento urbano destrói o ambiente natural e tende a iniciar-se em terrenos com elevada biodiversidade, como áreas costeiras e planícies alagáveis, por diversas razões, entre elas o transporte por navegação e a produção de alimentos em terras férteis de baixios (McDONALD, 2015 p.213).

A biodiversidade (diversidade biológica) é um serviço ecossistêmico primordial para a existência do ser humano. Ela dá suporte ao funcionamento dos ecossistemas e à produção de bens e serviços necessários à saúde e bem-estar humanos, incluído o sistema de produção de alimentos. Tais sistemas dependem de uma série de organismos: produtores primários, herbívoros, carnívoros, decompositores, polinizadores, patógenos, inimigos naturais das espécies, que geram serviços ecossistêmicos dos quais dependemos, como produção de

alimentos, ar limpo, qualidade e quantidade de água, medicamentos, valores culturais e espirituais, regulação do clima, de pragas e de doenças, assim como a redução do risco de desastres (WHO, 2015, p.1).

Os ecossistemas e a biodiversidade exercem um papel crítico, em diversas escalas, na determinação do status dos sistemas terrestres, desde a escala planetária (regulação de material e fluxo de energia e suas respostas a mudanças abruptas e graduais) até a escala da microbiota, no ser humano, contribuindo para sua imunidade e prevenindo infecções.

O declínio da biodiversidade e a degradação ou perda dos ecossistemas são ameaças às suas próprias habilidades em prover os serviços que mantêm a vida e geram efeitos negativos à saúde e ao bem-estar humano. No contexto urbano, a fragmentação do habitat e a homogeneização biótica são grandes desafios à manutenção e recuperação da biodiversidade no planejamento de cidades sustentáveis.

A fragmentação das áreas naturais no espaço urbano ocorre quando, devido ao crescimento da cidade, as mesmas são transformadas em pequenas manchas separadas por áreas urbanizadas, inóspitas para a maioria das espécies que antes ocupavam aquele espaço, tendo consequências distintas, dependendo de suas necessidades. Algumas espécies nativas tendem a sofrer maiores impactos, principalmente as que necessitam de uma grande extensão de área para sobreviver, outras são mais adaptáveis e encontram no meio urbano boas condições de sobrevivência.

Tradicionalmente, são considerados três efeitos da fragmentação dos espaços verdes urbanos: primeiro, a perda do habitat natural pelo crescimento urbano leva à diminuição do número de espécies, O segundo componente é o chamado “efeito de borda”²⁴, que é a mudança das condições bióticas²⁵ e abióticas²⁶ próximas às áreas de borda de um fragmento de habitat. Os efeitos de borda podem

²⁴ Em biologia, efeito de borda é uma alteração na estrutura, na composição e/ou na abundância relativa de espécies na parte marginal de um fragmento, sendo mais intensos em fragmentos pequenos e isolados.

²⁵ Aumento de luminosidade e temperatura, redução da umidade relativa, aumento da deposição de poluentes.

²⁶ Espécies invasivas provenientes das áreas externas já modificadas. Idiossincrasias também são relatadas, como mudanças no padrão de canto das aves em áreas próximas a rodovias, para que se façam escutar.

penetrar de dezenas de metro a 1 km em um fragmento e, dependendo da sua relação entre área e perímetro, podem afetá-lo por completo, tornando-o inviável para a existência de muitas espécies. O terceiro componente da fragmentação dos espaços verdes é a perda de conectividade entre os fragmentos. Muitas espécies necessitam de acesso a múltiplos fragmentos para viver, acasalar ou migrar; com o desenvolvimento urbano, os ambientes intermediários tornam-se mais hostis e mais difíceis de atravessar. (McDONALD, 2015, p.215-216).

A tendência, com a expansão urbana e o aumento da fragmentação dos habitats naturais, é a perda dos serviços ecossistêmicos gerados por eles.

3.1.5 Rios Urbanos

Os rios urbanos e seu ecossistema são imprescindíveis no contexto ambiental e da paisagem urbana, além de representarem um papel preponderante na prestação de serviços ecossistêmicos às cidades. Sua relação com a cidade, que pode ser tanto de união como de segregação, contempla sua importância e de suas margens para os sistemas que garantem o bom funcionamento da infraestrutura urbana, como escoamento e drenagem de águas pluviais.

Os rios são componentes do ciclo hidrológico na Terra: além da infiltração, do escoamento superficial das águas superficiais e cursos d'água e transpiração e evaporação da superfície, interagem com o ambiente através de processos complexos. A resposta hidrológica à precipitação numa bacia hidrográfica, por exemplo, depende de diversos fatores, como geomorfologia, topografia e uso da terra.

No ambiente urbano, o ciclo hidrológico difere sensivelmente das áreas de bacias hidrográficas localizadas em áreas naturais: a impermeabilização e a pavimentação do solo reduzem a absorção da água e aumentam sua velocidade de escoamento, modificam a evaporação e o escoamento da água na superfície do solo e aumentam a deposição de partículas e a poluição nas áreas de captação, como rios e lagoas (ILLGEN, 2014, p.59). Tais fatos geram, em áreas urbanas, a perda dos serviços ecossistêmicos providos pelas áreas naturais – como limpeza da água e manutenção do solo, gerando a necessidade de adoção de sistemas de infraestrutura que substituam o trabalho antes feito pela natureza.

Os rios urbanos, como principais elementos de uma bacia hidrográfica, são de fundamental importância no contexto da cidade, tanto do ponto de vista ambiental como urbanístico. Suas margens e áreas de borda funcionam como zonas de amortecimento no caso de enchentes e, geralmente, ainda possuem certo grau de biodiversidade e contribuem para a não disseminação de doenças.

3.2 Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE)

A vulnerabilidade²⁷ das pessoas e da natureza tem aumentado frente aos impactos negativos dos eventos da mudança climática, em conjunto com o manejo insustentável dos ecossistemas. Tais impactos podem ser ambientais (degradação, inundações, secas etc.), sociais (perda da capacidade adaptativa, dos meios de subsistência e da resiliência) ou econômicos (globalização, comércio e mercado). Os impactos mais intensos, nos sistemas humanos e naturais, ocorrem nos países em desenvolvimento: maior frequência de secas, tempestades e mudanças no padrão das chuvas são associadas à mudança climática e seus efeitos tendem a se intensificar no futuro (ANDRADE *et al.* 2011, p.6). Nesse contexto, a adaptação tem sido considerada uma importante estratégia para lidar com a mudança climática e seus impactos (RIZVI, BAIG, VERDONE, 2015, p.1).

Em 2001, o IPCC definiu como adaptação o “ajuste nos sistemas naturais e humanos, em resposta aos estímulos e efeitos climáticos, reais ou esperados, moderando os perigos e explorando oportunidades benéficas”. Mais tarde, em 2007, na UNFCCC–COP13²⁸, um processo mais abrangente foi lançado e a adaptação foi destacada em conjunto com outros quatro pilares: mitigação, transferência de tecnologia, implantação e financiamento.

Segundo a GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, 2012), “as comunidades globais dependem de ecossistemas intactos e dos serviços que estes fornecem, tais como fertilidade do solo, água limpa e alimentos” e a

²⁷ A vulnerabilidade de uma sociedade depende da sua habilidade de adaptação e da natureza da variabilidade climática (BURTON *et al.*, 2006 *apud* PÉREZ *et al.*, 2010).

²⁸ UNFCCC-COP 13: Décima terceira Conferência das Partes. A COP é um evento anual das Nações Unidas, dentro da Convenção para a Mudança Climática (CCC, sigla em inglês), onde são feitas comunicações das Partes e seus inventários das emissões. Baseados nas informações são realizadas análises dos efeitos das medidas tomadas pelas Partes e o progresso feito para alcançar o último objetivo da Convenção (UNFCCC).

mudança climática é a maior responsável pelas mudanças e danos ocorridos nos serviços ecossistêmicos, situação que, provavelmente, tende a se agravar nos próximos anos (MA, 2005). A adaptação das pessoas e do mundo natural a tais mudanças, ao mesmo tempo, depende dos serviços ecossistêmicos.

“Adaptação baseada nos Ecossistemas (EbA) é o uso da biodiversidade e dos serviços ambientais como parte de uma estratégia de adaptação completa para ajudar pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança climática” (CBD,2009; COLLS *et al.*, 2009; TRAVERS *et al.*, 2012).

Numa conceituação mais ampla, o ICLEI (2013) define EbA (AbE em português) como um “processo contínuo de aprendizado institucional e social através do qual instituições, agentes e comunidades podem melhorar a resiliência e aumentar o entendimento dos riscos, vulnerabilidades e a eficácia das estratégias de adaptação”, visando a mudança climática a nível local, pois, no sentido amplo, cada meio ambiente urbano é único e as medidas para adaptação devem ser direcionadas localmente.

É consenso entre diversos autores que a mudança climática tem forte influência no aumento da vulnerabilidade social e ambiental, e os serviços ecossistêmicos de que a humanidade precisa para sobreviver têm sofrido grandes impactos. Diversos estudos indicam, também, que os ecossistemas têm forte papel na proteção e na mitigação dos efeitos da mudança climática sobre o meio ambiente e as pessoas. Ultimamente, diversas iniciativas para adaptação à mudança climática através da tecnologia e do design de estruturas resilientes ao clima têm sido adotadas, mas a percepção da importância do papel que ecossistemas saudáveis exercem na adaptação das pessoas aos eventos decorrentes dessa mudança tem crescido. Ecossistemas saudáveis fornecem os serviços ecossistêmicos, além de serem mais baratos e, muitas vezes, mais eficientes que estruturas de engenharia, como canais e diques (COLLS, ASH, IKKALA, 2009).

A Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE) se utiliza, intencionalmente, dos serviços ecossistêmicos e da infraestrutura verde como instrumentos para que as populações sejam menos vulneráveis e se adaptem às variações climáticas atuais e às futuras mudanças climáticas, numa abordagem antropocêntrica, com a finalidade de aumentar a resiliência das sociedades a tais mudanças. Através da

restauração, conservação e manejo sustentável dos recursos naturais, a AbE complementa, ou substitui, outras medidas de adaptação como, por exemplo, a infraestrutura cinza²⁹, gerando benefícios adicionais valoráveis como sequestro de carbono, conservação da biodiversidade ou produção de alimentos, tendo frequentemente custos mais eficientes (GIZ, 2012).

Entre as vantagens que a Adaptação baseada em Ecossistemas traz, pode-se citar:

- Redução do risco de desastres:

Ecossistemas saudáveis funcionam como barreiras naturais, mitigando os impactos dos eventos extremos como inundações, secas, furacões e ciclones na infraestrutura e nas pessoas, favorecendo também a resiliência.

- Conservação da biodiversidade:

A adaptação da biodiversidade e das pessoas aos efeitos da mudança climática é facilitada pela proteção, restauração e manejo dos ecossistemas.

- Manejo sustentável da água:

A melhoria da qualidade da água, a recarga dos aquíferos e a redução das enxurradas são facilitadas pelo manejo, restauração e proteção dos ecossistemas. (COLLS; ASH; IKKALA; 2009)

3.3 Infraestrutura Verde

Na dimensão espacial da geografia urbana, segundo o conceito de integração da natureza à cidade, os espaços verdes urbanos estão presentes em várias escalas, desde a janela de uma casa até os corredores verdes em escala regional, formando um sistema em diversos níveis, estruturado na forma de infraestrutura verde ou infraestrutura azul. O sucesso em um nível é ligado aos demais: a infraestrutura verde funciona como uma rede conectada de habitats, de forma diferente da usada tradicionalmente, caracterizada como um conjunto de espaços desconectados entre si.

²⁹ Infraestrutura cinza: infraestrutura (construída) tradicional das cidades, como rede de esgoto, drenagem, sistema de abastecimento de água, estações de tratamento de água, diques, barragens, canais etc. Geralmente atende aos propósitos de controle de enchente e escoamento.

Apesar de, nos dias de hoje, alguns planejadores incluíam o conceito de sustentabilidade nos componentes do ambiente construído, é fato que o planejamento convencional ignora a configuração natural do terreno (BENEDICT e McMAHON, 2012 *apud* COLDING, 2014 p.228). A consequência disso é a fragmentação, transformação e perda dos serviços ecossistêmicos, prejudicando a resiliência do ecossistema e diminuindo a capacidade do sistema natural de resistir a perturbações como enchentes, inundações, poluição e outros eventos consequentes da ação do homem.

A infraestrutura verde tem suas raízes no planejamento e nos esforços para conservação, no sentido de combater as consequências do chamado *Urban Sprawl*³⁰ sobre a biodiversidade. De acordo com Benedict e McMahon (2012), o conceito de infraestrutura verde tem origem em dois outros conceitos: (1) “promover a ligação de parques e outras áreas verdes para beneficiar as pessoas e (2) preservar e ligar áreas naturais em benefício da biodiversidade e para evitar a fragmentação ambiental”. Tal estratégia foi usada por planejadores, já no século XIX, para conter a expansão urbana e conectar a área rural à zona suburbana e urbana, através dos cinturões verdes que, por exemplo, Ebenezer Howard³¹ utilizou no seu modelo de “Cidade Jardim”, no final do século XIX, na Inglaterra (COLDING, 2014 p.230).

O termo infraestrutura verde é novo, a ideia não. Nos EUA, o conceito de infraestrutura verde foi estabelecido no final dos anos 1990, como:

“[...] sistema natural de suporte à vida, uma rede interconectada de cursos d’água, áreas úmidas, bosques, habitat de vida selvagem e outras áreas naturais; corredores verdes, parques e outras áreas de conservação; áreas selvagens e espaços abertos que suportem as espécies nativas, mantenham os processos ecológicos naturais, mantenham os recursos água e ar e contribuam para a saúde e qualidade de vida das comunidades e pessoas da América” (BENEDICT e McMAHON, 2006).

Os Países-Baixos e a Escandinávia experimentaram o conceito relacionado ao

³⁰ *Urban sprawl* (dispersão urbana): segundo Nestor Goulart (2016), o processo de dispersão urbana caracteriza-se pelo esgarçamento do tecido urbano, com a urbanização estendendo-se por um vasto território, com núcleos urbanos separados no espaço por vazios intersticiais, mantendo vínculos estreitos entre si e configurando um único sistema urbano.

³¹ Como alternativa aos diversos problemas decorrentes da industrialização, nas zonas urbanas e rurais, Sir Ebenezer Howard propôs em seu livro *Garden-Cities* uma alternativa que traria as vantagens de uma e outra zona, que se fundiriam em uma só. A proposta foi uma ruptura aos conceitos da época e teve grande influência sobre o urbanismo posterior.

planejamento da estrutura verde urbana desde os anos 1980. Na Europa, a interpretação do conceito de infraestrutura verde é praticada numa escala refinada, onde infraestruturas híbridas de espaços verdes e sistemas construídos são planejados e projetados (imagem 4) para suportar múltiplos serviços ecossistêmicos (PAULEIT, LI, AHERN E KAZMIERCZAK, 2014).

Imagem 2: infraestrutura verde do tipo jardim de chuva em área úmida ao sopé de um morro, em Estocolmo, Suécia, protegendo os edifícios do efeito de enxurrada e favorecendo a biodiversidade (serviços ecossistêmicos)



Fonte: foto da autora

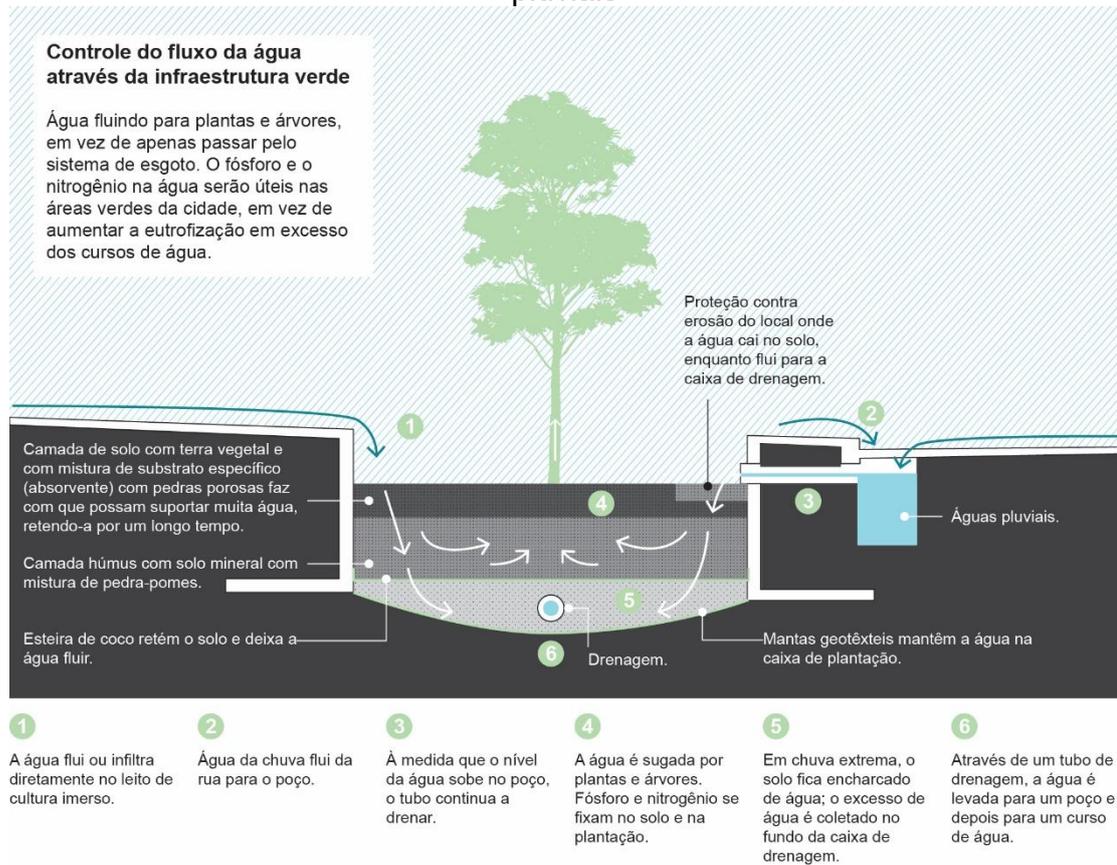
O termo infraestrutura verde faz parte de um conceito mais amplo de infraestrutura, que engloba outras infraestruturas como transporte, comunicação, abastecimento de água, sistema de esgoto etc. Portanto, para a existência de uma cidade sustentável, é indispensável uma infraestrutura verde bem planejada e gerenciada, necessariamente considerada parte integrante do seu funcionamento (SANDSTRÖM, apud PAULEIT, LIU, AHERN e KAZMIERCZAK, 2014).

Segundo Pauleit *et al.* (2014), não existe uma definição ou abordagem ao

planejamento da infraestrutura verde e é provável que não exista na prática, devido às diferenças em nível nacional e local, e também de culturas e necessidades; contudo, existe um conjunto de princípios comuns na literatura referente ao tema. Autores como Benedict e McMahon (2006), Ahern (2007) e Colding (2014) consideram como principais princípios do planejamento da infraestrutura verde: multifuncionalidade, conectividade, integração, processo comunicativo e inclusivo, estratégia de longo prazo. Frequentemente, refere-se a sistemas úmidos, vegetados, e outras estruturas vegetadas artificiais (Ver figura 4) que ajudam a reduzir a sobrecarga no sistema de drenagem das cidades (Mc DONALD, p. 7).

“[...] sistema ou rede de espaços abertos integrados espacial e funcionalmente, constituídos por estruturas de suporte naturais, artificiais e híbridas, que conformam paisagens que provêm apoio à sustentabilidade de assentamentos humanos, por meio de serviços ecológicos múltiplos e complementares” (AHERN, 2007 apud AHERN, PELLEGRINO e BECKER, 2012, p.38).

Figura 6: Esquema representativo de infraestrutura verde para coleta de águas pluviais



Fonte: folheto em sueco (tradução: Google Tradutor).

Figura adaptada por Raquel Leite

A infraestrutura verde é essencial para manter a conectividade entre os sistemas ecológicos nas áreas urbanas, para que seja garantido o seu equilíbrio e a manutenção dos serviços ecossistêmicos necessários à existência de um ambiente urbano que garanta qualidade de vida e bem-estar a seus moradores. Segundo Bennet *et al.* (2015), o primeiro passo na direção da adoção de políticas para gestão sustentável dos ecossistemas deve ser o de incrementar o conhecimento humano sobre a dinâmica ecológica e as complexidades que envolvem os ecossistemas.

3.4 Resiliência e Cidades Sustentáveis

O ser humano é parte integrante e ao mesmo tempo o principal agente modificador da biosfera³² (FOLKE, 2015, p.xix), em todas as escalas do globo e ao

³² A biosfera é o conjunto de elementos que compõem a parte “viva” do planeta Terra: a crosta

longo da história. As grandes e rápidas modificações a que nossas cidades estão sujeitas em decorrência de agentes diversos como mudanças climáticas e o rápido crescimento populacional, excesso de consumo, problemas econômicos e ambientais, trazem a necessidade de uma mudança na forma como são planejadas, através de novos modelos que possibilitem a sua permanência de uma forma que garanta a qualidade de vida e bem-estar de seus habitantes diante das incertezas que se apresentam quanto ao futuro.

O desafio de garantir o bem-estar das pessoas diante das rápidas e contínuas mudanças no meio ambiente e na sociedade humana, além de enfrentar tais incertezas, trouxe à luz o conceito de resiliência³³, numa abordagem aplicada às cidades.

A necessidade de fazer frente aos novos desafios que, nos últimos anos, trouxeram o conceito de sustentabilidade como fundamental para a garantia de vida para essa e as próximas gerações, fez surgir uma nova área da ciência que tenta entender as interações entre natureza e sociedade, a resiliência aplicada às relações entre o ser humano e a biosfera, aqui denominada *resilience approach*³⁴.

“Para que se utilize essa abordagem, é fundamental considerar as pessoas como integrantes da biosfera desde a escala local até a global, onde interagem e moldam o ambiente e são completamente dependentes dele através de uma variedade de serviços ecossistêmicos que sustentam seu bem-estar. O estudo da resiliência foca nas intrincadas relações entre os sistemas socioecológicos, assumindo que se comportam como sistemas adaptativos complexos, capazes de se reorganizar e adaptar-se baseados em experiências passadas, caracterizando-se por um comportamento não linear e gerando, por vezes, grandes incertezas” (BIGGS et al. 2015, p.5-6).

A *resilience approach* foca numa análise dos sistemas socioecológicos que enfatize a necessidade de entender e gerenciar as mudanças, principalmente as inesperadas, focando nos problemas e integrando diversas disciplinas visando aos grandes desafios da sustentabilidade que se põem diante da sociedade.

terrestre, as águas, a atmosfera onde existe vida. (FOLKE, 2015, xix).

³³ O conceito de resiliência vem da Física e é a capacidade de um material (sistema) de retornar ao seu estado normal, após acumular energia quando submetido a um processo que o força sem que esse, no entanto, sofra ruptura. É utilizado também em Psicologia, Ecologia e Administração, adaptado de acordo com o estudo que se faz.

³⁴ A opção pela expressão na língua original se dá pelo fato da tradução “abordagem de resiliência” não conseguir exprimir o conceito em sua plenitude, mas traduzindo uma ideia bastante simplista.

Os serviços ecossistêmicos são elementos-chave dessa abordagem, considerados importantes resultados das interações socioecológicas, sendo conectores e mediadores entre os sistemas sociais e ecológicos. Vale salientar que não são considerados como produção apenas da natureza, mas como aspectos dos sistemas socioecológicos, resultados das interações entre a capacidade do ecossistema de produzi-los, os valores humanos, a tecnologia, as habilidades e as instituições para realizá-los (ELMQVIST *apud* BIGGS, 2015 p. 15).

Como resultado dessas interações, surge a necessidade de decisões a respeito de quais serviços ecossistêmicos devem ser sustentados, devendo essas escolhas ser feitas através de políticas, visto que diferentes setores da sociedade têm diferentes demandas em relação a eles ao longo do tempo, de acordo com mudanças nos valores e preferências da sociedade (BIGGS *et al.* 2015 p. 17). Ações coletivas são necessárias para equilibrar diferentes demandas de grupos diversos e gerenciar conflitos que envolvem poder, desigualdades, assimetria de recursos e resultados desiguais. O resultado desejado é a opção por serviços ecossistêmicos que tenham sua resiliência construída e fortaleçam a capacidade de lidar com as mudanças.

Existem diversos princípios nos quais são baseados os processos para fortalecer a resiliência dos serviços ecossistêmicos; nesse estudo, a opção escolhida é a apresentada em Biggs *et al.* (2015, p.21-22):

- Manter diversidade e redundância³⁵;
- Gerenciar a conectividade³⁶;
- Gerenciar variáveis lentas e *feedbacks*;
- Fomentar sistemas adaptativos complexos³⁷;
- Encorajar o aprendizado³⁸ e a experimentação;
- Ampliar a participação;

³⁵ Situação em que várias espécies ou sistemas socioecológicos executam as mesmas funções.

³⁶ Conectividade é o caminho e o grau pelo qual recursos, espécies ou atores sociais se dispersam, interagem ou migram através das paisagens sociais e ecológicas.

³⁷ Sistemas adaptativos complexos que se caracterizam pelo seu potencial de comportamento não linear e emergente, pela capacidade de auto-organização para adaptação baseada em experiências passadas e comportamento inerente voltado às incertezas dos sistemas.

³⁸ Considera-se aprendizagem o processo de mudança ou aquisição de novos conhecimentos, comportamentos, habilidades, valores ou preferências em nível individual, grupal ou social.

- Promover sistemas de governança policêntricos.

Como mencionado anteriormente, a decisão por quais serviços ecossistêmicos devem ser priorizados envolve variáveis relativas às demandas e necessidades de grupos diversos e as atenções devem voltar-se para o entendimento do contexto, disputas, história e política inerentes ao lugar, em particular, no qual eles estão inseridos. Assim, as dimensões políticas e do poder têm forte influência sobre as escolhas da sociedade, relativas aos serviços ecossistêmicos que consideram importantes para construir resiliência e, assim, tentar mantê-los em face às mudanças e às perturbações (SCHOON *et al.* 2015, p.33-45).

As cidades enfrentam, atualmente, diversos problemas relacionados à urbanização acelerada e a decorrente fragmentação da paisagem urbana. A perda dos serviços ecossistêmicos tem consequências diretas na qualidade do espaço urbano e no bem-estar de seus habitantes. As incertezas quanto aos efeitos das mudanças climáticas e suas consequências trazem à pauta a urgente necessidade de que se repense seu planejamento, de forma a fortalecer os serviços ecossistêmicos e favorecer a adaptação e a resiliência aos eventos possíveis e aos inesperados. A busca por soluções para essas questões depende da participação conjunta e integrada de planejadores, cientistas, políticos, ecologistas, biólogos, geógrafos etc., além da participação popular (FAJARDO, 2012, p.20-21); enfim, todas as áreas do conhecimento que possam contribuir de forma efetiva para a construção de cidades sustentáveis.

4 A CIDADE DE FORTALEZA E O RIO COCÓ

A relação dialética do rio Cocó com a cidade de Fortaleza, com significados distintos dependendo do local que percorre, seria resultado da dissociação do seu valor das ações e políticas de planejamento da cidade? A partir do histórico da ocupação nas áreas de borda do Rio Cocó, este capítulo busca a compreensão da dinâmica da ocupação urbana e de sua diversidade morfológica, dividindo-se em duas partes.

Primeiramente, fazemos uma síntese histórica do planejamento urbano em Fortaleza (conforme PLANDIRF, de 1972, até o PDP, de 2009, ainda em processo de regulamentação), ressaltando as possíveis relações de causa e efeito com o modo como a cidade se desenvolveu, de forma dispersa e segregadora, favorecendo a degradação do meio ambiente, e desconsiderando a estreita ligação entre os serviços ecossistêmicos urbanos e o bem-estar da população. Em seguida, abordamos a influência do rio Cocó na urbanização da cidade, destacando que esse rio cumpre importante função na formação do espaço socioambiental e urbanístico de Fortaleza.

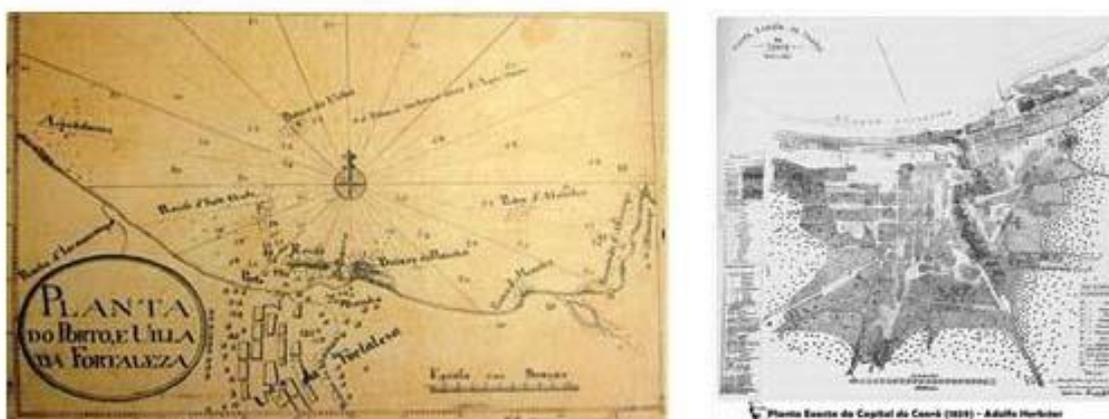
4.1 Síntese Histórica do Planejamento Urbano em Fortaleza.

A cidade de Fortaleza, historicamente, caracteriza-se como foco da imigração no estado do Ceará, configurando uma disparidade socioespacial significativa em relação aos outros municípios, levados em consideração aspectos como total da população, densidade demográfica e desenvolvimento econômico. O sistema viário, em escala maior, convergente para a cidade e RMF, e a concentração de investimentos públicos e privados em detrimento das demais partes do estado, contribuem para que a cidade apresente um quadro de “macrocefalia” quanto ao processo de estruturação de sua rede urbana.

Numa das primeiras iniciativas de ordenação do espaço urbano da cidade, no início do século XIX, o engenheiro Antônio José da Silva Paulet elaborou uma planta (Figura 7) que correspondia à área central, localizada numa área de topografia plana às margens do Rio Pajeú. Nela, prevaleceu a formação radioconcêntrica, sobreposta a uma malha ortogonal que serviria de diretriz à

expansão urbana.

Figuras 7 e 8: Planta do Porto Villa Fortaleza, elaborada por Silva Paulet em 1813 e a “Planta Exacta da Capital do Ceará”, de 1859, elaborada por Adolfo Herbster, respectivamente.

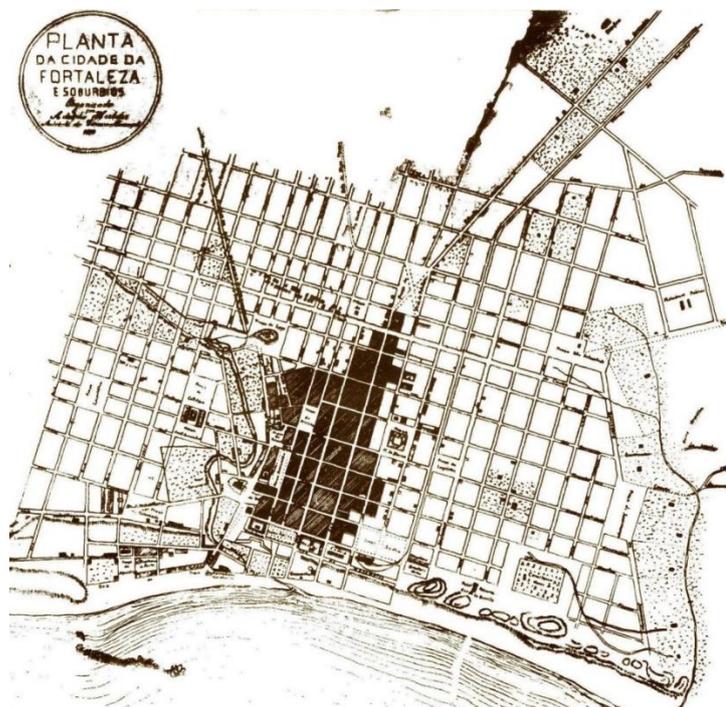


Fonte: <http://fortalezaantiga.blogspot.com.br/2010/01/>

Posteriormente, com as mudanças políticas, econômicas e sociais do período e o surgimento da necessidade de se organizar o desenvolvimento e a propriedade do território, decorrente da criação da Lei de Terras³⁹, foram elaboradas três plantas pelo engenheiro Adolfo Herbster. A segunda planta, chamada de “Planta Exacta da Capital do Ceará”, de 1859, localiza diversas edificações de uso público, civil, religioso e militar, além dos limites da cidade (Figura 8). A planta que se seguiu representou as mudanças no espaço urbano de Fortaleza, aperfeiçoando a anterior, e sacramentou a organização radioconcêntrica do espaço urbano e a tipologia urbana em malha ortogonal (Figura 9).

³⁹ A Lei de Terras, sancionada por D. Pedro II em setembro de 1850, foi uma lei que determinou parâmetros e normas sobre a posse, manutenção, uso e comercialização de terras no período do Segundo Reinado.

Figura 9: Planta da cidade de Fortaleza e subúrbios, elaborada por Adolfo Herbster, em 1875



Fonte: <http://www.fortalezaemfotos.com.br/2012/09/adolfo-herbster-e-os-mapas-de-fortaleza.html>

Segundo Castro (1994), os traçados geométricos teriam influências das ideias iluministas dos séculos XVII e XIX, das quais temos como exemplo o Plan Cerdà⁴⁰ para a cidade de Barcelona, elaborado em 1859. Após as primeiras tentativas de organizar o espaço urbano de Fortaleza, a partir da metade do século XIX até 1930, através das plantas de expansão urbana e dos códigos de posturas, seguiram-se planos de remodelação urbana (1932 a 1963), planos diretores (entre 1963 e 2000) e, por último, o Plano Diretor Participativo (PDP), de 2009.

Para efeito desse estudo, serão considerados os planos urbanísticos de Fortaleza realizados a partir da década de 1970, até o Plano Diretor Participativo do ano de 2009. A finalidade é a compreensão da situação atual do espaço urbano de Fortaleza através do conhecimento do processo de urbanização da cidade, especialmente nas últimas décadas, quando vem ocorrendo um rápido crescimento

⁴⁰ As condições insalubres das cidades europeias do século XIX levaram à necessidade de mudanças que as tornassem mais saudáveis a seus habitantes, atormentados pela superlotação e por epidemias. O engenheiro urbanista Idelfons Cerdà elaborou o plano de extensão e reforma da cidade de Barcelona (*Plan de Ensanches*), com o qual a Planta de Fortaleza guarda semelhanças. Nele, além da racionalização do projeto urbanístico e do uso da retícula ortogonal passível de extensão, indefinidamente, percebe-se a consideração, ainda que de forma empírica, da relação entre a qualidade do espaço urbano (arruamento largo e vegetação) e o bem-estar dos habitantes da cidade.

populacional que traz à pauta a discussão sobre a eficácia de seus planos urbanísticos, quanto à sua função de promover a existência de uma cidade que garanta o bem-estar dos seus habitantes.

No planejamento urbano oficial da cidade de Fortaleza foram elaborados, entre os anos de 1972 e 2009, três planos diretores: o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (PLANDIRF), de 1972; o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza (PDDUFOR), de 1992; e o Plano Diretor Participativo (PDP), de 2009.

- *O Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (PLANDIRF), 1979.*

O PLANFIRF foi o primeiro plano urbanístico de Fortaleza baseado em diretrizes propostas pelo governo federal, através da Política Urbana Nacional (PUN), que estava respaldada num modelo de organização governamental centralizado. O período corresponde ao governo da ditadura militar e o plano legitimava as ações políticas que esvaziavam a autonomia municipal diante da centralização administrativa e de recursos do governo federal. Baseou-se no passado e no presente como referenciais para planejar o futuro, sem considerar “o imponderável e o imprevisível” (ACIOLY, 2008, p.184).

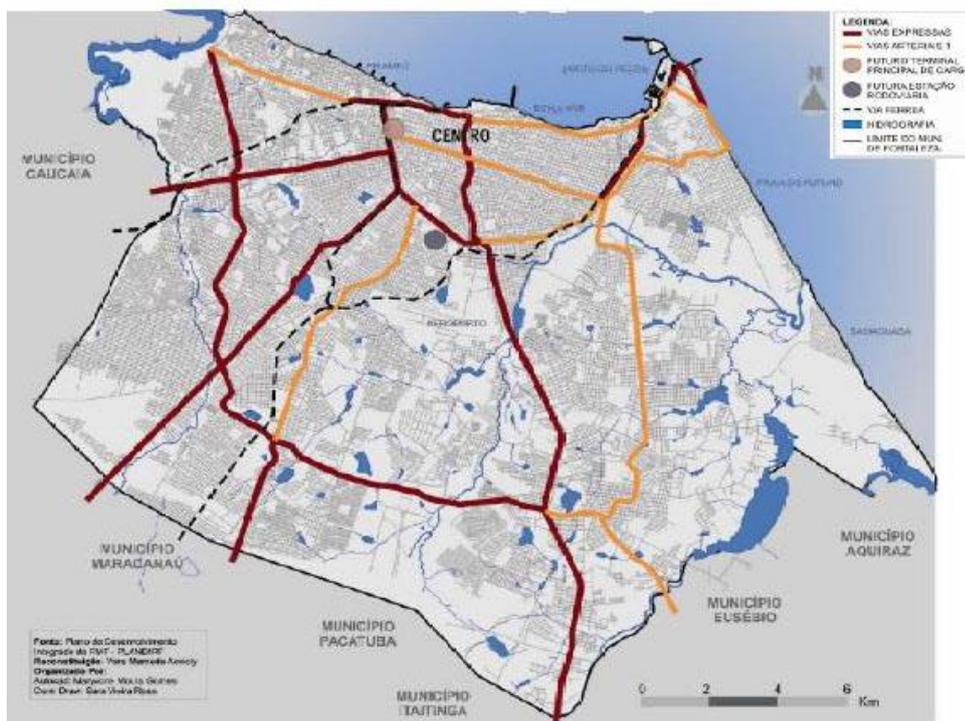
O ponto central do plano foi a problemática relacionada à posição hegemônica de Fortaleza em relação às cidades vizinhas e, numa visão ampliada, aos outros municípios do estado do Ceará, pois a irradiação prolongava-se pela região metropolitana. Não foram consideradas as particularidades da produção do espaço nem o papel dos agentes.

Outra característica foi considerar a aglomeração urbana como um elemento único e tratar a cidade como um sistema de zonas homogêneas, ignorando as desigualdades características dos países subdesenvolvidos, como a hierarquização de atividades em nível regional e a coexistência de atividades similares em nível local.

Assim, para atender aos propósitos da PUN, a correlação dos fluxos e atividades ditou a estrutura espacial através dos elementos estruturantes do sistema viário e do zoneamento (Figura 10), não considerando condições ambientais,

culturais, psicológicas, necessidades básicas e anseios da população, nem as ações dos agentes públicos e privados, antes, baseando-se em critérios abstratos de qualidade de vida (ACIOLY, 2008, p.187-194).

Figura 10: Classificação viária PLANDIRF



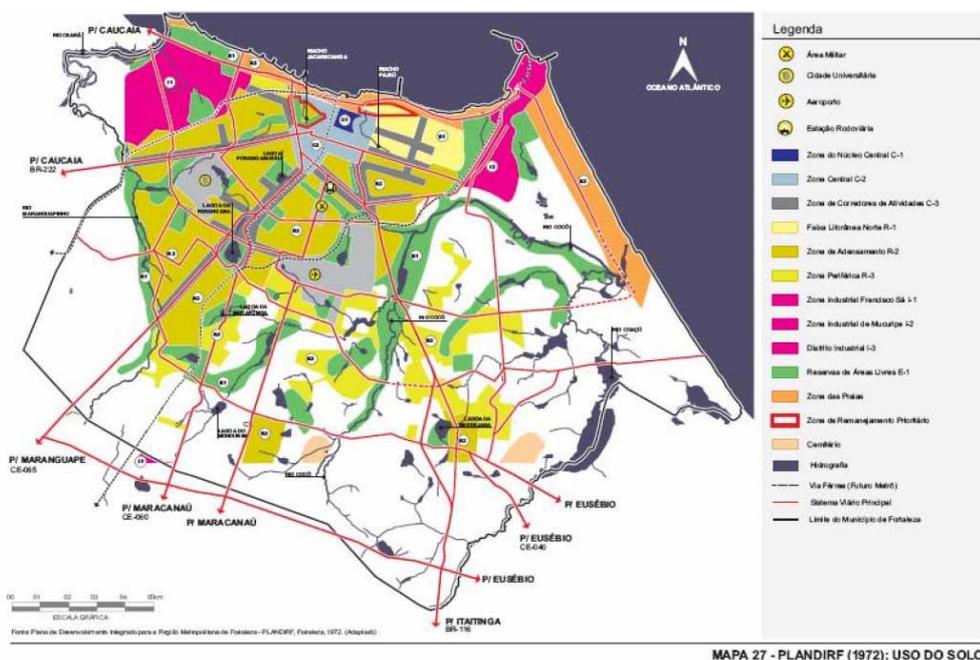
Fonte: Acioly, 2008

A proposta de integração de Fortaleza aos municípios vizinhos restringiu-se a obras viárias, não contemplando outro tipo de integração que não essa e, mais uma vez, a rede radial concêntrica e a malha ortogonal permanecem: a primeira, reforçando o caráter polarizador da cidade, e a segunda, preenchendo os espaços entre as vias de penetração e de interligação dos polos.

- *Lei de Uso e Ocupação do Solo n° 4.486/75.*

A partir de um macrozoneamento, a cidade foi dividida em zona urbana e zona de expansão urbana, e os elementos estruturantes foram estabelecidos na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo n° 4486/1975. Essa lei regulamentou a divisão da cidade em zonas comerciais, localizadas em vias classificadas como corredores de atividade, zonas residenciais, áreas de lazer e zonas industriais, além de estabelecer limites para a ocupação e densidade do território (Figura 11).

Figura 11: Zoneamento de Fortaleza – lei de Uso e Ocupação do Solo nº 4.486/75



Fonte: Muniz, 2005

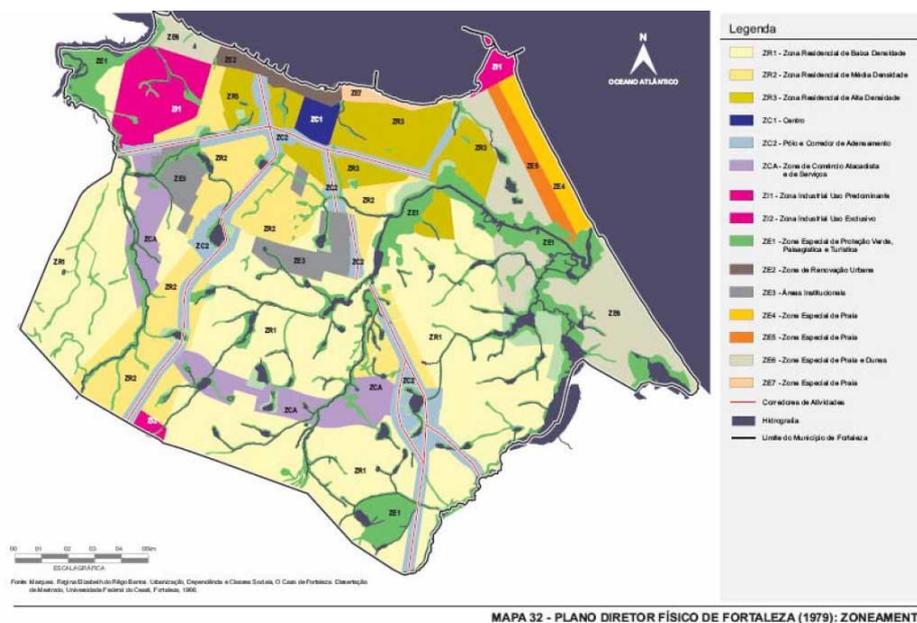
Essa segregação por usos diferenciados eliminou a diversidade de atividades em diversas áreas e causou a sobrecarga em outras, principalmente nos chamados corredores de atividades, onde surgiram sérios problemas de trânsito que se agravaram continuamente ao longo do tempo. Exemplo clássico é a localização de escolas e hospitais nos chamados corredores de atividades, dividindo espaço com comércio e serviços, num conflito de funções e fluxos que causam grandes engarrafamentos, ruído urbano e estresse na população (queda na qualidade do espaço urbano e no bem-estar dos habitantes).

- *Plano Diretor Físico - Lei de Uso e Ocupação do Solo nº 5 122-A/1979*

A Lei nº 4 486/75 (Lei de Uso e Ocupação do Solo) foi modificada pela Lei nº 5 122-A/79 (Figura 12) e pelas Leis nº 5 151 e 5 161/79 (suas complementações). O Fórum Adolfo Herbster, ocorrido no período de regulamentação dessa lei, abriu um canal de comunicação para discussão sobre a temática do planejamento da cidade de Fortaleza e resultou em algumas alterações que compuseram uma nova lei que, entre outras regulamentações, criou o lote mínimo para todas as zonas, favorecendo a população de baixa renda. Apesar de surgirem discussões a respeito da segregação urbana e da degradação ambiental, os interesses de alguns setores

continuaram prevalecendo, bem como a prática de planejar a cidade a reboque dos acontecimentos. Ainda permanecem a estrutura radioconcêntrica e a malha ortogonal.

Figura 12: Zoneamento de Fortaleza – lei de Uso e Ocupação do Solo nº 5 22-A/79



Fonte: Muniz, 2005.

O que se observa, até o final dos anos 1980, é que os planos urbanísticos legitimaram os interesses de alguns setores da economia, especialmente o setor imobiliário, em detrimento da qualidade do ambiente urbano e do bem-estar da sociedade. Chama atenção a previsão de áreas industriais na orla marítima (parque de tancagem próximo ao Porto do Mucuripe) e próximo a uma APP (Rio Ceará), numa evidente desconexão com o papel dos sistemas ecológicos na qualidade do ambiente urbano.

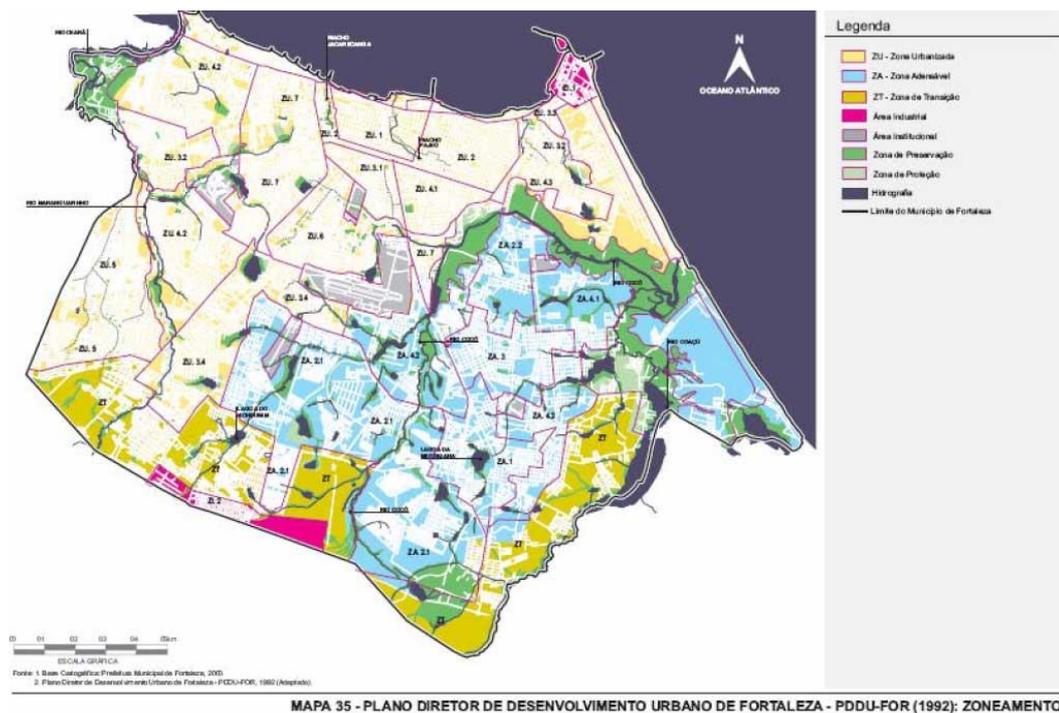
- *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), 1992 – lei 7.061*

Depois de 20 anos sem atualização, o Plano Diretor de Fortaleza passou por novas mudanças no seu zoneamento. No apagar das luzes do século XX, surge, pela primeira vez, a preocupação em amenizar ou reverter o quadro de desigualdade socioespacial vigente na cidade de Fortaleza, através da proposição de instrumentos urbanísticos que possibilitam o acesso à terra. A Constituição Federal de 1988 já previa, em um capítulo sobre Política Urbana, a função social da

cidade e da propriedade, a democratização do processo de tomada de decisão em política urbana e transferia a responsabilidade de planejar e gerir o território urbano para os municípios.

Alguns instrumentos do PDDU de 1992 (Figura 13), para amenizar as desigualdades, foram as Operações Urbanas Consorciadas, as desapropriações e o imposto progressivo. Porém, apesar de tais proposições, prevaleceu a tendência de administrar a cidade de acordo com as premissas do mercado, prevalecendo o planejamento estratégico e a visão da cidade como uma mercadoria de consumo para investidores e turistas (BRASIL, 2017).

Figura 13: Zoneamento do PDDU de 1992



Fonte: Muniz, 2005.

- *Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS), 1996*

Regulou o uso e a ocupação do solo nas Microzonas de Densidade e nas Zonas Especiais e definiu diretrizes e normas relativas ao sistema viário, fazendo a relação deste com o uso do solo urbano. Focou na espacialização das atividades, na existência das redes de equipamentos e infraestrutura, projetando a desconcentração e a descentralização das atividades. Dividiu a cidade em três macrozonas: urbanizada, adensável e de transição. Previu algumas zonas especiais, que incluíam: Área de Interesse Ambiental (dunas); Área da Orla Marítima; Área de Faixa de Praia; Área de Preservação; Área de Proteção. Para as áreas de interesse ambiental e de proteção, o enfoque foi mais restritivo com relação ao uso e à ocupação; na área de faixa de praia e da orla marítima, foi dada prioridade às atividades de turismo e lazer.

- *Plano Diretor Participativo (PDP), 2009.*

O Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDP-FOR), criado pela Lei nº062, de fevereiro de 2009, tem como princípios fundamentais da política urbana as funções socioambientais da cidade, a função social da propriedade, a gestão democrática da cidade e a equidade. O PDP traz alterações no zoneamento, institui a outorga onerosa de alteração de uso do solo (Art. 222 do PDP-FOR)⁴¹ e modifica os limites das áreas de preservação dos recursos hídricos (Lei Complementar nº 202, de 13 de maio de 2015)⁴², entre outras (Figura 14).

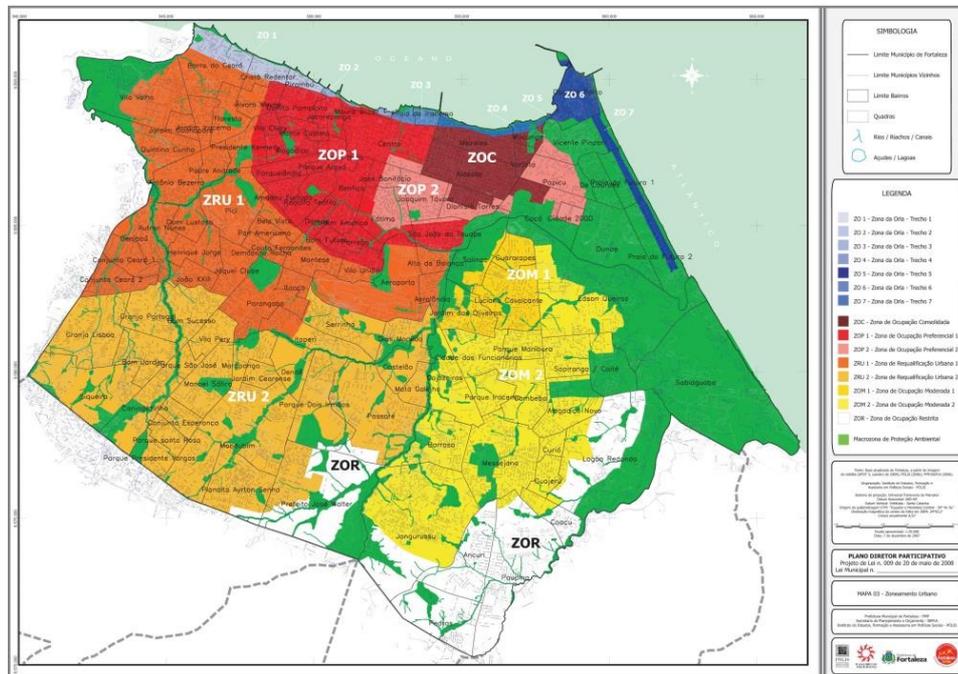
O Art. 222 do PDP-FOR tem gerado reações distintas quanto aos seus resultados, pois tende a privilegiar ações onde o retorno financeiro de um empreendimento (privado) pode prevalecer em relação aos benefícios para a cidade como um todo. Já a Lei Nº 222 resulta na diminuição de importantes áreas

⁴¹ Dispõe sobre alteração do uso do solo mediante contrapartida pelo beneficiário e é regulamentado por lei específica, observadas as diretrizes da LUOS.

⁴² Altera os limites (com redução) das áreas de preservação dos recursos hídricos do município de Fortaleza que estabelece a localização e os limites da zona de preservação ambiental e faixa de preservação permanente dos recursos hídricos.

ambientalmente sensíveis, como áreas de mangue, matas ciliares e áreas de várzea.

Figura 14: Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, 2016



Fonte: Prefeitura de Fortaleza.

Ao final do século XX, apesar da previsão na legislação de favorecimento às camadas mais pobres da população com respeito à moradia e suprimento das demais necessidades, a gestão das cidades e do estado do Ceará, voltada para os negócios, prevaleceu, resultando em um aumento da desigualdade socioambiental e, como consequência, em ocupações informais dos desfavorecidos nas áreas ambientalmente vulneráveis. Além disso, diante do fato de o PDDU-FOR não ter considerado “o imponderável e o imprevisível”, a expansão exacerbada da cidade para a zona leste contribuiu para a degradação do espaço urbano e ocorreu aumento dos assentamentos precários naquele lado da cidade. A integração com os outros municípios da RMF também não foi tratada no plano, assim, Fortaleza continuou “macrocéfala” em relação aos demais municípios (MUNIZ, 2006, p.222).

Como instrumentos de regulamentação dos indivíduos, dos grupos e da sociedade, as leis urbanísticas são feitas de acordo com interesses diversos, de acordo com diferentes contextos, como momento político, atuação dos organismos de mediação, atuação de órgãos da sociedade, entre outros.

Na base de concepção e construção dos planos urbanísticos de Fortaleza, a cidade construída está desvinculada da natureza, não existindo a percepção de que sua existência é essencial à qualidade de vida e, na realidade, à própria vida. O que se tem observado é que, apesar do marco legal, a cidade continua perdendo sua qualidade de vida; por diversas razões, a legislação urbana não foi capaz de garantir a qualidade ambiental numa cidade construída. A natureza e os serviços ecossistêmicos, assim como a biodiversidade, não estão presentes no marco regulatório: as cidades seguem sendo obras da arquitetura e da engenharia que cumprem toda a legislação, mas o espaço urbano continua em processo de degradação.

Ainda que a questão relativa à produção de um espaço urbano desigual venha a ser solucionada, a questão ambiental e da baixa qualidade de vida continuará presente, visto que as leis não atendem aos elementos da ecologia da cidade construída. Faz-se necessário, portanto, além de conhecer os sistemas ecológicos inseridos no espaço urbano, compreender suas dinâmicas e interações no contexto da cidade.

O conhecimento da natureza nas cidades é um fundamento para o entendimento dos processos ecológicos em áreas metropolitanas, mas não é suficiente. Se cientistas, planejadores e tomadores de decisão querem compreender como os aspectos econômicos, sociais e ecológicos das cidades interagem, o retorno e as dinâmicas das interações ecológicas devem ser analisados. (PICKETT *et al.* p.139 – tradução da autora)

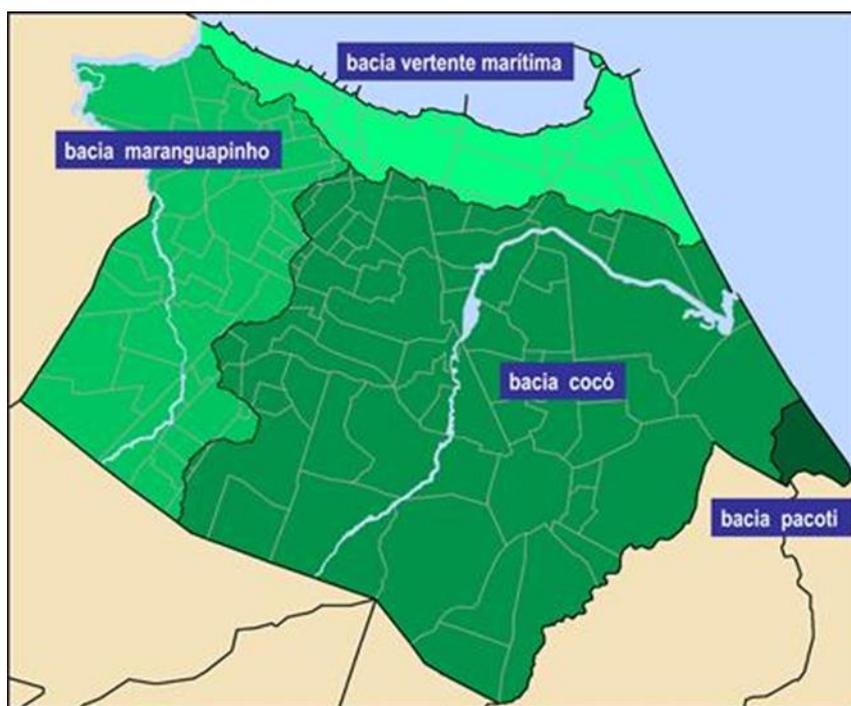
Ainda segundo os estudos de Pickett (2015), trata-se de uma troca da abordagem sistêmica para uma “ecologia das cidades”, em lugar da “ecologia nas cidades”, em que se apresenta uma variedade de soluções ecológicas a serem consideradas de acordo com as dinâmicas e estruturas ecológicas de cada local diante da variedade de mosaicos espaciais.

4.2 O Papel do Rio Cocó na Urbanização da Cidade de Fortaleza.

A cidade de Fortaleza tem 2.500.000 habitantes e uma área de 314.930km². Situada na região Nordeste do Brasil, tem clima tropical semiúmido,

segundo a classificação climática de Köppen-Geiger⁴³, e a temperatura média anual é de 26.6 °C. O sistema de drenagem do município é formado por quatro bacias: a bacia da Vertente Marítima, a bacia do Maranguapinho, a bacia do Pacoti e a bacia do Cocó, sendo esta a que ocupa maior área dentro do município (2/3) e seu canal fluvial mais importante é o rio Cocó (Figura 15).

Figura 15: Bacias hidrográficas de Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza

O rio Cocó nasce na vertente oriental da Serra da Aratanha (município de Pacatuba) e percorre 45 km até sua desembocadura entre a praia do Caça-e-Pesca e da Sabiaguaba, no litoral Leste de Fortaleza, percorrendo 25 km dentro do município de Fortaleza, passando por 17 bairros⁴⁴, sendo que, por diversas vezes, o rio funciona como divisa entre eles.

A área de drenagem da bacia hidrográfica⁴⁵ do rio Cocó (Figura 16) ocupa

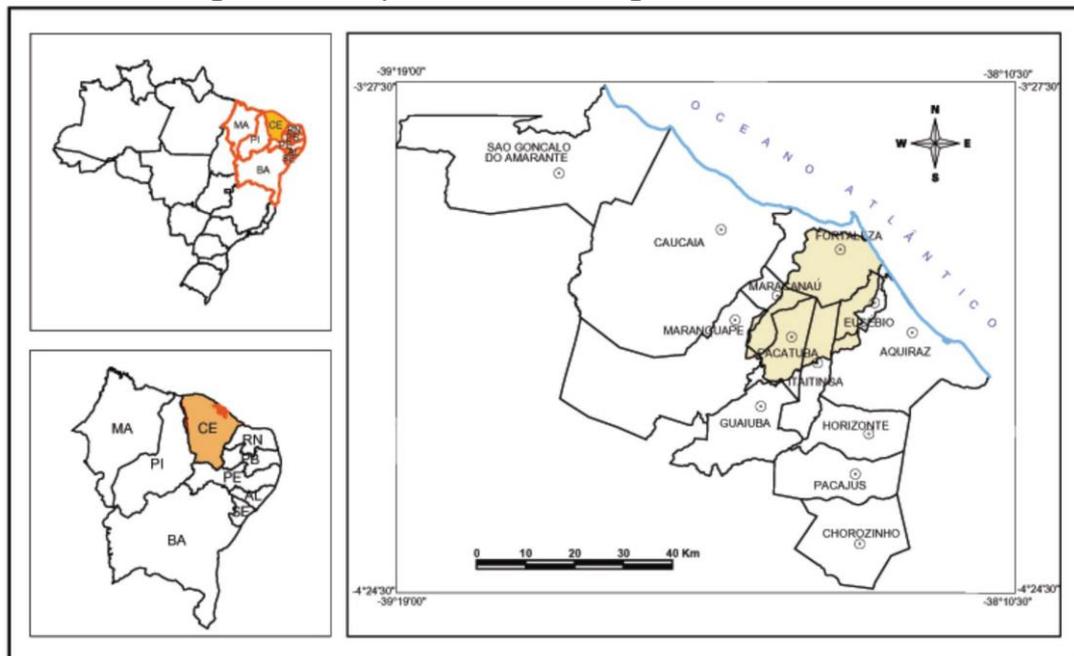
⁴³ A classificação climática de Köppen-Geiger é plamente usada como referência para a Geografia, Biologia, Ecologia, Meteorologia, Hidrologia, Agronomia e Ciências Ambientais.

⁴⁴ Os bairros atingidos pelo rio Cocó, no sentido foz/nascente, são: Praia do Futuro, Edson Queiroz, Manoel Dias Branco, Cocó, São João do Tauape, Salinas, Alto da Balança, Aerolândia, Jardim das Oliveiras, Cajazeiras, Boas Vista, Passaré, Barroso, Jangurussu, São Cristóvão, Conjunto Palmeiras e Conjunto José Valter.

⁴⁵ Bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos em um canal fluvial. (COELHO NETO, 2007 *apud* ZANELLA, 2013).

513,84 km², abrangendo parte dos municípios de Pacatuba, Maranguape, Itaitinga, Maracanaú, Eusébio, Aquiraz e Fortaleza. Ela ocupa 66,42% do município de Fortaleza, o que corresponde a 38,66% de sua área total (SANTOS, 2006).

Figura 16: mapa da bacia hidrográfica do Rio Cocó



Fonte: Santos (2014).

O clima na bacia é tropical úmido e ela apresenta múltiplos ambientes que lhe proporcionam grande complexidade ambiental. O relacionamento entre seus diversos componentes gera diferentes tipos de paisagem e um mosaico de sistemas ambientais, dentre eles o conjunto de relevos variados, formado por planície litorânea⁴⁶, planícies de acumulação⁴⁷, glaciais de deposição⁴⁸, maciços residuais⁴⁹, superfícies de aplainamento⁵⁰.(Figura 17)

⁴⁶Faixa praial e planície fluviomarinha; campo de dunas móveis e fixas.

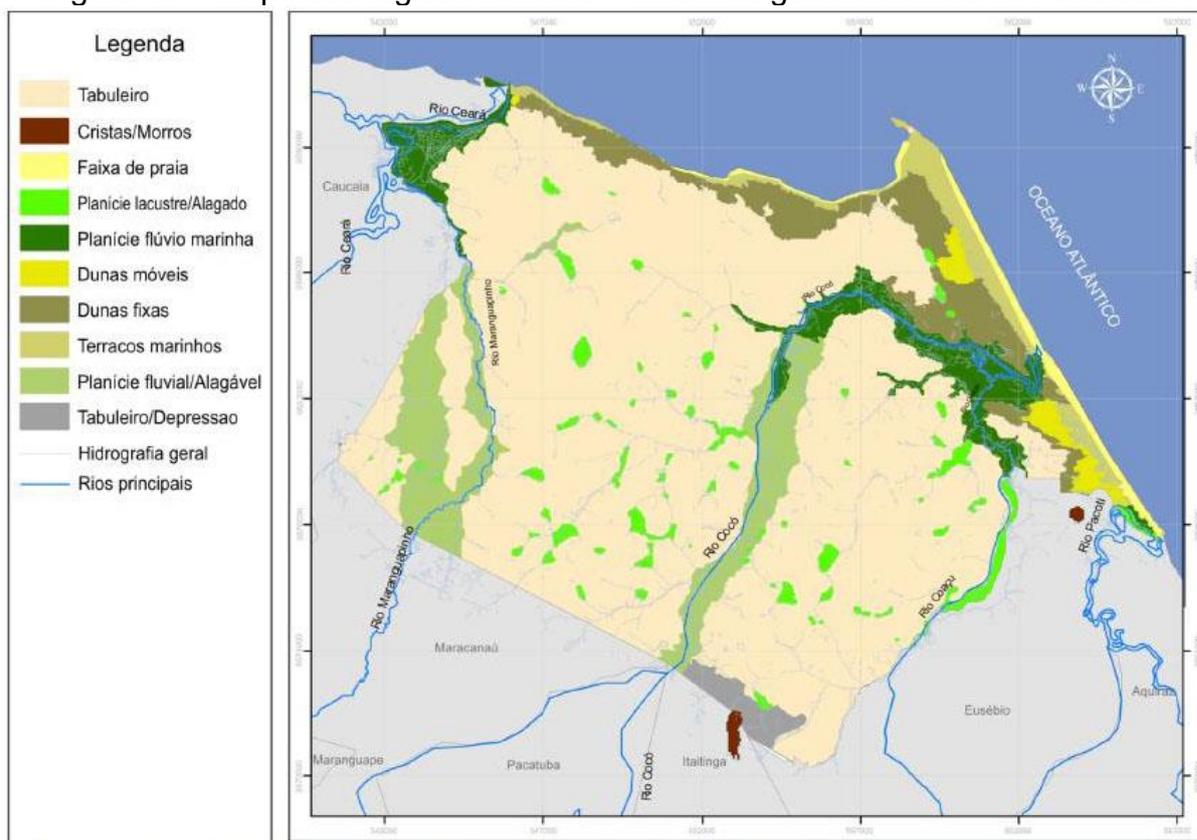
⁴⁷ Planícies fluviais, lacustres e fluviolacustres; áreas de acumulação sazonal.

⁴⁸ Tabuleiros pré-litorâneos.

⁴⁹ Cristas, colinas e lombadas.

⁵⁰ Pedimentos parcialmente dissecados.

Figura 17 – Mapa das regiões naturais – unidades geoambientais de Fortaleza.



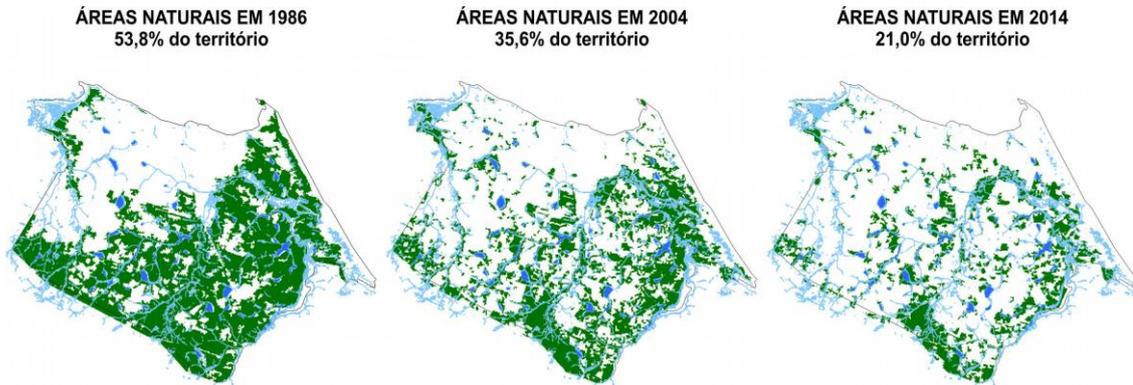
Fonte: Fortaleza 2040.

O Cocó possui 45 afluentes, 29 na margem esquerda e 16 na margem direita, sua orientação é Sul-Norte e ao final do percurso toma o sentido Oeste-Leste, tornando-se um corredor de vento que leva a brisa do mar até a região central da cidade, tornando o clima mais agradável. Encontra-se perenizado a partir do açude Gavião e, em 2017, foi inaugurada uma nova barragem no bairro Conjunto Palmeiras, na periferia de Fortaleza, com a função de reter o excedente de água nos períodos chuvosos para abastecimento de água do município⁵¹.

A cobertura vegetal da bacia do rio Cocó vem sendo profundamente degradada nas últimas décadas pela ação antrópica, de maneira acelerada, resultado da urbanização desordenada e de outras formas de ocupação que degradam o meio ambiente (Figuras 15 e 16). A perda dos benefícios que essa forma de ocupação urbana traz aos seres humanos pode comprometer de modo irreversível a qualidade de vida das gerações futuras (BRANDÃO, 1998, p.34).

⁵¹ Fonte: <https://mobile.opovo.com.br/jornal/reportagem/2018/01/aguas-do-coco-vaio-ser-usadas-no-abastecimento-da-regiao-metropolitana.html>.

Figura 18: Redução da cobertura vegetal de Fortaleza entre os anos de 1986 e 2014.



Fonte: Fortaleza 2040.

Figura 19: Mapas da urbanização e cobertura vegetal entre 1985 e 2015.



Fonte: Fortaleza 2040.

Comparando-se os mapas da redução das áreas verdes ao longo do tempo, com mapas do avanço da urbanização em Fortaleza, é visível a forma predatória como o processo tem ocorrido na cidade e se pode observar que as áreas verdes remanescentes correspondem às Áreas de Preservação Permanentes (APP) no entorno dos corpos hídricos, com destaque para o rio Cocó.

Em sua trajetória dentro do município de Fortaleza, o rio Cocó passa por uma região densamente ocupada com características morfológicas diversas ao longo de seu curso, desde áreas caracterizadas por habitações precárias até condomínios de luxo com grande valorização imobiliária em bairros próximos à foz. Essas unidades, distintas entre si, são aqui denominadas “unidades morfo-territoriais”⁵².

⁵² Unidades morfo-territoriais são regiões com características socioespaciais semelhantes, assim

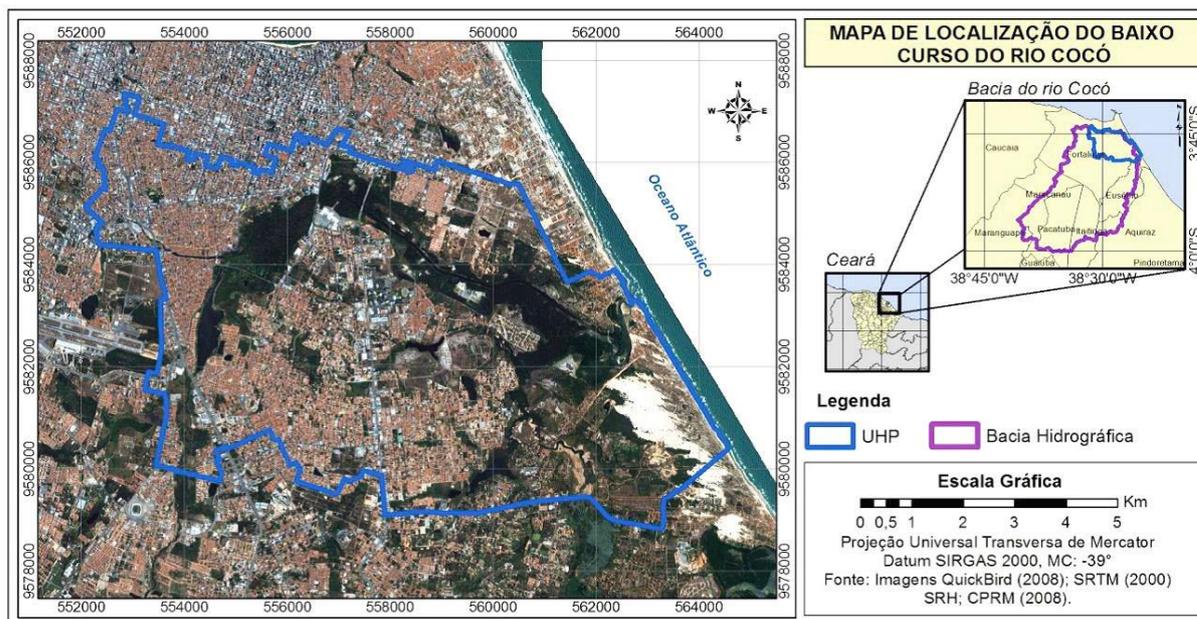
A diversidade de usos (recursos hídricos, urbano, industrial, turismo, mineração e agroecossistemas) e as formas de ocupação existentes nas diversas unidades morfo-territoriais nas áreas de borda do rio Cocó, causam prejuízos como eliminação da cobertura vegetal, poluição dos recursos hídricos, diminuição da biodiversidade, alteração microclimática, degradação e desvalorização dos espaços públicos e, conseqüentemente, provocam a diminuição da saúde e qualidade de vida da população dessas áreas (SCHETTINI, 2015).

Entre as várias externalidades decorrentes da forma de crescimento da cidade de Fortaleza, a vulnerabilidade socioambiental das áreas de borda do rio Cocó é mencionada em estudos (SANTOS e SOUZA, 2014; ZANELLA *et al.* 2013) que abordam a relação direta entre as variáveis crescimento urbano, diminuição da qualidade ambiental e decréscimo da qualidade de vida dos habitantes da cidade, especialmente aqueles que habitam áreas configuradas como planícies de inundações, geralmente ocupadas pelas populações socialmente vulneráveis no processo de urbanização excludente que constitui o espaço urbano brasileiro (ZANELLA *et al.* 2013).

A bacia hidrográfica do rio Cocó, que ocupa 2/3 do município, não tem sua importância ecológica considerada no planejamento da cidade, assim como os afluentes e lagoas que a compõem. Seu baixo curso corresponde à área drenada inserida no município de Fortaleza e é o setor mais urbanizado da bacia; a apropriação desse espaço é complexa, pois ele é ocupado por populações menos favorecidas, em confronto com as populações mais abastadas, privilegiadas pelo atual processo de expansão urbana.

Na figura 20, observa-se a pequena dimensão das áreas naturais, que geram inúmeros benefícios em relação à área total da bacia do rio Cocó, intensamente urbanizada, que sofre com a diminuição ou extinção de serviços ecossistêmicos importantes para a qualidade do espaço urbano, como a drenagem e escoamento de águas pluviais, consequência da degradação e destruição de áreas de mangue e vegetação.

Figura 20: Mapa de localização do baixo curso do rio Cocó



Fonte: ZANELLA et al, 2013

A diminuição da biodiversidade, a diminuição na filtragem de poluentes, o aumento de inundações e outros efeitos a serem investigados são, provavelmente, resultados da degradação da bacia hidrográfica na região, que tem como seu principal componente, o rio Cocó.

A Bacia do Cocó, por sua dimensão dentro do município de Fortaleza, tem muita importância tanto pelo seu papel específico na drenagem do município, atualmente apresentando grande área impermeabilizada, como pela diversidade de ecossistemas presentes em cada curso d'água e em suas margens, como mangues, matas e diversos tipos de vegetação.

O rio Cocó movimenta-se no sentido Oeste-Leste e o leito do rio se torna um corredor de vento que leva a brisa do mar até a região central da cidade no trecho final do percurso, tornando o clima da cidade mais agradável. Até meados do século XX, o rio era uma barreira a impedir o crescimento de Fortaleza em direção à zona leste. O parcelamento dos sítios existentes nessa área da cidade foi autorizado, pela prefeitura, em 1954. A partir da década de 1960, seguindo as propostas do Plano Diretor de Hélio Modesto (1962), foram feitas intervenções que repercutiriam ao longo de todo o processo de ocupação do lado leste da cidade, entre elas:

- As salinas existentes na porção final do rio Cocó foram consideradas zona de proteção paisagística, sendo proibido o desvio do curso d'água;
- A construção do Hospital Geral de Fortaleza (HGF) aterrou pequenas lagoas e área de mangue na margem esquerda do rio, para que fosse criado acesso viário;
- A avenida Perimetral e a ponte do Rio Cocó, situada na região das salinas, foram construídas.

Além das intervenções propostas pelo Plano de Hélio Modesto, foi criado e instalado o Distrito Industrial no município de Maracanaú (1965), a montante do rio que, até a atualidade, causa externalidades ao longo de todo o seu percurso daí em diante.

Além do HGF, inaugurado em 1969, a construção do conjunto habitacional Cidade 2000, em 1970, também causou impactos ambientais importantes nas bordas do rio Cocó, ao aterrar lagoas e áreas de mangue. Os dois equipamentos urbanos foram construídos em área carente de infraestrutura, o que só foi solucionado com o prolongamento da Avenida Santos Dumont até a Praia do Futuro (Imagem 3). A execução dessa obra de infraestrutura a reboque dos acontecimentos intensificou os problemas ambientais na Cidade 2000, que passou a sofrer com inundações devido ao aterramento e bloqueio de cursos d'água.

Imagem 3: Av. Santos Dumont em 1973.



Fonte: Nelson Bezerra

Dando continuidade ao incentivo do crescimento de Fortaleza na direção leste, ao longo da década de 1970, foram construídos vários equipamentos geradores de demanda por infraestrutura, entre eles o Centro de Convenções do Ceará, a Imprensa Oficial e a Universidade de Fortaleza (1973), os dois primeiros construídos em terrenos doados por particulares. A partir daí, o poder público passou a promover obras de infraestrutura na região (SOARES, 2005 pp.60 e 61). No entanto, a urbanização efetiva tomou força com o PLANDIRF, no ano de 1979, quando, elaborado pelo estado em parceria com o Governo Federal, foram incorporados à malha urbana de Fortaleza vários sítios (Sítio Cocó, Sítio Colosso, Sítio Alagadiço, Sítio Cambeba, entre outros ali localizados).

A partir da década de 1980, houve um crescimento acelerado da urbanização na área leste de Fortaleza, onde predomina a bacia do Cocó. A redução da cobertura verde no município foi de 32.8% (como mencionado na figura 15, p.85) entre os anos de 1986 e 2014, com impacto maior verificado nessa área. As áreas verdes intermediárias, assim como lagoas e outros mananciais, foram sendo eliminados para dar lugar a áreas edificadas e toda a região da bacia do Cocó

passou a sofrer com os impactos ambientais gerados pela urbanização desordenada, como a degradação ambiental e o aumento das inundações.

Em 1980 foi criada a primeira área de preservação no entorno do rio Cocó, o Parque Adahil Barreto (Decreto 5.754), com 10 ha, em um local que estava destinado à construção da sede administrativa de um banco, ação que não se concretizou devido aos protestos da sociedade civil organizada. Porém, outros empreendimentos geradores de demanda por infraestrutura e de pressão ambiental continuaram a ser edificados, inclusive ocupando área de mangue, como o Shopping Iguatemi. Diante da redução das áreas verdes do entorno do rio Cocó e da percepção da população da necessidade de garantir sua existência, surgiu a demanda popular pela criação do Parque do Cocó, que entre o primeiro trecho e a configuração final, levou 40 anos para ser regulamentado, conforme histórico a seguir:

- **1977.** Após protestos e reivindicações de ambientalistas contra a construção da sede do BNB no Cocó, o prefeito Evandro Ayres de Moura torna de utilidade pública a área pretendida pelo banco.
- **1983.** Decreto nº 5.754 dá a denominação de parque Adahil Barreto às terras onde seria construída a sede do BNB, no Cocó. Uma área de 10 hectares.
- **1986.** Criação, pelo governo municipal, da Área de Proteção Ambiental (APA) do Vale do Rio Cocó.
- **1989.** O Parque do Cocó é criado, pelo governo estadual, a partir do decreto nº 20.253, que ampliava para 1.046,22 hectares a área do parque Adahil Barreto.
- **1993.** O decreto nº 22.587 estabelece o interesse social para fins de desapropriação da área do Parque do Cocó, que abrange manguezal ao longo do rio Cocó.
- **2006.** Criados, pelo governo municipal, o Parque Natural Municipal das Dunas e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba, territórios ligados à Área de Proteção Permanente do rio Cocó.
- **2008.** Decreto do governo do estado cria um grupo de trabalho para elaborar o programa de revitalização do rio Cocó e promover a unidade de

conservação do Parque do Cocó.

- **2009.** Criação de projeto de lei da Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie) das Dunas do Cocó.
- **4/6/2017.** Criado, por decreto estadual, o Parque Estadual do Cocó, com aproximadamente 1.500 hectares incluído na categoria Unidade de Conservação Integral⁵³ (SNUC).

Fonte: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2017/06/demarcacao-do-parque-do-coco-de-1977-ate-2017.html> acesso em 12/03/2018

Com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), efetivado pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e regulamentado pelo Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, as áreas de proteção ambiental passaram a ser regulamentadas por esse instrumento, o que garantiu maior proteção às áreas vulneráveis ambientalmente nas margens dos recursos hídricos e resguardou as áreas verdes remanescentes nas margens dos rios urbanos, como o rio Cocó.

Mesmo diante da proteção legal, em decorrência de diversos fatores como a desigualdade social e de outros fatores de ordem socioeconômica, as ameaças a essas áreas vulneráveis permanecem e por vezes são obras do próprio poder público, como a construção de um conjunto habitacional dentro da faixa de proteção do rio Cocó, o conjunto Dendê II, construído no ano de 2015 em área de mangue no interior do Parque Ecológico do Cocó (imagem 4 e figura 21).

⁵³ O Art. 7º do SNUC afirma que “o objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei”

Imagem 4: Desmatamento para construção do conjunto habitacional Dendê II, às margens do rio Cocó.



Fonte: Yuri Peseta

Figura 21: Conjunto habitacional Dendê II



Fonte: Maria Schewenius, 2016

A cidade de Fortaleza tem experimentado, como consequência de seu crescimento acelerado, a rápida diminuição de suas áreas verdes e a degradação de áreas ambientalmente vulneráveis, eventos que trazem ameaças à sua permanência como cidade habitável. A figura 22 destaca o rio Cocó na cobertura vegetal em Fortaleza.

Figura 22: Infográfico com a cobertura vegetal em Fortaleza, com destaque para o baixo rio Cocó.



Fonte: Google

O entendimento da importância da natureza e dos sistemas ecológicos na formação de um ambiente urbano de qualidade é imprescindível para a promoção de uma cidade sustentável que ofereça bem-estar a seus habitantes. O rio Cocó e seus ecossistemas, pela dimensão que ocupam na cidade e por representarem uma das últimas áreas verdes de grandes proporções, tem potencial para gerar inúmeros benefícios à cidade e sua população.

5 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM ÁREAS DE BORDA DO RIO COCÓ

Ao longo do percurso do Rio Cocó são encontrados vários padrões de ocupação urbana, resultado de diversos fatores, como intervenções urbanas bem ou malsucedidas, valor no mercado imobiliário, preservação ou degradação das áreas verdes, desigualdade social e carência habitacional, entre outros. São paisagens moldadas durante anos, que na maioria das vezes não respeitam os limites impostos pela divisão “oficial”, determinada pelos planejadores, mas vão se formando de acordo com as condições ditadas pela geografia, pelo meio ambiente, pelas condições socioeconômicas e culturais (MAYRINCK, 2005, p. 2).

O espaço urbano nas áreas de borda do Rio Cocó desenvolveu-se seguindo as diretrizes ditadas pelo rio, sendo ele, porém, considerado mais um opositor a ser domado ou vencido que um aliado na possibilidade de que torne melhor a vida das comunidades às suas margens (SILVA e HERCULANO, 2015, p.4).

Este capítulo traz à luz a percepção dos habitantes dessas áreas acerca do papel do ecossistema do Rio Cocó na qualidade do ambiente em que vivem e, conseqüentemente, em seu bem-estar. O item 5.1 consiste na análise dos bairros existentes da área de borda do Rio Cocó e na determinação, para efeito desse estudo, dessa região como uma unidade referencial amalgamada pela influência do rio. O item 5.2 faz o diagnóstico da comunidade do Dendê, escolhida como estudo de caso, com a finalidade de conhecer sua situação atual e ressaltar o papel dos serviços ecossistêmicos do rio para, de forma participativa, possibilitar sua valorização para o bem-estar da população. O item 5.3 trata da metodologia utilizada para atingir o objetivo do estudo de caso, que consiste na identificação, valoração, análise e confirmação dos principais serviços ecossistêmicos na área selecionada, através de oficina com moradores da comunidade e nas proximidades.

A inclusão da população da comunidade do Dendê na identificação dos serviços ecossistêmicos existentes e a atribuição, da parte dela, de valor a alguns deles, favorece o entendimento da importância da natureza para seu bem-estar, e incentiva o cuidado com as áreas verdes remanescentes, com o rio Cocó e os ecossistemas em seu entorno, através de sua apropriação simbólica. Favorece também a cooperação para a integração, recuperação e preservação do rio e seus ecossistemas, importantes elementos para a qualidade do espaço urbano.

Esse é o passo inicial de um processo que permite, em etapas posteriores, a quantificação e a valoração dos serviços ecossistêmicos para que sua inclusão no planejamento urbano seja facilitada.

Como resultados alcançados, espera-se conhecer os serviços ecossistêmicos prestados pelo rio Cocó e pelas áreas verdes existentes em suas bordas para a comunidade do Dendê, de forma participativa, de modo a ressaltar a importância de sua consideração, em escala maior, no planejamento urbano da cidade de Fortaleza, através da utilização de ferramentas e métodos que possibilitem sua percepção, apropriação e utilização pelos habitantes da cidade.

5.1 Os Padrões de Ocupação e Uso do Solo nas Áreas de Borda do Rio Cocó

Os bairros ao longo do trajeto do rio Cocó caracterizam-se pelas diferenças quanto à ocupação e ao uso do solo e pela grande diversidade social e ambiental. Partindo da nascente em direção à foz, observa-se um mosaico de usos e várias formas ocupação do solo, formando as paisagens de borda que, em conjunto com as diversas características socioespaciais apresentadas, compõem o que será denominada, neste trabalho, de Cidade Cocó⁵⁴ (Figura 23),

Essa designação foi escolhida devido a dois fatores: um de ordem simbólica, diante da importância de se considerar os bairros estratégicos para o futuro de toda uma cidade, como uma referência espacial única, integrada através de uma teia ecológica (o ecossistema do rio Cocó e o parque estadual do Cocó) da qual depende o futuro desses bairros e do restante da cidade; o outro fator, populacional, pois a soma da população (Figura 24) dos bairros relacionados equivale a 581.775 habitantes, portanto, um pouco acima da classificação de cidade média⁵⁵ feita pelo IBGE.

⁵⁴ O termo “Cidade Cocó” será usado, neste trabalho, para identificar o recorte que corresponde ao conjunto de 17 bairros existentes ao longo do trajeto do rio Cocó, dentro da cidade de Fortaleza, que têm contato direto com ele, considerando que tais bairros sofrem, de forma direta, influência do rio em sua dimensão física e socioecológica e também exercem forte influência sobre ele.

⁵⁵ De acordo com o IBGE, cidades médias têm entre 100.000 e 500.000 habitantes.

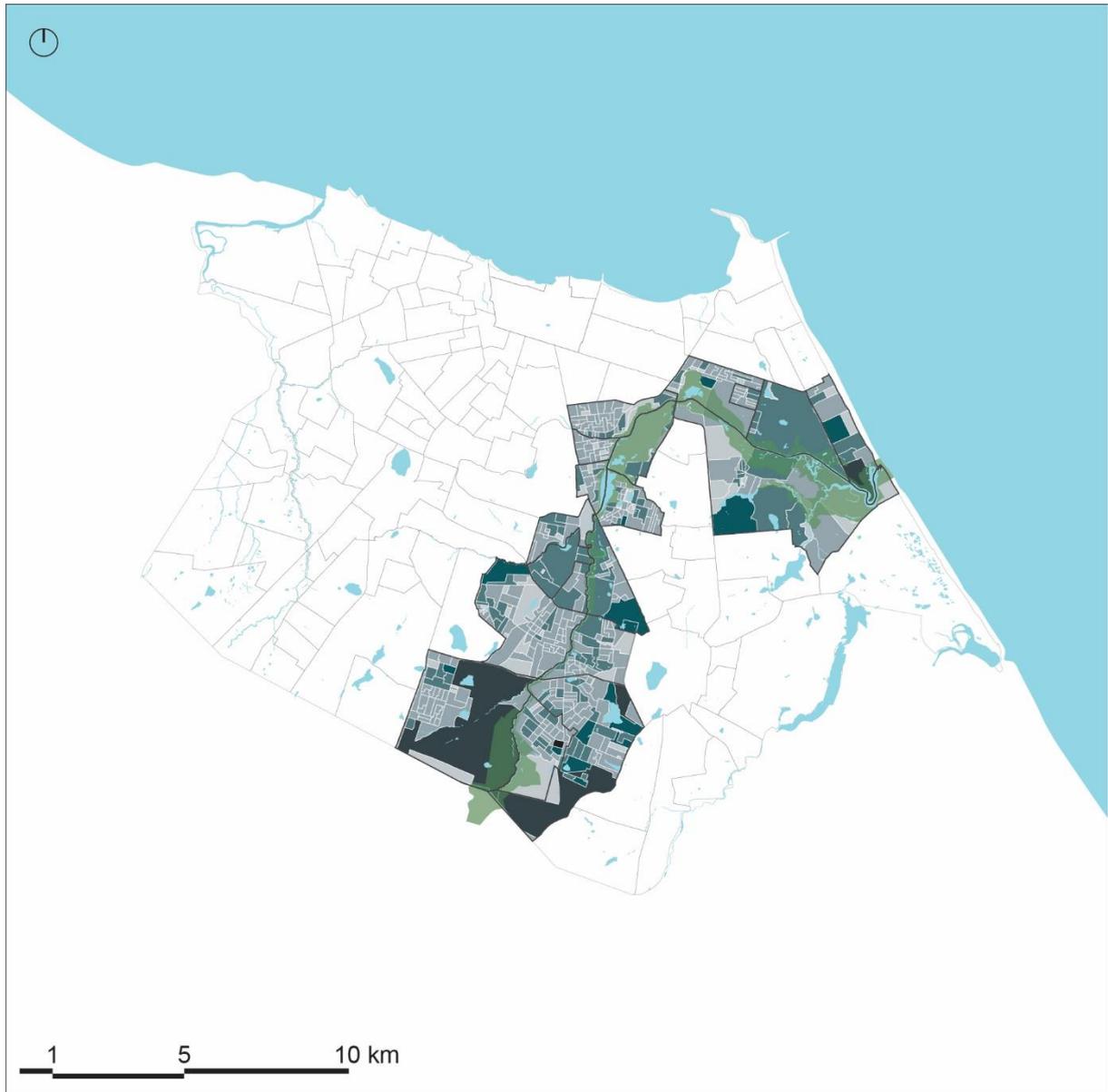
Figura 23: Recorte dos bairros limítrofes ao rio Cocó, incluindo o parque estadual do Cocó e a hidrografia.



- | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 Conjunto José Valter | 8 Castelão | 15 Cocó |
| 2 Conjunto Palmeiras | 9 Dias Macedo | 16 Cidade 2000 |
| 3 Jangurussu | 10 Aerolândia | 17 Edson Queiroz |
| 4 Passaré | 11 Jardim das Oliveiras | 18 Manoel Dias Branco |
| 5 Barroso | 12 Salinas | 19 Praia do Futuro II |
| 6 Mata Galinha | 13 Alto da Balança | ■ Parque do Cocó |
| 7 Cajazeiras | 14 São João do Tauape | ■ Hidrografia |

Fonte: Prefeitura de Fortaleza
Imagem: Raquel Leite

Figura 24: A população dos bairros limítrofes ao rio Cocó



População por setor censitário (número de habitantes)

- Até 500
- 500 - 1000
- 1000 - 1500
- 1500 - 2000
- 2000 - 2500
- Mais de 2500

- Parque do Cocó
- Hidrografia
- Cidade Cocó

A população dos bairros limítrofes ao rio Cocó, por setor censitário, tendo como referência o censo demográfico de 2010, é de 581.775 habitantes. Fonte: IBGE. Imagem: Raquel Leite

Em estudo anterior, realizado nessa área (SCHETTINI, 2015), foram observados nove padrões de ocupação que, de acordo com o tipo, podem produzir externalidades que trazem mais consequências negativas à medida que o rio avança em direção à foz. A eles, foram acrescentados o parque estadual do Cocó, regulamentado⁵⁶ em junho de 2017, devido à sua importância no contexto urbano e socioecológico de Fortaleza, e o bairro Edson Queiroz, onde está localizada a comunidade do Dendê. Seguem, enumerados, os padrões de ocupação observados:

1. Área de preservação ambiental (Imagem 5)

Unidades de conservação estabelecidas de acordo com a lei nº 9.985 do Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC). Composta por uma Unidade de Uso Sustentável (APA de Sabiaguaba) e uma Unidade de Proteção Integral (Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba - PNMDS).

Imagem 5: Foz do Rio Cocó, vizinha ao Parque Municipal das Dunas de Sabiaguaba.



A autopista seccionou o ecossistema, isolando as dunas móveis do PMDS do Rio Cocó (foto da autora, 2015).

⁵⁶ Decreto nº 32.248, de 07 de junho de 2017.

2. Área ambientalmente sensível (imagem 6)

Área composta por dunas milenares, responsáveis pela absorção de água da chuva e abastecimento do aquífero do subsolo da cidade e que sofrem grande pressão da especulação imobiliária. Existe a demarcação de um loteamento no local.

Imagem 6: Bairro Manuel Dias Branco



Área de dunas (Foto da autora, 2015)

3. Desmatamentos (Imagens 7 e 8)

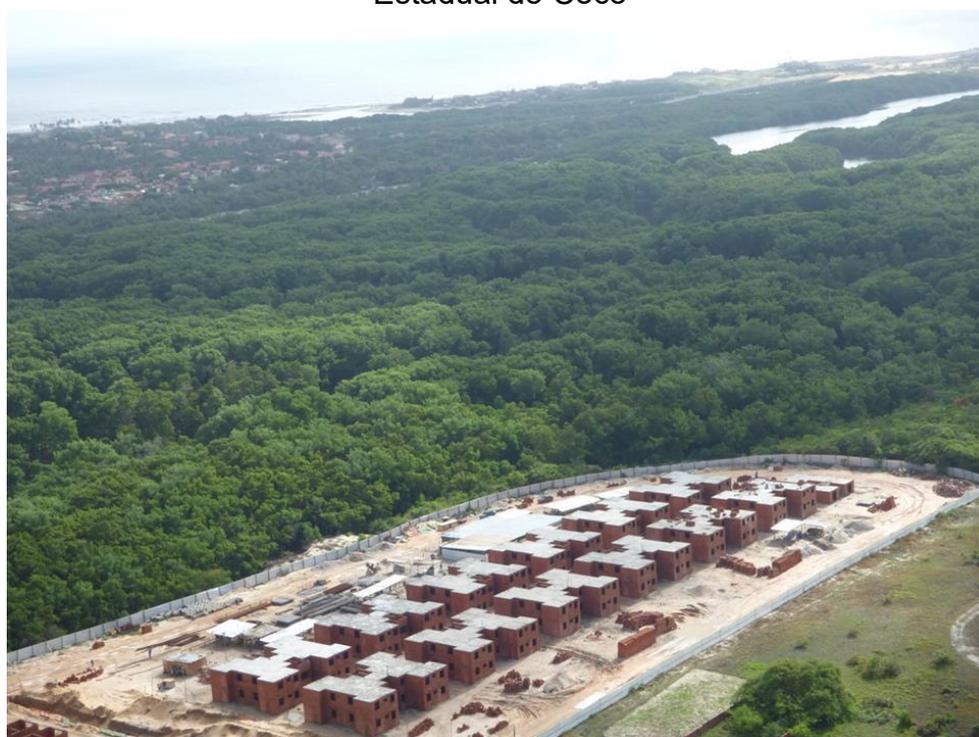
Área de mata ciliar e mangue, desmatada pelo governo do estado para a construção do conjunto residencial Dendê II.

Imagem 7: Desmatamento para construção do Conjunto Dendê II



Fonte: Yuri Peseta, 2015.

Imagem 8: Construção do Conjunto Habitacional Dendê II no interior do Parque Estadual do Cocó

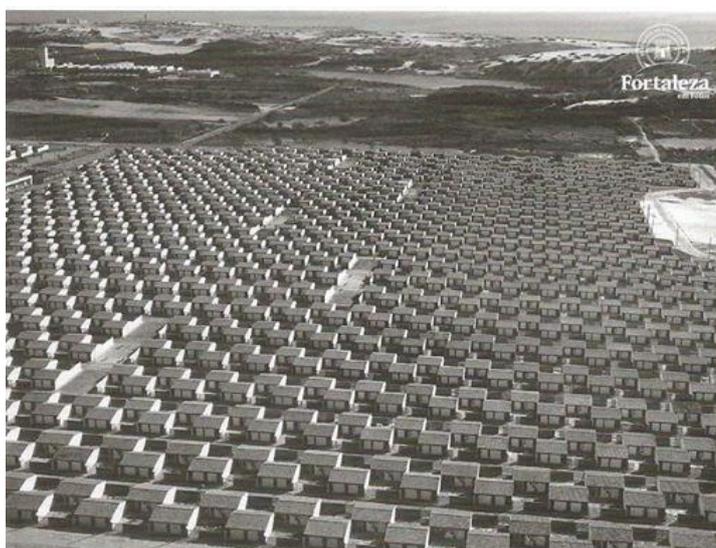


Fonte: Maria Schewenius, 2016.

4. Cidade 2.000 (Imagem 9)

Apesar de não estar em contato direto com o rio Cocó, a construção desse conjunto habitacional exerceu forte pressão sobre as áreas naturais seu redor, devido à destruição de área de mangue para sua construção, aterramento de lagoas e dos impactos ambientais resultantes da poluição gerada por resíduos sólidos. É um conjunto habitacional construído na década de 1970, inicialmente composto por 2.000 habitações unifamiliares que, ao longo do tempo, deixou de ser unicamente residencial e atualmente também apresenta atividades comerciais e de serviços.

Imagem 9: Conjunto Cidade 2000.



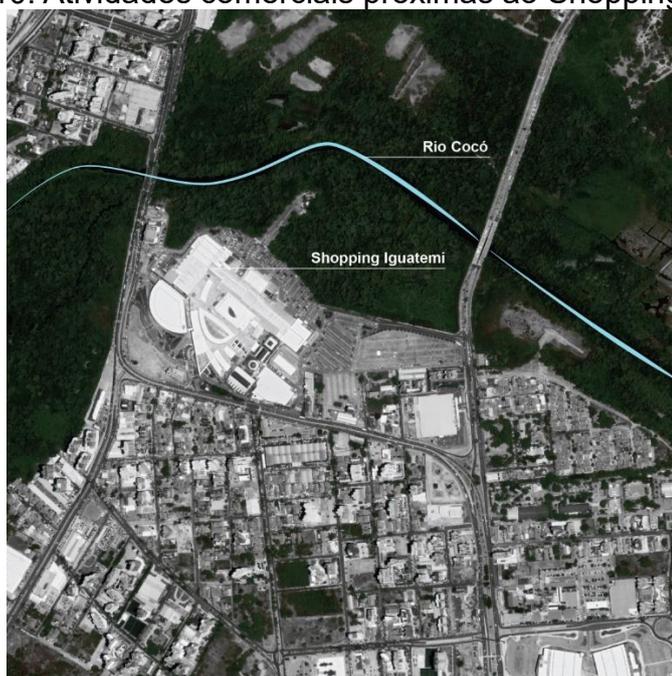
Ao fundo, diversas lagoas que foram aterradas ao longo do tempo

Fonte: Foto de Nelson Bezerra, 1973.

5. Concentração de atividades comerciais (Imagem 10)

Na década de 1980, o crescimento da cidade de Fortaleza tomou a direção Leste diante da construção de vários equipamentos urbanos de grande porte, entre eles o Shopping Iguatemi. Após sua construção, deu-se início à ocupação intensiva das áreas vizinhas por equipamentos comerciais.

Imagem 10: Atividades comerciais próximas ao Shopping Iguatemi.



Fonte: Adaptado de Google Earth (autora: Raquel Leite)

6. Condomínios de luxo (Imagem 11)

Na porção final do curso do rio Cocó existe área de elevada valorização imobiliária, no bairro Cocó, caracterizada por uma grande concentração de condomínios residenciais de alto padrão. Essa área engloba os bairros Salinas, Cocó, Manuel Dias Branco e Edson Queiroz.

Imagem 11: Parque do Cocó e os condomínios de luxo em seu entorno



Foto da autora, 2016

7. Invasões (Imagem 12)

Área do Lagamar, após a construção da av. Raul Barbosa até a BR 116. Foi invadida, inicialmente, por construções residenciais. Ao longo do tempo, a maioria das construções lindeiras à avenida foi transformada em comércio.

Imagem 12: Consolidação da invasão da área do Lagamar após a construção da av Raul Barbosa

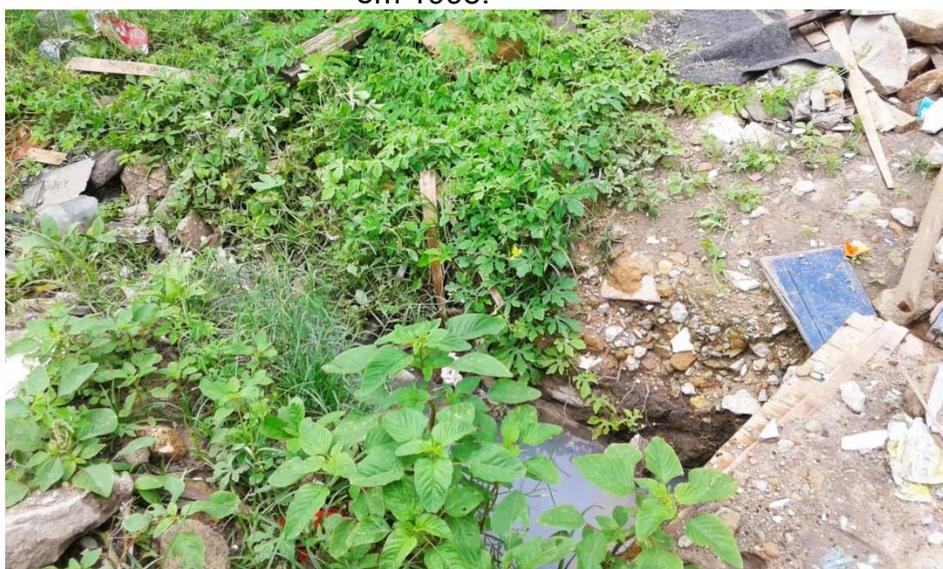


Fonte: Google Earth.

a. Resíduos poluentes (Imagem 13)

Inaugurado em 1978, o aterro do Jangurussu era controlado e seguia as normas técnicas referentes a esse uso. Ao longo do tempo transformou-se em lixão, tendo sua capacidade extrapolada até a desativação em 1998. Ainda emite gases poluentes e chorume.

Imagem 13: Despejo de chorume pelo aterro sanitário do Jangurussu, desativado em 1998.



(Foto da autora, 2016).

8. Assentamentos precários (Imagem 14)

Na área selecionada existem diversos assentamentos precários (Ver Figura 25), entre eles os seguintes:

- Assentamento precário no lixão desativado do Jangurussu: desativado desde o ano de 1998. Muitos moradores, que dependiam do lixão para viver, permanecem na área e vivem na linha extrema da pobreza;
- Favela do Lagamar: ocupação iniciada na década de 1930, com a chegada das primeiras famílias devido ao êxodo rural para Fortaleza;
- Comunidade do Dendê: localizada no bairro Edson Queiroz, caracteriza-se como um assentamento subnormal. Entre os anos de 2000 e 2010, apresentou aumento populacional de 165,9%,⁵⁷ o maior índice entre os bairros de Fortaleza.

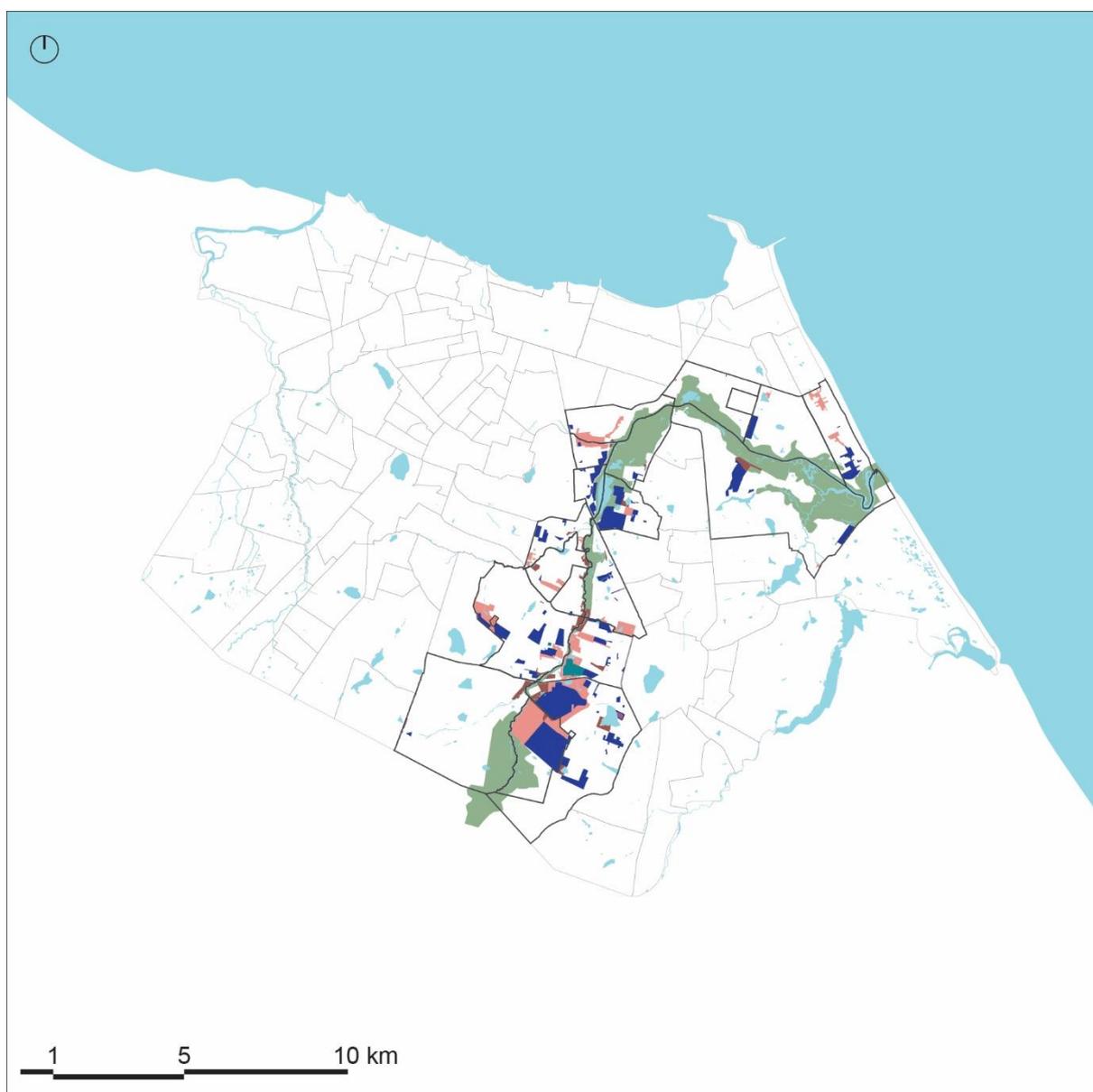
Imagem 14: Assentamento precário ao lado do aterro do Jangurussu



(Foto da autora, 2016)

⁵⁷ Fonte: Jornal O Povo, baseado em dados do IBGE, em: <https://www20.opovo.com.br/app/fortaleza/2011/07/01/noticiafortaleza.2262495/dende-foi-bairro-que-mais-cresceu-em-fortaleza-nos-ultimos-10-anos.shtml>. Acesso em 27/02/2018

Figura 25: Assentamentos precários segundo classificação da prefeitura municipal de Fortaleza.



Assentamentos precários

- Conjunto hab. parcialmente em área de risco
- Favela parcialmente em área de risco
- Favela totalmente em área de risco
- Não especificado

- Parque do Cocó
- Hidrografia
- Cidade Cocó

Fonte: Fortaleza em Mapas, adaptado por Raquel Leite

9. Parque Estadual do Cocó (Imagem 15)

Criado pelo Decreto nº 32.248, em 07 de junho de 2017, com uma área de 1.571,29 ha, o parque estadual do Cocó é uma Unidade de Conservação Estadual do grupo

de Conservação Integral⁵⁸. Integra vários bairros de Fortaleza tendo um papel essencial no provimento de serviços ecossistêmicos para a cidade.

Imagem 15: Área de várzea no interior do parque estadual do Cocó



(Foto da autora, 2017)

10. Bairro Edson Queiroz (Imagem 16)

O bairro tem um baixo índice de ocupação urbana e possui muitas áreas naturais preservadas, incluindo lagoas, mangue e vegetação nativa, sendo uma área de alto valor ambiental. Apesar de contar com rede de abastecimento de água razoável, outros importantes itens da infraestrutura urbana são deficientes (Tabela 1). A baixa ocupação urbana e a localização (zona Leste) tornam essa área de interesse para o mercado imobiliário.

⁵⁸ Classificação de acordo com a Lei 9.985 do SNUC.

Tabela 1: Dados socioeconômicos do bairro Edson Queiroz

.BAIRRO	DENSIDADE HAB/HA	HABITANTES	ABSTECIMENTO DÁGUA (%)	COLETA DE LIXO (%)	SANEAMEN-TO (%)	RENDA MÉDIA R\$
EDSON QUEIROZ	12	22.187	89.12	98.12	21.69	812,00

Fonte: IBGE – Censo 2010

Imagem 16: Bairro Edson Queiroz: área com baixa densidade de ocupação urbana



Fonte: Foto da autora, 2015.

Tal diversidade no padrão de uso e ocupação da área selecionada, aliada à carência de instrumentos de fiscalização e controle, gera diversas externalidades, como supressão de mata ciliar, aterro de corpos hídricos, invasões em áreas de preservação ambiental, descargas de resíduos (esgoto e resíduos sólidos), queimadas etc., ensejando uma discussão sobre o significado dessa “Cidade Cocó” e sua influência sobre todo o resto da cidade de Fortaleza, no que diz respeito às suas pressões sobre o rio Cocó e seus ecossistemas ao longo do seu trajeto, suas

interações com a população e seu papel na qualidade do ambiente urbano no restante da cidade.

Ao confrontar-se essa dimensão de “cidade” formada por bairros que possuem complexas relações sociais, econômicas e com o meio ambiente, com os dados-padrão e referenciais utilizados no planejamento urbano tradicional, observa-se que, muitas vezes, ele não considera a integração dos diversos componentes dos sistemas ecológicos, nem aspectos sociais e culturais da população nas suas proposições, restringindo-se à distribuição de usos correlatos pautada no sistema viário e na preservação de áreas verdes estanques, não integradas ao ambiente urbano nem entre si.

A memória cultural, a paisagem como patrimônio, os serviços ecossistêmicos prestados pelo rio e pela sua bacia hidrográfica, bem como o potencial de integração gerado por um parque ecológico permeando 18 bairros, passam ao largo do planejamento da cidade, levando à degradação do espaço urbano e ao declínio da qualidade de vida dos seus habitantes.

Para buscar a compreensão do papel da natureza na vida dos habitantes da cidade, de acordo com sua percepção, e promover o conhecimento dos benefícios dos ecossistemas, como um todo, foi selecionada a área da comunidade do Dendê, como estudo de caso. Os índices socioeconômicos semelhantes ao da maioria dos bairros da Cidade Cocó, sua alta densidade populacional em contraste com a região em que se localiza, e sua proximidade com o rio Cocó no trecho em que seus ecossistemas ainda estão preservados, traduzem um universo ideal para a avaliação do papel dos serviços ecossistêmicos na construção da qualidade de um espaço urbano que favoreça o bem-estar dos habitantes desta e das futuras gerações.

5.2 Um estudo de caso: a comunidade do Dendê.

A Comunidade do Dendê situa-se no bairro Edson Queiroz, na região leste da cidade de Fortaleza (Figura 26). Caracteriza-se como um assentamento precário⁵⁹, com alta concentração populacional e ocupação urbana, baixa renda,

⁵⁹ Os assentamentos precários são fruto da insuficiência de mecanismos formais de acesso à terra e à moradia pela população mais pobre. Geralmente são usadas soluções habitacionais de baixa qualidade com grau limitado de acesso e integração à infraestrutura e aos equipamentos urbanos.

carência de infraestrutura urbana, baixo IDH⁶⁰ (Índice de Desenvolvimento Humano) e elevado índice de violência. Seguem alguns de seus indicadores socioeconômicos⁶¹:

- Existem 3.830 imóveis (3.510 na comunidade e 320 na área do mangue do rio Cocó);
- 58,91% das famílias vivem com até 1 salário mínimo⁶²;
- Desses, 42,96% vivem com menos ¼ de salário mínimo por pessoa;
- 87,69% não têm acesso ao saneamento básico;
- 13,71% dos imóveis não têm banheiro;
- 25% não são atendidos pelo sistema público de abastecimento d'água.

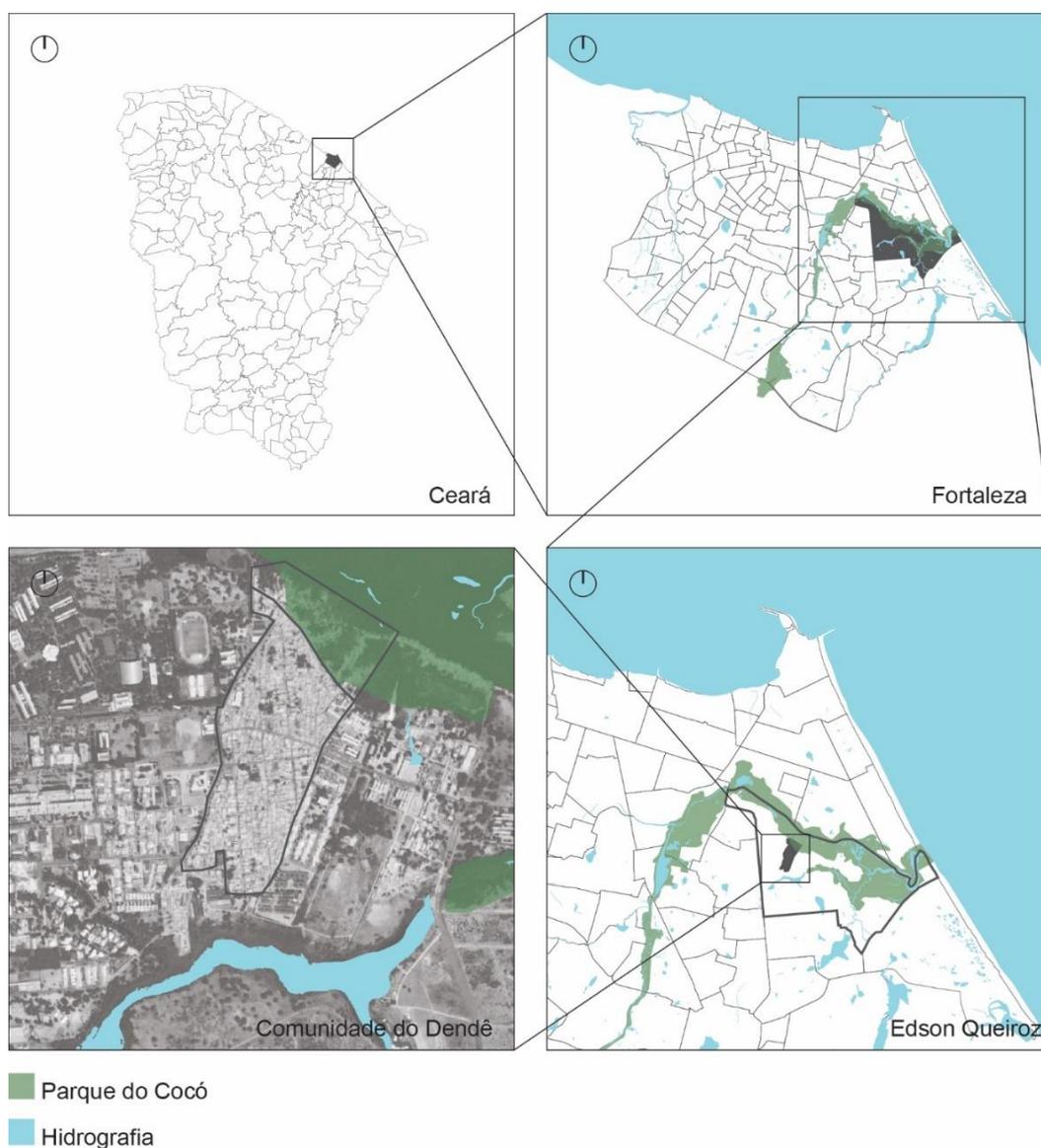
Como consequência, o acesso à moradia foi possível através da ocupação de terras ociosas e da autoconstrução da moradia, o que gera assentamentos insalubres localizados em áreas de risco e construídos de forma improvisada, pondo em risco a segurança (IPEA, 2016).

⁶⁰ IDH=0,181 (dado da prefeitura de Fortaleza, com base no censo demográfico de 2010).

⁶¹ Dados do governo do estado do Ceará, 2012.

⁶² O valor do salário mínimo em 2018 é de R\$ 954,00.

Figura 26: Localização da Comunidade do Dendê



Fonte: Raquel Leite

Segundo um diagnóstico demográfico realizado no ano de 2010 (MOURA *et al.* p. 21), a comunidade do Dendê é predominantemente residencial e, entre os anos 2000 e 2010, apresentou crescimento da ordem de 44,79% no número de moradias e 17,82% no crescimento populacional (em Fortaleza, a taxa de crescimento populacional, no mesmo período, foi de 1,2%); sua população é predominantemente jovem.

A autoconstrução também é uma característica das edificações existentes; a informalidade se reflete na desorganização e na baixa qualidade do espaço urbano, refletida na ausência de calçadas, nas vias estreitas, na carência de áreas verdes e

de arborização, na inexistência de drenagem e na elevada impermeabilização do solo etc. (Imagem 16).

Imagem 16: Tipologia urbana predominante na comunidade do Dendê



Fonte: Carolina Rebouças, 2018

Esses elementos foram o ponto de partida para a realização de um estudo de caso que abordasse a relação entre serviços ecossistêmicos e a qualidade do espaço urbano, possibilitando a compreensão da importância de sua consideração no processo de planejamento urbano. Para isso, foi realizada uma oficina na comunidade do Dendê, para identificação, pela comunidade, dos serviços ecossistêmicos presentes e seleção dos mais importantes (avaliação). As ferramentas e métodos utilizados na oficina foram disponibilizados pelo Projeto C/O City⁶³, através do escritório de arquitetura *WHITE Arkitektur*, criador da ferramenta *Ecosystem Services in Urban Planning – a Guide*. (Serviços Ecossistêmicos no Planejamento Urbano – um Guia – tradução da autora)

O Guia Serviços Ecossistêmicos no Planejamento Urbano apresenta ferramentas e métodos para introduzir os serviços ecossistêmicos no planejamento urbano mediante o desenvolvimento de processos para trabalhar com as estruturas verde e azul (vegetação e água), de forma a promover o entendimento da importância dos serviços ecossistêmicos entre os atores envolvidos no planejamento

⁶³ O projeto C/O City surgiu na Suécia, com a finalidade de “criar ferramentas para análise, planejamento e uso dos serviços ecossistêmicos no desenvolvimento urbano maximizando seus benefícios para a sociedade”. Sua visão: “promover a consciência do potencial dos serviços ecossistêmicos para aumentar a resiliência das cidades contribuindo para um desenvolvimento urbano sustentável”. Ocorreu entre agosto de 2011 e setembro de 2017, envolvendo vários agentes públicos e privados da Suécia e do Brasil.

das cidades. Segue a descrição do método (C/O City, 2016, p.20-27):

Como ponto de partida, é considerada a coordenação entre as diversas escalas de planejamento, visto que os serviços ecossistêmicos são dependentes da conexão entre áreas e habitats. Nesse nível, em escala regional, devem ser identificadas e mapeadas as seguintes funções ecossistêmicas, que deverão ser consideradas em um plano-mestre:

- Biodiversidade e caminhos;
- Ciclo da água;
- Recreação e experiências vivenciadas;
- Suprimento de alimento; e
- Necessidade de estruturas verde e azul em ambientes urbanos densamente povoados.

A inclusão desses elementos no planejamento traz benefícios pelo fato de utilizar soluções combinadas, baseadas nos ecossistemas, para o manejo de áreas naturais e uso eficiente dos recursos, incluindo aspectos sociais e econômicos.

Na etapa seguinte, com o detalhamento do plano-mestre são incluídos os princípios dos serviços ecossistêmicos incorporados ao planejamento urbano. Nessa fase, é possível inserir medidas práticas e propostas concretas ainda de forma genérica, que podem ser alteradas. Diante de prováveis alterações no uso do solo, o projeto deve ser discutido e planejado pelas partes envolvidas, como residentes e demais interessados. Esse diálogo com os residentes revela os usos atuais e as suas carências.

Os serviços ecossistêmicos que enriquecem o desenvolvimento são fortemente influenciados pela paisagem. Os limites dos usos estabelecidos pelo planejamento urbano são claros, mas geralmente não coincidem com os limites dos ecossistemas, sendo importante averiguar de que forma o planejamento afetará as áreas envolvidas.

Nessa fase ainda, algumas perguntas devem ser respondidas relativas ao uso de infraestruturas verde e azul: orçamento, realização de oficinas (principal foco dos planejadores), existência de áreas verdes e de lazer e, por fim, as expectativas

dos gestores quanto às mudanças climáticas e como planejamento pode lidar com elas. A próxima etapa consiste na aplicação do método incluindo a participação de membros da comunidade do Dendê.

Devido à escala urbana escolhida para o estudo de caso, ao pouco tempo disponível para sua realização, às restrições de visitas ao local em consequência de graves conflitos sociais⁶⁴ e à falta de recursos para financiar um estudo mais amplo, o método foi adaptado à escala local e consistiu na realização de uma oficina⁶⁵ em uma escola da comunidade, com a finalidade evidenciar e incorporar os serviços ecossistêmicos nos processos de planejamento. O método participativo para incorporação dos serviços ecossistêmicos no planejamento urbano consiste nos seguintes passos:

- Identificação:

Descobrir quais serviços ecossistêmicos existem, na área, quais faltam e identificar seus usuários;

- Valoração

A valoração econômica, na maioria das vezes, não é fácil de ser compreendida. Portanto, podem ser desenvolvidos indicadores para descrever valores quantitativos e qualitativos. No referido estudo de caso, optou-se pela atribuição de valor segundo o senso comum, envolvendo necessidade, uso, e importância dada pela comunidade.

- Análise

Contempla as maiores necessidades da área ou quais os maiores benefícios. A criação de novos serviços ecossistêmicos é necessária assim como fortalecer os existentes. Proteger importantes serviços ecossistêmicos, assim como relevar alguns, se houver outros interesses mais importantes.

- Confirmação

O alvo principal é assegurar os serviços ecossistêmicos, porém pode ser difícil alcançá-lo. Portanto, o diálogo precoce com a comunidade é essencial à

⁶⁴ Disputas entre facções ligadas ao tráfico de drogas impõem toque de recolher no local, além de não ser seguro o acesso a várias áreas da comunidade.

⁶⁵ Oficina Guia dos Serviços Ecossistêmicos: método participativo para determinação dos serviços ecossistêmicos prioritários, realizada na comunidade do Dendê em 17/08/2017, na Escola Estadual D. Antônio de Almeida Lustosa. Essa oficina fez parte de um projeto-piloto do C/O City e foi apresentada numa conferência em Estocolmo (*C/O City Conference* em 17/11/2017), com a denominação *Application of C/O City tools in Fortaleza*.

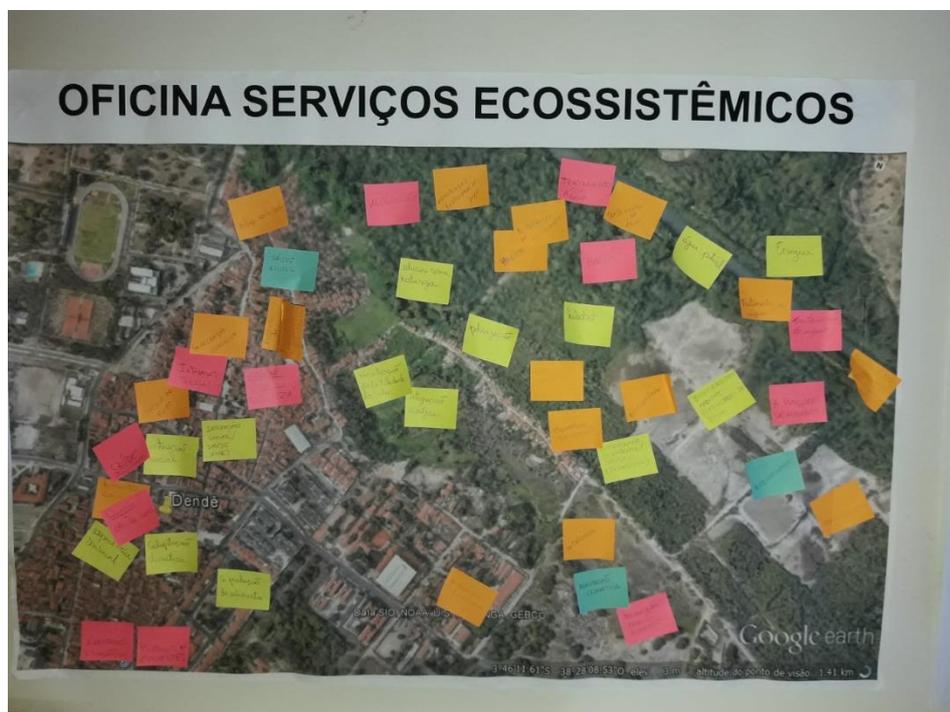
formação de um alvo comum que ancore as decisões, como criar uma associação para gerir a área. Essa etapa não foi considerada neste estudo. A seguir, a descrição do método.

5.3 Identificação e valoração dos serviços ecossistêmicos.

Foi feito, por uma liderança da juventude local, através das mídias sociais, um convite para participação na oficina, realizada no dia 17 de Agosto de 2017, em uma sala de aula da Escola Estadual Dom Antônio de Almeida Lustosa. Compareceram, ao todo, dez pessoas, que receberam o material; apenas oito delas puderam participar da oficina até o fim, portanto esse será o *quorum* considerado para avaliação. A seguir, o detalhamento da oficina, que foi realizada em três etapas:

- Etapa 1: apresentação de slides com explicação do que são serviços ecossistêmicos e de um mapa com a localização da comunidade (Ver anexo 1);
- Etapa 2: preenchimento dos formulários para categorização dos serviços ecossistêmicos percebidos por eles em sua região. Essa categorização divide-se em: criar, proteger, fortalecer, pular, podendo ser marcada mais de uma opção por cada serviço ecossistêmico elencado (Ver anexo 2);
- Etapa 3: localização, no mapa físico, dos serviços ecossistêmicos percebidos, para que fosse feita uma análise, através da contagem, daqueles considerados mais importantes, dentro do universo apresentado. Nessa etapa foi feita uma adaptação de ferramentas utilizadas no método original: em vez de figuras representando os serviços ecossistêmicos foram utilizados *postits* de cores diversas, contendo os serviços ecossistêmicos escritos manualmente e escolhidos como prioridade por cada participante da oficina (Imagem 17).

Imagem 17: Cartaz com foto aérea utilizado na oficina realizada na comunidade do Dendê, com a localização dos serviços ecossistêmicos através de postit.s



Fonte: Foto da autora, 2017.

5.4 Análise dos serviços ecossistêmicos e resultados alcançados

A atividade seguinte foi fazer uma avaliação conjunta dos resultados da etapa anterior, com discussão para decisão de quais seriam os serviços ecossistêmicos a serem considerados no caso de uma intervenção urbana da parte do poder público: quais os mais importantes para a comunidade? Onde se localizariam?

Os quatro⁶⁶ serviços ecossistêmicos mais valorizados, foram:

- Produção de alimentos:

Muitos membros da comunidade pescam no rio Cocó, tanto para consumo próprio como para comercializar. Dados mais aprofundados dessa atividade são necessários para uma avaliação mais precisa. Também foi mencionada a existência de hortas e a importância delas para a alimentação dos moradores da comunidade;

⁶⁶ Esse número foi escolhido pelo fato de que os quatro mais valorizados pertencem, cada um, a uma das quatro categorias de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação, cultural e suporte.

- Polinização:

Os participantes da oficina compreenderam a importância da existência de agentes polinizadores para a produção de alimento e o papel do ecossistema do rio Cocó nesse processo.

- Interação social:

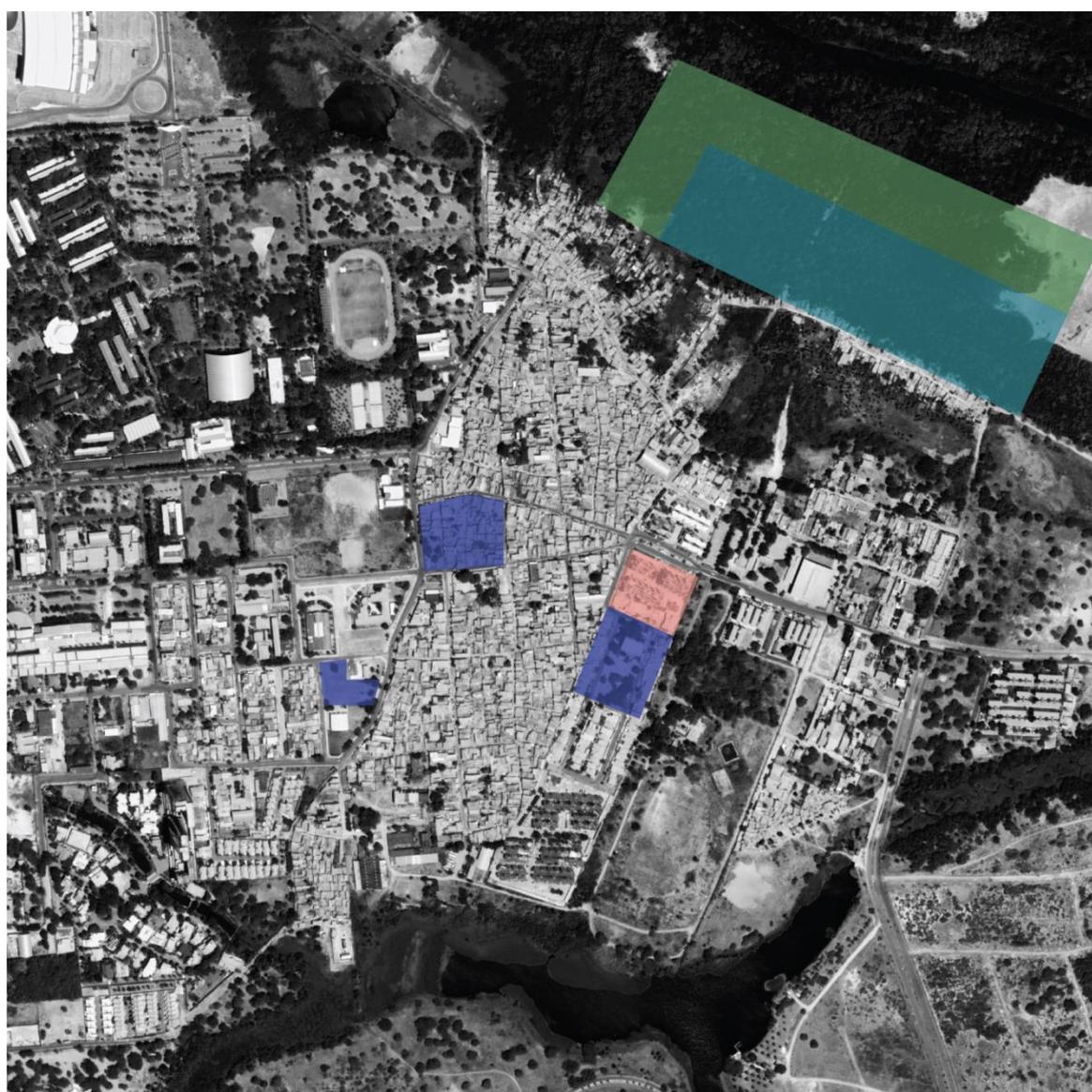
Carência de espaços de convívio social e a falta de locais e equipamentos para esse fim.

- Habitat:

A necessidade de biodiversidade para que a provisão dos serviços ecossistêmicos continue foi compreendida e traduzida, pelos participantes da oficina, como a necessidade de criação, proteção e fortalecimento do ecossistema do rio Cocó com a função de prover habitat para fauna e flora.

A partir dessa análise e de acordo com a localização dos serviços ecossistêmicos no mapa, através dos *postits*, um mapa referência foi elaborado como forma de ilustrar as demandas da comunidade numa eventual ação de intervenção urbana na área. (Figura 27)

Figura 27: Áreas seleccionadas pelos moradores da Comunidade do Dendê como referência para existência dos serviços ecossistêmicos.



■ Polinização ■ Habitat ■ Produção de alimentos ■ Integração social

Fonte: Adaptado de imagem do Google Earth: Raquel Leite.

O mapa acima ilustra as demandas da comunidade do Dendê a partir da compreensão do papel dos serviços ecossistêmicos na produção de um espaço urbano que propicie qualidade de vida e bem-estar à sua população.

Ao longo da oficina, os participantes discutiram sobre a importância da descoberta sobre o significado dos serviços ecossistêmicos e seu papel na vida da comunidade e de cada um, individualmente. Lembraram experiências vividas por pessoas próximas, como pescadores e coletores de caranguejo que, no passado, tiravam seu sustento (alimento para consumir ou vender) do rio e que agora, devido

à poluição e ao desmatamento na área de mangue, reduziram sensivelmente ou extinguiram suas atividades. Outros relataram que conheciam hortas, no interior e nos arredores da comunidade, que complementam a renda de famílias e também são usadas na própria alimentação. Todos mencionaram o problema da violência na comunidade e da falta de locais para o convívio social como um possível fator que contribui para isso, visto que os jovens não dispõem de muitas alternativas para seu lazer.

Após a escolha conjunta dos serviços ecossistêmicos que trariam mais benefícios, mostraram interesse em dar continuidade a um estudo que trouxesse análise mais aprofundada, envolvesse mais pessoas da comunidade e pudesse contribuir com futuras ações de planejamento e intervenção na área.

6 CONCLUSÃO

As cidades não estão preparadas para os eventos decorrentes do rápido crescimento da população urbana em conjunto com as adversidades impostas pelas mudanças climáticas. Apesar da pequena área que ocupam, são responsáveis pela maioria dos impactos no planeta Terra em diversas escalas (NIEMELÄ, 2014), e que, no entanto, ainda não são plenamente conhecidos. As novas metrópoles que surgem com a explosão da população urbana demandam novas formas de planejamento para vencer os enormes desafios a serem enfrentados, no que diz respeito ao suprimento das necessidades humanas e suas consequências para o planeta. Fragmentação urbana e ambiental, desigualdade social, aumento da poluição, aumento do consumo, aumento das emissões estão na pauta dos planejadores na busca por uma cidade sustentável.

Estudos realizados nos últimos anos revelam uma estreita conexão entre a natureza e a qualidade de vida nas cidades e apontam para a necessidade de incluir os benefícios gerados por ela (serviços ecossistêmicos) ao ambiente urbano, conforme foi apresentado no decorrer deste relato científico. O caminho para a realização desse propósito passa pela adoção de soluções urbanísticas que integrem os serviços ecossistêmicos no ambiente urbano, sendo necessárias políticas de planejamento que incluam ferramentas e métodos para esse fim.

A cidade de Fortaleza tem mais de 60% do seu território ocupados pela bacia do rio Cocó e ainda dispõe de áreas verdes nas áreas de borda do rio, formando um ecossistema urbano gerador de inúmeros benefícios para a cidade e dos quais depende a manutenção da qualidade de vida e bem-estar da população dessa e das próximas gerações. Os bairros que fazem fronteira com o rio Cocó têm importante participação nessa questão, devido a estreita relação que mantém com o rio, que pode produzir externalidades ou benefícios, e depende de estudos mais aprofundados o entendimento do papel do rio na vida das pessoas. Estudos (SILVA e HERCULANO, 2015) apontam que as populações ribeirinhas consideram o rio como inimigo e reforçam a necessidade de mudança nesse paradigma diante da importância desse recurso natural para a vida na cidade.

A ressignificação do protagonismo do rio Cocó na vida dos habitantes de Fortaleza, de forma que as possíveis ações de inclusão dos serviços ecossistêmicos no planejamento da cidade tenham sucesso, pode ser conseguida através do

processo de conscientização dos cidadãos sobre a importância dos benefícios fornecidos pelo rio e como sua participação cidadã nas decisões refletem diretamente no seu próprio bem-estar. Esse é um conceito recente, com conhecimento e aplicação até o momento limitado, necessitando de pesquisa e estudos mais aprofundados, no contexto da cidade e da bacia hidrográfica do Rio Cocó, que promovam a identificação, a quantificação e a valoração dos serviços ecossistêmicos, como tarefa futura, para aferição consistente dos resultados.

7 REFERÊNCIAS

- ACIOLY, Vera. **Planejamento, planos diretores e expansão urbana; fortaleza 1960-1992.** Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, 2008. p. 184
- ACIOLY, Vera. **Planejamento, planos diretores e expansão urbana; fortaleza 1960-1992.** Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, 2008. pp.187-194
- ADAMS, Clark E. e LINDSEY, Kieram J. ***Anthropogenic ecosystems: the influence of people on urban wildlife populations.*** In: NIEMELÄ, Jari. ***Urban Ecology patterns, processes and applications,*** Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014.
- AHERN, Jack; PELLEGRINO, Paulo; BECKER, Newton. **Infraestrutura verde: desempenho, estética, custos e método.** In: COSTA, Lucia e MACHADO, Denise (org.). **Conectividade e Resiliência: estratégias de projeto para a metrópole.** Rio de Janeiro, Rio Book's, PROURB, 2012. p. 38.
- AHERN, Jack. ***Green Infrastructure for cities: the spatial dimensions.*** In: NOVOTNY, V.; BROWN, P. (eds.). ***Cities of the future: towards integrated sustainable water and landscape management.*** London: IWA publishing. p. 267-287, 2007.
- Andersson, Erik et al. Gren: ***Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services.*** In **AMBIO** 2014, p445–453.
- ANDRADE Pérez, A., HERRERA FERNANDES, B. and CAZZOLLA GATTI, R. (eds.). **Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field.** Gland, Switzerland: IUCN, 2010.
- ANDRADE, A. et al. ***Draft Principles and Guidelines for Integrating Ecosystem-based Approaches to Adaptation*** In: ***Project and Policy Design: a discussion document.*** IUCN- CEM, CATIE. Turrialba, Costa Rica., 2011.
- ANNERSTEDT, Matilda van den B et al. ***Development of an urban green space indicator and the public health rationale.*** In **Scandinavian Journal of Public Health**, 2015.
- BIGGS, Reinette; SCHLÜTER, Maja; SCHOON, Michael. ***An introduction to the resilience approach.*** In: BIGGS, Reinette; SCHLÜTER, Maja; SCHOON, Michael. ***Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems.*** Cambridge University Press, UK. 2015 p. 5.
- BORGSTRÖM, Sara: ***The future role of protected areas in urban landscapes.*** In: Laufener Spezialbeiträge 2011. pp 53-58
- BRANDÃO, Carlos Antônio Leite. **Arquitetura, Humanismo e República,** UFMG, Belo Horizonte, 2016.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima. **Diagnóstico geoambiental o os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza.** Sistema de informações para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – Projeto SINFOR. Séria Ordenamento territorial, 2008. Vol. 01 p. 34

BENEDICT, M. e McMAHON, E: **Green Infrastructure: smart conservation for the 21st century**

BERMAN, M. G., JONIDES, J. e KAPLAN, S. **The Cognitive Benefits of Interacting With Nature**. In *Psychological Science* 19, 2008.

BERMAN, M. G. *et al.* **Interacting with nature improves cognition and affect for individuals with depression**. *Journal of Affective Disorders* 140, 300–305, 2012.

BERTO, R. **Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity**. *Journal of Environmental Psychology* 25, 249, 2005.

BORGSTRÖM, Sara: **The future role of protected areas in urban landscapes**. In: Implementation of Landscape Ecological Knowledge in European Urban Practice. Salsburg, Bavarian Academy for Nature Conservation and Landscape Management (ANL) 2012, p53.

BRASIL, Amiria *et al.* **A mercantilização do espaço urbano em Fortaleza: instrumentos urbanísticos como meio de promoção de negócios imobiliários em detrimento da democratização do espaço urbano**. VII ENAMPUR. ST3.4:

BREUSTE, Jürgen. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014, p.71

CASTRO, José Liberal de. **Contribuição de Adolfo Herbster à forma urbana da cidade de Fortaleza**. Fortaleza: **Revista do Instituto do Ceará**, 1994.

COELHO NETO, A. L. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. cap. 3

CILLIERS, Sarel S.; SIEBERT, Stefan J.: **Urban flora and vegetation: patterns and processes**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p. 148.

CIMPRICH, B. & RONIS, D. L. **An environmental intervention to restore attention in women with newly diagnosed breast cancer**. *Cancer nursing* 26, 284 (2003).

COLDING, Johan. **The role of ecosystem services in contemporary urban planning**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p.230

COLLS A., N. ASH, and N. IKKALA. **Ecosystem-based Adaptation: a natural response to climate change**. Gland, Switzerland: IUCN, 2009 16pp.

COLDING, Johan. **The Role of Ecosystem Services in Contemporary Urban Planning**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014.

CORREA, Roberto. **O espaço urbano**. São Paulo, Editora Ática, 1989.

CULLEN, Gordon. **Townscape**. London, The Architectural Press, 1961. **Paisagem Urbana**. Trad. Isabel Correa e Carlos de Macedo. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1983.

DOUGLAS, Ian e RAVETZ, Joe: **Urban Ecology: the bigger Picture**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p. 249.

- ERIXON, H., BORGSTRÖM, S. e ANDERSON, E. **Challenging dichotomies – exploring resilience as an integrative and operative conceptual framework for large-scale urban green structures.** In: *Theory and Practice*, 2013, Vol. 14, No.3. p. 349.
- FAJARDO, Martha. **Construção de resiliência.** In: COSTA, Lucia e MACHADO, Denise (org.). **Conectividade e Resiliência: estratégias de projeto para a metrópole.** Rio de Janeiro, Rio Book's, PROURB, 2012
- FAJARDO, Martha. **Construção de resiliência: uma agenda urgente.** In: COSTA, Lucia e MACHADO, Pinheiro (org): **Conectividade e resiliência: estratégias de projeto para a metrópole.** Rio de Janeiro: Rio Book's. PROURB, 2012, p 20-21.
- FOLKE, Carl. **Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses.** *Global Environmental Change* v.16, n.3 pp. 253–267. ago 2006
- FOLKE, Carl. **Foreword.** In: BIGGS, Reinette; SCHLÜTER, Maja; SCHOON, Michael. **Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems.** Cambridge University Press, UK. 2015. p. xix
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas.** Trad. Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de textos, 2010
- GRAHN, P. e STIGSDOTTER, U. A. **Landscape planning and stress. Urban forestry & urban greening 2,** 1-18, 2003.
- HUMPEL, N., OWEN, N. e LESLIE, E. Environmental factors associated with adults participation in physical activity: a review. In **American Journal of Preventive Medicine** 22, 188-199, 2002.
- ILLGEN, Marc. **Hydrology of Urban Environments.** In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications,** Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014
- ILLGEN, Marc. **Hidrology of urban environments.** In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications,** Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p.59
- IBGE. **Classificação e caracterização dos espaços urbanos e rurais no Brasil. Uma primeira apresentação.** In: Estudos e Pesquisas Informação Geográfica No. 11, 2017.
- ICLEI: **Urban EbA: A Guiding Framework for Decision-Making Criteria.**
- JAMES, Philip: **Urban design, planning, and management: lessons from ecology.** In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications,** Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p. 243
- KABISCH, Nadja, HAASE, Dagmar e VAN DEN BOSCH, Matilda: **Adding Natural Areas to Social Indicators of Intra-Urban Health Inequalities among Children: A Case Study from Berlin,** Germany 2015
- KACZYNSKI, A. T. e HENDERSON, K. A. **Environmental correlates of physical activity: a review of evidence about parks and recreation.** In **Leisure Sciences** 29, 315–354 (2007).
- KARDAN, O. *et al.* **Neighborhood greenspace and health in a large urban center.** *Sci. Rep.* 5, 2015.

KAPLAN, S. e BERMAN, M. G. **Directed Attention as a Common Resource for Executive Functioning and Self-Regulation**. In *Perspectives on Psychological Science* **5**, 43, 2010.

KARDAN, O. *et al.* **Neighborhood greenspace and health in a large urban center**. *Sci. Rep.* **5**, 11610; doi: 10.1038/srep11610 (2015).

LIU, Jianguo *et al.* **Complexity of Coupled Human and Natural Systems**. In: *Science* **V**. 317, p. 1513, 2007.

LUSTOSA COSTA, Maria Clelia; PEQUENO, Renato (edição): **Fortaleza [recurso eletrônico]: transformações na ordem urbana**. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2015. p. 15.

MAGALHÃES, Natalia: **Unidades Morfo-territoriais: estratégias de entendimento dos processos de produção da forma urbana**. Dissertação de mestrado. PUC – Campinas, 2015.

MAYRINCK, Vera. **Dinâmica da paisagem de rios urbanos**. XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR. Salvador, 2005.

MC DONALD, Robert. **Conservation for cities**, Washington DC, Island Press, 2015, p.145-156.

MC DONALD, Robert. **Conservation for cities**, Washington DC, Island Press, 2015.

MC DONALD, Robert e MARCOTULIO, Peter. **Global Effects of Urbanization on Ecosystem Services**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014.

McDONALD e MARCOTULIO: **Global effects os urbanization on ecosystem services**. In: NIEMELÄ, Jari. **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014, p.200.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment**. Island Press, Washington, 2003.

MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. World Resources Institute, Washington, DC, 2005.

MITCHEL, R. e POPHAM, F. **Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study**. *Lancet* **372**, 1655–1660, doi: 10.1016/s0140-6736(08)61689-x (2008).

NIEMELÄ, Jari *et al.* Introdução. In: NIEMELÄ, Jari *et al.*: **Urban Ecology patterns, processes and applications**, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014 p.5.

MORAIS, Maria da Piedade *et al.* **Caracterização e tipologia de assentamentos precários: estudos de caso brasileiros**. Brasília: Ipea, 2016.

MUNIZ, Maria Águeda. **O plano diretor como instrumento de gestão da cidade: o caso da cidade de Fortaleza**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006 p. 222.

OLIVIER, Julia; PROBST, Kirsten; RENNEN, Isabel; RIHA, Klemens: **Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE): Uma nova abordagem para antecipar soluções naturais**

conducentes a uma adaptação às mudanças climáticas nos diferentes setores. In *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*. Alemanha, 2012. p.1.

PARLOW, Eberhard. *Urban Climate*. In: NIEMELÄ, Jari. *Urban Ecology patterns, processes and applications*, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p.31.

PAULEIT, Stephan; LI, Liu; AHERN, Jack, e KAZMIERCZAK, Aleksandra. *Multifunctional green infrastructure planning to promote ecological services in the city*. In: NIEMELÄ, Jari. *Urban Ecology patterns, processes and applications*, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014. p. 272.

PICKET, S. T. A., CADENASSO, M. L., GROVE, J. M., *et al.* *Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas*. In *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001 32 (1), pp. 127-157.

PRETTY J., PEACOCK, J., SELLENS, M. e GRIFFIN, M. *The mental and physical health outcomes of green exercise*. In *International Journal of Environmental Health Research* 15, 319-337, 2005.

REIS, Nestor Goulart; BENTES, Julio: **Urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano: estudos, diálogos e desafios**. IV ENANPARQ – Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Porto Alegre, 2016

REIS FILHO, Nestor Goulart; BENTES, Julio Cláudio da Gama. **Urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano: estudos, diálogos e desafios**. In: *Dez anos de diálogos sobre dispersão urbana* [S.l: s.n.], 2017

RIZVI, Ali Raza, BAIG, Saima, VERDONE, Michael: *Ecosystem Based Adaptation: Knowledge Gaps in Making an Economic Case for Investing in Nature Based Solutions for Climate Change*. Gland, Switzerland: IUCN, 2015, p.1.

SANTOS, Fabiano; GOMES, Heliofábio e AZEVEDO, Carlos: **Análise da Formação de Ilhas de Calor em Fortaleza-CE por meio de imagens de satélite**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SANTOS, Jader de Oliveira: **Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do Rio Cocó – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará**. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, 2006.

SAUERWEIN, Martin: *Urban soils – Characterizations, pollution, and relevance in urban ecosystems*. In: NIEMELÄ, Jari. *Urban Ecology patterns, processes and applications*, Oxford, New York, 2011, reimpressa e corrigida em 2014, pp. 31-47.

SCHETTINI, Maria Emília Leite: **As múltiplas paisagens de borda do Rio Cocó - Uma análise da transição social e morfológica entre o rio e a cidade**. Trabalho apresentado nos Encontros Universitários 2015 - VIII Encontro de pesquisa e pós-graduação – Universidade Federal do Ceará.

SILVA, Juliana e HERCULANO, Selene. **Rios urbanos, microbacias e suas gentes**. Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade –

www.uff.br/revistavitas. ISSN 2238-1627, Ano V, N.9, fevereiro de 2015

SCHOON, Michael *et al.* **Politics and the resilience os ecosystem services**. In: **An introduction to the resilience approach**. In: BIGGS, Reinette; SCHLÜTER, Maja; SCHOON, Michael. **Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems**. Cambridge University Press, UK. 2015 pp. 33, 45.

SOARES, Joisa. **Parque que ecológico do Cocó: a produção do espaço urbano no entorno de áreas de proteção ambiental**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará. Programa Regional de Pós-graduação em desenvolvimento e meio-ambiente. PRODEMA. 2015

TEEB – **The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management**

THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC

c/o World Meteorological Organization (WMO) - Geneva 2, Switzerland, 2015

THICKEL, Sir Crispin. In: RODGERS, Richard: **Cidades para um pequeno planeta**, Gustavo Gilli, Barcelona, 2008.

ULRICH, Rodger S. Natural versus urban scenes: some psychophysiological effects. In **Environment and Behavior**, v.13, n.5, Sage Publications, 1981. pp 523-525.

ULRICH, R. S. **View through a window may influence recovery from surgery**. In **Science**, 224, 420-421, 1984

UNHABITAT – **Global report on human settlements, 2011: Risk cities: the deadly collision between uebanization and climate changes**. (acesso em: <http://unhabitat.org/wp-content/uploads/2012/06/Pr3RiskyCities.pdf>)

UNITED NATIONS, *Department of Economic and Social Affairs, Population Division* (2015). **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**, (ST/ESA/SER.A/366).

VILLAÇA, Flávio. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. In: Deák, C. e SCHIFFER, S. (orgs.) O processo de urbanização no Brasil. São Paulo, editora da Universidade de São Paulo, 1999.

WHO: **Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health - A State of Knowledge Review**. *World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biological Diversity*, 2015.

WUP 2014 *United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division* (2015). **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**, (ST/ESA/SER.A/366

WOODS-BALLARD, B., S. WILSON, H. UDALE-CLARKE, S. ILLMAN, T. SCOTT. R. ASHLEY e R. KELLAGER: SuDS Manual 2015. In **CIRIA**, London, 2015, pp. 19-23.

SITES VISITADOS

<http://urbanidades.arq.br/2008/10/ebenezer-howard-e-a-cidade-jardim/>

<http://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/> (05/01/2017): GSFC. 2015. *Global Mean Sea Level Trend from Integrated Multi-Mission Ocean Altimeters TOPEX/Poseidon Jason-1 and OSTM/*

Jason-2 Version 3. Ver. 3. PO.DAAC, CA, USA. *Dataset accessed* [YYYY-MM-DD]
<http://dx.doi.org/10.5067/GMSLM-TJ123>

<http://climate.nasa.gov/effects/> (01/12/2016)

<http://climate.nasa.gov/evidence/> (29/12/2016)

<http://climate.nasa.gov/news/2521/study-sheds-new-insights-into-global-warming-trends/>
(acesso em 05/01/2017)

<https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86440> (acesso em 20/02/2017)

https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=6800&eocn=image&eoci=related_image
(acesso em 20/02/2017)

<https://habitat3.org/the-new-urban-agenda> (04/12/2016)

<http://www.ipcc.ch/search/searchassessmentreports.shtml> (acesso em 09/01/2017)

https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/faq-5-1.html (acesso em 09/01/2017):

Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis

http://www.ib.usp.br/vinces/logo/servicos_ecossistema.htm 18/05/2017

<https://raquelrolnik.wordpress.com/2010/06/14/o-que-e-periferia-entrevista-para-a-edicao-de-junho-da-revista-continuum-itaucultural/> (acesso em 04/12/2016)

<https://ricardotrevisan.com/2016/05/12/cidades-jardim-do-amanha-uma-leitura-de-ebenezer-howard/> (acesso em 29/12/16)

<https://global.britannica.com/science/ice-core> (acesso em 31/12/2016)

<http://www.asbea.org.br/escritorios-arquitetura/noticias/metropole-latino-americana-e-a-fragmentacao-urbana-311077-1.asp> (acesso em 19/01/2017)

<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122> (acesso em 20/01/2017)

<https://mobile.opovo.com.br/jornal/reportagem/2018/01/aguas-do-coco-vao-ser-usadas-no-abastecimento-da-regiao-metropolitana.html> (acesso em 27/02/2018)

APÊNDICE 1

OFICINA DENDÊ

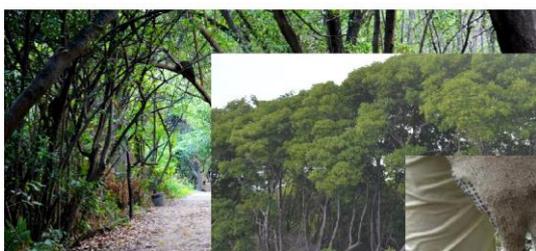
GUIA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS



MÉTODO PARTICIPATIVO PARA DETERMINAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PRIORITÁRIOS – OFICINA DENDÊ

O QUE SÃO SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS?

Serviços ecossistêmicos são os benefícios que a natureza proporciona ao Homem



Saúde



Controle de enchentes



Alimento



Biodiversidade

1. PRINCIPAIS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Identificação através da participação da comunidade



2. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE PROVISÃO

São os benefícios materiais gerados pelos ecossistemas. São absolutamente necessários para a nossa sobrevivência no planeta.



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE PROVISÃO:



A produção de alimentos

Acima de tudo, o cultivo de frutas e legumes



água potável

A geração da água subterrânea e superficial - água potável.



Materiais

Matéria prima (construção de madeira, ração para animais, etc.)



Energia

Biomassa

3. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO

São representados pelas habilidades da natureza de regular e mitigar os efeitos indesejados no meio ambiente

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO:

Controle de ruído

Atenuação do ruído, por exemplo, exemplo um ambiente de rua.

Proteção contra condições climáticas extremas

Enchentes e ondas de calor

Tratamento de água

A filtração e a degradação de contaminantes.

Adaptação climática

Controle de temperatura e umidade, local e globalmente.

Polinização

Fundamental para a produção de frutas, verduras e vegetais



4. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE

São processos e funções fundamentais que tornam possível o funcionamento dos ecossistemas e da sociedade



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE SUPORTE:



Biodiversidade

Grande variedade necessária para tornar os ecossistemas robustos



Habitat

Habitats para animais selvagens, pássaros e insetos



Integração ecológica

As relações entre espécies diferentes, níveis e funções necessárias para os ecossistemas funcionarem.



Manutenção da fertilidade do solo

A capacidade dos ecossistemas de lançarem nutrientes e materiais orgânicos, que são adicionados ao solo

5. SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS CULTURAIS

São os benefícios diretos à nossa saúde e bem estar gerados pela proximidade aos ecossistemas

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS CULTURAIS:

Saúde

Prática de exercícios ao ar livre, em contato com a natureza. Parques e áreas naturais próximos à residências

Experiência sensorial

O farfalhar da folhas, o cheiro das flores e o canto dos pássaros provocam os sentidos

Interação social

A capacidade da natureza para criar lugares para reuniões e atividades sociais.

Educar com a Natureza

A capacidade dos ecossistemas de lançarem nutrientes e materiais orgânicos, que são adicionados ao solo

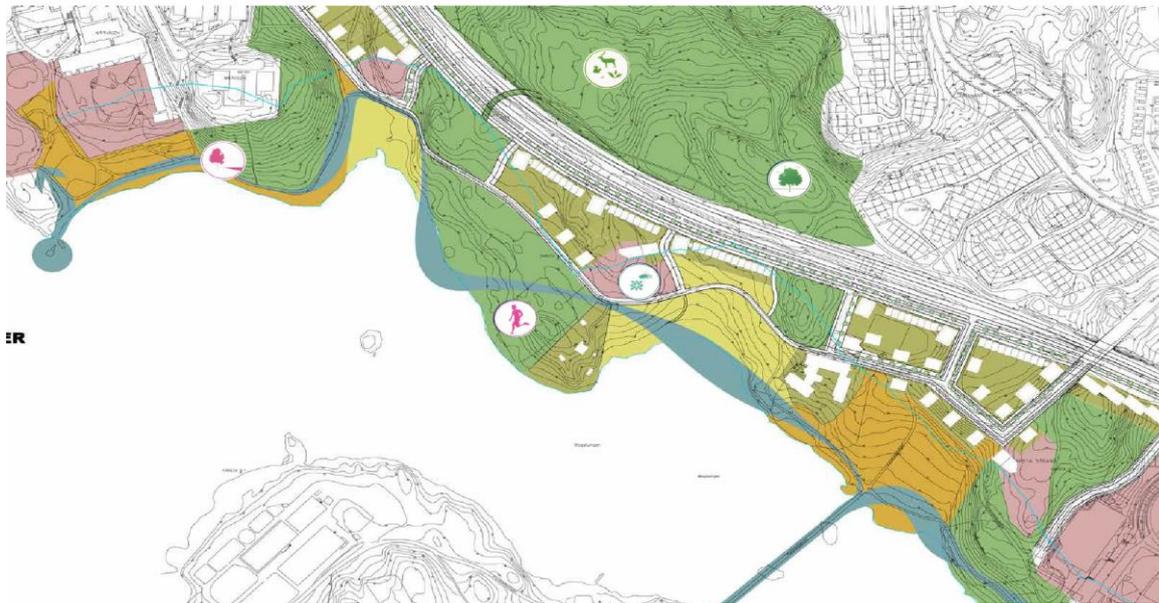
Simbolismo e espiritualidade

O papel da natureza em diferentes religiões e cultura



6. IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Identificação dos serviços ecossistêmicos existentes, no local, pela comunidade

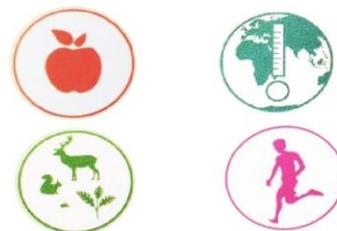


IDENTIFICAÇÃO PARTICIPATIVA

Participação da comunidade na indicação dos serviços ecossistêmicos, com símbolos ilustrando cada um deles



A partir da identificação participativa dos serviços ecossistêmicos existentes e os desejados para o local, a comunidade os assinala em um mapa elaborado através da cartografia social.



7. TABELA PARA SELEÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

	CRIAR	PROTEGER	FORTALECEM	PULAR	COMENTAR
 Habitat Habitats para animais selvagens, pássaros e insetos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Integração ecológica Relações entre espécies diversas, funções e níveis necessários para os ecossistemas funcionarem.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Manutenção da fertilidade do solo A capacidade dos ecossistemas de incorporarem nutrientes e materiais orgânicos ao solo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Biodiversidade A grande variedade necessária Para ecossistemas resistentes e robustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Controle de ruído Atenuação do ruído, por exemplo, em ambiente de rua.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Proteção contra condições climáticas extremas Enchentes e ondas de calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Tratamento de água A filtragem e a degradação de contaminantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Adaptação climática Controle de temperatura e umidade, local e globalmente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Polinização Crucial para a produção de frutas, legumes e grãos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

	CRIAR	PROTEGER	FORTALECER	PULAR	COMENTAR
 Experiência sensorial O farfalhar das folhas, o cheiro de flores e canto dos Pássaros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Interação social A capacidade da natureza para criar lugares para reuniões e atividades sociais.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Educar como Natureza Compreensão da natureza e dos ecossistemas, sua importância e necessidades.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Simbolismo e espiritualidade O papel da natureza em diferentes religiões e cultura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Saúde Prática de exercícios ao ar livre, em contato com a natureza. Parques e áreas naturais próximos à residências	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Água potável A criação da água subterrâneas e superficiais água potável.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Materiais de construção de madeira, alimentos para animais.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 Biomassa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
 A produção de alimentos Acima de tudo, o cultivo de frutas e legumes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____