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

VITOR HUGO DE GOES SAMPAIO

INSTRUMENTOS DE QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA DIANTE DAS OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS

FORTALEZA
2023

VITOR HUGO DE GOES SAMPAIO

INSTRUMENTOS DE QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA DIANTE DAS OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS

Dissertação 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.). Área de Concentração: Produção do Espaço Urbano e Arquitetônico.

Orientador: José Almir Farias Filho.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S617p Sampaio, Vitor Hugo de Goes.
Instrumentos de qualificação ambiental para a recomposição da vegetação urbana: uma avaliação crítica diante das operações urbanas consorciadas/ Vitor Hugo de Goes Sampaio – 2023.
162 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design (PPGAU+D), Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. José Almir Farias Filho.

1. Vegetação Urbana. 2. Operações Urbanas Consorciadas (OUC). 3. Fator Biótopo de Área (BAF). 4. Quota Ambiental (QA). 5. Fortaleza-Ce.

CDD 320.6

VITOR HUGO DE GOES SAMPAIO

INSTRUMENTOS DE QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO URBANA: UMA AVALIAÇÃO CRÍTICA DIANTE DAS OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS

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

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

_____
Prof. Dr. José Almir Farias Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC/PPGAUD)

_____
Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso (Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC/PPGAUD)

_____
Prof. Dr. José Ripper Kós (Externo)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/PósARQ)

A Deus.

Aos meus pais, José Ocimar (*in memoriam*) e Raimunda Luz.

Às minhas irmãs, Caroline e Mayara.

Aos fortalezenses.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha fortaleza espiritual, meu refúgio nos momentos de gratidão e aprendizado e fonte inesgotável de fé, coragem, serenidade, sabedoria e discernimento.

À minha família, pelo apoio incondicional. Ao meu pai José Ocimar (*in memoriam*) – a quem dedico especialmente esta pesquisa, à minha mãe Raimunda Luz e às minhas irmãs Caroline Sampaio e Mayara Sampaio. Vocês são meu alicerce, razão de vida e fonte de inspiração, sobretudo nos momentos de superação. Tenho orgulho em pertencer e aprender diariamente o verdadeiro significado de amor, parceria e unidade.

Aos meus amigos Pedro Victor, Déborah Pâmela, Tainá Cartaxo, Bruno Medeiros, Lara Lima, João Bosco, Bena Gadelha e Vicente de Paulo, incentivadores dos mais belos e diversos sonhos.

Ao PPGAU+D (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo + Design) pela recepção e acolhimento, fundamentais desde o primeiro dia de atividade no DAUD (Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design da UFC).

Ao meu orientador Prof. Dr. Almir Farias, pelo esforço empregado, pela compreensão e pelo suporte nos momentos de dificuldade, assim como pelas palavras de incentivo e pelos valiosos ensinamentos em horas cruciais dessa trajetória. Por todo conhecimento técnico compartilhado em nossas conversas, reuniões de trabalho ou atividades acadêmicas e, não menos importante, pelas análises críticas sempre em busca da excelência.

A todos os servidores do PPGAU+D, docentes e técnicos, sobretudo aqueles com os quais tive maior proximidade: Dra. Clarissa Freitas, Me. Eugênio Moreira, Dr. Paulo Alcobia e Rafael Gomes. De maneira muito especial, ressalto desse grupo o Prof. Dr. Daniel Cardoso, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados, pelas oportunidades, pela amizade construída e por me abrir as portas do LED (Laboratório de Experiência Digital), grupo de pesquisa com o qual almejo importantes parcerias nos anos vindouros; e o Prof. Dr. Newton Becker pela disposição do seu tempo e pelas ricas contribuições a esta pesquisa.

Aos professores Dr. Mauricio Petrúcio e Dr. José Kós, da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), e Dr. James Miyamoto, da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) por me possibilitarem a mobilidade acadêmica e proporcionarem uma valiosa experiência acadêmica com pesquisadores das mais diversas regiões e áreas de conhecimento.

Aos Drs. membros da banca de qualificação e defesa, Almir, Daniel, Kós e Newton, por me tirarem da zona de conforto e contribuírem de forma excepcional não somente a esta pesquisa como também ao meu crescimento, enquanto pesquisador em formação. Os Senhores são espelhos de dedicação e comprometimento com a educação e a ciência nacional.

Aos meus conselheiros e psicólogos Mirna Tinoco e Sérgio Duarte, por me ajudarem a acolher e administrar as lutas diárias contra a minha própria mente. Vocês me mostraram o valor da resiliência, do autocuidado e seus reflexos altruístas e da importância de “perder batalhas para aprender a vencer guerras”.

Aos meus colegas de turma que viveram comigo essa intensa jornada e somaram forças nos árduos meses de isolamento social decorrente da pandemia de Covid-19. Não poderia deixar de mencionar os laços de amizade construídos com Alana Aragão, Auriseu Nogueira, Carol Barros, Hortênsia Maia e Isabelly Egot.

Aos colegas do DAUD, que direta ou indiretamente se fizeram presentes, em especial: Caio Rodrigues, Isadora Uchôa, Sara Moura, Teane Cavalcante, Valéria Aguiar e Victor Costa. Aos demais colegas de academia, com menção aos membros do LaSUS (Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo) e da UnB (Universidade de Brasília): Dra. Marta Romero, Dr. Abner Luís, Dr. Caio Silva, Dr. Éderson Teixeira, Dr. Gustavo Baptista, Me. Thiago Góes, Esp. Valmor Pazos e Me. Júlia Adário.

Por fim e de equivalente importância, à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro concedido por meio da bolsa em parte do mestrado.

A todos, os meus mais sinceros agradecimentos.

“A única alternativa à cidade é uma cidade melhor”.

(MENDES, 2014, p.2).

RESUMO

Este trabalho considera as problemáticas referentes à crescente supressão de cobertura vegetal e impermeabilização do solo em ambiente urbano. Seu objetivo é investigar a utilização de dois instrumentos de qualificação ambiental, especificamente o Fator Biótopo de Área (BAF) e a Quota Ambiental (QA), com a premissa de que esse constructo se mostra capaz de minorar os impactos ambientais a partir da incorporação de regras de infraestruturas verdes na escala do lote urbano. Examina-se empiricamente suas aplicações em áreas urbanas submetidas a intervenções físicas sob forte influência do mercado imobiliário, sendo estas uma condição das operações urbanas consorciadas (OUCs). A metodologia adotada é de natureza quali-quantitativa e está alicerçada em técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e levantamentos de campo. Delimita-se como estudo de caso as OUCs Parque Foz Riacho Maceió (2000) e da Lagoa do Papicu (2011), na cidade de Fortaleza. Primeiramente, a análise recai sobre uma revisão das noções e conceitos que gravitam em torno da vegetação urbana, tais como infraestrutura verde e indicadores de sustentabilidade para interpretação de fenômenos urbanos. Em um segundo momento, avalia-se os resultados ambientais decorrentes da implementação de OUCs os quais indicam que, da forma como foi executada, esta política urbana não atende aos princípios de valorização ambiental constante no Estatuto da Cidade. Por fim, considera-se o cenário hipotético de aplicação do BAF e da QA nessas áreas, de modo a compreender como esses instrumentos podem contribuir para a melhoria das áreas urbanas, contrapondo a condição de flexibilização do uso e ocupação do solo. Sob a moderação dos instrumentos de qualificação ambiental aqui analisados é possível reduzir a subjetividade das contrapartidas exigidas pela municipalidade e incrementar a idealização de projetos integrados à natureza em áreas urbanas consolidadas. Espera-se que esta pesquisa traga uma contribuição para a revisão crítica do marco regulatório de operações urbanas consorciadas e, principalmente, uma sensibilização para a recomposição da vegetação urbana.

Palavras-chave: Vegetação Urbana; Operações Urbanas Consorciadas (OUC); Fator Biótopo de Área (BAF); Quota Ambiental (QA); Fortaleza-Ce.

ABSTRACT

This work considers the issues related to the growing suppression of vegetation cover and soil sealing in an urban environment. Its objective is to investigate the use of two environmental qualification instruments, specifically the Area Biotope Factor (BAF) and the Environmental Quota (QA), with the premise that this construct can mitigate the environmental impacts from the incorporation of green infrastructure rules at the urban lot scale. Its applications are empirically examined in urban areas subjected to physical interventions under the strong influence of the real estate market, which are a condition of Urban Consortium Operations (OUCs). The methodology adopted is qualitative and quantitative in nature and is based on geoprocessing techniques, remote sensing and field surveys. The OUCs Parque Foz Riacho Maceió (2000) and Lagoa do Papicu (2011), in the city of Fortaleza, are defined as a case study. First, the analysis rests on a review of the notions and concepts that gravitate around urban vegetation, such as green infrastructure and sustainability indicators for the interpretation of urban phenomena. In a second moment, the environmental results resulting from the implementation of OUCs are evaluated which indicate that, in the way it was executed, this urban policy does not meet the principles of environmental enhancement contained in the City Statute. Finally, the hypothetical scenario of BAF and QA application in these areas is considered to understand how these instruments can contribute to the improvement of urban areas, opposing the condition of flexibilization of land use and occupation. Under the moderation of the environmental qualification instruments analyzed here, it is possible to reduce the subjectivity of the counterparts required by the municipality and increase the idealization of projects integrated with nature in consolidated urban areas. It is hoped that this research will bring a contribution to the critical review of the regulatory framework for consortium urban operations and, mainly, an awareness of the recomposition of urban vegetation.

Keywords: Urban Vegetation; Urban Operation in Consortium (OUC); Biotope Area Factor (BAF); São Paulo's Environmental Quota (QA); Fortaleza-Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Percentual de superfície recoberta com vegetação florestal nativa em Fortaleza	26
Figura 2	Bacias Hidrográficas de Fortaleza	28
Figura 3	Microbacias Hidrográficas onde estão localizadas as OUCs Riacho Maceió e Lagoa do Papicu	28
Figura 4	Vista superior da OUC Lagoa do Papicu em composição multibanda colorida R3G2B1 do satélite CBERS 04A em 2020 e resolução de 8 metros (esquerda) e 2 metros (direita)	31
Figura 5	Exemplo de cálculo de área verde em área urbana, considerando os níveis do térreo e da cobertura.	44
Figura 6	Exemplo de como Berlim compensou, a partir da adoção do BAF, os déficits de cobertura vegetal e áreas verdes nos centros urbanos densamente povoados	51
Figura 7	Exemplos de soluções construtivas, paisagísticas e tecnológicas exigidas para as novas edificações públicas e privadas na agenda ambiental do zoneamento de São Paulo (Lei N° 16.402/16), instituída como Quota Ambiental	51
Figura 8	Expansão urbana em Fortaleza, no período compreendido entre os anos de 1985 e 2019.	56
Figura 9	Esquema representativo com as principais diferenças entre outorga onerosa (contrapartida) e operação urbana (CEPACs)	58
Figura 10	Cronologia da implantação de OUCs por gestão municipal.	60
Figura 11	Operações Urbanas Consorciadas (OUCs) implementadas em Fortaleza	62
Figura 12	Projeção do empreendimento One Residencial da construtora Colmeia, localizado na OUC Parque Foz Riacho Maceió, com destaque para o impacto visual dos 27 pavimentos (87,08 m) outorgados.	65
Figura 13	Zoneamento proposto para a Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió	66
Figura 14	Trecho do Riacho Maceió, atualmente em obras de requalificação do Parque Linear	68
Figura 15	Assentamentos precários e edifícios e alto padrão às margens do Riacho Maceió	68
Figura 16	Registro da Rua César Fonseca, do Túnel Clóvis Rolim e do Viaduto Clóvis Rolim. Obras de infraestrutura viária resultantes das intervenções realizadas na OUC Lagoa do Papicu	69

Figura 17	Registros da Lagoa do Papicu	70
Figura 18	Vista aérea da Cervejaria Astra/Brahma (esquerda) e vista aérea do Shopping RioMar Fortaleza e de parte da área contemplada pela OUC Lagoa do Papicu (direita).	72
Figura 19	Delimitação da Operação Urbana Lagoa do Papicu, com destaque às diferenças entre os parcelamentos proposto e executado	72
Figura 20	Trecho retificado, assoreado e poluído a jusante da Lagoa do Papicu	73
Figura 21	Lagoa do Papicu em processo de eutrofização e forte presença de aguapé, conforme apontado no relatório da PMF. O registro foi feito em novembro de 2022.	74
Figura 22	Vista superior da OUC Lagoa do Papicu em composição R3G2B1 dos satélites: Landsat 5 em 1991 (a), Landsat 5 em 2007 (b), Landsat 8 em 2020 (c), CBERS 04A em 2020 e resolução de 8m (d) e CBERS 04A em 2020 e resolução de 2m (e); Google Satellite disponível em QuickMapServices (f)	81
Figura 23	Parâmetros e soluções indicadas pela Prefeitura Municipal de São Paulo que são contabilizados no cálculo da Quota Ambiental	97
Figura 24	Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991 (a), 2001 (b), 2007 (c) e 2020 (d) com base nas imagens do Landsat	99
Figura 25	NDVI da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió referente aos anos de 1991 (Landsat 5), 2001 (Landsat 5), 2007 (Landsat 5), 2020 (Landsat 8) e 2020 (CBERS 04A)	104
Figura 26	Vista aérea da área da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió entre os anos de 2003 e 2022	105
Figura 27	Anexo III da Lei N° 9.857/2011 referente à planta baixa da OUC Lagoa do Papicu. Destaque para os lotes 1 a 10 após parcelamento da área	107
Figura 28	NDVI da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu referente aos anos de 1991 (Landsat 5), 2001 (Landsat 5), 2007 (Landsat 5), 2020 (Landsat 8) e 2020 (CBERS 04A)	108
Figura 29	Vista aérea da área da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu entre os anos de 2003 e 2022	109
Figura 30	Temperatura de Superfície Terrestre referente ao ano de 2021, em Fortaleza-CE	111
Figura 31	Rua Desembargador Lauro Nogueira	112
Figura 32	Temperatura de superfície nos recortes espaciais das Operações Urbanas Consorciadas Papicu (esquerda) e Maceió (direita)	113

Figura 33	OUCs Parque Foz Riacho Maceió (cima) e da Lagoa do Papicu (baixo), com destaque às áreas suscetíveis a alagamentos e as curvas de nível	117
Figura 34	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais da OUC Parque Foz Riacho Maceió	146
Figura 35	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações da Solução I para a OUC Parque Foz Riacho Maceió	147
Figura 36	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações da Solução II para a OUC Parque Foz Riacho Maceió	148
Figura 37	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 1 da OUC Lagoa do Papicu	149
Figura 38	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 1 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima	150
Figura 39	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 2 da OUC Lagoa do Papicu	151
Figura 40	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as mesmas alterações propostas na metodologia do BAF para o lote 2 da OUC Lagoa do Papicu	152
Figura 41	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 3 da OUC Lagoa do Papicu	153
Figura 42	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 4 da OUC Lagoa do Papicu	154
Figura 43	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 4 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima	155
Figura 44	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 8 da OUC Lagoa do Papicu	156
Figura 45	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 10 da OUC Lagoa do Papicu considerando a área ajardinada informada pelo escritório de arquitetura responsável pelo projeto	157
Figura 46	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 10 da OUC Lagoa do Papicu considerando a área fotossinteticamente ativa obtida pelo índice de vegetação NDVI	158
Figura 47	Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 10 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima.	159

Gráfico 1 Percentuais de cobertura vegetal nas Operações Urbanas Consorciadas estudadas, no período compreendido entre os anos de 1991 e 2020. 101

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Classificação e definição de conceitos de índices relacionados à vegetação urbana	48
Quadro 2	Caracterização das Imagens de Satélites utilizadas para o processamento por meio de *softwares* livres	79
Quadro 3	Valores BAF aplicáveis aos usos do solo urbano	85
Quadro 4	Tipos de superfícies do solo e seus respectivos fatores de ponderação para o cálculo do BAF	87
Quadro 5	Modelo da planilha eletrônica disponibilizada pela Prefeitura Municipal de São Paulo para o cálculo da Quota Ambiental	96
Quadro 6	Quota Ambiental: pontuação mínima, taxa de permeabilidade mínima e fatores por perímetros de Qualificação Ambiental	98
Quadro 7	Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020	100
Quadro 8	Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal na área referente a OUC Parque Foz Riacho Maceió nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020	102
Quadro 9	Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020	106
Quadro 10	Cálculo BAF para o empreendimento em construção na OUC Parque Foz Riacho Maceió	114
Quadro 11	Cálculo BAF alvo proposto, alternativa I, para o empreendimento em construção na Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió	115
Quadro 12	Cálculo BAF alvo proposto, alternativa II, para o empreendimento em construção na Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió	116
Quadro 13	Cálculo BAF atual para o lote 1 da Operação Urbana Consorciada Papicu	119
Quadro 14	Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 1 da OUC Papicu	120
Quadro 15	Cálculo BAF atual para o lote 2 da Operação Urbana Consorciada Papicu	120
Quadro 16	Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 2 da Operação Urbana Consorciada Papicu	121
Quadro 17	Cálculo BAF atual para o lote 8 da Operação Urbana Consorciada Papicu	121

Quadro 18	Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 8 da Operação Urbana Consorciada Papicu	121
Quadro 19	Cálculo BAF atual para o lote 3 da Operação Urbana Consorciada Papicu	122
Quadro 20	Cálculo BAF atual para o lote 4 da Operação Urbana Consorciada Papicu	122
Quadro 21	Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas no primeiro cenário, para o lote 3 da Operação Urbana Consorciada Papicu	123
Quadro 22	Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas no primeiro cenário, para o lote 4 da Operação Urbana Consorciada Papicu	123
Quadro 23	Cálculo BAF atual para o lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu considerando a área verde indicada pelo escritório de arquitetura responsável pelo projeto do Shopping RioMar Fortaleza	124
Quadro 24	Cálculo BAF atual para o lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu considerando a área verde pelo resultado do NDVI	124
Quadro 25	Cálculo BAF alvo, após novas intervenções sugeridas para o primeiro cenário do lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu	125
Quadro 26	Parâmetros Urbanísticos da Operação Urbana Parque Foz Riacho Maceió	141
Quadro 27	Parâmetros Urbanísticos da Operação Urbana Lagoa do Papicu	142

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Área de Superfície Efetivamente Ecológica
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Áreas de Preservação Permanente
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
BAF	*Biotope Area Factor* (Fator Biótopo de Área)
BFF	*Biotopflächenfaktor*
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CBERS	*China-Brazil Earth Resources Satellite*
CENUR	Célula de Negócios Urbanos
CEPAC	Certificados de Potencial Adicional Construtivo
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DGI	Divisão de Geração de Imagens do INPE
EIV	Estudo Prévio do Impacto de Vizinhança
EPSG	*European Petroleum Survey Group*
ERTS	*Earth Resources Technology Satellite*
FD	Coeficiente de Escoamento menor
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FV	Fator de eficácia mais baixo
GI	*Green Infrastructure* (Infraestrutura Verde)
HABITAT	Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos
HIS	Habitação de Interesse Social
IA	Índice de Aproveitamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
ICV	Índice de Cobertura Vegetal
ICVh	Índice de Cobertura Vegetal por Habitante
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPLANFOR	Instituto de Planejamento de Fortaleza
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
KMZ	*Keyhole Markup language Zipped*

LEHAB	Laboratório de Estudos da Habitação da Universidade Federal do Ceará
LPUOS	Legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo
LST	*Land Surface Temperature* (Temperatura de Superfície Terrestre)
NASA	*National Aeronautics and Space Administration*
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)
NIR	*Near Infrared Reflectance*
NORPAR	Nordeste Participações Ltda
OLI (sensor)	Operational Terra Imager (Landsat)
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OUC	Operação Urbana Consorciada
PA	Perímetros de Qualificação Ambiental
PCV	Porcentagem de Cobertura Vegetal
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PDE	Plano Diretor Estratégico
PDP-For	Plano Diretor Participativo de Fortaleza
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
PNB	Produto Nacional Bruto
PPP	Parceria Público-Privada
QA	Quota Ambiental
RGB	*Red Green Blue*
Rio 92	Conferência Mundial Sobre o Meio Ambiente
SBAU	Sociedade Brasileira de Arborização Urbana
SbN	*Nature-based Solutions* (Soluções Baseadas na Natureza)
SEFIN	Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza
SEMAM	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Urbanos
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMDT	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial Urbano e Meio Ambiente
SMDU	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo

SOCEMA	Sociedade Cearense de Defesa da Cultura e do Meio Ambiente
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
TC	Temperatura de superfície em graus Celsius
TIFF	*Tagged Image File Format*
TIRS (sensor)	*Thermal Infrared Sensor*
TM (sensor)	*Thematic Mapper* (Landsat)
TO	Taxa de Ocupação
TRANSFOR	Transporte Urbano de Fortaleza
USGC	*United States Geological Survey* (Pesquisa Geológica dos Estados Unidos)
UTM	Universal Transversa de Mercator
VGV	Valor Geral de Vendas
ZEDUS	Zonas Especiais de Dinamização Urbanística e Socioeconômica
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social
ZEPO	Zona Especial do Projeto da Orla
ZIA	Zona de Interesse Ambiental
ZPA	Zona de Preservação Ambiental
ZRA	Zona de Recuperação Ambiental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **21**
1.1 Justificativa e relevância da pesquisa 21
1.2 Objetivos da pesquisa 29
1.3 Metodologia 30
1.4 Estrutura da dissertação 34

2 REVISANDO CONCEITOS E LITERATURA **36**
2.1 Planejamento estratégico e o sentido da parceria público-privada 36
2.2 Vegetação urbana, serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde 39
2.3 Indicadores de áreas verdes e instrumentos de qualificação ambiental 45

3 FORTALEZA E A POLÍTICA PÚBLICA DAS OUC(s) **53**
3.1 Cobertura vegetal e áreas verdes: supressão e perda 53
3.2 OUC(s) em Fortaleza: narrativa de uma política urbana 56
3.3 OUC Riacho Maceió (Lei N° 8.503/2000) 63
3.4 OUC Lagoa do Papicu (Lei N° 9.857/2011) 69

4 MATERIAL E MÉTODOS **75**
4.1 Mapeamento e Cálculo do NDVI e da LST 75
4.2. Fator Biótopo de Área (BAF), Berlim 83
4.3. Quota Ambiental (QA), São Paulo 93

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES **99**
5.1. O que dizem o NDVI e a LST 99
5.1.1. Cobertura Vegetal 99
5.1.2. Temperatura de Superfície 110
5.2. Aplicação dos Instrumentos de Qualificação Ambiental 113
5.2.1. OUC Parque Foz Riacho Maceió 113
Fator Biótopo de Área (BAF) 113
Quota Ambiental (QA) 116
5.2.2. OUC Lagoa do Papicu 118
Fator Biótopo de Área (BAF) 118

Quota Ambiental (QA) 125

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 127

REFERÊNCIAS 131

APÊNDICE A – PARÂMETROS URBANÍSTICOS DAS OUC(s) 141

APÊNDICE B – TABELAS DO SIMULADOR DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL - OUC PARQUE FOZ RIACHO MACEIÓ 145

APÊNDICE C – TABELAS DO SIMULADOR DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL - OUC LAGOA DO PAPICU 148

ANEXO A – RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DE MANUTENÇÃO DO ENTORNO DA LAGOA DO PAPICU 159

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativa e Relevância da Pesquisa

A produção capitalista da cidade transforma a propriedade imobiliária em uma mercadoria a ser negociada na perspectiva de um maior lucro no menor tempo possível. O solo urbano é, assim, disputado pelas diversas possibilidades de uso, estando submetido a um processo social de reprodução do capital. Vale destacar, entretanto, que o capital imobiliário é um falso capital, pois como ensina Singer (1982, p.22), sua valorização não é atividade produtiva, mas a monopolização do acesso a propriedades imobiliárias dotadas de benfeitorias.

Iniciar este trabalho lembrando este juízo clássico de economia urbana parece importante não apenas para frisar a sujeição da urbanização ao capital, mas também porque esse é um processo que acarreta fortes danos ambientais às cidades. No Brasil, uma combinação de fatores está produzindo, com diferenças de grau e intensidade, problemas parecidos: carência generalizada de habitação, saneamento, transportes e demais serviços urbanos. As consequências negativas da urbanização estão relacionadas também ao aumento da impermeabilização do solo, aumento da poluição do ar pela queima de combustíveis fósseis, aumento no consumo de energia, aumento dos riscos de enchentes e inundações e consequentemente, perdas na qualidade ambiental urbana.

A supressão progressiva da vegetação no espaço urbano é um fator relevante nessa dinâmica. Chama atenção a falta de iniciativas voltadas a orientar o incremento da vegetação urbana planejada de acordo com os serviços ecossistêmicos que lhes são atribuídos e adaptada às especificidades locais. Face aos altos índices de expansão urbana presenciados nas cidades brasileiras, é prioritário criar alternativas que propiciem que este crescimento ocorra de forma mais sustentável, representando um menor prejuízo à qualidade ambiental e consequentemente à qualidade de vida urbana.

A presente dissertação se insere nessa perspectiva, buscando colaborar na proposição de novos estudos que visem aprimorar as ações de planejamento e de gestão para a preservação de áreas verdes, em geral suprimidas no processo de

intensificação das construções urbanas. Esse é um problema que tem demandado procedimentos mais eficazes e urgentes. Há necessidade de operacionalizar instrumentos urbanísticos que contribuam para o fortalecimento do potencial paisagístico local e que auxiliem no aprimoramento dos projetos de urbanização, atuando no sentido de fundamentar a infraestrutura verde como elemento de qualificação do ambiente urbano. Vendo desse ponto de vista, os serviços ecossistêmicos proporcionados pela vegetação urbana podem ser utilizados como forma de compensação da perda de qualidade ambiental resultante do processo de produção do espaço.

Decerto a reflexão sobre essa questão não é recente, pois vem sendo objeto dos pesquisadores desde algumas décadas. Spirn (1995, p.21) já admitia que a cidade se assemelha mais e mais a um jardim de granito, uma vez que "natureza tem sido vista como um embelezamento superficial, como um luxo, mais do que como uma força essencial que permeia a cidade". Mais recentemente, os seguidos esforços de síntese teórica e empírica levaram à concepção da noção de Infraestrutura Verde (IE). Benedict e McMahon (2006) apontam a sua relevância como um condicionante para as novas propostas de planejamento das áreas urbanas, uma vez que a IE considera a relação entre os processos naturais e humanos na construção do habitar, proporciona alternativas às soluções isoladas e maior integração às redes de infraestruturas.

Os desafios a serem enfrentados são grandes e contemplam a criação de espaços inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Como afirma Sachs-Jeantet (2007, p. 89):

> A capacidade evolutiva das cidades passa diretamente pela compreensão de suas dinâmicas morfológicas e desenvolvimento de formas concretas de harmonizar os critérios de igualdade social, sustentabilidade ecológica, eficácia econômica, pluralismo e integração cultural, e distribuição espacial equilibrada das atividades e dos assentamentos humanos.

Convém salientar que no atual escopo da política urbana, as áreas verdes são, em geral, incorporadas de modo negligente tanto em projetos de interesse social como em programas urbanísticos de interesse do mercado imobiliário. Essa ausência é bem visível em intervenções do tipo Parceria Público-Privada (PPP), uma ação resultante

de acordos entre o ente público e o investidor privado para o desenvolvimento e/ou gestão de bem ou serviço público, como a realização de projetos urbanos.

Destacamos o sucedido com o Estatuto da Cidade (Lei N° 10.257/2001), importante marco legal da política urbana brasileira, que incorporou de modo incisivo as PPPs no âmbito dos novos instrumentos urbanísticos. Ao estabelecer as diretrizes gerais que regulam o uso da propriedade urbana, o Estatuto da Cidade previa também diretrizes e instrumentos específicos como ensejo profícuo para o equilíbrio e a proteção ambiental. Uma cidade sustentável, diz a lei, perpassa pelo direito básico das pessoas "à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer". Além disso, para o pleno desenvolvimento da cidade e da propriedade urbana, é fundamental a adoção de padrões da expansão urbana compatíveis com os limites ambientais do Município e das suas áreas de influência.

Todavia, leis e instrumentos de controle, fiscalização e incentivos do uso e ocupação do solo são duramente postos à prova face à realidade dos desafios urbanos, a exemplo da explosão demográfica e da irrupção da urbanização. A trajetória factual das operações urbanas consorciadas (OUCs) é um exemplo a reter. A OUC, um tipo de PPP e instrumento do Direito Urbanístico regulamentado pelo Estatuto da Cidade, ascendeu rapidamente ao servir para a reestruturação de áreas urbanas fortemente favoráveis aos interesses do mercado imobiliário. No modelo de planejamento estratégico e neoliberal que se torna hegemônico no país, as OUCs se constituíram na prática como uma associação entre o poder público e o setor empresarial que dá forma, através de projetos de (re)urbanização de áreas selecionadas, a mecanismos de transferência de recursos – financeiros, fundiários, políticos – para grupos privados.

Em vista disso, faz-se necessário refletir sobre os resultados socioambientais alcançados pela adoção de OUCs enquanto política urbana. Em geral, a percepção resultante dos estudos e pesquisas acadêmicas sobre esse instrumento é que os parâmetros/critérios de valorização ambiental adotados não são cumpridos em sua totalidade e/ou não são suficientemente transparentes devido aos interesses específicos de agentes públicos e privados envolvidos. No processo de negociação

pública as contrapartidas exigidas pela municipalidade são subjetivas ao ponto de permitir diferentes interpretações.

É considerando esse estado de coisas que se justifica a escolha de investigar a pertinência da adoção de novos instrumentos de qualificação ambiental por parte regime urbanístico municipal, como um caminho para regular com melhor precisão e salvaguarda a sustentabilidade do uso e ocupação do solo urbano. Considera-se a premissa de que esses instrumentos incorporam uma metodologia que pode mensurar e balizar os limites para a supressão ambiental, contemplando os serviços ecossistêmicos, as melhorias coletivas e a efetivação do bem-comum[1].

Nesse contexto, estuda-se aqui dois instrumentos de qualificação urbana: o *Biotope Area Factor* (BAF)[2] e o Quota Ambiental (QA). O primeiro instrumento deriva dos planos paisagísticos de Berlim (*Berliner BFF-Landschaftspläne*), e foi adotado, a partir de 1994, nas leis de ordenamento da capital alemã regulando as áreas com altos índices de adensamento urbano e impermeabilidade do solo, em busca de reduzir os impactos ambientais e promover a qualidade ambiental e de vida nas áreas centrais da cidade (BERLIN, s.d.). Para isso, foram atribuídos valores específicos como metas e medidas de qualificação ambiental (*Grünen Qualitäten)* para lotes urbanos, sem a necessidade de modificar as suas categorias de uso e ocupação do solo.

Caetano (2016) aponta que houve uma “tropicalização” do BAF, ou seja, uma adaptação à realidade brasileira, resultando na Quota Ambiental (QA). A QA foi elaborada pela Prefeitura de São Paulo e regulamentada nos termos da Lei N° 16.402, de 22 de março de 2016, sendo associada a uma perspectiva de qualificação ambiental e transformação do espaço urbano a partir da adoção de “infraestruturas verdes, tidas como ferramentas plurais e multifacetadas destinadas à integração entre cidade e natureza” (SANT’ANNA, 2020, p. 101).

---

[1] A noção de bem comum traz em si a ideia de negação e contraposição a interesses individuais ou corporativos, que acabam por sucumbir aos "interesses maiores” da coletividade. Porém, o adequado balanceamento e composição dos interesses individuais e coletivos, por vezes conflitantes, aparenta ser o ponto de equilíbrio essencial à efetiva construção de uma comunidade política justa e capaz de alcançar o bem comum supremo aristotélico: a felicidade (CRISTÓVAM, 2019, p. 130).

[2] Em português, Fator Biótopo de Área; o instrumento passou a ser estudado no contexto brasileiro por Blanes (2006; 2011); Bettine et al. (2012); Lecuona et al. (2017) e outros.

Na presente pesquisa decidiu-se por aplicar esses dois instrumentos – BAF e QA – em um estudo de casos, com o propósito de explorar as potencialidades de cada método. Com isso é possível discernir sobre sua pertinência e adequação em áreas urbanas com características climáticas e morfológicas semelhantes àquelas encontradas em Fortaleza. As análises ambientais realizadas com o auxílio desses dois instrumentos tiveram enfoque em variáveis relacionadas à cobertura vegetal, no que diz respeito a sua quantificação e espacialização nas áreas de estudo, considerando a urgência na busca por estratégias capazes de atenuar os efeitos da absortância solar de infraestruturas cinzas.

Ao se levar em consideração uma reflexão crítica capaz de articular a política urbana de OUC a esses instrumentos de qualificação ambiental, admite-se a premissa de que, em princípio, não há incompatibilidades conceituais e metodológicas entre eles. Ou seja, a qualificação ambiental pode inclusive ser um ativo patrimonial importante para viabilizar os empreendimentos consorciados. No entanto, é tangível as possíveis resistências à sua aplicação, já que o modelo de adesão às OUCs, como é praticado atualmente, se sustenta em uma flexibilização normativa voltada de impulsionar a mais valia através de uma agressiva mercantilização do solo urbano que se mostra incompatível com a conservação ambiental.

Considerando a problemática acima descrita, a **pergunta de partida** da pesquisa é saber: de que forma a incorporação de instrumentos de qualificação ambiental pode contribuir para a melhoria de áreas urbanas consolidadas submetidas a intervenções físicas sob a forte influência do mercado imobiliário, sendo o caso das operações urbanas consorciadas?

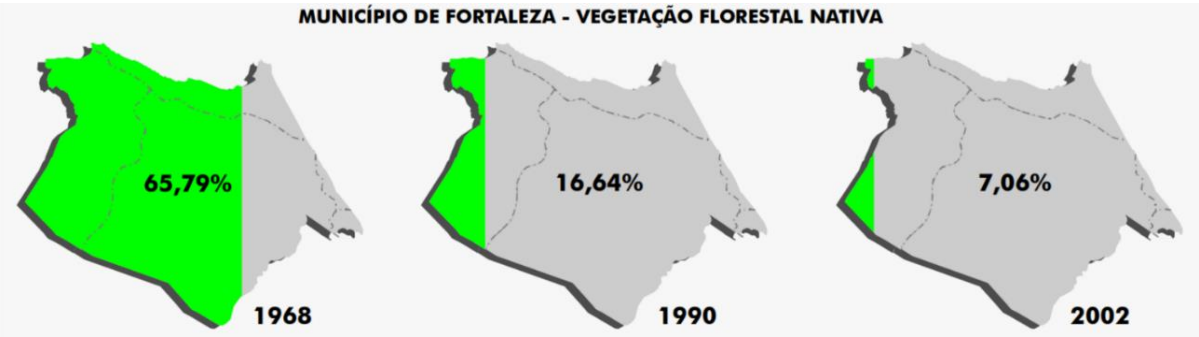
Considera-se a **hipótese** de que a adoção dos instrumentos de qualificação em projetos de OUCs não somente colabora para reduzir a subjetividade dos mecanismos dispostos na lei considerando os valores de referência, mas também limita o impacto ambiental negativo dos empreendimentos. Mais especificamente, instrumentos como o Fator Biótopo de Área (BAF) e a Quota Ambiental (QA) contribuem para a reintegração da cobertura vegetal e mimetização dos processos naturais com consequências diretas na permeabilidade do solo e no sistema de microdrenagem.

A escolha de uma cidade e dos casos de estudo

Com foco nas ações e instrumentos de políticas urbanas, selecionou-se para essa investigação a cidade **Fortaleza**. Assim como muitas outras capitais brasileiras, a metrópole cearense apresenta grande expansão populacional e significativo processo de transformação e verticalização do espaço urbano (ALVES, 2013). Como consequência, à medida que ocorre essa dinâmica de expansão urbana, a cobertura vegetal sofre reduções expressivas. Conforme destacado no capítulo 3 e aprofundado no capítulo 5 deste trabalho, Fortaleza sofreu uma significativa perda de cobertura vegetal nas últimas décadas.

Essa marca de urbanização, com consequente supressão vegetal e degradação ambiental, revela uma realidade em termos ambientais. De acordo com os dados históricos publicados no Inventário Ambiental de Fortaleza (FORTALEZA, 2003), em 1968, a cidade contava com 65,79%, aproximadamente 205,5 km² de área preservada. Três décadas mais tarde, em 2002, a superfície recoberta com vegetação florestal nativa foi reduzida a 7,06%, representando uma perda superior à metade do território total do município (312,353 km²) (Figura 1).

Figura 1 – Percentual de superfície recoberta com vegetação florestal nativa em Fortaleza.



Fonte: Fortaleza (2003).

A pesquisa de revisão bibliográfica nos permitiu notar que a partir do início do século XXI a política pública das Operações Urbanas Consorciadas aparece em Fortaleza com o foco em arranjos pontuais e políticos divergentes do conjunto de transformações urbanísticas, sociais e ambientais (HISSA, 2017). Trata-se,

sobretudo, de buscar parcerias de investimentos entre os setores público e privado, em áreas predeterminadas, havendo integração e a divisão de competências e recursos para a execução de projetos em comum.

Para verificar a ocorrência de perda de vegetação urbana em projetos submetidos à pressão do mercado imobiliário, a presente investigação se volta para um estudo avaliativo de duas operações urbanas consorciadas já consolidadas: a OUC Parque Foz Riacho Maceió (Lei N° 8503 de 23 de dezembro de 2000) [3]; e a OUC Lagoa do Papicu (Lei Municipal N° 9.857, de 22 de dezembro de 2011)[4]. Essa escolha se deve, em um entendimento preliminar, às ambiguidades e omissões desses contratos públicos que concorrem para que os ganhos do bem comum não sejam tidos como prioridade, principalmente no que diz respeito aos ganhos ambientais. De fato, as referidas leis municipais de OUCs, embora destaquem a dotação de alternativas de sustentabilidade, não as detalham e nem definem métricas para sua avaliação pós-ocupação.

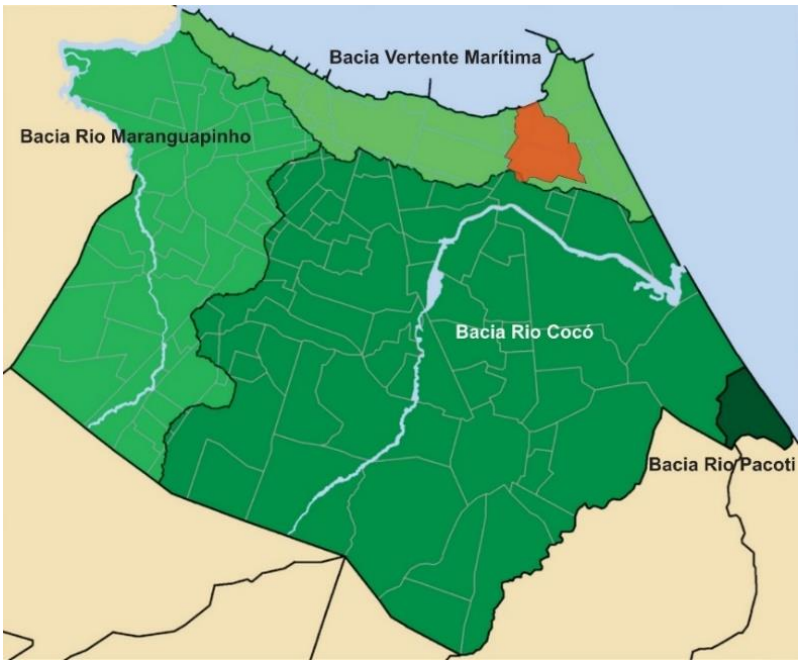
As OUCs Parque Foz Riacho Maceió e Lagoa do Papicu manifestam algumas características em comum: terras de alto interesse imobiliário, desigualdades sociais, processos de remoção e gentrificação, descaracterização e/ou comprometimento ambiental dos recursos naturais disponíveis. Outro ponto de destaque é a conexão entre a Lagoa do Papicu e o Riacho Maceió, uma vez que os corpos hídricos se complementam e formam um sistema ambiental pertencente à bacia hidrográfica Vertente Marítima[5] (Figuras 2 e 3).

[3] Estabelece diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió visando a revitalização da área ambiental degradada e sua respectiva urbanização.

[4] Estabelece diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu, do termo de mútua colaboração e compromisso, bem como define novos parâmetros urbanísticos para o parcelamento da área.

[5] As áreas das duas OUCs compreendem as microbacias hidrográficas A6.3, A6.7, A6.8, A6.9 e A6.10, sendo que a microbacia A6.3 (foz do Riacho Maceió) e A6.7 incorporam em seus limites a OUC Parque Foz Riacho Maceió (Parque Bisão), enquanto a OUC Papicu pertence às microbacias A6.8, A6.9 e A6.10. A microbacia A6.8 conecta os ecossistemas em estudo, enquanto a A6.10 envolve a lagoa do Papicu.

Figura 2 – Bacias Hidrográficas de Fortaleza.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 3 –Microbacias Hidrográficas onde estão localizadas as OUCs do Parque Foz Riacho Maceió e Lagoa do Papicu.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Todo esse sistema ambiental sofre diretamente as consequências de um modelo de desenvolvimento que prioriza a segregação socioambiental, efeito percebido principalmente através da degradação ambiental e da precarização da habitação dos mais pobres. Segundo Maia (2010), os impactos ambientais são causados pela urbanização excessiva, supressão da cobertura vegetal, lançamento de esgoto e acúmulo de resíduos sólidos. Somado a isso, existem ainda os aterros e ocupações em nascentes, margens de ambientes aquáticos ou de áreas alagáveis. A autora chama a atenção para a descaracterização das margens dos riachos Maceió e Papicu.

1.2 Objetivos da Pesquisa

Objetivo Geral

Avaliar de que forma os instrumentos de qualificação ambiental BAF (Fator Biótopo de Área) e QA (Quota Ambiental) podem contribuir para a melhoria das áreas urbanas, contrapondo a condição de flexibilização do uso e ocupação do solo no contexto das Operações Urbanas Consorciadas.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar a dinâmica de implementação das Operações Urbanas Consorciadas (OUCs) em Fortaleza, com ênfase no caso das OUCs Parque Foz Riacho Maceió e Lagoa do Papicu;
2. Quantificar, especificando o contexto temporal, a perda de cobertura vegetal na cidade de Fortaleza, com destaque para as áreas das OUCs Parque Foz Riacho Maceió e Lagoa do Papicu;
3. Avaliar o comprometimento da qualidade ambiental urbana a partir dos dados obtido no cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura de Superfície Terrestre (LST);
4. Caracterizar os instrumentos de qualificação ambiental BAF e QA;
5. Avaliar a contribuição do Fator Biótopo de Área e da Quota Ambiental como instrumentos de melhoria da qualidade das áreas urbanas consolidadas.

1.3 Metodologia

A metodologia adotada nesta pesquisa é de natureza quali-quantitativa e está alicerçada em técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e levantamentos de campo. Cabe destacar que esta investigação tem por finalidade o desenvolvimento interpretativo dos dados obtidos, portanto não se caracteriza apenas por uma descrição ou um relatório levantado de forma empírica. Não obstante, Marconi e Lakatos (2019) afirmam ser imprescindível correlacionar o universo teórico à pesquisa para que, desse modo, tenha-se um modelo da teoria como alicerce para a interpretação do significado dos dados e fatos levantados.

Os procedimentos utilizados para o cálculo de índices e instrumentos encontram-se detalhados no capítulo 4 (Material e Métodos) deste trabalho. O desenho metodológico proposto compreende seis etapas conforme descrição resumida a seguir:

- *1ª Etapa: Levantamento bibliográfico e documental*

A pesquisa tem como ponto de partida a revisão da literatura com indexadores de relevância e pesquisa documental junto a órgãos públicos, de forma a compreender o estado da arte e consolidar a base teórica-metodológica especificamente voltada para o estudo dos casos em tela. A revisão bibliográfica proporcionou um melhor entendimento sobre os projetos de urbanização decorrentes de parcerias público-privadas, em especial sobre a implantação das OUCs; também foram proveitosas as noções e conceitos que gravitam no entorno da vegetação urbana, tais como serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde; por último, a relevância dos índices e indicadores de sustentabilidade para a interpretação de fenômenos urbanos.

A pesquisa documental foi realizada junto a diversas instituições[6] para o levantamento de dados e informações referentes ao município de Fortaleza e às OUCs, com destaque para leis específicas, documentos oficiais municipais, bases cartográficas e arquivos KMZ. Fontes secundárias expressas na forma de revistas e artigos científicos, dissertações, teses e livros, por sua vez, foram utilizados com o

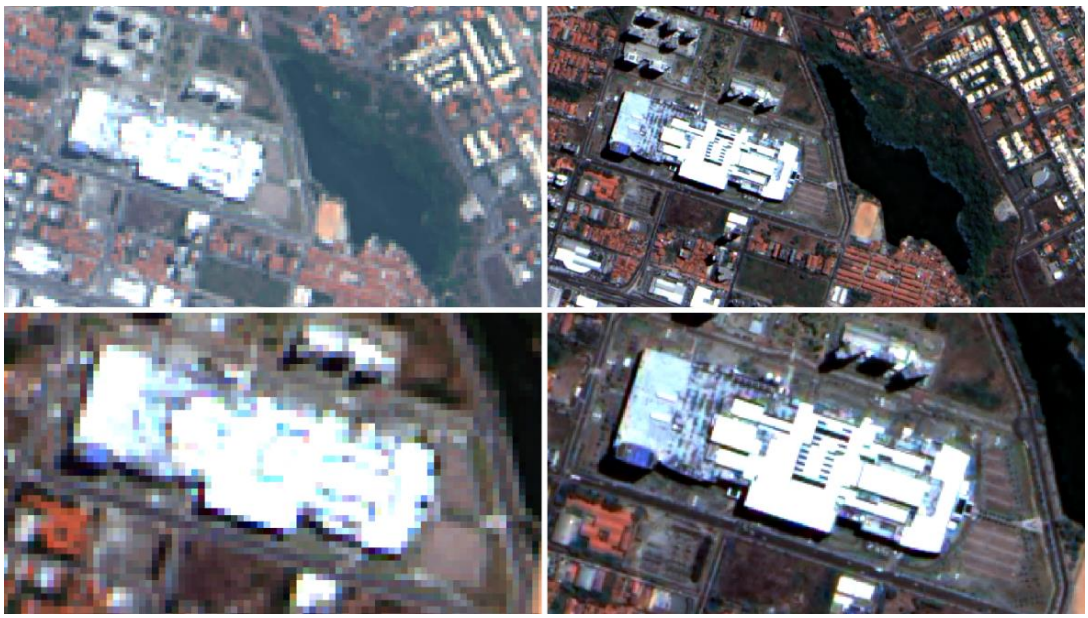
[6] Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Fortaleza (SEUMA), à Secretaria de Finanças do Município de Fortaleza (SEFIN), ao Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

objetivo de ampliar a apreensão do fenômeno da expansão urbana e seus rebatimentos ambientais, mais precisamente a supressão de cobertura vegetal.

- *2ª Etapa: Seleção e processamento das imagens de satélites*

Esta etapa foi dedicada aos procedimentos de seleção e processamento de imagens de satélites com o objetivo de assimilar a dinâmica de urbanização de Fortaleza a partir da análise da decorrente supressão de sua cobertura vegetal. A seleção das imagens foi feita de acordo com a qualidade de captura do satélite e percentual do bloco obscurecido pela cobertura de nuvens, bem como os meses do ano (junho e agosto) com características pluviométricas aproximadas, ambos representam o fim da quadra chuvosa no Estado do Ceará (fevereiro a maio) (SAMPAIO et al., 2021; TEZA; BAPTISTA, 2015). Para a delimitação da área de estudo, foram utilizados os arquivos vetoriais disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza como máscara de recorte.

Figura 4 – Vista superior da OUC Lagoa do Papicu em composição multibanda colorida R3G2B1 do satélite CBERS 04A em 2020 e resolução de 8 metros (esquerda) e 2 metros (direita).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o processamento das bases cartográficas e imagens de satélite, foi utilizado o *software* livre QGis 3.16.3 “Hannover” com o suporte do *Google Earth Pro* e o *Google Street View*. Foi considerado o SIRGAS 2000 - Sistema de Referência

Geocêntrico para as Américas – e o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) zona 24S, de autoridade EPSG (*European Petroleum Survey Group*) 31984. No caso específico da imagem do satélite CBERS 04A, realizou-se o empilhamento das bandas espectrais e, em seguida, sua fusão à imagem da banda pancromática para alcançar a composição multibanda colorida RGB com a resolução espacial de 2 metros[7]. Seleciona-se, portanto, o conjunto de dados espectrais e o conjunto de dados pancromáticos e executa-se a ação, resultando no produto de interesse interpretativo (Figura 4).

É importante salientar que os dados interpretativos a partir do uso dos Sistemas de Informações Geográficos (SIG) são disponibilizados pelas Instituições de forma totalmente gratuita. Os arquivos digitais cartográficos em formato *shapefile* são fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), CPRM e pela Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), representada pela SEFIN e pelo IPLANFOR. As imagens de satélite, por sua vez, são disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* - USGS).

- *3ª Etapa: Levantamento técnico em campo*

A terceira etapa efetivou-se no levantamento técnico em campo. As técnicas de laboratório, os softwares e os sistemas de georreferenciamento supervisionam o uso de imagens e permitem a confecção de mapas temáticos. As visitas de campo têm por objetivo verificar a existência de infraestruturas urbanas, analisar a vegetação da área, suas zonas permeáveis, entre outras funções para coleta, a exemplo das medições e dos registros fotográficos, e validação dos dados. Para Venturi (2005), a função do trabalho em campo é conferir as informações obtidas por outros artifícios e validar a real ocorrência das áreas verdes urbanas, uma vez que estas sofrem consequências diretas dos processos de urbanização.

[7] Esse nível de detalhamento nos permite obter resultados mais precisos. O primeiro passo é acessar a função mesclar, em miscelânea, nativa do QGis. Nesse processo foram selecionadas como camadas de entrada as bandas 1, 2, 3 e 4, de mesma resolução espacial. A fim de se obter um único arquivo multibanda, foi marcado a opção na qual cada arquivo de entrada é colocado em uma banda separada.

- *4ª Etapa: Cálculo do NDVI e do LST*

Devido às limitações de dados oficiais e a heterogeneidade das superfícies presentes nas áreas de estudo, adotou-se complementarmente dois índices para subsidiar a análise e interpretação do BAF e do QA. São eles: o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – para elaboração dos mapas e cálculo das áreas impermeabilizadas e de cobertura vegetal, e o *Land Surface Temperature* (LST) –Temperatura de Superfície Terrestre – como suporte a interpretação dos resultados. Os procedimentos técnicos relativos ao NDVI e ao LST encontram-se descritos capítulo 4 (Material e Métodos) deste trabalho.

- *5ª Etapa: Aplicação do BAF e da QA às OUCs*

Esta etapa consiste em aplicar os instrumentos Fator Biótopo de Área (BAF) e a Quota Ambiental (QA) nas áreas das duas OUCs definidas para estudo. A análise se sustenta no princípio da necessidade de adoção de métricas para quantificar e caracterizar a estrutura do ambiente urbano e relacioná-las com os padrões de uso e ocupação do solo ou com o impacto na provisão de serviços ecossistêmicos (DOBBS et al., 2017; MAGALHÃES, 2013; SOARES et al., 2011). Sendo as métricas da paisagem favoráveis ao entendimento dos padrões espaciais (tamanho, isolamento, quantidade, forma e distribuição dos elementos no espaço) em diferentes níveis de escala (regional, local, bairro, quadra, lote, entre outros). Os procedimentos técnicos relativos aos cálculos do BAF e do QA encontram-se descritos capítulo 4 (Material e Métodos) deste trabalho.

- *6ª Etapa: Resultados e discussões*

Nessa última etapa, os dados obtidos na pesquisa são apresentados, comentados e interpretados. Discute-se, também, o que se avançou no conhecimento do problema, em relação ao estado da arte. Trata-se de uma visão concentrada nos procedimentos do estudo reportado, o foco vai se ampliando dos dados para sua interpretação. O intuito da simulação é compreender melhor as potencialidades e as limitações dessas metodologias e a forma como elas poderiam ser incorporadas à agenda urbana municipal.

1.4 Estrutura da Dissertação

Este trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos, incluindo introdução e conclusão. Esses capítulos são brevemente resumidos a seguir:

O capítulo 2 – ***Revisando Conceitos e Literatura*** – procura registrar as principais entradas teórico-conceituais de interesse da pesquisa. Primeiramente recapitula-se as origens e proposições do planejamento estratégico neoliberal, com destaque para a flexibilização normativa do solo urbano e suas implicações ambientais a partir da legitimação das parcerias público-privadas. Em seguida, destaca-se as noções e conceitos referentes à vegetação urbana, serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde dispostos em trabalhos consagrados sobre sustentabilidade e ecologia urbana. Ao final, sintetiza-se índices e indicadores relacionados à sustentabilidade urbana presentes na literatura com ênfase em dois instrumentos de qualificação ambiental, especificamente o Fator Biótopo de Área e a Quota Ambiental, para análise e quantificação das áreas vegetadas e impermeabilizadas resultantes do uso e ocupação de lotes.

O Capítulo 3 – ***Fortaleza e a Política Pública das OUC(s)*** – contextualiza a supressão de cobertura vegetal na capital cearense ao longo das últimas décadas. Contextualiza-se também o processo de urbanização de mais valia, segregativa e especulativa, no qual ganha destaque a política urbana do instrumento das Operações Urbanas Consorciadas para fins de intervenções urbanísticas. A discussão é conduzida em torno da flexibilização das normas urbanísticas e que são de interesse econômico da iniciativa privada. O capítulo se encerra com a análise do dos processos de implantação das OUCs Parque Foz Riacho Maceió (Lei N° 8.503/2000) e Lagoa do Papicu (Lei N° 9.857/2011).

O capítulo 4 – ***Material e Métodos*** – é dedicado ao aprofundamento dos procedimentos metodológicos referentes ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), à Temperatura de Superfície Terrestre (LST), bem como aos instrumentos de qualificação ambiental do Fator Biótopo de Área (BAF) e da Quota Ambiental (QA). Comtempla-se, resumidamente, suas origens, as principais características e os aspectos referentes à sua aplicação com ênfase nos critérios de pontuação adotados para as superfícies em cada uma das metodologias.

O capítulo 5 – ***Resultados e Discussões*** – apresenta e interpreta a aplicação dos procedimentos técnicos operacionais descritos no capítulo anterior, possibilitando fazer uma análise espaço-temporal dos recortes determinados. Expõe-se, assim, uma reflexão acerca dos resultados obtidos na investigação de modo a compreender as vantagens e limitações dos instrumentos de qualificação ambiental selecionados e suas contribuições para a reintegração da cobertura vegetal e mimetização dos processos em áreas urbanas consolidadas.

2. REVISANDO CONCEITOS E LITERATURA

2.1 Planejamento Estratégico e o Sentido da Parceria Público-Privada

Em uma obra bastante difundida, Vainer (2007) destaca o fato de no final do séc. XX, uma nova questão urbana toma corpo com a adoção das premissas de produtividade e de competitividade. Entre os modelos de planejamento urbano que concorrem para superar o tradicional padrão tecnocrático-centralizado-autoritário encontra-se o Planejamento Estratégico. Este modelo vem sendo difundido no Brasil e na América Latina, desde os anos 1990, pela ação combinada de diferentes agências multilaterais (BIRD, Habitat) e consultores internacionais.

Se durante um largo período o debate acerca da questão urbana remetia a temas como crescimento desordenado, reprodução da força de trabalho, equipamentos de consumo coletivo, movimentos sociais urbanos, racionalização do uso do solo, a nova questão urbana enfocada pelo planejamento estratégico tem como nexo central a problemática da competitividade urbana. A cidade passa a ser encarada como uma mercadoria a ser vendida em um setor econômico extremamente competitivo. Isto explicaria que o chamado *marketing urbano* se impôs cada vez mais como uma esfera específica e determinante do processo de planejamento e gestão de cidades (COMPANS, 2005; VAINER, 2007, SANCHEZ, 2010).

Nessa realidade, encontramos as bases para entender o comportamento de muitos prefeitos, que mais parecem vendedores ambulantes que dirigentes políticos. Eles buscam vender aqueles atributos específicos que constituem, de uma maneira ou de outra, insumos valorizados pelo capital transnacional: espaços para convenções e feiras, parques industriais e tecnológicos, oficinas de informação e assessoramento a investidores e empresários, torres de comunicação e comércio, segurança etc. (BORJA; FORN, 1996, p.34).

Esta abertura para o exterior é claramente seletiva: toda prioridade é oferecida aos visitantes e usuários solventes. A representação da cidade-mercadoria coexiste com uma outra em que a cidade aparece como sujeito, a cidade-empresa, onde os problemas urbanos são reduzidos a dificuldades a problemas de natureza gerencial, operacional e metodológica. A cidade toma como protótipo a empresa privada, sendo

a intervenção estatal voltada para os interesses constituídos e dominantes no mercado. A venda da imagem de cidade-mercadoria se distancia, assim, do empenho por uma cidade justa e democrática.

De fato, este modelo de planejamento urbano neoliberal impõe novos atores, sendo que a cidade-empresa exige que os protagonistas das ações e decisões sejam os mesmos que protagonizam as peripécias do mercado. Como lembra Ascher (1994, p. 86), não se trata "...de abandonar toda intervenção pública e sim de fazer com que ela dependesse das exigências dos atores privados".

Segundo Castells e Borja (1996, p. 159), o projeto de superação da "separação rígida entre o setor público e o privado", apesar de uma ambiguidade permanentemente acionada, não se refere a interesses, indivíduos ou grupos privados em geral; tampouco remete ao privado enquanto esfera da vida social, em que estaria associada à ideia de particular, íntimo, pessoal em oposição ao público. O privado aqui é, claramente, o interesse privado dos capitalistas, e, neste sentido, comparece no mesmo campo semântico de expressões como iniciativa privada, privatização e outras, que evocam ou remetem a capital, capitalistas, empresários capitalistas.

Essa lógica de visão de mundo dará origem às **Parcerias Público-Privadas** (PPPs) tal como as conhecemos hoje. As primeiras experiências ocorreram nos Estados Unidos e na Europa, entre a década de 1940 e 1970. Nos principais países capitalistas, com a política do Estado de Bem-estar Social[8], percebeu-se um significativo crescimento econômico, investimentos em políticas sociais e aumento do direito à moradia. Mas este cenário não perdurou. A partir de 1970, essa política entrou em declínio ocasionada pela falta de equilíbrio entre desenvolvimento econômico e o bem-estar do cidadão.

No pensamento neoliberal que se torna hegemônico, as parcerias entre o poder público e o setor privado podem, em princípio, abranger uma vasta gama de formas de cooperação e aliança entre esses agentes. As PPPs figuram como uma figura jurídica instituída para explicar novas formas de contratação entre ambos, em especial na produção do ambiente construído. O resultado é a constituição de diferentes tipos

[8] O governo é responsável por garantir os direitos mínimos aos cidadãos como educação, habitação e renda, e ainda interferir na economia.

de associação empresarial com o aporte de capitais por parte do poder público para financiar empreendimentos de grupos empresariais privados. Várias são as formas de construção de novos e mais ágeis mecanismos de transferência de recursos – financeiros, fundiários, políticos – para grupos privados (COMPANS, 2005).

No caso brasileiro, o Estatuto da Cidade consolida, em 2001, a explicitação da parceria público-privada como instrumento da política e do planejamento urbano, indicando que ela poderá ser ampliada para outras formas de atuação da administração pública, a exemplo de sua aplicação como instrumento de regulação urbanística. A regulamentação dos instrumentos do Estatuto da Cidade nos planos diretores urbanos resultou na prática em um processo de flexibilização das normas urbanísticas referentes aos usos e ocupação do solo urbano.

As operações urbanas consorciadas, como detalharemos no próximo capítulo, constituem uma forma de PPP que possibilita, sob demanda do setor privado, estabelecer novos parâmetros tipologias atraentes ao mercado imobiliário. Essa flexibilização normativa serve à atração de capital para viabilizar novos “produtos” urbanos e, sobretudo, taxas altamente intensificadas de inovação comercial, tecnológica e organizacional, envolvendo rápidas mudanças dos padrões do desenvolvimento desigual no espaço intraurbano.

A legislação de uso e ocupação do solo é modificada caso a caso, tanto para construção de habitação de interesse social (HIS) quanto para loteamentos fechados ou outras tipologias. Para a viabilidade de alguns empreendimentos, faz-se necessário dirimir conflitos em relação à legislação urbana, geralmente resolvidos por um acordo entre empreendedores, poder público e financiadores, com a alteração de leis municipais. A elaboração de Estudos de Impacto de Vizinhança, quando existe, é mascarada por pareceres quase sempre favoráveis das instâncias decisórias municipais. A flexibilização normativa inerente às OUCs é exemplo de um comportamento dos atores que não seguem as restrições, a não ser que se alinhem com suas estratégias, em prol da lucratividade do empreendimento imobiliário, em uma coalisão voltada à ideia de desenvolvimento urbano estratégico.

2.2 Vegetação Urbana, Serviços Ecossistêmicos e Infraestrutura Verde

A cidade é um produto inacabado das relações humanas e transforma-se à medida que a sociedade se transforma, sendo também um organismo vivo que carrega em sua construção a marca dos fatores históricos (MUNFORD, 2001). De fato, em uma perspectiva evolutiva, a cidade é principalmente uma construção sociofísica que abriga oportunidades sociais, atividades culturais e reivindicações de poder. Trata-se, portanto, de um espaço político que exerce influência sob a provisão e o acesso a ativos comuns.

Na contemporaneidade, vivemos em um mundo de cidades conectadas entre si e em constantes e intensos processos de expansão e modificação da terra urbana. Esse movimento se tornou um dos mais dinâmicos e significativos promovidos por ações antrópicas. Tal percepção é reforçada por R. Florida (KNOX, 2016, p.8), quando descreve o extraordinário fenômeno geográfico da urbanização[9] como um dos mais importantes para a transformação das paisagens globais.

Assim, urbanização e meio ambiente têm uma relação direta. A urbanização, por implicar a concentração de pessoas e atividades produtivas sobre um espaço restrito, gera, necessariamente, impactos degradadores do meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes. O meio urbano tornou-se um insustentável sistema aberto que demanda mais e mais uma imensa quantidade de energia. Esse crescimento exponencial nas demandas de energia vem em forma de novos serviços, modos de transportes, matérias-primas para fabricação de bens (assim como a geração de resíduos dos mais variados), processamento de informações e dados com significativos impactos ao meio ambiente (ELLIOT et al., 2019).

Em tese, como afirma Jatobá (2011), a concentração de população humana em cidades reduz a pressão sobre os ecossistemas e as áreas naturais, porque diminui drasticamente a superfície de espaço natural requerida para a ocupação de um mesmo número de pessoas de forma dispersa no território. Entretanto, não é somente

[9] Mais da metade da população mundial vive em cidades e, nos próximos 30 anos, outras milhões de pessoas também viverão. Segundo a ONU, a população mundial deve atingir 9,8 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos e 11,2 bilhões de pessoas em 2100 (ELLIOT et al., 2019). De maneira simultânea, 55% da população mundial que vive em áreas urbanas, algo em torno de 4,2 bilhões de pessoas, se aproximará dos 68% até 2050 (UNITED NATIONS, 2018). Em novembro de 2022 a população mundial alcançou a expressiva marca de 8 bilhões de habitantes.

a superfície de solo ocupada que conta no cálculo dos impactos ambientais produzidos por uma determinada população urbana. O padrão de consumo[10] e geração de rejeitos dessa população pode requerer e impactar uma quantidade de recursos naturais que extrapola em muito a área ocupada por ela.

Apesar de algumas facilidades promovidas pela globalização, inúmeras demandas socioambientais e infraestruturais surgem como resposta ao exponencial adensamento populacional e das desigualdades sociais ligadas à especificidade da modernização capitalista. Para Ross (2001), as intervenções de ordem antropogênica podem provocar incalculáveis prejuízos ao sistema urbano, sendo representados pela ocupação urbana das planícies e fundos de vales planos e estreitos, supressão da cobertura vegetal, excessiva impermeabilização das superfícies ocupadas e/ou urbanizadas, aterros para a abertura de novas vias, estrangulamento do leito menor, instalação de tubulação de diâmetro inadequado e canalização de rios.

Além da oferta de ambientes hostis ou insalubres, tem-se como normalidade também a exposição a níveis prejudiciais de radiação ultravioleta, aos diferentes tipos de poluição (atmosférica, visual e sonoro) e a ocorrência de eventos extremos. Os intensos processos de urbanização trazem consigo também significativas alterações à vegetação primitiva ou aos serviços ecossistêmicos de um modo geral (LOBODA; ANGELIS, 2005; WONG et al., 2018).

Essa descrição distópica da urbanização vem como um alerta e uma urgência. Adianta-se, por outro lado, o avanço do conhecimento sobre os benefícios dos Serviços Ecossistêmicos disponíveis pela vegetação urbana diretamente relacionados à qualidade de vida nas cidades. Os serviços ecossistêmicos são definidos como processos, condições, bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas naturais e suas espécies para manter e atender às necessidades humanas, tendo como suprimento básicos os fatores biofísicos e as modificações no tempo e espaço (ZHENG et al., 2020; TAVARES et al., 2019). Eles são classificados em: serviços de suporte, como formação do solo, fotossíntese e ciclagem de nutrientes; serviços de provisão, que são os produtos obtidos, como o fornecimento de alimentos, água e madeira; serviços

[10] Estudos comprovam que a pegada ecológica de algumas cidades chega a superar em mais de 100 vezes o seu tamanho (JATOBÁ, 2011).

reguladores, que são os benefícios que regulam as condições ambientais, condições climáticas, controle de doenças, resíduos e qualidade da água; e serviços culturais, estes por sua vez, definidos como benefícios não materiais às pessoas (cognição, recreação, reflexão, estética e outros) (HAINES-YOUNG; POTSCHIN-YOUNG, 2018; COSTANZA et al., 1997).

Há décadas, os especialistas apontam que as áreas verdes e seus serviços ecossistêmicos estão fortemente conectados ao ambiente urbano. Jaqueline Tyrwhitt, entre 1905 e 1983, e Patrick Geddes, em 1915, acreditavam na combinação da ecologia e do planejamento urbano (PARRIS et al., 2018). Seguindo a mesma percepção, Hayward e Weitzer, em 1984, defendiam os parques urbanos como provedores de serviços ecossistêmicos culturais e oportunidades de lazer (ZHENG et al., 2020). A arborização de vias públicas também é peça cada vez mais importante para as cidades, que quando somada aos parques possibilita o dimensionamento do bem-estar e a qualidade de vida no ambiente urbano, bem como garante um ambiente mais equilibrado e saudável.

Hunter e Luck (2015), por sua vez, destacam os parques urbanos como uma das formas mais importantes de espaço verde, contribuindo para a sustentabilidade urbana e fornecendo uma ampla gama de serviços ecossistêmicos (YAN et al., 2018). Dentre os benefícios enumera-se a redução do estresse, restauração de capacidades mentais, redução de problemas relacionados à saúde física e obesidade, assim como a redução nos riscos de doenças em geral, a promoção de relações sociais e o desenvolvimento comunitário harmonioso (ZHENG et al., 2020; WANG; QIU, 2018).

Hall e Dickson (2011) resumem os benefícios ambientais, econômicos, sociais e de saúde que as plantas proporcionam quando estas estão em interação direta com as pessoas. Os resultados encontrados reforçam o que já se mencionou: redução da ansiedade, recuperação do déficit de atenção, fractais e respostas visuais, melhoria em quadros de depressão e mitigação do transtorno do estresse pós-traumático, memória e criatividade aprimoradas, maior produtividade, felicidade e satisfação com a vida, assim como a melhoria da autoestima. De fato, a quantidade de áreas verdes em ambientes residenciais está positivamente relacionada à saúde geral dos seus habitantes. A existência de vegetação na vizinhança ou o acesso a um jardim e até

mesmo a exposição a cenas naturais podem promover melhorias significativas na vida das pessoas (PARK et al., 2017).

As áreas verdes atuam ainda como a captura de carbono (KIM; MILLER; NOWAK, 2015), redução da poluição do ar (SELMI et al., 2016), mitigação das ilhas de calor (ESTOQUE et al., 2017), mitigação de enchentes, deslizamentos, chuvas ácidas e trazem resultados benéficos na composição atmosférica, no equilíbrio do solo, no tempo e regulação dos microclimas urbanos (ROSSATTO et al., 2018). Essas áreas oferecem também instalações recreativas e de lazer com funções educativas (HAYWARD; WEITZER, 1984), locais de refúgio às ocupações cotidianas, além de serem consideradas as principais fontes de contato com a natureza nos ambientes urbanos e suporte à biodiversidade (ELMQVIST et al., 2015; WILLIS; PETROKOFSKY, 2017; BENINDE et al., 2015).

A difusão e assentimento desses benefícios deu impulso à ideia de que a natureza deva figurar como solução para uma parcela dos problemas urbanos e parte fundamental do complexo sistema que compõe a cidade. Nesse contexto, as soluções encontradas convergem, em sua maior parte, para as Soluções Baseadas na Natureza (SbN)[11], isto é, soluções desenvolvidas de modo a contribuir com a renaturalização da paisagem das cidades. Verifica-se essa mudança de percepção nas palavras de Spirn (1995, p. 4-5 apud SANT'ANNA, 2020 p. 40):

> A natureza na cidade é muito mais do que árvores e jardins, e as ervas daninhas nas rachaduras da calçada e nos terrenos baldios. É o ar que respiramos, a Terra em que pisamos, a água que bebemos e excretamos e os organismos com os quais compartilhamos nosso *habitat* (...). É a consequência de uma interação complexa entre os múltiplos propósitos e atividades dos seres humanos e outros seres vivos, criaturas e processos naturais que governam a transferência de energia.

Depreende-se, portanto, o protagonismo crescente da noção de Infraestrutura Verde (GI)[12] – quando se trata de planejamento urbano. O processo de urbanização tradicional levou ao desenvolvimento das técnicas com a adoção majoritária de infraestruturas e soluções cinzas – caracterizadas por Maropo et al. (2019) como "toda a infraestrutura convencional constituída por ruas, sistema de rede de esgoto e de

[11] Na língua inglesa *Nature-Based Solutions* (NbS)

[12] Na língua inglesa *Green Infrastructure* (GI)

água canalizados". Trata-se de um modelo no qual os sistemas urbanos são abordados de forma isolada, a natureza perdeu o protagonismo no traçado da ocupação territorial e os processos naturais passaram a figural em um papel secundário na agenda do planejamento urbano.

Logo, ao ignorar a importância das GI, as cidades tornam-se cada vez menos eficientes, sustentáveis e inteligentes. Como agravante, as populações vulneráveis, sem acesso e recurso para a escolha de alternativas, passaram a ocupar ao longo do tempo assentamentos informais em locais de difícil urbanização – íngremes, alagáveis ou periféricos – e com grande risco ambiental, sujeitos aos impactos dos desastres naturais (ROLNIK, 1999). Tem-se, consequentemente, a destruição de morros e dunas, a descaracterização da geometria original da topografia do território e a negligência em relação aos corpos hídricos. Os danos são inúmeros, com destaque para os seguintes:

- alteração das vazões e fluxos das águas, mangues e brejos;
- desmatamento das matas ciliares e intenso adensamento e/ou uso às margens do corpo hídrico;
- desconfiguração dos meandros;
- retificação e canalização como subterfúgio para "melhorar" o desempenho da infraestrutura urbana de drenagem e saneamento nas áreas de maior interesse urbano.

As infraestruturas verdes são, portanto, ferramentas que permitem integrar os múltiplos serviços ambientais às estruturas urbanas construídas, rompem com o modelo urbano tradicional e adotam o princípio da multifuncionalidade. De forma simultânea, respondem às múltiplas funções e aos benefícios atribuídos às áreas verdes e, de acordo com suas aplicações, atuam em diferentes escalas (particular, local e de paisagem) de modo a fortalecer a conexão entre elas (MACHADO et al., 2020). Sant'Anna (2020, p.145) enumera sua influência nos estudos e práticas urbanísticas:

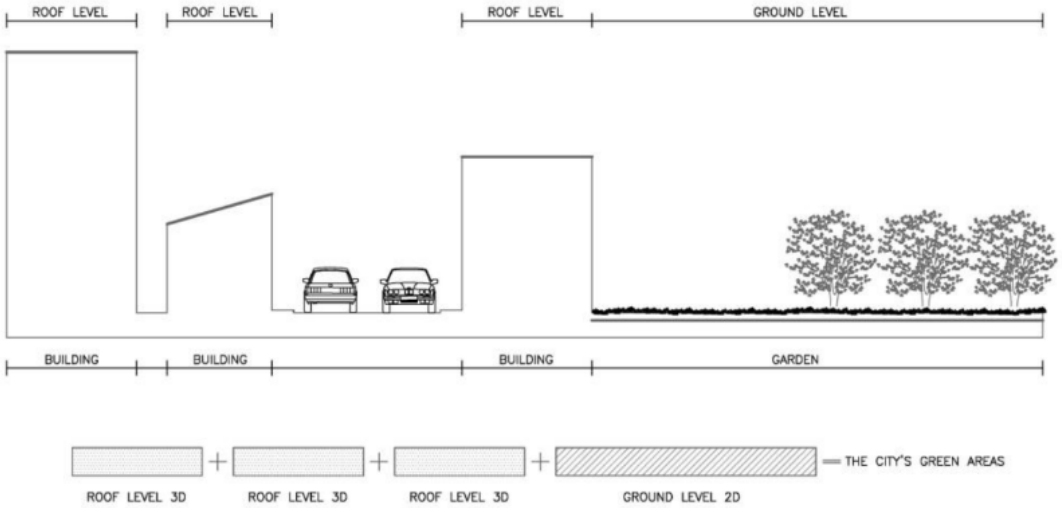
> O termo infraestrutura verde recupera, organiza e integra abordagens originárias de diferentes disciplinas anteriores a sua conceituação, como *greenways* (final século XVIII), cidade-jardim (século XVIII), cinturão verdes e franjas urbanas (século XVIII), planejamento ambiental (século XIX), corredores verdes, ecologia da paisagem, a participação social do século XX,

> mas também trata de temas contemporâneos do século XX, como sustentabilidade urbana, cidade esponja, *Eco-city*, soluções baseadas na natureza (século XXI) e o planejamento para as mudanças climáticas (século XXI) – os dois últimos muito em voga nos últimos tempos.

Na escala particular, a infraestrutura verde contempla áreas com necessidade de instalação de jardins verticais, jardins particulares e coberturas verdes, enquanto a escala local abrange a cobertura das copas das árvores, as condições de sanidade da arborização urbana, florestas ripárias, conexão entre os parques da cidade, estradas verdes, jardins comunitários, pavimentos permeáveis e as diversas práticas de infiltração da água de chuva. Toda essa gama de soluções tem o objetivo comum de preservar e otimizar a paisagem urbana.

A adoção de soluções de GI na arquitetura da cidade (coberturas e fachadas, por exemplo) torna mais eficaz o planejamento do uso e ocupação do solo. O intuito é transformar a área edificada da cidade, notadamente impermeável, em áreas ajardinadas através da aplicação de vegetação sobre superfícies construídas (ROLA et al., 2003). Em Santos et al (2016), por exemplo, a área verde é avaliada na escala de proximidade à habitação considerando os níveis do solo e da cobertura (Figura 5).

Figura 5 – Exemplo de cálculo de área verde em área urbana, considerando os níveis do térreo e da cobertura.



Fonte: Santos, Tenedório e Gonçalves (2016).

De fato, já são inúmeras as pesquisas que relatam formas de preservar características de alta biodiversidade na paisagem urbana, como a preservação de linhas de drenagem natural dentro da perspectiva do desenvolvimento de baixo impacto (PARRIS et al., 2018; HUANG e WANG, 2019). Nesse modelo são adotadas condições hidrológicas de forma a reduzir os impactos do escoamento de águas pluviais urbanas nos ambientes receptores, além disso são implementados dispositivos de retenção como tanques e jardins de chuva e conservação dos elementos naturais existentes. Os resultados obtidos apontam impactos significativos da morfologia urbana na temperatura terrestre, com destaque especial para edifícios (absorção da radiação solar, formação de fluxo de ar e geração de calor), superfícies gramíneas, arbustos e árvores.

2.3 Indicadores de Áreas Verdes e Instrumentos de Qualificação Ambiental

Para que servem os índices e indicadores no âmbito do planejamento e gestão das cidades? Eles servem para comunicar ou informar sobre o progresso em direção a uma determinada meta, mas também podem ser um recurso que deixa uma tendência mais perceptível ou um fenômeno que não seja facilmente detectável. Por vezes, projetos ou ações possuem metas preestabelecidas nas quais o uso de indicadores é fundamental para o monitoramento do alcance delas ou para uma avaliação geral. Em outros casos, se prestam para subsidiar atividades de planejamento público e decisões políticas em diferentes esferas e dimensões da realidade, sem necessariamente ter a existência de metas predefinidas (JANNUZZI, 2001).

A utilização de índices e indicadores é um fator essencial para o planejamento e gestão das cidades. Para Michell (1996), indicador é uma ferramenta para obtenção de informações sobre uma realidade específica. Siche et al. (2007) definem índice como um valor agregado final, cujas variáveis de cálculo são compostas por indicadores. De forma complementar, Siche et al. (2007) destacam a possibilidade de realizar a correta interpretação de um sistema simples ou complexos a partir de um valor numérico, de bases científicas e métodos adequados. Sendo, portanto, considerado um instrumento de suporte para a tomada de decisão.

Em uma breve retrospectiva, pode-se dizer que a ideia de desenvolver e aplicar indicadores para mensurar a sustentabilidade teve início, ou maior destaque, na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, conhecida também como Rio 92[13]. O capítulo 40 da Agenda 21[14] apresenta que:

> Os indicadores comumente utilizados, como o produto nacional bruto (PNB) ou as medições das correntes individuais de contaminação ou de recursos, não dão indicações precisas de sustentabilidade. Os métodos de avaliação da interação entre diversos parâmetros setoriais do meio ambiente e o desenvolvimento são imperfeitos ou se aplicam deficientemente. É preciso elaborar indicadores de desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para adotar decisões em todos os níveis, e que contribuam a uma sustentabilidade autorregulada dos sistemas integrados do meio ambiente e o desenvolvimento" (UNITED NATIONS, 1992).

Nesse contexto, Camino e Müller (1993) reconhecem que um índice de sustentabilidade deve referir-se inicialmente aos elementos relativos da sustentabilidade de um sistema. Mas não apenas isso, Wong e Chen (2009) endossam o entendimento de que a vegetação nas cidades não deve ocorrer de forma isolada, mas como parte de uma rede que conecta espaços intraurbanos ao entorno das cidades. De maneira geral, os índices ou indicadores funcionam como um sinal, um alerta, uma forma de representar o estado em que se encontra o objeto em análise. Uma vez que são expressos por valores estáticos, acabam por proporcionar o recorte espaço temporal. São considerados, portanto, informações essenciais no auxílio da avaliação de situações atuais, mas também no prenúncio, mesmo que estimado, de cenários futuros (SICHE et al., 2007).

Na literatura especializados, as concepções de indicadores de áreas verdes urbanas são dispares. Em boletim informativo, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - SBAU (1996), por exemplo, sugeriu um índice mínimo de 15 m²/habitante de áreas verdes destinadas à recreação. Coq-Huelva e Asián-Chaves (2019), por sua vez, relatam que a orientação da Organização Mundial da Saúde (OMS) é de que as cidades disponham de, no mínimo, 9m² de áreas verdes urbanas por habitante.

[13] Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, sediada em 1992 na cidade do Rio de Janeiro. O evento também ficou conhecido como Rio 92 ou Eco 92.

[14] Documento global de planejamento que tem como objetivo promover a construção de sociedades sustentáveis. Assinado por 179 países participantes da Rio 92, o instrumento está dividido em 40 capítulos e preza pela proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica.

Enquanto Arruda et al. (2013) associam à OMS uma média de 12m². Tais índices, correntemente atribuídos à OMS e à Organização das Nações Unidas (ONU), se propagaram e logo, pesquisadores, administradores públicos, profissionais do urbanismo e tomadores de decisão os adotaram como parâmetro a serem alcançados nos municípios brasileiros.

No entanto, mediante a falta de consenso nacional acerca da referida recomendação, Cavalheiro (1982) buscou novas recomendações em referências internacionais. A partir dos seus estudos, o autor levantou a hipótese que o valor de 12m²/habitante adotado no Brasil refere-se apenas às áreas de parques e teve sua origem na Alemanha, onde se adotava 13m²/habitante, dos quais 6 m²/hab. eram para parque de bairro e 7m²/hab. para parques distritais ou setoriais no geral, ficando de fora desse valor as Unidades de Conservação, os parques regionais e outros. Há ainda uma ressalva que cidades sem bosques e reservas naturais apresentariam uma relação de 33,5 m² de área verde por habitante.

De todo modo, Cavalheiro e Del Picchia (1992) constataram, após contato com a ONU e OMS, que as referidas instituições desconheciam tais valores. Nessa perspectiva, Coq-Huelva e Asián-Chaves (2019) apontam que os índices de áreas verdes por habitante mensurados em m², podem ser ainda, em alguns casos, tendenciosos, uma vez que incluem jardins em áreas particulares ou áreas verdes em locais de difícil acesso por parte da sociedade em geral.

Isso leva crer que as metas apontadas na literatura, e aqui reunidas, foram direcionadas a cidades distintas em momentos específicos de suas histórias. Apesar disso, os valores possuem uma certa expressividade e por si só, mesmo com todas as contradições expostas, não configuram propriamente um problema, e sim o oposto. Sempre que alcançados, eles seriam positivamente percebidos pela sociedade e refletidos diretamente em hábitos comuns ao ambiente urbano. Isso porque até mesmo em zonas onde não há ocupação, há diminuição das áreas verdes disponíveis (GUILLÉN, 2018). O resultado é uma fragmentação acentuada e a perda de ambientes naturais significativos que poderiam servir de *habitat* para diversas espécies de fauna e flora (ESCOBEDO et al., 2006).

Outro fator importante associado à perda da cobertura vegetal é o aumento das temperaturas médias nos espaços urbanos. Oke (1985) sugere que uma cidade, para apresentar adequado balanço térmico, precisa de aproximadamente 30% de cobertura vegetal, ao passo que, áreas urbanas com índice de arborização inferior a 5% se assemelham a regiões com características desérticas. Cavalheiro et al. (1999) sugerem que a porção vegetada e o solo permeável devem ocupar um percentual mínimo de 70% das áreas verdes. Os canteiros e os pequenos jardins de ornamentação não são classificados como áreas verdes, mas como “verde de acompanhamento viário” que, juntamente com as calçadas, pertencem à classe de espaços construídos ou de integração urbana. Bargos e Matias (2012) reiteram essa proposição, considerando que as áreas verdes podem ser definidas como uma categoria de espaço livre urbano composto por vegetação arbórea e arbustiva, onde pelo menos 70% da área seja permeável, de acesso público ou não, e que cumpram funções ecológicas, estéticas e de lazer.

Percebe-se que definir e estudar o espaço verde urbano não é tarefa simples. Por vezes a efetiva promoção da qualidade ambiental nas cidades é dificultada pela forma de quantificar as proporções do “verde urbano”. Conforme apresentado no Quadro 1, esses índices expressam a relação entre o valor das áreas vegetadas, quantificadas em km² (quilômetro quadrado) ou m² (metro quadrado), que compõem o local de estudo, dividido pela quantidade de habitantes ou área urbana, podendo ser representado também pelo percentual em relação à área urbana.

Quadro 1 – Classificação e definição de conceitos de índices relacionados à vegetação urbana.

Índices	Descrição
Índice de Cobertura Vegetal (ICV)	Mapeia toda a cobertura vegetal de uma área ou cidade, considerando áreas públicas e particulares, e sendo quantificado em metro quadrado (m²) ou quilômetro quadrado (Km²)
Porcentagem de Cobertura Vegetal (PCV)	Representa a proporção (%) de área coberta por vegetação em função da área total estudada
Índice de Cobertura Vegetal por Habitante (ICVh)	Quantidade de cobertura vegetal dividida pelo número de habitantes da área de estudo, sendo expresso em metro quadrado por habitante (m²/hab.)

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)	Índice de vegetação espectral comumente empregado, detém a habilidade para minimizar efeitos topográficos e auxiliar nos estudos de cobertura vegetal. Varia de -1 a 1

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Cruz (2019).

Buccheri Filho e Nucci (2006) relatam que a falta de critérios na aplicação de índices oriundos de diferentes realidades, sejam elas culturais, econômicas, físicas ou sociais, tendem a não convergir para o resultado esperado. No entanto, esse argumento não deve ser impeditivo para a busca por diferentes padrões de desenvolvimento sustentável e sim um exercício de reflexão dentro da gestão urbana e um ponto de partida na busca pela resolução de problemáticas ambientais.

Mas, o que argumentar sobre os instrumentos de qualificação ambiental voltados para a regeneração do verde urbano na escala do lote? Historicamente, a cidade de Berlim saiu à frente com a implantação do BAF (*Biotope Area Factor*). Em 1994, o Departamento do Senado para Meio Ambiente, Transporte e Proteção Climática de Berlim apresentou planos paisagísticos com metas básicas para que a capital alemã pudesse se desenvolver com respeito ao ecossistema, proteção ou recuperação de espécies, promoção da paisagem e determinação das áreas de uso recreacional. Desde então várias cidades[15] vêm adotando esse instrumento. No Brasil, o BAF foi adaptado pela municipalidade de São Paulo, recebendo o nome de Quota Ambiental (QA).

Qual a diferença entre o BAF e a QA? No aspecto da drenagem, o primeiro tem como objetivo ambiental prioritário a promoção da infiltração para manutenção dos níveis do lençol freático, enquanto o segundo procurou, inicialmente, abater e atrasar o pico das vazões que saem do lote de modo a minorar o risco e, consequentemente, a ocorrência de inundações (CAETANO, 2016). Conforme foi sendo aprimorado, o instrumento de qualificação brasileiro passou a avaliar a retenção e infiltração da água

[15] Em 2001, foi a vez de Malmö, na Suécia. Durante uma exposição internacional de habitação a cidade apresentou o *Green Space Factor* em associação ao *Green Points System*, que tinha como foco a gestão das águas pluviais e o acesso à biodiversidade. Já em Seattle, Estados Unidos, o *Seattle Green Factor* foi implementado em 2007 e teve como objetivo melhorar a qualidade da paisagem urbana e proporcionar benefícios ambientais. Por fim, tem-se o *Green Plot Ratio*, em Singapura (SILVA et al., 2018).

nos lotes, o microclima e a ampliação da vegetação (São Paulo, Lei n° 16.402, de 22 de março de 2016, Art. 4º, inciso VII). A composição dos cálculos dos dois instrumentos encontra-se detalhada no capítulo 4 (Material e Métodos).

Partindo do entendimento e tendo a Lei N° 16.402/2016 como referência, considera-se aqui o BAF e a QA como instrumentos de qualificação ambiental. Isso porque a legislação que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, divide o seu território em Perímetros de Qualificação Ambiental (PA). Essa divisão condiciona expressar a situação ambiental e o potencial de transformação de cada perímetro, de modo a contribuir na gestão integrada das águas, em especial a drenagem urbana, na ampliação da cobertura vegetal e no fomento às construções sustentáveis. De forma análoga, o BAF define metas e medidas para o desenvolvimento urbano visando compensar os déficits de solos permeáveis em regiões densamente povoadas da cidade. A compensação se dá por meio da redução de solos impermeáveis com consequente reabastecimento de águas subterrâneas e incremento de áreas vegetadas em lotes urbanos.

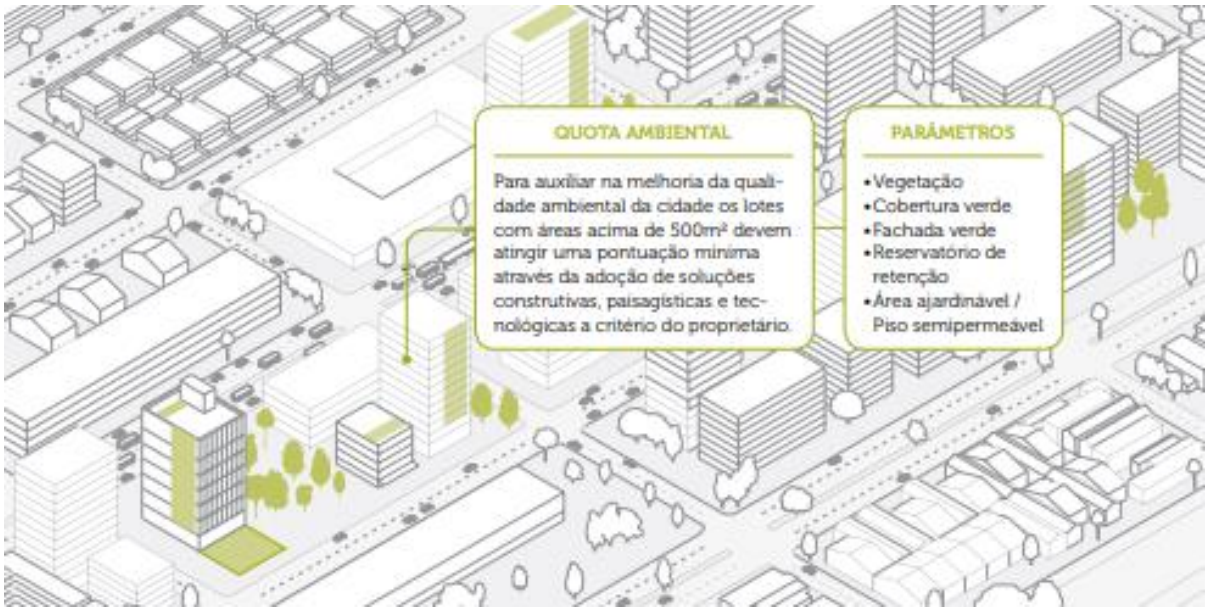
Com base no exposto, é possível identificar uma conexão entre as infraestruturas verdes, os serviços ecossistêmicos e os instrumentos de qualificação ambiental, tendo em vista que o BAF e a QA consistem em práticas normativas fundamentadas pela utilização de elementos da natureza como meio para abrandar os problemas advindos da urbanização caótica de nossas cidades. Os exemplos de aplicação desses instrumentos justificam esse otimismo. Rocha, Brandli e Kalil, (2018) indicam sua contribuição para a requalificação urbana de parques e quadras, como estratégias para melhorar a paisagem urbana e a qualidade de vida e integrar a comunidade local.

Um exemplo prático de Berlim, no qual é feito um comparativo entre edificações com índices construtivos semelhantes, mas que se diferenciam fortemente na forma como usam as paredes e as áreas livres dos pátios internos de seus terrenos. Percebe-se a contribuição do BAF na melhoria do ambiente residencial e da qualidade/oferta do *habitat* vegetal e animal, além da possibilidade de restauração do equilíbrio hídrico e das funções do solo, principalmente a permeabilidade (Figura 6).

Figura 6 – Exemplo de como Berlim compensou, a partir da adoção do BAF, os déficits de cobertura vegetal e áreas verdes nos centros urbanos densamente povoados

Fonte: SenUVK (esquerda) e Dagmar Schwelle (direita) in Berlin (s.d.).

Figura 7 – Exemplos de soluções construtivas, paisagísticas e tecnológicas exigidas para as novas edificações públicas e privadas na agenda ambiental do zoneamento de São Paulo (Lei N° 16.402/16), instituída como Quota Ambiental



Fonte: São Paulo (2016).

Em São Paulo, o Novo Zoneamento (Lei N° 16.402/2016) enxerga na Quota Ambiental[16] o instrumento da agenda ambiental responsável por reduzir parcialmente a sobrecarga nos sistemas de drenagem, tal como os efeitos das ilhas de calor. A lei define como parâmetro de pontuação a adoção de soluções construtivas nos lotes (cobertura verde, fachada verde, vegetação, piso drenante, entre outras), de modo que reflitam na melhoria da qualidade de vida urbana (Figura 7).

[16] São inúmeras as vantagens com a implementação dessas soluções: (a) diminuição da contaminação atmosférica a partir da retenção de poeira e substâncias contaminantes suspendidas no ar; (b) regeneração da fauna e da flora no meio ambiente urbano; (c) aumento da área verde útil; (d) melhora do conforto térmico nos ambientes abaixo da cobertura, no verão; (e) diminuição das perdas de calor, no inverno; (f) maior eficiência energética nas edificações; (g) aumento da inércia térmica (bom isolante térmico); (h) redução nos níveis de ruído; (i) melhora da umidade relativa do a partir do processo de evapotranspiração das plantas; (j) aumento de áreas permeáveis nas cidades (maior infiltração/percolação e redução das probabilidades de ocorrência de enchentes); (k) alteração nos coeficientes de rugosidade das superfícies e redução no escoamento superficial.

3 FORTALEZA E A POLÍTICA PÚBLICA DAS OUC(s)

3.1 Cobertura Vegetal e Áreas Verdes: Supressão e Perda

Para um melhor entendimento dos resultados obtidos nessa pesquisa, é essencial deixar claro a diferença entre cobertura vegetal e área verde. Neste sentido, trouxemos uma reflexão de Cavalheiro et al. (1999) que continua atual e ajuda a consolidar a discussão levantada no capítulo anterior. Há uma frequente confusão entre esses conceitos, o que permite a obtenção de índices antagônicos ou extremamente discrepantes na tentativa de representar o mesmo resultado.

Cavalheiro et al. (1999) exemplificam com os índices de área verde por habitante na ordem de 90 m²/hab., contrapondo 5 m²/hab. entre diferentes cidades, sendo que eles acabam sendo comparados como se fossem os mesmos parâmetros. Existe sim essa possibilidade, no entanto, os valores obtidos para cobertura vegetal tendem a ser superiores aos de áreas verdes, uma vez que contemplam a projeção completa do verde naquela área de estudo, ou seja, considera-se a vegetação presente em espaços construídos, espaços livres, espaços de integração e unidades de conservação. Enquanto as áreas verdes são aquelas que devem satisfazer funções ecológicas/ambientais, estéticas e de lazer. Ademais, devem apresentar pelo menos 70% de área permeável, excluindo nessa contagem, por exemplo, unidades de conservação.

Isso posto, uma análise mais acurada sob o prisma das dimensões da sustentabilidade, aponta que a cidade de Fortaleza se destaca negativamente no cenário nacional. A capital cearense, que conta atualmente 2.703.391 hab. (estimativa IBGE, 2021), apresenta a maior densidade demográfica entre as capitais do país (8.390,76 hab./km²) e expressiva desigualdade socioeconômica. Na composição da questão ambiental e das grandes transformações urbanas de Fortaleza, é possível destacar aspectos em consonância com esta pesquisa.

Primeiramente, Fortaleza sofreu uma significativa supressão de cobertura vegetal e degradação ambiental nas últimas décadas. A expressiva marca de urbanização é confirmada no inventário ambiental de Fortaleza, elaborado em 2003 pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Serviços Urbanos (SEMAM/PMF). Em

1968, a cidade contava com 65,79% de sua área (312,407 km²) preservada. Três décadas mais tarde, em 2002, a superfície recoberta com vegetação florestal nativa foi reduzida a 7,06%, representando uma perda superior à metade do território total (FORTALEZA, 2003).

Isso porque até o final do século XVIII, Fortaleza era uma pequena vila e apresentava pouca expressão econômica. A partir do século XX, no entanto, com a expansão ferroviária, o crescimento urbano e a diversificação comercial impulsionaram o desenvolvimento da capital cearense (COSTA, 1988, apud CRUZ, 2019). Nesse processo, o transporte ferroviário desempenhou importante papel nas relações comerciais mantidas entre a capital e outros municípios do estado, e fomentou o crescimento populacional do litoral a partir das migrações interioranas (SOUZA, 1978, apud CRUZ, 2019, p. 52-53). A partir da década de 1960, fatores como a industrialização, diversificação produtiva, aumento da renda e do poder aquisitivo impulsionaram o desenvolvimento da capital (DANTAS, 1995).

As vias de acesso orientaram o surgimento de novos bairros e moradias, a exemplo do distrito industrial de Parangaba, e resultaram na descentralização de atividades, ampliação e diversificação da malha urbana e intensa verticalização. A primeira expansão expressiva na cidade após o centro se deu no setor oeste. Além da ferrovia, a região possuía terrenos de baixo valor, acesso facilitado a água e localização de destaque (SILVA, 1992; SOUZA, 1978, apud CRUZ, 2019, p. 65).

O crescimento urbano foi marcado também pelo grande fluxo de pessoas em busca de moradias de baixo custo na Grande Messejana. Essa região foi marcada pelo surgimento de favelas e conjuntos habitacionais, assim como de loteamentos reservados para a especulação imobiliária (SILVA, 1992). A especulação foi bastante acentuada também nas regiões da praia de Iracema, do Meireles, do Mucuripe.

Ao passo que, a bacia hidrográfica do Rio Cocó apresentou densidade populacional baixa por anos. Até então, era tida com uma barreira natural para a expansão do setor leste de Fortaleza. A partir de 1950, no entanto, com o parcelamento do Sítio Cocó, o principal recurso hídrico da cidade, teve seu curso intensamente modificado e asfixiado pelas construções, muitas delas irregulares, às suas margens (SAMPAIO et. al., 2021; DANTAS, COSTA e ZANELLA, 2016).

O lado leste teve como marco a construção do conjunto habitacional Cidade 2000, em 1972, o prolongamento da Avenida Santos Dumont e, por conseguinte, o desenvolvimento da Praia do Futuro, fortalecidos pelo Plano Diretor Integrado da Região Metropolitana de Fortaleza (PLANDIRF). A Construção do Fórum Clóvis Beviláqua, do Shopping Iguatemi, da Universidade de Fortaleza e do Centro Administrativo do Estado do Ceará marcaram o processo de ocupação da região sul (SAMPAIO et. al., 2021).

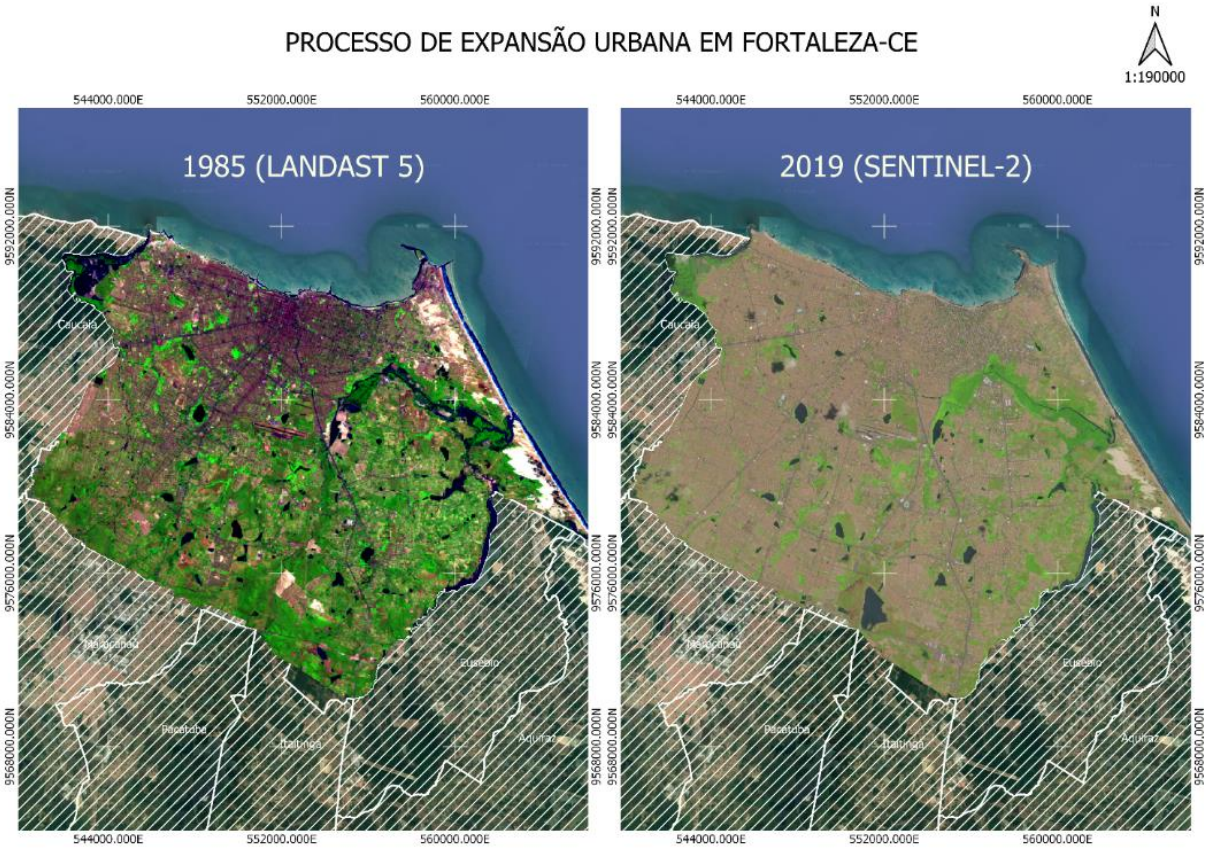
De acordo com os dados históricos do IBGE, Fortaleza, que contava com uma população média de 43 mil habitantes entre os anos de 1872 e 1900, passou a um crescimento exponencial nos anos seguintes. Em 1920, o número de pessoas vivendo na capital era aproximadamente 61% maior do que a marca do censo anterior, contabilizando 78.536 habitantes. 30 anos mais tarde, em 1950, esse número mais do que triplicou, totalizando 270.169 pessoas vivendo na capital. No ano 2000, a cidade já havia ultrapassado a expressiva marca dos 2 milhões de habitantes.

Um aspecto ambiental importante ao longo do processo de urbanização de Fortaleza foi o soterramento e extinção de diversas lagoas, com destaque ao setor leste na década de 1970 (COSTA, 1988, apud CRUZ, 2019, p. 63; DANTAS et. Al., 2016). Para Accioly (2008), o Plano Diretor da Cidade de Fortaleza (PDCF) do ano de 1962 teve influência direta na redução de cobertura vegetal, uma vez que acordou o objetivo de promover a valorização das áreas próximas à orla marítima e do entorno da área central da cidade, resultando em um alta densidade de ocupação nessas áreas, resultando em situações de vulnerabilidade.

Em um estudo mais recente, Cruz (2019) concluiu que o Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) de Fortaleza foi reduzido de 49,1% da área total em 1988 (o equivalente a 154.270.800 m²), para 28,1% em 2017 (ou seja, 88.667.100 m²). Considerando os percentuais apresentados, portanto, a cidade de Fortaleza encontra-se fora dos padrões preconizados. O irreparável dano causado a fauna e flora da região é evidenciado em Sampaio et al. (2021), ao analisar imagens produzidas pelos satélites Landsat 5 (1985) e Sentinel-2 (2019) (ver Figura 8). Percebe-se facilmente a fragmentação dos ambientais naturais e a asfixia daqueles remanescentes, fruto de um crescimento urbano espraiado e não planejado – do litoral e centro em direção às áreas periféricas – reforçado por um perfil de urbanização social e ambientalmente

desigual. Os autores ainda reforçam a importância dos movimentos ambientalistas na manutenção dos ecossistemas remanescentes na capital, alvos constantes do mercado imobiliário.

Figura 8 – Expansão urbana em Fortaleza, no período compreendido entre os anos de 1985 e 2019.



Fonte: Sampaio et al. (2021).

3.2 OUCs em Fortaleza: Narrativa de uma Política Urbana

Desde a Constituição Federal de 1988, o Estado, detentor das principais responsabilidades relacionadas às cidades, passou a ser contestado ante o crescimento urbano, suas demandas e problemáticas. Com isso, outros atores, como as entidades privadas e a sociedade civil organizada, passaram a ser incluídos nos processos de decisão e desenho das cidades. Neste contexto, Maricato (2002) aponta que as operações urbanas consorciadas surgem como uma opção viável aos problemas decorrentes da crise do Estado-Providência – seus altos custos de manutenção, desemprego crescente e crise fiscal. A soma desses fatores culminou

em uma política na qual a produção do espaço urbano seria resultado de uma gestão participativa nas cidades. As OUCs refletiram ainda em outros produtos e modelos pelo mundo[17].

Como já foi dito no capítulo 2, um dos principais mecanismos para validar os interesses privados na urbe são as Parcerias Público-Privadas (PPPs), que tem como um de seus desdobramentos as denominadas operações urbanas consorciadas (OUCs). Esse instrumento passou a ser considerado uma alternativa importante aos entraves econômicos do Estado, assumindo um papel de protagonista no desenho das cidades, até mesmo na revitalização de espaços, transformando-os em locais de lazer, negócios e outras finalidades.

Na década de 1980, as Operações Urbanas foram inseridas no Brasil sob forte influência das experiências norte-americanas e europeias. Sua repercussão positiva entre os gestores municipais fez com que o instrumento fosse incorporado ao texto do Estatuto da Cidade (Lei N° 10.257/2001). Nesse texto as OUCs são definidas como intervenções mediadas pelo Poder Público Municipal – envolvendo proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados – com vistas à realização de transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e, como ponto central de análise desta pesquisa, a valorização ambiental.

A demanda por esse instrumento resulta da falta de investimentos públicos para a realização de transformações urbanísticas; mas também do entendimento de que investimentos em áreas públicas promoveriam a valorização imobiliária circunvizinha; da convicção de que o controle do potencial construtivo era a grande "moeda" que o poder público poderia contar para entrar na operação; e da crítica ao uso e ocupação do solo sem captar singularidades.

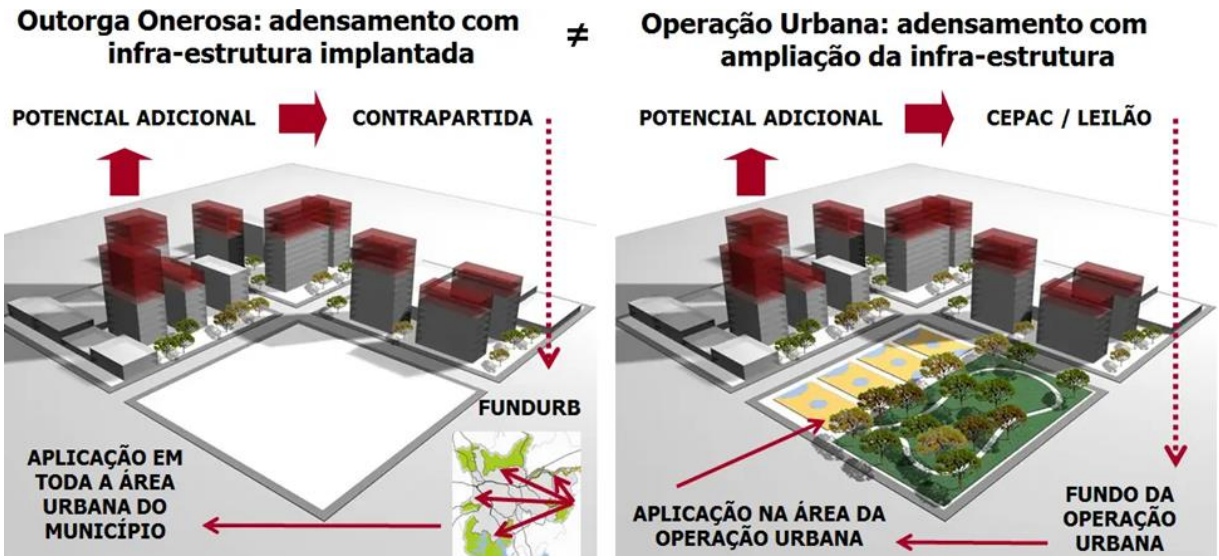
As principais características de uma OUC envolvem alteração do direito urbanístico e o sistema de contrapartidas exigidas pelo poder público, como a

[17] Nos Estados Unidos, por exemplo, o bairro portuário de *Fells Point*, em Baltimore, objetivava revitalizar a área e proporcionar oportunidades na área econômica (DEL RIO, 2001). Na França, foi instituída a *Zone d'Aménagement Concerté* (ZAC) onde o poder público detinha o comando, custeava tudo e, apenas posteriormente, dispunha unidades à venda para as instituições privadas. O intuito era promover a valorização imobiliária. No Japão, cada proprietário deveria ceder uma parte do seu lote ou contribuir financeiramente, sendo tais recursos usados pelo Estado para o desenvolvimento da infraestrutura urbana.

responsabilidade por projetos de reestruturação local. Uma área específica poderá ter seus índices construtivos e usos do solo modificados para a construção de algum empreendimento, desde que o responsável ofereça alguma contrapartida, a exemplo de uma área paisagística.

Nesse contexto, são criados os Certificados de Potencial Adicional Construtivo (CEPACs), instrumentos que possibilitam a ampliação do coeficiente de aproveitamento. Assim, a municipalidade consegue investimentos para melhorias urbanas nas áreas direcionadas às OUCs, sem comprometer o orçamento do município. A utilização significativa desses certificados pode ser vista no projeto de revitalização do Porto Maravilha, no Rio de Janeiro. No entanto, o seu uso não é muito abrangente em outros locais, como em Fortaleza onde foi proposto pela primeira vez em 2015, na OUC Lagoa Sapiranga.

Figura 9 – Esquema representativo com as principais diferenças entre outorga onerosa (contrapartida) e operação urbana (CEPACs)



Fonte: RExperts (2016).

Outro instrumento que se vincula com frequência às OUCs é a Outorga Onerosa, cujo objetivo é onerar a capacidade de construção adicional em uma determinada área. A principal diferença para o CEPAC é que na Outorga Onerosa todo o valor arrecadado vai para um fundo municipal e pode ser aplicado em toda a área urbana (Figura 9). A compra do adicional de construir e da posse do lote, contudo,

gerou uma série de problemas, como a especulação imobiliária “financeirizada” (FIX, 2004). No momento do leilão de vendas dos CEPACs, as instituições privadas compram os certificados e aguardam a valorização da operação. Em muitos casos, os locais são prévios e estrategicamente escolhidos visando o lucro e pouco interesse social.

As Operações Urbanas Consorciadas foram pensadas como instrumentos para reestruturar locais de grande escala, por motivos de degradação ou por apresentarem um alto potencial econômico, ambiental ou turístico. Nesse contexto, um fenômeno percebido nas cidades brasileiras foi o maior direcionamento para a valorização do empreendimento em detrimento de melhorias para a população ou do espaço urbano afetado. Com isso, as operações urbanas se distanciam dos seus objetivos expostos pelo § 1º do art. 32, do Estatuto da Cidade, que destaca a necessidade de transformações urbanísticas, melhorias sociais e valorização ambiental. Conforme Silva (2015), uma operação urbana consorciada precisa alcançar simultaneamente esses três objetivos.

As normas flexibilizadas em OUCs partem da premissa de suspensão das limitações da legislação ordinária, quase sem impedimentos, exceto quando há alguma restrição ambiental. Mas será que isso se confirma de fato?

Como lembra Acserald, (2005, p.3),

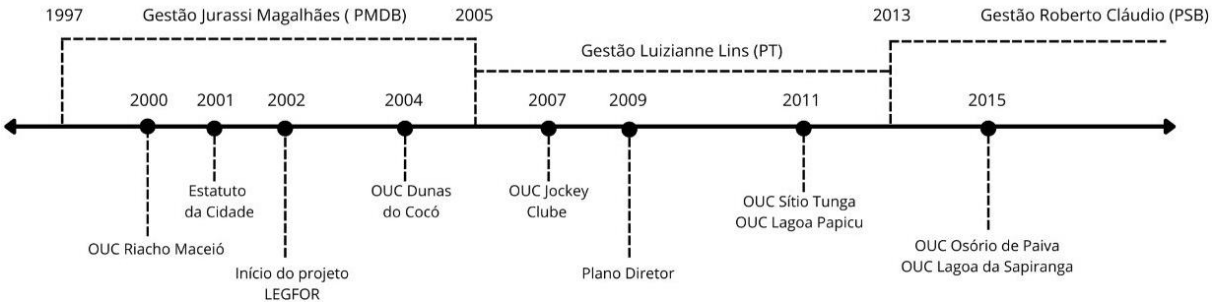
> .... É difícil não perceber que o debate sobre sustentabilidade tem se pautado predominantemente pelo recurso a categorizações socialmente vazias. Ou seja, as noções evocadas costumam não contemplar a diversidade social e as contradições que perpassam a sociedade quando está em jogo a legitimidade de diferentes modalidades de apropriação dos recursos do território. Os diagnósticos e as definições têm se situado no campo técnico, apresentando-se como descolados da dinâmica da sociedade e, consequentemente, da luta social.

Como o Município de Fortaleza transformou as OUCs em uma de suas principais ações de política urbana? Com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), elaborado em 1992, as Operações Urbanas Consorciadas aparecem pela primeira vez em Fortaleza, e efetivamente no ano 2000. Os empreendimentos expressavam o resultado de parceria entre os setores público e privado, em áreas predeterminadas, havendo integração e a divisão de competências e recursos para a execução de projetos em comum. Hissa (2017) ressalta o foco em arranjos pontuais

e políticos divergentes do conjunto de transformações urbanísticas, sociais e ambientais estabelecidas em 2001 no Estatuto da Cidade.

Em 2009, com a elaboração do Plano Diretor Participativo de Fortaleza (PDP-For), as OUCs se tornam menos abrangentes e passíveis de serem atreladas a projetos específicos. O texto determinou o cumprimento das funções sociais da cidade e a requalificação do ambiente urbano. Além do instrumento jurídico, a forma como as OUCs foram abordadas durante as gestões administrativas de Fortaleza narra como chegaram às suas configurações atuais. A capital cearense contém o maior número de Operações Urbanas Consorciadas do país, totalizando sete operações, que podem ser vistas em linha do tempo (Figura 10) e localizadas espacialmente no município (Figura 11).

Figura 10 – Cronologia da implantação de OUCs por gestão municipal.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Resumidamente são as seguintes as OUCs de Fortaleza:

a) OUC Parque Foz Riacho Maceió (2000) – foi a primeira a ser implantada e aprovada antes do Estatuto da Cidade. É localizada em uma das áreas mais valorizadas da cidade, a Beira-Mar, e no terreno encontrava-se a Foz do Riacho Maceió, sendo uma área de preservação e proteção ambiental.

b) OUC Dunas do Cocó (2004) – é uma das maiores e apresenta consideráveis alterações nos parâmetros urbanísticos de áreas ambientalmente protegidas. Além disso, a operação está localizada à margem do rio Cocó, principal recurso hídrico de Fortaleza.

c) OUC Jockey Clube (2007) – está localizada em bairro que carrega o mesmo nome, sendo implantada para viabilizar a construção do Hospital da Mulher, um *shopping* e edifícios multifamiliares. A área encontra-se perto de assentamentos precários e o instrumento foi elaborado sem o Estudo Prévio do Impacto de Vizinhança (EIV).

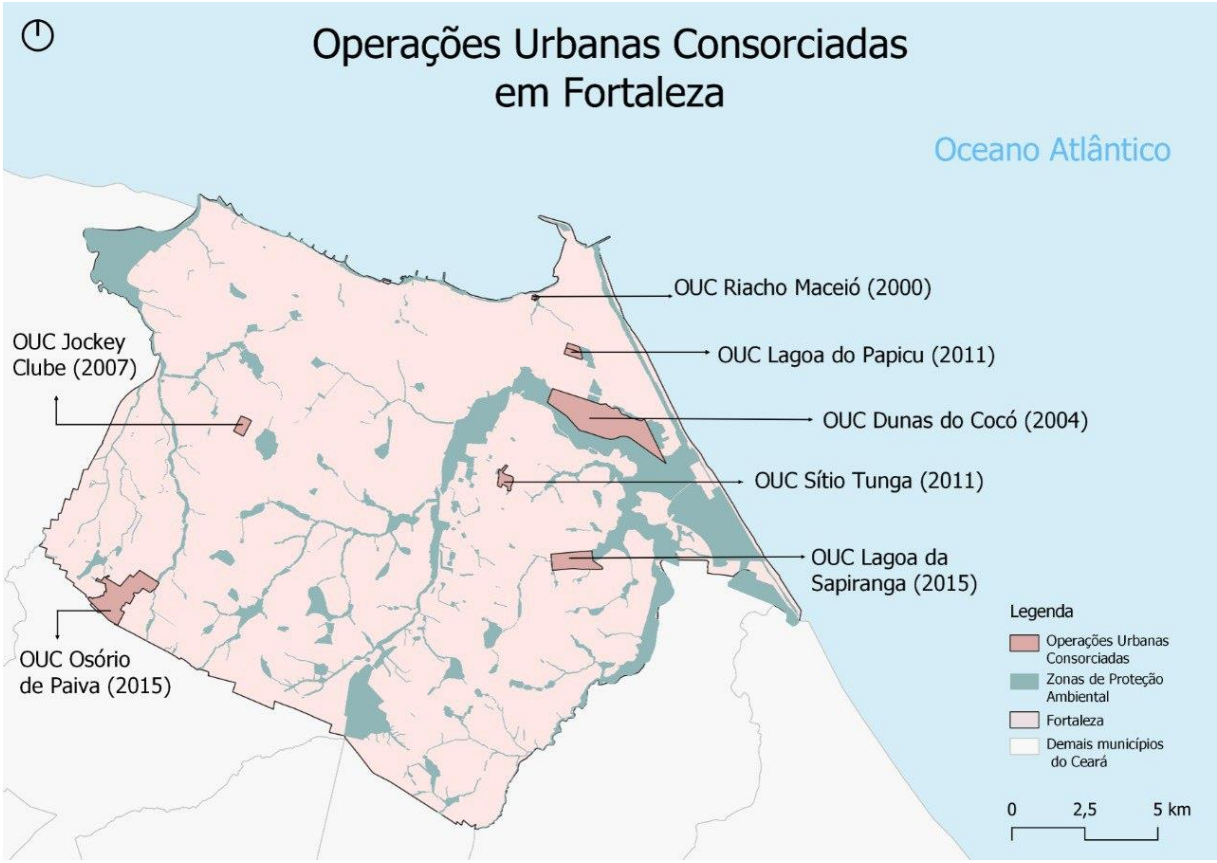
d) OUC Sítio Tunga (2011) – também está localizada em área de proteção ambiental. A região apresenta vazios urbanos e predominância de uso residencial, mas tem demonstrado valorização nos últimos. Existe aqui a intenção de alterar parâmetros urbanísticos para projetos privados específicos.

e) OUC Lagoa do Papicu (2011) – foi pensada para a construção de um grande shopping e complexo residencial e comercial. Com a OUC, a região passou por significativas transformações viárias e dinâmicas sociais.

f) OUC Osório de Paiva (2015) – também está presente na área de proteção ambiental. Além disso, não representa valorização pelo mercado imobiliário, mas é importante pois demonstra o avanço das melhorias urbanísticas em áreas não valorizadas.

g) OUC Lagoa Sapiranga (2015) – localizada em Zona de Interesse Ambiental. É a única protagonizada pelo poder público e se utiliza de outorga onerosa de alteração de uso – ainda pouco utilizada em Fortaleza – da outorga do direito de construir e da transferência do direito de construir. É importante salientar que ela foi a primeira a propor a utilização do CEPAC, que necessita de regulamentação municipal.

Figura 11 – Operações Urbanas Consorciadas (OUCs) implementadas em Fortaleza



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A OUC Parque Foz Riacho Maceió, primeira da capital cearense, ocorreu no ano 2000 durante a segunda gestão do então prefeito Juraci Magalhães (1997-2004), considerada uma administração neoliberal na reestruturação urbana. Ainda em seu mandato foi implementada a OUC Dunas do Cocó. Nas duas gestões de sua sucessora, Luizianne Lins (2005-2008; 2009-2012), deu-se prioridade a projetos de melhorias nos espaços degradados e bairros populares. Na visão de Castro e Fernandes (2019), Luizianne foi a prefeita de Fortaleza que mais contribuiu na implementação de políticas públicas e na criação de cenários sustentáveis, fazendo uso das contrapartidas dos empreendedores para revitalizar determinados espaços. Durante sua gestão foram aprovadas as OUCs Jockey Club, Sítio Tunga e Lagoa do Papicu. O prefeito seguinte, Roberto Cláudio também foi duas vezes eleito (2013-2016; 2017-2020) e suas gestões foram marcadas pela visão neoliberal da flexibilização urbana, envolvendo a outorga onerosa de alteração de uso do solo e do

direito de construir. Foram aprovadas, nesse período, as OUCs Osório de Paiva e Parque Lagoa Sapiranga.

O PDP-For/2009 regulamenta que as áreas prioritárias para o uso das OUCs devem estar localizadas nas Zonas Especiais da cidade (ZEPO, ZEIS e ZEDUS) e nas Macrozonas de Proteção Ambiental e conectadas ao Programa de Transporte Urbano de Fortaleza (TRANSFOR) e Trem Metropolitano de Fortaleza (TRANSFOR). No entanto, algumas Operações localizam-se em ZEIS não contempladas pelas zonas prioritárias, a exemplo das OUCs Jockey Club e Lagoa do Papicu (HISSA, 2017).

O fato é que, com as administrações de Roberto Cláudio (2013-2016; 2017-2020) consolida-se definitivamente a opção estratégica pelas OUCs como uma política de urbanização em parceria com o setor privado que resultasse em intervenções urbanas em menor custo e tempo (MADEIRA, 2018). Em 2015, a PMF divulgou um edital para "identificar e delimitar áreas prioritárias, através de critérios predefinidos, que sejam passíveis da aplicação deste instrumento de desenvolvimento urbano". Os estudos apontaram 6 (seis) áreas em potencial, que não serão abordadas no presente estudo. Um novo diagnóstico identificou núcleos, corredores de adensamento e arcos de integração com maior potencial que resultaram na identificação de "áreas potenciais para receber OUCs consistentes"[18], correspondendo a uma área expressiva do território municipal.

3.3 OUC Parque Foz Riacho Maceió (Lei N° 8.503/2000)

Aprovada e publicada em 26 de dezembro de 2000, a Lei N° 8.503/2000 previu o mecanismo de implantação e estabeleceu as diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió, tendo como base os artigos 10 e 11 do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU-FOR (Lei N°

[18] A PMF propôs a ampliação da política urbana de OUCs, dando forma a demarcações sugeridas de novas áreas prioritárias, sendo elas: OUC Leste-Oeste, OUC Litoral Central, OUC Maceió-Papicu, OUC Aguanambi, OUC Rachel de Queiroz e OUC Centro-Oeste. Estas foram escolhidas a partir de critérios pré-estabelecidos, como a existência de infraestrutura na área, tempo de implantação e os investimentos públicos em curso (FORTALEZA, s.d.). Até a presente data, nenhuma dessas OUCs foi aprovada.

7.061/1992) e o artigo 11 da Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei N° 7.987/1996). Isso porque o Estatuto da Cidade (Lei N° 10.257/2001), instrumento urbano que regulamentou as Operações Urbanas Consorciadas, só viria a ser regulamentado em julho de 2001.

O convênio firmado entre o Poder Público Municipal e a iniciativa privada determinava que o conjunto de intervenções fosse coordenado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Territorial Urbano e Meio Ambiente (SMDT) e realizado com os recursos do grupo Nordeste Participações Ltda (NORPAR). A Lei N° 8.503/2000 determinou a:

a) execução de obras de drenagem;
b) canalização e o saneamento da Foz do Riacho Maceió;
c) delimitação das faixas de preservação e proteção ambiental;
d) aquisição e desocupação dos imóveis localizados na Rua Senador Machado e na área atribuída ao Parque;
e) doação de terrenos ao Município para a implantação do Parque Urbano;
f) construção do Parque Otacílio Teixeira Lima Neto (conhecido também como Parque Bisão) na Foz do Riacho Maceió e sua manutenção por 10 anos (em andamento contínuo até 2024);
g) execução da Via Paisagística.

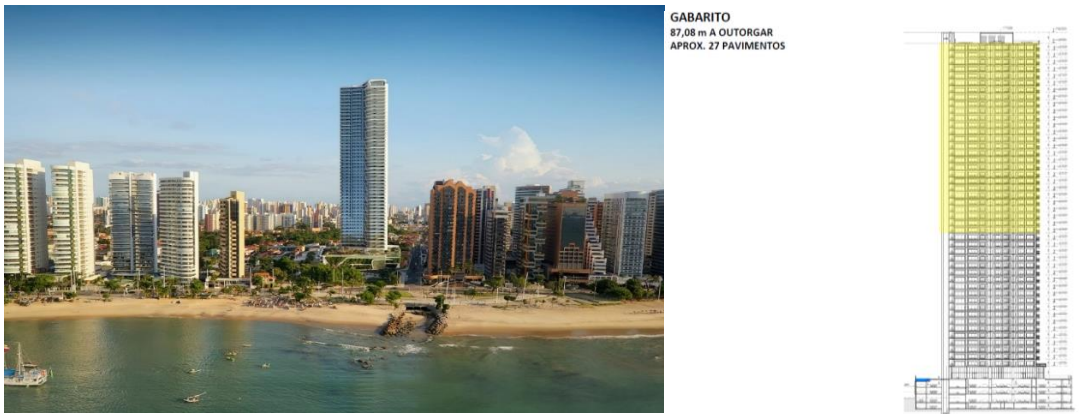
A parceria prevista na Lei N° 8.503/2000 foi substituída em abril de 2011, após acordo judicial envolvendo o Município e a NORPAR Nordeste Empreendimentos e Participações AS, com vigência até dezembro de 2021. Com isso, mesmo que o marco inicial da OUC tenha ocorrido na gestão do prefeito Juraci Magalhães (1997-2004), a operação só foi de fato iniciada em 2013 e entregue em 2014, sob administração do prefeito Roberto Cláudio (2013-2020).

Em linhas gerais, a OUC seria responsável pela valorização do espaço público e melhoria da qualidade ambiental de uma das porções mais valorizadas pelo setor imobiliário e um dos pontos turísticos mais visitados de Fortaleza. De forma específica, a operação teve como objetivo a revitalização/urbanização da área de preservação e proteção da Foz do Riacho Maceió e o incremento à ocupação ordenada do espaço

urbano local a partir da construção compatível com a orla de empreendimento imobiliário destinado à moradia e atividade hoteleira.

No que diz respeito às contrapartidas por parte da gestão municipal, foi permitido um Índice de Aproveitamento (IA) igual a 4,0 para construção de residência multifamiliar. Nesse contexto, houve a incorporação da área doada para construção da Via Paisagística (1.486,26 m²) no cálculo do IA do empreendimento (área do lote equivalente a 4.072,45 m²), totalizando assim uma área de terreno para efeito de cálculo equivalente a 5.558,71 m². Em conformidade com a Lei N° 236/2017, o empreendimento se enquadra como Residencial Multifamiliar; ao passo que a Lei N° 10.431/2015, que dispõe sobre a Outorga Onerosa de Alteração de Uso do Solo, o enquadra como Projeto Especial[19]. No caso da OUC Parque Foz Riacho Maceió, foi necessário outorgar 87,08 metros, o equivalente a 27 pavimentos (Figura 12).

Figura 12 – Projeção do empreendimento *One Residencial* da construtora Colmeia, localizado na OUC Parque Foz Riacho Maceió, com destaque para o impacto visual dos 27 pavimentos (87,08 m) outorgados.



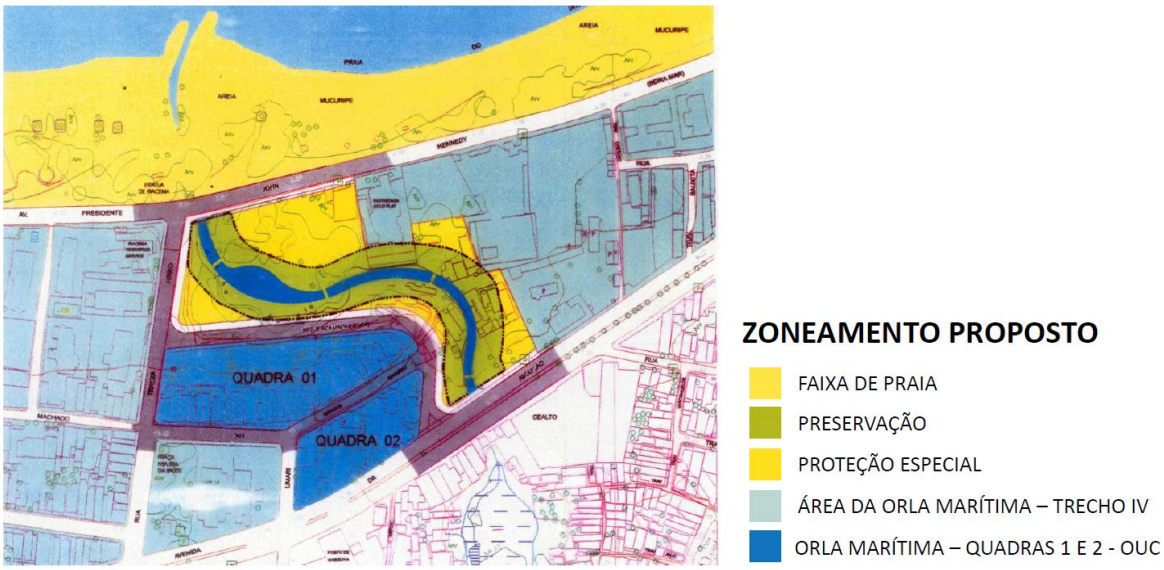
Fonte: Construtora Colmeia (s.d.).

Um importante aspecto merece ênfase, o terreno se encontra em uma Zona de Recuperação Ambiental (ZRA) estipulada pelo Plano Diretor. De acordo com a Lei

[19] O Diário Oficial do Município n° 15.678, publicado no dia 30 de dezembro de 2015, traz exatamente o acréscimo ao art. 2 da Lei n° 10.335/2015. O texto permite a admissão e alteração de uso nos empreendimentos tidos como projetos especiais, como o da OUC Parque Foz Riacho Maceió, e que estejam inseridos na Zona de Interesse Ambiental (ZIA) e Zona de Recuperação (ZRA). A excepcionalidade é que sejam analisados pela Secretaria Municipal do Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) e aprovados pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM).

Complementar N° 236, de 11 de agosto de 2017, que dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo no Município, o Índice de Aproveitamento (IA) máximo para ZRA é de 0,6[20] (Figura 13).

Figura 13 – Zoneamento proposto para a Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió.



Fonte: Fortaleza (s.d.).

O artigo 5° da Lei N° 236/2017 ressalta que a Macrozona de Proteção Ambiental de Fortaleza, composta por Zona de Preservação Ambiental (ZPA), Zona de Recuperação Ambiental (ZRA) e Zona de Interesse Ambiental (ZIA), se destina ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis. Por definição, ZRA é aquela:

> "composta por áreas parcialmente ocupadas e com atributos ambientais relevantes que sofreram processo de degradação, onde se pretende proteger a diversidade ecológica, disciplinar os processos de ocupação do solo, recuperar o ambiente natural degradado e assegurar a estabilidade do uso dos recursos naturais, buscando o equilíbrio socioambiental" (Fortaleza, 2017, Art. 5, inciso II).

Nesse contexto, Albuquerque (2015) reforça ainda a existência de polêmicas, desde a implementação, envolvendo a OUC. Dentre outros aspectos, ressalta-se a diminuição da área de preservação ambiental e exclusão definitiva da área de

[20] Em entrevista ao Laboratório de Estudos da Habitação da UFC (Lehab), o diretor da Terra Brasilis Participações e Empreendimentos Ltda, Saulo Militão, comentou que "como era uma área de preservação, a gente não podia fazer nada. Tinha uma parte do terreno que a gente podia, mas o índice era 0.6" (LEHAB, 2017).

proteção ambiental do entorno do Riacho. De fato, a PMF alterou os padrões de uso e ocupação do solo definindo novas delimitações para as áreas de interesse ambiental (área de preservação, de proteção ambiental e da orla marítima).

O resultado de toda essa flexibilização é facilmente percebido em diferentes pontos da cidade: um empreendimento residencial de 50 andares, a mais alta edificação de Fortaleza, considerada por sua construtora um "ícone arquitetônico que junta elegância e exclusividade em um único espaço". A área privativa contempla apartamentos de medida superior a 604 m² de área privativa, com 3, 4 ou 5 suítes e 8 vagas na garagem. De acordo com matéria publicada em 2017 pelo Diário do Nordeste, um dos principais veículos de comunicação do Estado, o Valor Geral de Vendas (VGV) do edifício é estimado em R$ 322 milhões[21].

Sob o aspecto das intervenções físicas e estruturais da área, nota-se facilmente uma significativa descaracterização e artificialização do ambiente. Embora tenha ocorrido a recuperação infraestrutural da Foz do Riacho Maceió, conforme previsto em Lei, existem pontos de poluição que não foram tratados e áreas ambientalmente importantes que não foram consideradas, como toda a extensão do recurso hídrico imediatamente posterior à Avenida da Abolição em direção à Lagoa do Papicu. Apenas uma pequena fração do Riacho Maceió foi contemplada na OUC, precisamente a área defronte ao empreendimento.

Durante as visitas técnicas e os levantamentos, foi possível constatar, em diversos pontos do sistema hídrico Maceió/Papicu, um cenário de degradação e descaso com o patrimônio ambiental da cidade (Figura 14). O corpo hídrico, ou o que restou dele, encontra-se poluído e canalizado, com suas margens asfixiadas por assentamentos precários ou edifícios de médio e alto padrão, um verdadeiro realce das desigualdades sociais e de políticas públicas alheias à realidade (Figura 15). Deste modo, o objetivo da valorização ambiental previsto para as Operações Urbanas Consorciadas, previsto no artigo 32 da Lei N° 10.257/2001, é posto à prova. Mesmo

[21] Serão, ao final da obra, 46 apartamentos com valor aproximado de R$ 7 milhões cada um deles. Serão, ao final da obra, 46 apartamentos com valor aproximado de R$ 7 milhões cada um deles. Em contraposição, o valor médio pago aos proprietários das casas envolvidas no processo de remoção foi próximo de R$ 60 mil, totalizando aproximadamente R$ 627 mil. Cerca de 87 famílias foram diretamente afetadas pela OUC. O custo total para a implantação do Parque, incluindo as indenizações, se aproximou dos R$ 2,5 milhões (LEHAB, 2017).

que contemplado em Lei, tantas permissões nos fazem refletir sobre o verdadeiro alcance das melhorias sociais e valorização ambiental.

Figura 14 – Trecho do Riacho Maceió, atualmente em obras de requalificação do Parque Linear[22].

Fonte: Acervo do autor, 2021.

Figura 15 – Assentamentos precários e edifícios e alto padrão às margens do Riacho Maceió.

Fonte: Acervo do autor, 2021.

[22] As obras de mobilidade e requalificação do Parque Linear do Riacho Maceió, em Fortaleza, teve início no dia 3 de agosto de 2020 e estava com entrega prevista para o dia 3 de fevereiro de 2022, porém até a data de publicação deste trabalho permanecem inacabadas. O valor total está orçado em R$ 20.646.373,34.

3.4. OUC Lagoa do Papicu (Lei N° 9.857/2011)

A Lei nº 9.857, aprovada no dia 22 de dezembro de 2011 estabeleceu diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu[23] e condicionou a construção do shopping RioMar Fortaleza e do *Evolution Central Park*, um complexo residencial e empresarial composto atualmente por 5 empreendimentos e 10 torres.

O Termo de Mútua Colaboração e Compromisso foi assinado em 8 de junho de 2011, entre o Município de Fortaleza e as empresas MDCE Nova Aldeota Empreendimentos Ltda. e Rio Mar Shopping Fortaleza S.A. Em 6 de junho de 2012 foi assinado o Convênio entre as partes, e no dia 10 de abril de 2014 houve a celebração do Termo de Compromisso que garantia a doação de terreno para as obras de construção do Túnel Clóvis Rolim e do Viaduto Clóvis Rolim (Figura 16), intervenções viárias previstas pela OUC.

Figura 16 – Registro da Rua César Fonseca, do Túnel Clóvis Rolim e do Viaduto Clóvis Rolim. Obras de infraestrutura viária resultantes das intervenções realizadas na OUC Lagoa do Papicu.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

[23] As bases de elaboração para os mecanismos necessários à sua implantação foram:

a) artigos 102 (inciso VIII), e 242, 244 e 248 do Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza (PDP) – Lei Complementar nº 62, de 02 de fevereiro de 2009;

b) artigo 11 da Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) – Lei nº 7987, de 23 de dezembro de 1996;

c) artigos 32 e 33 do Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.

As empresas envolvidas ficaram encarregadas pela requalificação urbana, limpeza da Lagoa Papicu, manutenção da praça e cercas em seu entorno (Figura 17), abertura de novas vias, inclusão social, geração de emprego e renda, criação e manutenção de área de lazer.

Figura 17 – Registros da Lagoa do Papicu.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

Dentre as obras previstas pela Lei da OUC Lagoa do Papicu encontram-se:

a) dotar o Município de Fortaleza de alternativas de sustentabilidade ambiental, social e econômica;
b) utilizar mão-de-obra local nas etapas de construção dos empreendimentos;
c) realizar programa socioeducativos de capacitação profissional de 1.000 pessoas;
d) instalar e manter pelos próximos 10 anos uma unidade do Instituto JCPM (João Carlos Paes Mendonça);
e) realizar obras de interesse público (alargamento, urbanização e iluminação);
f) construir 75 unidades habitacionais de interesse social nos padrões da Municipalidade;

g) construir equipamentos urbanos de área verde, em espaço de 9.891,79 m². A área inicial destinada para praça era de 5.626,67 m²;
h) construir o prolongamento da Rua Ari Barroso;
i) fomentar a ocupação ordenada do espaço urbano local;
j) viabilizar o parcelamento das antigas quadras, bem como o uso e a ocupação de forma diferenciada;
k) garantir a limpeza sistemática da área do Parque da Lagoa do Papicu.

Os investidores privados tiveram ainda como obrigações previstas em Lei, o complemento das obras de micro e macrodrenagem, quando necessário; a melhoria das condições sanitárias básicas, tais como sistema de distribuição de água e esgoto e coleta de resíduos sólidos urbanos; a realização do estudo de impacto de vizinhança, de impacto ambiental e, se necessário, estudo ambiental; o licenciamento ambiental das obras e a submissão dos estudos de impactos aos órgãos públicos competentes.

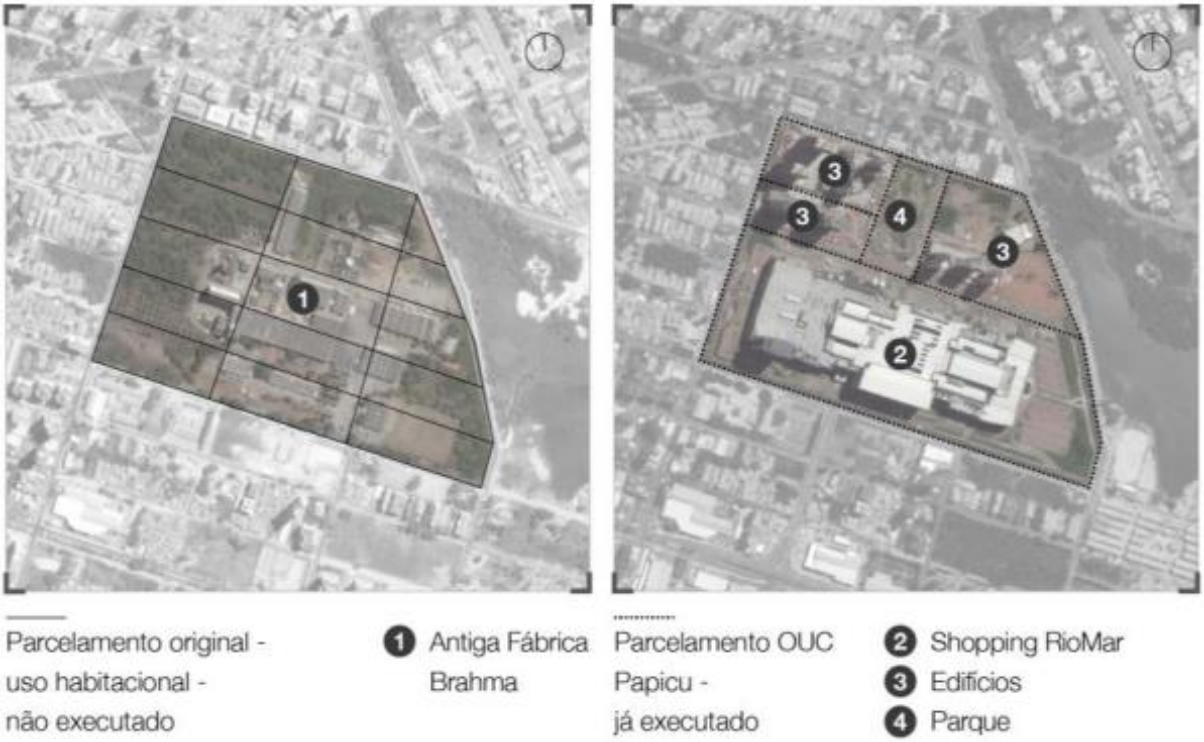
Quando comparada à OUC Parque Foz Riacho Maceió, a OUC Lagoa do Papicu também se localiza em uma porção valorizada da cidade – entre os bairros Aldeota, de Lourdes e Cocó – e, ao mesmo tempo, é constituída por comunidades de baixa renda em suas proximidades, como a do Pau Fininho – localizada em área de proteção ambiental.

O terreno do empreendimento, que abrigava a antiga sede da cervejaria Astra/Brahma (Figura 18), passou por alterações nos parâmetros urbanísticos para o seu parcelamento (Figura 19) e garantia de construção de equipamentos de uso coletivo não habitacionais, edificações multifamiliares e de uso misto e centro comercial de grande porte, tipo *shopping center*. A área de uso residencial ficou permitida até 491.101,62 m² e o de uso comercial e de serviços múltiplos aproximado de 755.538,00 m².

Figura 18 – Vista aérea da Cervejaria Astra/Brahma (esquerda) e vista aérea do Shopping RioMar Fortaleza e de parte da área contemplada pela OUC Lagoa do Papicu (direita).

Fonte: Fortaleza em Fotos (2019) (esquerda) e acervo do autor (direita).

Figura 19 – Delimitação da Operação Urbana Lagoa do Papicu, com destaque às diferenças entre os parcelamentos proposto e executado.



Fonte: Hissa (2017).

Sob o prisma da sustentabilidade, a Lagoa do Papicu aparece como coadjuvante em todo o processo, não recebendo o devido reconhecimento paisagístico e urbanístico adequado ao seu potencial (CERQUEIRA, 2019), da mesma forma que não houve uma priorização na recuperação e valorização ambiental do recurso hídrico que nomeia a Operação Urbana.

Cerqueira (2019) afirma ainda que vem ocorrendo a diminuição do fluxo natural hídrico no Riacho Papicu, ocasionado por processo de assoreamento, poluição e canalização que houve em parte do seu trecho no bairro Papicu (Figura 20). Todos os fatos mencionados foram vistos *in loco* durante as visitas técnicas realizadas.

Figura 20 – Trecho retificado, assoreado e poluído a jusante da Lagoa do Papicu.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

Por fim, das exigências feitas pela PMF, grande parte apresenta inconsistências executivas. De acordo com o 10° relatório trimestral de acompanhamento das ações de manutenção do entorno da Lagoa do Papicu previstas no Termo do Convênio já mencionado, elaborado pela Célula de Negócios Urbanos (CENUR) pertencente a SEUMA, todas as ações (manutenção da pavimentação dos passeios, das cercas de proteção da Lagoa do Papicu, das lixeiras e dos bancos, realização da limpeza e conservação da vegetação) de responsabilidade das

empresas consorciadas encontram-se pendentes. O documento (Anexo A) consiste na última edição publicada pela Prefeitura e está disponível desde março de 2022.

O documento destaca a irregularidade ou inexistência em diversos pontos do piso intertravado que compõe a pavimentação do passeio, causando, inclusive, a opressão do sistema radicular das árvores locais. Esta ação carece de solução desde setembro de 2021, apontado no relatório de N° 8. A cerca de proteção do entorno da Lagoa encontra-se danificada, as lixeiras superlotadas de resíduos e os bancos danificados.

A PMF constatou ainda a necessidade de limpeza da área e coleta periódica dos resíduos. É necessário também a poda das árvores e plantio de mais espécies no entorno da lagoa, bem como a manutenção e recuperação do corpo hídrico, uma vez que o espelho d'água encontra-se em processo de eutrofização e apresenta em grande parte de sua extensão a presença de aguapé (Figura 21).

Figura 21 – Lagoa do Papicu em processo de eutrofização e forte presença de aguapé, conforme apontado no relatório da PMF. O registro foi feito em novembro de 2022.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Mapeamento e Cálculo do NDVI e da LST

Uma introdução explicativa se faz necessário para justificar o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e da Temperatura de Superfície Terrestre (LST). Para os cálculos dos instrumentos de qualificação ambiental (BAF e QA) é preciso dispor dos valores das áreas de todas as superfícies presentes no lote, desde revestimentos impermeáveis a áreas ajardinadas com vegetação conectada ao solo. Isso porque só é possível chegar à pontuação final do BAF e da QA quando essas áreas são multiplicadas aos seus respectivos fatores de ponderação.

Considerou-se necessário o cálculo do NDVI porque não houve disponibilidade de acesso a todas as plantas baixas dos empreendimentos analisados, ou seja, as exatas medições de cada uma das superfícies. Também não foi possível adentrar nos edifícios durante as coletas, principalmente pelo cenário de isolamento social ocasionado pela pandemia da Covid-19 que perdurou por quase todo o período desta pesquisa. Dito isso, o NDVI serviu de suporte para a quantificação da área vegetada. A partir das respostas fotossintéticas obtidas pelo índice de vegetação, foi possível estabelecer de modo aproximado a área verde de cada lote estudado. Em outra medida, o NDVI foi essencial para entender o quadro de perdas de cobertura vegetal em Fortaleza, assim como nas áreas das OUCs. Com isso, foi feito um recorte espaço-temporal dessas áreas, nos permitindo entender os rebatimentos da urbanização e das operações urbanas sobre a vegetação.

Uma vez comprovada a perda de cobertura vegetal nos perímetros analisados e considerando que a valorização ambiental não figura entre as prioridades do instrumento OUC, aos menos nas operações do Riacho Maceió e da Lagoa do Papicu, revela-se um cenário propício para a implementação dos instrumentos de qualificação ambiental como alternativa para trazer o verde de volta aos lotes e, consequentemente, favorecer a qualidade de vida nos ambientes urbanos sobretudo em Fortaleza.

Por sua vez, o cálculo da temperatura de superfície consistiu em uma contribuição para melhor entendimento dos instrumentos BAF e QA, portanto, uma

iniciativa complementar ao estudo. A partir do mapa elaborado foi possível identificar pontos críticos das OUCs e ampliar o entendimento acerca da importância da vegetação dentro dessas áreas. Foi possível, ainda, identificar a amplitude térmica quando comparado diferentes pontos das OUCs e a influência da vegetação e dos recursos hídricos locais na mitigação dos efeitos das superfícies impermeáveis (asfalto, concreto etc.) nas imediações. Pensando na possibilidade de pesquisas futuras, o mapa de temperatura pode servir de suporte à simulação em outros *softwares*, como o ENVI-met, ou ainda à tomada de decisão acerca da implementação de infraestruturas verdes ou da substituição de superfícies como variações de albedo.

Cabe destacar, mais uma vez, que as informações referentes à área total do lote, taxa de ocupação, taxa de permeabilidade mínima e ao gabarito, foram obtidas em consultas junto a Prefeitura de Fortaleza e outras instituições, resultando na criação do banco de dados para todos os lotes analisados. Os indivíduos arbóreos, por sua vez, foram levantados nas visitas técnicas de campo e contou com o suporte das ferramentas Google *Street View* e Google *Earth*.

- ***Cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI)***

Grande parte das pesquisas que envolvem o ambiente urbano se faz valer da adoção de métricas para quantificar e caracterizar a estrutura da paisagem e relacioná-la com os padrões de uso e ocupação do solo ou com o impacto na provisão de serviços ecossistêmicos em locais específicos da análise (MAGALHÃES, 2013; SOARES; NETO; SOUZA, 2011). Sendo as métricas da paisagem favoráveis ao entendimento dos padrões espaciais (tamanho, isolamento, quantidade, forma e distribuição dos elementos no espaço) em diferentes níveis de escala (regional, local, bairro, quadra, lote, entre outros) (DOBBS; NITSCHKE; KENDAL, 2017; MAGALHÃES, 2013).

Logo, a análise recai primeiramente sobre a dinâmica de urbanização de Fortaleza e a consequente supressão de sua cobertura vegetal. Para isso foi adotado o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, um índice já consolidado na literatura tendo sua ampla utilização para a valoração da vegetação em ambientes urbanos. Devido ainda à heterogeneidade das

superfícies presentes nas áreas de estudo, o NDVI garante o suporte necessário para a elaboração de mapas e obtenção dos cálculos das áreas impermeabilizadas e de cobertura vegetal.

Para Rego et al. (2012, p. 4),

> O *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, foi introduzido para produzir um índice de vegetação espectral que separa vegetação verde do brilho do solo. Este é o índice de vegetação mais comumente empregado, em estudos sobre vegetação que detém a habilidade para minimizar efeitos topográficos ao produzir uma escala linear de medida, possui a propriedade de variar entre –1 a +1 (quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal), o 0 representa valor aproximado para ausência de vegetação.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) é uma medida radiométrica adimensional utilizado para avaliar a atividade e radiação fotossintética da vegetação. Trata-se de um dos principais índices utilizados para verificar a presença e densidade da cobertura vegetal, sobretudo das copas de árvores, tendo como base os dados de sensoriamento remoto (ADÁRIO, 2021). Melo, Sales e Oliveira (2011) definem o NDVI “como um índice de vegetação capaz de determinar a densidade de fitomassa foliar fotossinteticamente ativa por unidade de área”. O índice de vegetação é calculado a partir da diferença normalizada das bandas do vermelho e infravermelho próximo (NIR), conforme apresentado na Equação (1) (EDUVIRGEM et al., 2019).

$$NDVI = \frac{(\rho NIR - \rho RED)}{(\rho NIR + \rho RED)} \quad (1)$$

Sendo:

a) ρNIR = reflectância na banda do infravermelho próximo;
b) ρRED = reflectância na banda vermelha.

Os valores obtidos no NDVI variam entre -1 e 1. Quanto mais próximo de 1, mais densa e vigorosa será a cobertura vegetal; sendo que a vegetação real apresenta uma grande variação nos valores obtidos. Resultados próximos a zero, ou negativos, sugerem a presença de rochas, superfícies impermeabilizadas, áreas desmatadas ou cobertas por água (HOLBEN, 1986). A vegetação saudável possui elevada reflectância na região do infravermelho próximo e absorve a maior parte da luz visível que a atinge, ao passo que a vegetação insalubre, esparsa, ou solo reflete mais luz visível e menos luz infravermelha próxima.

Para quantificar a cobertura vegetal em Fortaleza nos diferentes períodos estudados nesta pesquisa, foram utilizadas as bandas 3 e 4 do Landsat 5, as bandas 4 e 5 do Landsat 8 e as bandas 3 e 4 do CBERS 04A, que são, conforme já mencionado, as bandas do vermelho e infravermelho próximo. Foi proposto um limiar de NDVI superior a 0,3. Este valor foi determinado tendo como base a literatura e o auxílio do *Google Earth Pro*, do *Google Street View* e dos levantamentos técnicos realizados durante as visitas de campo. O cálculo foi feito a partir da calculadora raster, nativa do QGis. A partir dela é possível selecionar os arquivos TIFF das bandas desejadas, bem como operacionalizar valores numéricos por meio de fórmulas matemáticas específicas. Dessa maneira, chega-se ao resultado da operação em uma nova imagem com os valores do índice de vegetação para cada pixel (ADARIO, 2021).

Então, foram gerados os relatórios de estatísticas de área para raster de modo a quantificar a cobertura vegetal. Utilizou-se a extensão *r.report*, disponível na caixa de ferramentas de processamento do QGis. Primeiramente é feita a seleção da camada, seguida pela escolha da unidade de medida de interesse (metro, quilômetro ou hectares), a depender da dimensão da área analisada. Foram consideradas 30 subfaixas para coleta das estatísticas, sendo selecionado a opção de não reportar células sem dados nos mapas.

Após a execução da ação, foram selecionados aqueles intervalos de áreas com atividade fotossintética ativa e valores iguais ou superiores a 0,3 de NDVI, sem considerar as classes relacionadas ao porte da vegetação, seguido da compilação dos resultados em planilha eletrônica. Santos, Tenedório e Gonçalves (2016) aplicaram essa metodologia para quantificar as áreas verdes de Lisboa, em Portugal.

Algumas pesquisas podem ser citadas como referência para a caracterização espacial e temporal da vegetação em ambiente urbano, a exemplo de Akbar et al. (2019). Os autores fizeram uso de seis intervalos (água; construído; terra estéril; arbustos e pastagens; vegetação esparsa; vegetação densa) com variações entre -0,28 a 0,74.

Agrupamento aproximado pode ser visto em Santos, Galvíncio e Moura (2008), com a adoção de cinco categorias (corpos hídricos; áreas não vegetadas; áreas com vegetação bastante esparsa; áreas com vegetação esparsa; áreas com vegetação densa) e variação de -0,77 a 0,75. Ao passo que, Martinho et al. (2012) fizeram o uso de três classes (corpos d'água; vegetação; outros usos) e valores de -1,0 a 1,0.

Nesse processo, foram utilizadas 5 imagens de satélites referentes a um período de 29 anos, compreendido entre os anos de 1991 e 2020, que abrangem por completo o município de Fortaleza-Ce. As imagens adquiridas, detalhadas no Quadro 2, estão disponíveis no catálogo da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do INPE (http://www.dgi.inpe.br/catalogo/) e no portal *Earth Explorer* (https://earthexplorer.usgs.gov/), da Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* – USGS).

Quadro 2 – Caracterização das Imagens de Satélites utilizadas para o processamento por meio de *softwares* livres

Satélite	Órbita e ponto	Data da Imagem	Resolução espacial
Landsat[24] 5	217/063	06/1991	30 m
Landsat 5	217/063	08/2001	30 m
Landsat 5	217/063	06/2007	30 m
Landsat 8	217/063	06/2020	30 m

[24] A série Landsat, desenvolvida pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), teve início na década de 60 ainda com o nome de ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*). Desde o início dos anos 1970, o Landsat tem arquivado consistentemente imagens da Terra, sendo o registro global contínuo mais longo. As imagens obtidas pelo satélite permitem aos cientistas a capacidade de avaliar as mudanças na paisagem da Terra (INPE, s.d.; NASA, s.d.).

CBERS[25] **04ª**	217/063	06/2020	2 m (pancromática) e 8 m (multiespectral)

Fonte: Elaborado pelo autor.

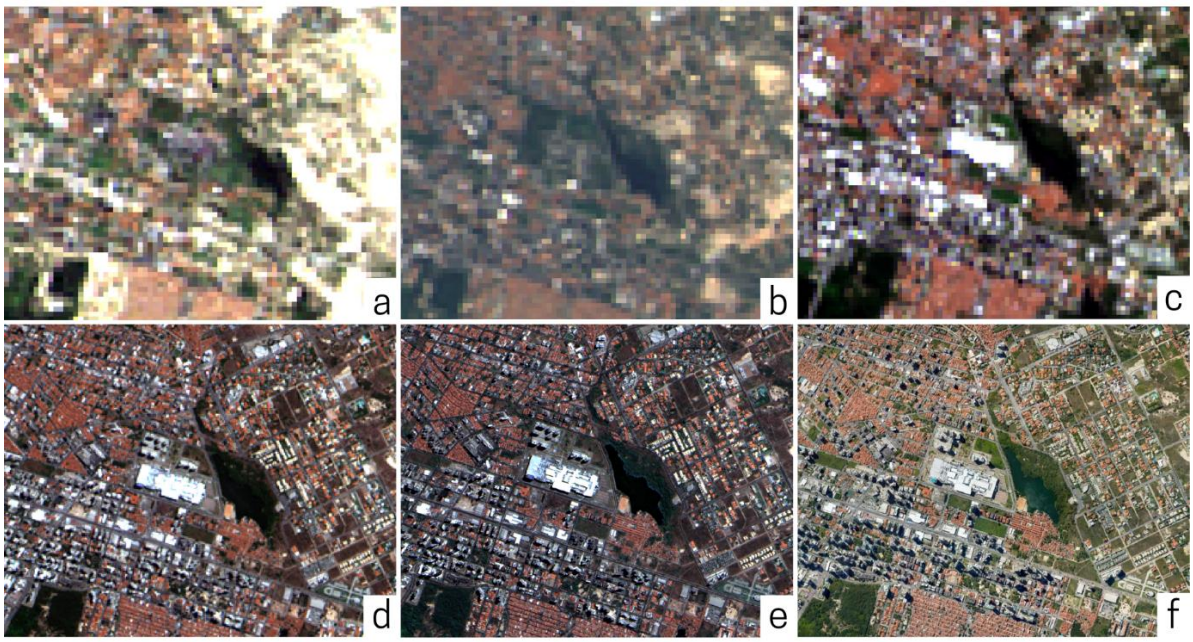
Os registros foram realizados pelos satélites Landsat TM5, nos anos de 1991, 2001 e 2007; Landsat OLI8, em 2020 e CBERS 04A, também do ano de 2020, todos referentes à órbita 217 e ao ponto 63. Cabe salientar que o sexto satélite da família CBERS foi lançado e colocado em órbita em dezembro de 2019 (INPE, 2020), por esse motivo não foram utilizadas imagens de mesma resolução para os outros anos.

A série Landsat foi selecionada para manter o padrão de imageamento e uniformidade nos resultados considerando o longo intervalo de tempo analisado. O satélite CBERS 04A, por sua vez, foi utilizado para maior precisão nos resultados, uma vez que a resolução do pixel é de 8 metros para as bandas espectrais e 2 metros para a banda pancromática (INPE, s.d). A diferença na resolução das imagens utilizadas pode ser vista na Figura 22.

Podemos inferir que a diferença entre os resultados obtidos a partir do Landsat e do CBERS, apresentados no capítulo 5, se deu pelo tamanho do pixel de cada satélite. Por isso, apesar de apresentarmos os dois registros, considerou-se para efeito de cálculo as coberturas vegetais obtidas pelo satélite CBERS 04A, referentes ao ano de 2020. Cabe salientar ainda que para maior precisão nos resultados seria necessário o uso de imagens de melhor resolução espacial, não disponíveis de forma gratuita (aspecto importante considerado nesta pesquisa, a exemplo do uso do *software* QGis).

[25] O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com este feito, o Brasil se tornou parte do seleto grupo de países detentores da tecnologia de geração de dados primários de sensoriamento remoto, passou a monitorar o seu extenso território, bem como viabilizou a busca por sua autonomia neste segmento. O CBERS 04A é o sexto satélite da família CBERS (1, 2, 2B, 3, 4 e 04A) (INPE, 2020).

Figura 22 – Vista superior da OUC Lagoa do Papicu em composição R3G2B1 dos satélites: Landsat 5 em 1991 (a), Landsat 5 em 2007 (b), Landsat 8 em 2020 (c), CBERS 04A em 2020 e resolução de 8m (d) e CBERS 04A em 2020 e resolução de 2m (e); Google Satellite disponível em QuickMapServices (f)



Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Cálculo da Temperatura de Superfície Terrestre (LST)**

Vários autores correlacionam a **Temperatura de Superfície Terrestre, ou *Land Surface Temperature* (LST),** com o uso e a ocupação do solo, pois a LST pode ser usada como informação física de entrada para modelar processos que ocorrem na superfície terrestre, em diferentes escalas espaciais (AGARWAL et al., 2014; CRISTÓBAL et al., 2018). No caso desta pesquisa, os dados de Temperatura de Superfície foram obtidos como suporte a interpretação dos resultados do NDVI, uma vez que a urbanização provoca alterações no microclima da cidade enquanto a cobertura vegetal exerce importante papel de resfriamento nos espaços urbanos e apresenta um grande potencial para mitigar a ocorrência de ilhas de calor (SHIH, 2017).

Amani-Beni et al. (2019), investigaram o efeito do resfriamento das áreas adjacentes a parques urbanos, corroborando para a importância da recuperação da

cobertura vegetal nas cidades. Os resultados apontaram que floresta e corpo d'água atuariam na redução em até 6,51% e 12,82%, respectivamente, das temperaturas de superfícies impermeáveis. Outrossim, a cada 10% de incremento na proporção do verde urbano se obtém uma redução de 0,4 °C na temperatura de superfície terrestre, ao passo que a cada quilômetro de distância para o parque florestal, a temperatura de superfície aumenta 0,15 °C.

O mapeamento da temperatura de superfície terrestre em Fortaleza e nas OUCs do Riacho Maceió e Lagoa do Papicu nos permite então compreender quais pontos apresentam os menores valores de temperatura, ou se assemelham a ilhas de frescor decorrentes das áreas verdes, corpos d'água e inclinação das vertentes; e quais tipos de superfícies ou coberturas proporcionam efeitos característicos das ilhas de calor, com temperaturas superiores a 29°C (COELHO; CORREA, 2013).

Para o cálculo da superfície horizontal em graus Celsius, foi utilizado a banda 10 do satélite Landsat 8, sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), correspondente à faixa do infravermelho termal. A imagem digital, com data de passagem em 29 de julho de 2021, possui resolução espacial de 30 metros e pertence à órbita 217 e ao ponto 63. Seguindo o procedimento indicado por Coelho e Correa (2013), a Equação 2 foi inserida na janela da calculadora raster para a obtenção da imagem processada com a respectiva temperatura (°C) de cada pixel. A fórmula corresponde à conversão de níveis de cinza para radiância, depois para temperatura em Kelvin (K). Os valores de temperatura obtidos são então subtraídos pelo seu valor absoluto (273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C).

$$TC = (1321.08/Ln(774.89/(3.3420E\text{-}04 * \text{"banda10.tif"} + 0.10000)+1))-273.15 \quad (2)$$

Sendo:

a) TC = temperatura de superfície em graus Celsius;
b) Banda10.tif = imagem orbital correspondente à faixa do infravermelho termal do Landsat 8.

4.2 Fator Biótopo de Área (BAF), Berlim

O Fator Biótopo de Área (BAF) está fundamentado principalmente em planos paisagísticos de Berlim (*Berliner BFF-Landschaftspläne*). Estes planos foram estabelecidos nas leis de ordenamento urbanístico, pensadas para promover a qualidade ambiental e de vida no ambiente urbano, sem a necessidade de modificar os usos atuais dos lotes seja ele residencial, comercial ou infraestrutural (BERLIN, s.d.). Ele funciona como parâmetro de planejamento ambiental para áreas urbanas densamente ocupadas, com altos índices de impermeabilidade, incluindo como diretriz a proteção de unidades de paisagem e suas espécies.

Uma das vantagens do BAF apontada por Caetano (2016) é o fato de ele se assemelhar a parâmetros urbanísticos com os quais os *stakeholders* estão habituados, a exemplo da taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento. Ainda de acordo com o autor, designação “fator de biótopo” foi objeto de discussão. A relação do “Fator de Superfícies Eficazes” sob a perspectiva da preservação ambiental logo foi descartada, ganhando força os conceitos associados a “Fator de Superfície de Biótopos”.

Logo, é importante destacar que o termo adotado nesta pesquisa segue o padrão estabelecido na literatura, conforme vistos nas Equações 3 e 4, muito embora tenhamos consciência da contraditória nomenclatura. Este é um ponto sensível e que merece destaque, visto que o BAF não estabelece critérios específicos para áreas vegetadas, como a bonificação para espécies nativas ou o porte dos indivíduos arbóreos, este último adotado na Quota Ambiental. Entende-se que sua contribuição acaba exercendo maior força sob o aspecto da microdrenagem do que propriamente o restabelecimento de ecossistemas naturais.

De acordo com o Departamento do Senado para Meio Ambiente, Transporte e Proteção Climática (2021), o BAF condiciona a ampliação da paisagem e seus usos e foi pensado como uma forma de mensurar a eficiência dos ecossistemas urbanos, principalmente em relação a drenagem de águas pluviais. O cálculo busca padrões de planejamento, desenvolvimento e regulamentação de uso e ocupação do solo tendo a qualidade do ecossistema uma prioridade. Uma vez que regula as medidas de ocupação dos lotes destinados à vegetação ou outras funções ao ambiente, por

exemplo a infiltração de água da chuva, o BAF é considerado um promotor das “qualidades verdes” – adotado nesta pesquisa como qualificação ambiental. Dos ganhos à cidade, destacam-se:

a) melhoria nas condições microclimáticas e de qualidade do ar;
b) restabelecimento das funções do solo, como a permeabilidade, e manutenção do ciclo hidrológico;
c) qualidade do *habitat* para animais e plantas;
d) melhores condições de vizinhança e habitabilidade na cidade.

No entanto, para que esses ganhos sejam reais, a Prefeitura de Berlim estabeleceu que todo terreno destinado às edificações urbanas deve atender valores específicos de BAF previstos em lei. Para os cálculos são consideradas as áreas – como pátios, coberturas e paredes – com “potencial ecológico”, o tipo de uso das edificações e o grau de intervenção do projeto. Toda e qualquer modificação natural do lote, seja para construção, reforma e/ou ampliação de edificações, apenas será validada mediante a garantia de um BAF mínimo numericamente igual a 0,30. O índice varia de 0,0 a 1,0, sendo o valor mínimo para áreas que não apresentam funções ecológicas e o valor máximo para áreas que cumprem funções ecológicas em sua totalidade. As obrigações são de responsabilidade dos proprietários, incluindo a prefeitura em caso de terrenos públicos, sob o risco de não execução do projeto. Os limites a serem alcançados estão definidas no Quadro 3.

O BAF mínimo de 0,30 é determinado para áreas residenciais, comerciais, industriais, administrativas e de infraestrutura técnica ou para áreas adensadas que já existiam antes da implementação da nova lei, podendo variar também entre 0,45 e 0,60 a depender da Taxa de Ocupação (TO). As medidas compensatórias devem incorporar vegetação às coberturas e às paredes das edificações. Creches e jardins de infância seguem as mesmas especificações, enquanto instalações desportivas, de recreação e escolas, devem apresentar um índice mínimo de 0,30. Quando modificados, alguns empreendimentos devem apresentar BAF mínimo de 0,60, como pode ser visto no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores BAF aplicáveis aos usos do solo urbano

Metas BAF para diferentes tipos de edificações		
Edificações existentes		Novas edificações (alterações/ampliações de canteiros de obras - criação de novos espaços ou aumento da TO)
Taxa de Ocupação (TO)	BAF mínimo	BAF alvo
Unidade residencial (uso residencial e uso misto sem uso comercial de espaço aberto)		
até 0,37	0,60	0,60
0,38 a 0,49	0,45	
acima de 0,50	0,30	
Uso comercial (uso comercial e uso misto com uso comercial de espaço aberto)		
–	0,30	0,30
Uso típico em áreas principais (instalações comerciais e/ou administrativas em geral)		
–	0,30	0,30
Equipamento público (para fins culturais ou sociais)		
até 0,37	0,60	0,60
0,38 a 0,49	0,45	
acima de 0,50	0,30	
Escola (ensino geral, centros profissionais, complexos educativos, instalações desportivas ao ar livre)		
–	0,30	0,30
Creche e jardim de infância		
até 0,29	0,60	0,60
0,30 a 0,49	0,45	
acima de 0,50	0,30	
Infraestrutura técnica		
–	0,30	0,30

Fonte: Departamento do Senado para Meio Ambiente, Transporte e Proteção Climática (2021).

O cálculo do BAF, expresso pela Equação 3, se dá através da razão entre a Área de Superfície Efetivamente Ecológica (AEE) e a área total do terreno, sendo que a tipologia ecologicamente eficiente convencionada a área com vegetação em contato com o solo, sendo atribuído um fator igual a 1,0 (CAETANO, 2016). A AEE é calculada a partir da multiplicação da área vegetada (ou drenante) em projeção no solo por um

fator fixo de ponderação, determinado em função da característica de permeabilidade do solo. Quanto maior a sua capacidade drenante, maior será o fator multiplicador e menor será a área em projeção necessária para manter o resultado ambiental esperado para cada uma das zonas municipais.

$$BAF = \frac{\text{Área de Superfície Efetivamente Ecológica (AEE)}}{\text{Área total do terreno}} \quad (3)$$

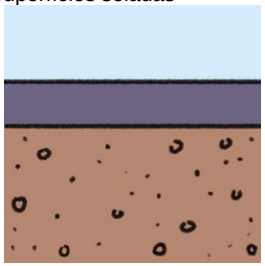
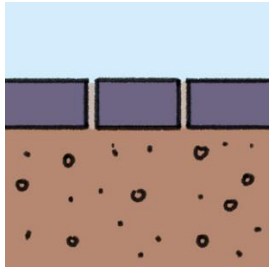
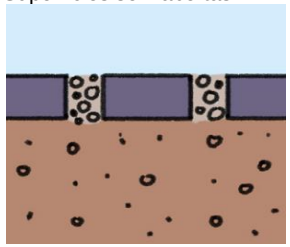
Sendo:

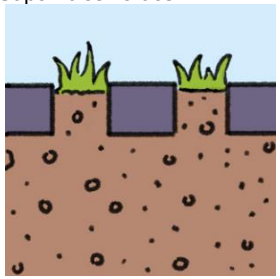
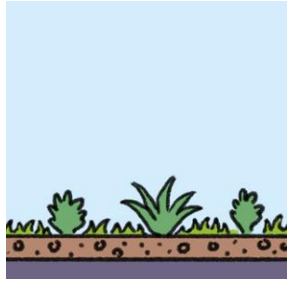
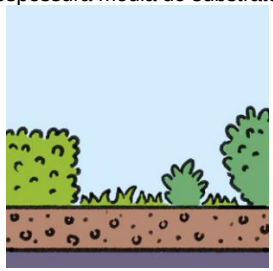
$$AEE = \text{Área (diferentes tipos de superfícies)} \times \text{Fator de ponderação} \quad (4)$$

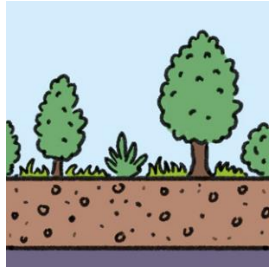
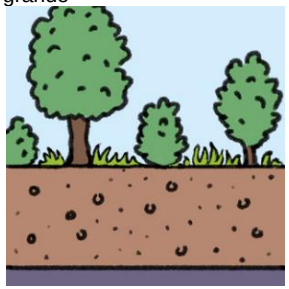
O Quadro 4 consiste em uma síntese de categorização dos principais tipos de superfícies e revestimentos de solo presentes no ambiente urbano e seus respectivos coeficientes de permeabilidade, ou fatores de ponderação por m² de superfície, pré-estabelecidos na metodologia do BAF. O Departamento do Senado para Meio Ambiente, Transporte e Proteção Climática destaca ser possível a utilização de outros tipos de pavimentos que não foram contemplados no Quadro 4, desde que contribuam para o aumento da permeabilização do solo. Superfícies totalmente impermeáveis possuem fator ponderante igual a 0, enquanto superfícies drenantes possuem coeficiente variando de 0,3 a 0,5 quando parcialmente seladas a superfícies semiabertas, respectivamente. No outro extremo são considerados: coberturas verdes (0,7) e superfícies vegetadas, desconectadas (0,7) ou conectadas (1,0) ao solo.

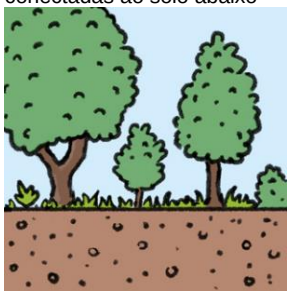
Considerando que cada lote pode ter diversas configurações e padrões construtivos, no contexto desta pesquisa a ampliação da área vegetada deve ser tida como prioridade. Somente então as alternativas devem ser consideradas, como a substituição de infraestruturas impermeáveis (concreto e asfalto, por exemplo) por outras superfícies abertas ou semiabertas. Novamente destacamos que o BAF não analisa o tipo de vegetação, e sim a qualidade das superfícies que compõem um lote.

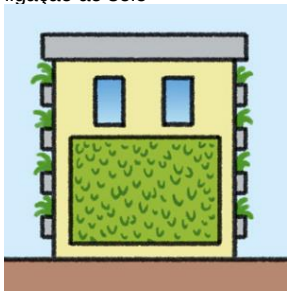
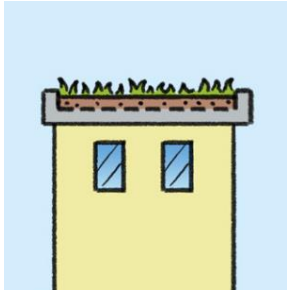
Quadro 4 – Tipos de superfícies do solo e seus respectivos fatores de ponderação para o cálculo do BAF

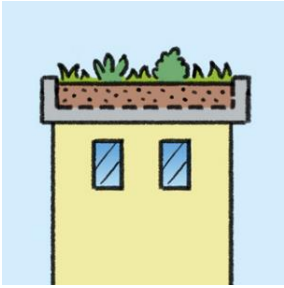
Categoria	Tipo de Superfície	Descrição	Relação com o ecossistema	Fator de Ponderação
Caminhos e áreas de tráfego (superfícies de diferentes tipos e graus de vedação)	Superfícies seladas 	A superfície é completamente selada, impermeável ao ar e à água e não apresenta desenvolvimento vegetativo. Exemplos concreto, asfalto, tijoleira, lajes/pavimentos com sub-base sólida, ladrilhos com base sólida, coberturas plásticas impermeáveis).	A vedação completa interrompe a troca de água e/ou ar e exclui o uso da área como sítio de vegetação. Serviços ecossistêmicos baseados em vegetação não podem ser adotados. Em particular, devido ao alto escoamento superficial da precipitação, as superfícies seladas têm um efeito negativo no ecossistema.	0,0
	Superfícies parcialmente seladas 	A superfície é permeável à água e ao ar; via de regra, não há crescimento de plantas. Exemplos pavimentação de pedra ou de madeira, tijolos de clínquer, blocos de escória, blocos e lajes de concreto, lajes com sub-base de areia ou cascalho, solo compactado aberto, coberturas plásticas permeáveis. Coberturas verdes com altas intensidades de uso (N2, N3).	Dependendo do tipo de cobertura, as áreas parcialmente vedadas permitem uma infiltração e evaporação proporcionais da precipitação. O desenvolvimento de uma cobertura vegetal não é planejado, razão pela qual os serviços ecossistêmicos baseados em vegetação não são contabilizados. O uso intensivo de superfícies verdes restringe a assunção de serviços ecossistêmicos a longo prazo, razão pela qual essas superfícies também são contabilizadas entre as áreas de superfície parcialmente impermeabilizadas.	0,1
	Superfícies semiabertas 	A superfície é permeável à água e ao ar, permite a infiltração de água, mas sem crescimento de vegetação Exemplos Areia, cascalho, gravilha, tijolo de clínquer com alta infiltração de água, pedras de pavimentação com capacidade de drenagem muito elevada.	As superfícies permeáveis são utilizadas para infiltrar altos níveis de precipitação e têm um efeito muito positivo no alívio do sistema de esgoto urbano. A utilização de substratos particularmente granulados evita a formação de vegetação. Os serviços ecossistêmicos baseados em vegetação não podem, portanto, ser contados para este tipo de área.	0,2

	Superfícies verdes 	A superfície é permeável à água e ao ar, permite a infiltração de água, apresenta crescimento de vegetação planejado e de baixa intensidade de uso. Exemplos Cascalho com grama, clínquer com grama, gravilha com grama, paralelepípedos de madeira com uma grande proporção de juntas, blocos de pavimentação de grama.	Coberturas verdes com baixa intensidade de uso atingem volumes de vegetação muito baixos e assumem em pequena medida os serviços ecossistêmicos baseados na vegetação. O escoamento superficial é significativamente reduzido e as áreas têm um efeito positivo no microclima e na qualidade do ar em pequena medida. Superfícies verdes servem como *habitat* para espécies de plantas adaptadas e também têm um efeito ligeiramente positivo na paisagem urbana.	0,4
Áreas de vegetação (com e sem ligação ao solo)	Superfícies com vegetação, desconectadas do solo abaixo, pequena espessura do substrato 	Superfícies com vegetação sem ligação ao solo e com camada de substrato de 20 a 40 cm para estabelecer baixo volume de vegetação. Exemplos Áreas de vegetação em tetos de porões ou garagens subterrâneas. Estabelecimento de gramados, pequenos arbustos e plantas perenes.		0,5
	Superfícies com vegetação, não ligadas ao solo abaixo, espessura média do substrato 	Superfícies com vegetação sem ligação ao solo e camada de substrato de 41 a 80 cm para estabelecimento de volume médio de vegetação. Exemplos Áreas de vegetação em tetos de porões ou garagens subterrâneas, vasos de plantas permanentes. Estabelecimento de estruturas de vegetação, incluindo sebes e grandes arbustos.		0,6

	Superfícies com vegetação, não conectadas ao solo abaixo, grande espessura do substrato 	Superfícies com vegetação sem ligação ao solo e camada de substrato de 81 a 150 cm de cobertura do solo para estabelecer grandes volumes de vegetação. Exemplos Áreas de vegetação em tetos de porões ou garagens subterrâneas, vasos de plantas permanentes. Estabelecimento de estruturas de vegetação, incluindo árvores médias a altas.		0,7
	Superfícies com vegetação, não ligadas ao solo abaixo, espessura de substrato muito grande 	Superfícies com vegetação sem ligação ao solo, mas com camada de substrato superior a 150 cm para estabelecer um volume de vegetação muito elevado. Exemplos Áreas de vegetação em tetos de porões ou garagens subterrâneas, vasos de plantas permanentes. Estabelecimento de estruturas de vegetação incluindo árvores muito altas.	Uma subestrutura das áreas de vegetação limita a área de raízes e o abastecimento de água da vegetação. Isso pode limitar o desenvolvimento de grandes volumes de vegetação e a aquisição de serviços ecossistêmicos. Áreas com baixos requisitos de substrato geralmente permitem apenas baixos volumes de vegetação com pouca estruturação. Portanto, um efeito positivo no ecossistema só é possível de forma limitada. Com o aumento da profundidade do substrato, aumenta-se o potencial de estabelecimento de volumes médios a altos de vegetação e, consequentemente, o valor ecológico das áreas. Dependendo da estrutura das áreas, podem ser concebidos *habitats* valiosos para a flora e fauna urbanas. Com espaço radicular e área suficientes, camadas de substrato mais profundas permitem volumes de vegetação altos a muito altos e suprimento de água para as plantas, mesmo em estações secas. Isto tem um efeito particularmente positivo na capacidade de evaporação das superfícies. Além disso, o estabelecimento de árvores altas aumenta o potencial de sombreamento, razão pela qual áreas que permitem grandes volumes de vegetação têm um efeito particularmente positivo no microclima urbano. O desenho de estruturas de vegetação complexas permite diversos *habitats* urbanos e espaços recreativos. Se forem estabelecidos volumes de vegetação predominantemente baixos em áreas com espessura de substrato média, alta e muito alta, o fator de ponderação pode ser reduzido em 0,1. A desvalorização só é possível se a espessura do substrato for baixa.	0,9

	Superfícies com vegetação, conectadas ao solo abaixo 	Área com alto grau de cobertura vegetal, completamente permeável ao ar e à água e com ligação à estrutura do solo *in situ*. A vegetação, disponível para o desenvolvimento da flora e fauna, também está ligada ao solo abaixo. Exemplo: Todas as áreas de vegetação sem restrição do espaço radicular.	Dependendo do projeto, áreas heterogeneamente estruturadas com volumes de vegetação muito altos podem ser estabelecidas em áreas de vegetação, que assumem uma variedade de serviços ecossistêmicos baseados em vegetação. O valor das áreas aumenta com o volume de vegetação. Por esta razão, o fator de ponderação pode ser reduzido em conformidade (até -0,5) se apenas forem estabelecidos volumes de vegetação baixos com uma estrutura baixa (por exemplo, gramados ornamentais).	1,0
Áreas azuis (medidas de gestão de águas pluviais)	Infiltração de água da chuva por m² de área de telhado	Infiltração de águas pluviais próxima da superfície de precipitação de superfícies externas (por exemplo, superfícies de telhado) em áreas de vegetação. Contribui para a reposição de águas subterrâneas e recuperação do lençol freático; infiltração sobre superfícies com vegetação existente. Exemplos Infiltração superficial, infiltração por calhas.	Sem medidas de infiltração exclusivamente subterrâneas. A infiltração adicional de precipitação de áreas externas (por exemplo, de áreas sem cobertura verde) em áreas de vegetação com ligação ao solo leva a um alívio completo do sistema de esgoto das áreas a serem drenadas. Além disso, o aumento da oferta de água aumenta ligeiramente a absorção de serviços ecossistêmicos baseados em vegetação. Isso é compensado com a área a ser drenada.	0,2
	Superfície da água	Superfície da água alimentada pela água da chuva. Exemplos Lagoas alimentadas com água da chuva, lagos artificiais, pântanos artificiais, zonas úmidas artificiais.	As áreas de águas pluviais recebem temporariamente serviços ecossistêmicos semelhantes aos das áreas de vegetação. As altas taxas de evaporação têm um efeito positivo no microclima durante o dia, enquanto o efeito oposto pode ocorrer nas noites quentes. Elevado potencial recreativo e efeito positivo na qualidade do ar. *Habitat* importante para algumas espécies adaptadas. Através de um estabelecimento de vegetação direcionado, pode-se contar um maior efeito das áreas (+0,1). Desse modo, o BAF aumenta para 0,6.	0,5

Esverdeamento de edifícios (cobertura verde e jardim vertical)	Vegetação vertical com ligação ao solo	Conexão direta da vegetação vertical com o solo, fornecimento de nutrientes e água diretamente através do sistema radicular no solo. Altura máxima de carregamento: 10 m. Exemplos Esverdeamento de fachadas de diferentes plantas (por exemplo, hera ou trepadeira da Virgínia) com ou sem auxiliares de escalada.	Dependendo do volume e densidade da vegetação, o jardim vertical baseado no solo tem um efeito positivo no microclima e na qualidade do ar. Além disso, essas áreas verdes servem como *habitat* para muitas espécies e são classificadas como elementos particularmente positivos na paisagem urbana. Nas estações secas, os serviços ecossistêmicos só podem ser assumidos de forma limitada.	0,5
	Vegetação vertical sem ligação ao solo 	Vegetação vertical ou horizontal em muro sem ligação direta ao solo no terreno, plantadeiras permanentes abastecendo a vegetação, geralmente com irrigação artificial. Vegetação sem ligação direta ao solo, áreas de vegetação vertical ou áreas de vegetação horizontal permanente, geralmente com irrigação artificial. Até uma altura de 20m, um máximo de 10m pode ser contado proporcionalmente. Exemplos Paredes Vivas; grandes plantadores permanentes.	O efeito de telhados verdes verticais delimitados por paredes com áreas de vegetação horizontal ou vertical no ecossistema é muito dependente do sistema. A irrigação artificial permite a aquisição de serviços ecossistêmicos baseados em vegetação mesmo em estações secas. Um terreno para uso residencial com área total de 750 m2 e área de construção de 330 m2 está a ser desenvolvido de acordo com o BFF devido a alterações estruturais. O grau de desenvolvimento de 0,43 resulta em um BAF alvo de 0,45. O BAF do imóvel é calculado a partir da proporção da área do BAF a ser contabilizada na área total do imóvel.	0,7
	Cobertura verde extensivo 	Desenho natural das superfícies da cobertura da edificação com uma espessura de substrato inferior a 20 cm sem possibilidade de artificial. Através de sistemas de retenção de água, o BAF pode aumentar para 0,6 (somente para coberturas extensas). Exemplos Coberturas verdes com vegetação de musgo, sedum, erva, grama.	A baixa espessura do substrato das coberturas verdes extensivos (DBG) limita a retenção da precipitação na área radicular. Além disso, a falta de irrigação exige o uso de formas de vegetação resistentes à seca com baixo volume de vegetação. Portanto, apenas um impacto positivo limitado sobre o microclima e outros serviços ecossistêmicos baseados na vegetação podem ser creditados. O uso de sistemas técnicos de retenção de água aumenta o fator de crédito para coberturas verdes extensas em 0,1.	0,5 *desde dezembro de 2019

	Cobertura verde semi-intensivo 	Mistura de coberturas verdes extensivas e intensivas com uma espessura de substrato de 15 a 50 cm (dependendo das plantações escolhidas), geralmente em combinação com irrigação artificial. Exemplos Coberturas verdes com ervas, gramíneas, plantas perenes e pequenas árvores; telhados de biodiversidade.	Em combinação com a irrigação em períodos secos, as coberturas verdes de intensidade simples podem desenvolver comunidades vegetais heterogêneas com volumes médios de vegetação. Como resultado, serviços ecossistêmicos baseados em vegetação estão sendo cada vez mais adotados. Um desenho heterogeneamente estruturado do substrato e da vegetação tem um efeito particularmente positivo na diversidade biológica.	0,7
	Cobertura verde intensivo	Desenho da cobertura semelhante a áreas verdes térreas com espessura de substrato superior a 50 cm, geralmente em combinação com irrigação artificial; alta diversidade de plantas e estrutura de vegetação complexa. Exemplos Coberturas verdes com plantas perenes e arbustos médios e altos.	Uma alta retenção de precipitação no substrato profundo com irrigação adicional conforme necessário permite altos volumes de vegetação com telhados verdes intensivos. Isso tem um impacto positivo no microclima e em outros serviços ecossistêmicos baseados na vegetação. Um alto nível de heterogeneidade estrutural permite um efeito positivo sobre a diversidade biológica, desde que o uso e o desenho de um desenvolvimento funcional no sentido de promoção da biodiversidade não atrapalhem. Se, apesar de uma camada de substrato adequada, não se esgotarem as possibilidades de estabelecer o volume da vegetação, o fator de ponderação para telhados verdes monointensivos e intensivos pode ser reduzido em 0,1. A desvalorização só é possível com DBG extenso.	0,8

Fonte: IASP (2020).

4.3 Quota Ambiental (QA), São Paulo

A Quota Ambiental surgiu do interesse da Prefeitura de São Paulo, por meio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU), de revisar a lei de parcelamento, uso e ocupação do solo do município. Era tratado como um parâmetro urbanístico-ambiental a ser inserido na legislação municipal e seguia as estratégias do BAF desenvolvido em Berlim.

Inicialmente, a QA foi definida como

> O conjunto de parâmetros de uso, dimensionamento e ocupação dos lotes voltados à melhoria da qualidade ambiental e paisagística, em conformidade com os princípios, objetivos e diretrizes estabelecidos no Plano Diretor Estratégico, a ser atendido nos lotes, glebas e unidades de conservação no momento do licenciamento urbanístico (CAETANO, 2016, p. 37).

Foi previsto um incentivo àqueles lotes que alcancem a QA acima da mínima requerida. Pode ser concedido Incentivo de Certificação, sob a forma de desconto na contrapartida financeira de outorga onerosa do direito de construir, para novas edificações ou reformas com aumento de área construída superior a 5% (cinco por cento) que obtiverem certificação específica de sustentabilidade reconhecida em âmbito nacional ou internacional. O cálculo para o valor do desconto considera uma série de fatores, mas é principalmente influenciado pelo número de vezes de majoração da Quota Ambiental Mínima, atingido pelo projeto do empreendimento.

Uma vez incorporada à Legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de São Paulo (LPUOS), a Quota Ambiental se tornou um importante parâmetro urbanístico para a ocupação de lotes com o objetivo de “promover a **qualificação ambiental**, em especial a melhoria da retenção e infiltração da água nos lotes, a melhoria do microclima e a ampliação da vegetação” (São Paulo, 2016, Art. 4º, inciso VII).

A Lei Municipal nº 16.402, de 22 de março de 2016[26], que disciplina a (LPUOS) de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014[27] – Plano Diretor Estratégico (PDE), define a Quota Ambiental como:

---

[26] Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no território do Município de São Paulo.

[27] Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano, o Sistema de Planejamento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo.

> Um conjunto de regras de ocupação dos lotes objetivando qualificá-los ambientalmente, tendo como referência uma medida da eficácia ambiental para cada lote, expressa por um índice que agrega os indicadores Cobertura Vegetal (V) e Drenagem (D) (SÃO PAULO, 2016, Art. 74).

Para Caetano (2016, p. 61), um dos autores da proposta da Quota Ambiental, o índice representa uma “tropicalização” do BAF, e pretende satisfazer três critérios impostos internamente durante o processo de adaptação do BAF à cidade de São Paulo:

a) simplicidade de compreensão e uso. Ou seja, o marco legal proposto tem que ser suficientemente simples para o projetista e para a administração pública, responsável por aprovar e fiscalizar;
b) flexibilidade para garantir maior valor e qualidade ao projeto. Para tanto, é necessário que a legislação urbanística-ambiental forneça aos projetistas e empreendedores, entre as diversas decisões envolvidas nos empreendimentos, uma vasta gama de possibilidades técnicas;
c) embasamento teórico para que os aspectos técnicos possam ser definidos cientificamente.

A QA é calculada conforme Equação 5 e se aplica a lotes com novas edificações ou reformas com alteração superior a 20% da área. A sua pontuação é variável em função do tamanho do lote, ou seja, quanto maior o lote maior será a pontuação requerida, considerando seu potencial de transformação na ocupação urbana existente. A seguir, detalha-se a fórmula para cálculo da Quota Ambiental (São Paulo, 2016, Art. 75)

$$QA = V^{(\alpha)} \times D^{(\beta)} \tag{5}$$

Sendo:

a) QA = Quota Ambiental;
b) V = Indicador Cobertura Vegetal, calculado a partir do Quadro 3B anexo à Lei 16.402/2016;
c) D = Indicador Drenagem, calculado a partir do Quadro 3B anexo à Lei 16.402/2016;

d) ^ = elevado a;
e) Alfa(α) e Beta (β) = fatores de ponderação, definidos no Quadro 3A anexo à Lei 16.402/16.

A somatória dos fatores de ponderação α e β resultará sempre em 1.

Para o cálculo dos indicadores de Cobertura Vegetal (V) e Drenagem (D), a Prefeitura disponibilizou em meio eletrônico uma planilha (Quadro 5), na qual as características do projeto são imputadas e recebem um fator de ponderação, de acordo com o desempenho da estratégia para a melhoria das condições de drenagem ou do microclima e biodiversidade. Por exemplo, na tabela de Cobertura Vegetal, árvores existentes de grande porte pontuam significativamente mais que áreas com arbustos novos, com Fator de eficácia mais baixo (FV) e, na tabela de Drenagem, pavimentos porosos pontuam mais do que superfícies impermeabilizadas, pois apresentam o fator relacionado ao Coeficiente de Escoamento menor (FD).

Tal pontuação resulta da ponderação, em função da área e pontuação atribuída a elementos que inclui pavimentos permeáveis e semipermeáveis, vegetação sobre solo ou laje, cobertura verde e jardim vertical (Figura 23). Segundo a Prefeitura de São Paulo, os PAs, e correlatamente a pontuação mínima, foram definidos a partir dos perímetros das macroáreas do PDE, considerando-se:

a) microclima (baseado em apenas em um mapa de temperaturas superficiais do Atlas Ambiental do Município);
b) cobertura vegetal (presença ou não de vegetação);
c) drenagem (situação dos cursos d'água, condições das sub-bacias, pontos de enchente);
d) tipologia e padrão de uso do solo.

Quadro 5 – Modelo da planilha eletrônica disponibilizada pela Prefeitura Municipal de São Paulo para o cálculo da Quota Ambiental.

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

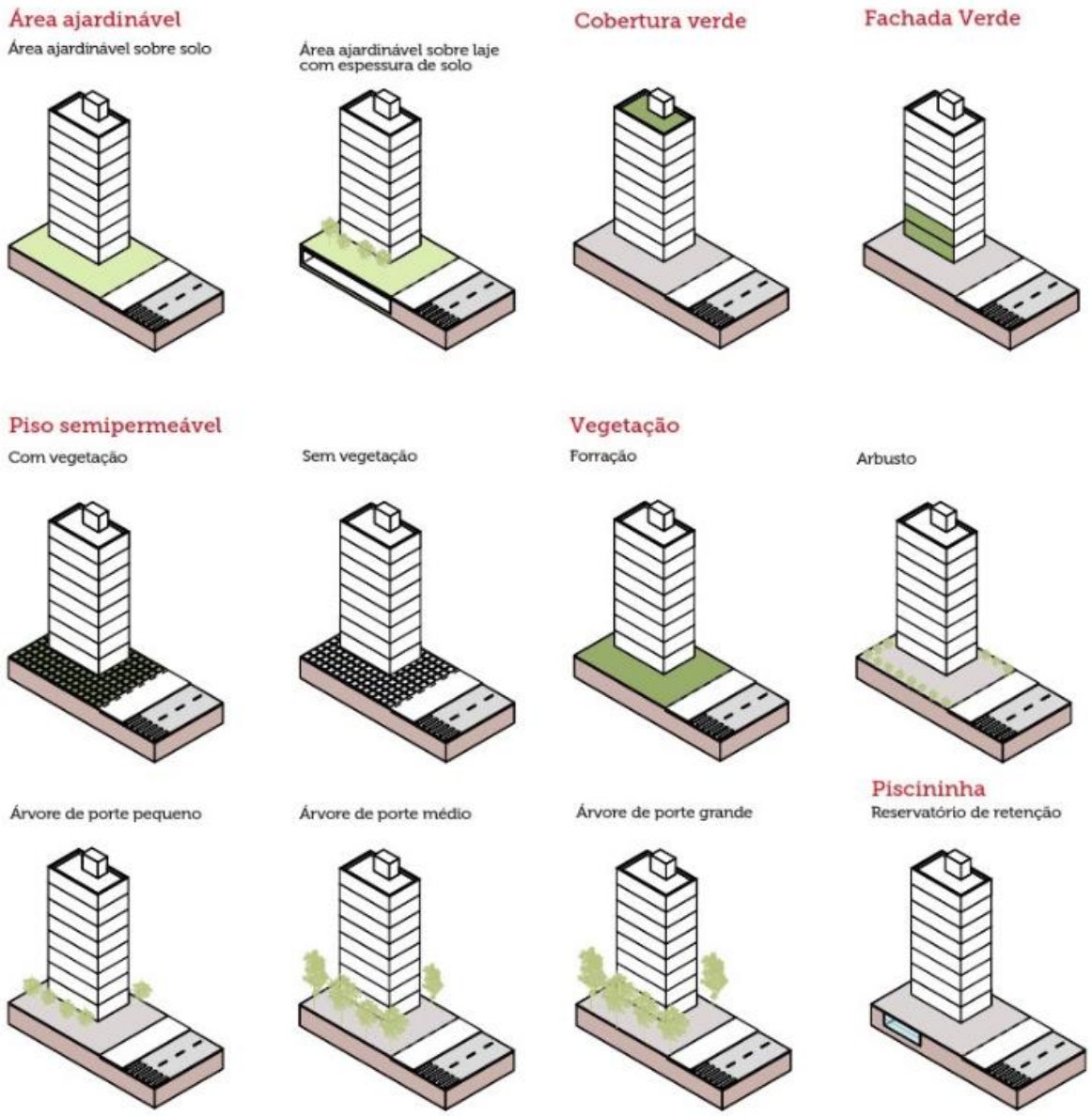
ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	inserir área
Perímetro de Qualificação Ambiental	ver mapa 3
Taxa de Permeabilidade - TP	ver quadro 3A
Fator alfa α	ver quadro 3A
Fator beta β	ver quadro 3A
QA mínimo obrigatório	ver quadro 3A

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	medida do projeto	(m^2)	0,25	n/a	cálculo conforme (I)
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,20	n/a	cálculo conforme (I)
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	medida do projeto	(m^2)	0,10	n/a	cálculo conforme (I)
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	medida do projeto	(unidade)	15	TCA	cálculo conforme (I.I)
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	medida do projeto	(unidade)	35	TCA	cálculo conforme (I.I)
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	medida do projeto	(unidade)	80	TCA	cálculo conforme (I.I)
B4. Palmeira a ser plantada (4)	medida do projeto	(unidade)	20	TCA	cálculo conforme (I.I)
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (7)	medida do projeto	(unidade)	80	n/a	cálculo conforme (I)
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 30 e 40 cm (7)	medida do projeto	(unidade)	180	n/a	cálculo conforme (I)
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (7)	medida do projeto	(unidade)	400	n/a	cálculo conforme (I)
B8. Palmeira existente (7)	medida do projeto	(unidade)	90	n/a	cálculo conforme (I)
B9. Maciço arbóreo existente (7)	medida do projeto	(m^2)	17	n/a	cálculo conforme (I)
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,20	n/a	cálculo conforme (I)
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,15	n/a	cálculo conforme (I)
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	medida do projeto	(m^2)	0,10	n/a	cálculo conforme (I)
D2. Jardim Vertical	medida do projeto	(m^2)	0,15	n/a	cálculo conforme (I)
V PARCIAL					cálculo conforme (II)
V FINAL					cálculo conforme (III)

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	medida do projeto	(m^2)	0,22	cálculo conforme (IV)
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,26	cálculo conforme (IV)
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	medida do projeto	(m^2)	0,60	cálculo conforme (IV)
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,26	cálculo conforme (IV)
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	medida do projeto	(m^2)	0,31	cálculo conforme (IV)
E. Pavimento poroso (10)	medida do projeto	(m^2)	0,1	cálculo conforme (IV)
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	medida do projeto	(m^2)	0,78	cálculo conforme (IV)
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	medida do projeto	(m^2)	0,82	cálculo conforme (IV)
D PARCIAL (12)				cálculo conforme (V)
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	medida do projeto	(ℓ)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	medida do projeto	(ℓ)	n/a	n/a
D FINAL				cálculo conforme (VII)
ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA				cálculo conforme (VIII)

Fonte: São Paulo (2016).

Figura 23 – Parâmetros e soluções indicadas pela Prefeitura Municipal de São Paulo que são contabilizados no cálculo da Quota Ambiental



Fonte: São Paulo (s.d.).

Atendendo aos padrões metodológicos da QA e para efeito de cálculo da Quota Ambiental para Fortaleza, buscou-se estabelecer uma correlação entre as OUCs e os PAs (Quadro 6). A não informação desses critérios inviabilizaria o preenchimento da planilha disponibilizada pela Prefeitura de São Paulo.

Considerando que a cidade foi estrategicamente dividida em 3 territórios: transformação, qualificação e preservação, foi definido a Zona Eixo de Estruturação

da Transformação Metropolitana (ZEM). O coeficiente de aproveitamento máximo para essa zona é igual a 4 e a área se destinada a “promover usos residenciais e não residenciais com densidades demográficas e construtivas altas, bem como a qualificação paisagística e dos espaços públicos”.

Uma vez que a taxa de permeabilidade é de 0,20 para lotes com área superior a 500 m², foi estabelecido o PA 8 para a OUC Parque Foz Riacho Maceió. Considerando que os PAs 6, 7 e 8 apresentam características semelhantes de TP, uso daquele com maior exigência em relação a pontuação da QA e maior fator alfa (quanto maior o valor do indicador cobertura vegetal, maior a eficácia ambiental). Os mesmos critérios de escolha foram usados para a OUC da Lagoa do Papicu, logo atribuiu-se o Perímetro de Qualificação Ambiental 11.

Quadro 6 – Quota Ambiental: pontuação mínima, taxa de permeabilidade mínima e fatores por perímetros de Qualificação Ambiental.

Perímetro de Qualificação Ambiental	TAXA DE PERMEABILIDADE (a) (b)		PONTUAÇÃO QA MÍNIMO					FATORES	
	Lote ≤ 500 m²	Lote > 500 m²	Lote > 500 e ≤ 1000 m²	Lote > 1000 e ≤ 2500 m²	Lote > 2500 e ≤ 5000 m²	Lote > 5000 e ≤ 10000 m²	Lote > 10000 m²	Cobertura Vegetal (alfa)	Drenagem (beta)
PA 1	0,15	0,25	0,45	0,60	0,70	0,80	1,00	0,5	0,5
PA 2	0,15	0,25	0,40	0,52	0,64	0,70	0,86	0,5	0,5
PA 3	0,15	0,25	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 4	0,15	0,25	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 5	0,15	0,25	0,29	0,37	0,46	0,50	0,57	0,4	0,6
PA 6	0,15	0,20	0,34	0,44	0,55	0,60	0,71	0,5	0,5
PA 7	0,15	0,20	0,31	0,41	0,51	0,55	0,64	0,3	0,7
PA 8	0,15	0,20	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 9	0,10	0,15	0,37	0,48	0,60	0,65	0,78	0,5	0,5
PA 10	0,20	0,25	0,23	0,30	0,37	0,40	0,42	0,6	0,4
PA 11	0,20	0,30	0,26	0,34	0,42	0,45	0,49	0,6	0,4
PA 12	0,20	0,30	0,26	0,34	0,42	0,45	0,49	0,5	0,5
PA 13 (c)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fonte: São Paulo (2016).

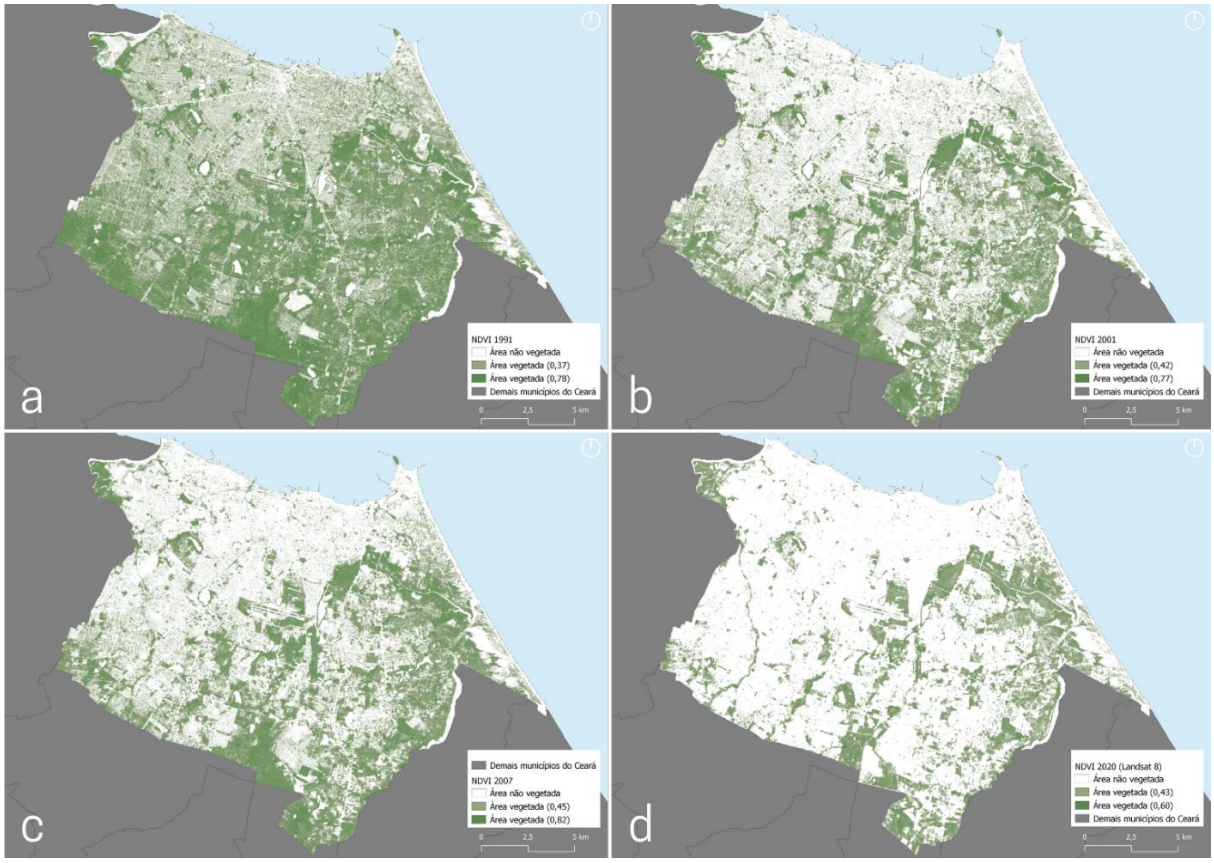
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 O que dizem o NDVI e a LST

5.1.1 Cobertura Vegetal

No capítulo 3 foi feito um breve resumo e resgate histórico do desenvolvimento de Fortaleza, tendo como recorte as dinâmicas comerciais e a maneira como o crescimento exponencial da população refletiram no uso e ocupação do solo. Esses processos tiveram expressiva repercussão na supressão da cobertura vegetal, sobretudo dos maciços arbóreos e consequente fragmentação dos ecossistemas naturais presentes na capital, conforme espacializados na Figura 24.

Figura 24 – Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991 (a), 2001 (b), 2007 (c) e 2020 (d) com base nas imagens do Landsat



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em 1991 (item a da Figura 24), é possível visualizar uma concentração populacional mais acentuada na região central, composta principalmente pelo bairro Centro e adjacências, a exemplo dos bairros Meireles, Aldeota e Benfica. Considerando a população daquele ano (1.768.638 habitantes), tinha-se 94,73 m² de cobertura vegetal por habitante. Vinte e nove anos mais tarde, a capital apresentou grandezas inversamente proporcionais, ou seja, o seu ICVh caiu para 33,91 m²/hab. ao passo que a sua população passou por um incremento superior a 930.000 pessoas. Os números estão detalhados no Quadro 7.

Quadro 7 – Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020.

Satélite	Ano	ICV (km²)	ICVh (m²/hab.)	PCV (%)	População (Fonte, ano de referência)
Landsat 5	1991	167,54	94,73	53,64	1.768.638 (PMF, 1991)
Landsat 5	2001	123,82	57,82	39,64	2.141.402 (IBGE, 2000)
Landsat 5	2007	118,23	48,63	37,85	2.431.415 (IBGE, 2007)
Landsat 8	2020	93,23	34,49	29,85	2.703.391 (IGBE, 2021)
CBERS 04ª	2020	91,67	33,91	29,35	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda tomando como base o Quadro 7 e os mapas da Figura 24, o período em que Fortaleza apresentou a menor perda de cobertura vegetal foi entre os anos de 2001 e 2007, algo em torno do 5,6 km² de vegetação suprimida. Ao analisarmos os mapas b e c da Figura 24, nota-se a manutenção de grande parte dos ambientes naturais conservados nas regiões leste e sul da cidade. Tal fenômeno pode ser explicado pela existência do Parque Natural Municipal das Dunas e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba, somados à APA do Rio Cocó.

Essas áreas de enorme valor ambiental para a cidade foram criadas na primeira gestão da ex-prefeita Luizianne Lins (2005-2008). Em 2009, houve também o reconhecimento, por parte do governo municipal, das Dunas do Cocó como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE).

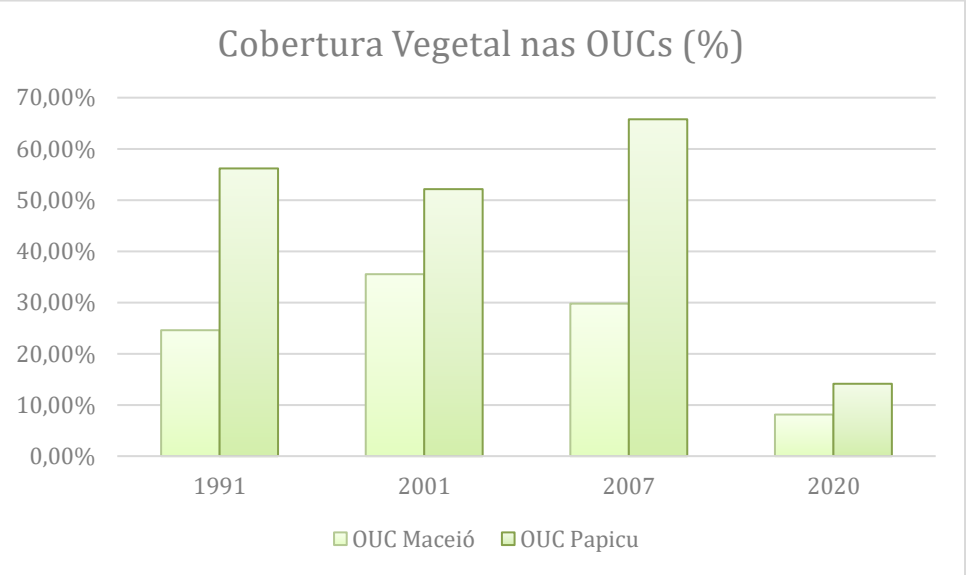
O movimento da municipalidade em defesa, ou pelo menos manutenção, de parte do patrimônio ambiental de Fortaleza foi resultado de uma forte luta travada

entre os segmentos ambientalistas, com início em 1976 com a criação da Sociedade Cearense de Defesa da Cultura e do Meio Ambiente (Socema), e o setor imobiliário (SAMPAIO et al., 2021).

Não podemos deixar de mencionar a presença nessa região do Parque Estadual do Rio Cocó, componente biofísico da maior bacia hidrográfica de uma região metropolitana e principal área verde no contexto municipal (SAMPAIO et al., 2021). Mesmo que regulamentado somente em junho de 2017, com poligonal de área equivalente a 1.571,29 hectares, os movimentos em defesa do Parque remontam aos anos de 1970. Talvez por isso a cidade não perdeu de forma ainda mais acentuada a sua cobertura vegetal.

Em princípio, os resultados supramencionados e discutidos revelaram-se consistentes, estando próximos aos valores de referência resgatados na literatura, e condizentes com o apanhado histórico apresentado. Tal como em Cruz (2019), os resultados apontam que a cidade apresentou um intenso processo de supressão da cobertura vegetal desde a década de 1990.

Gráfico 1 – Percentuais de cobertura vegetal nas Operações Urbanas Consorciadas estudadas, no período compreendido entre os anos de 1991 e 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dando sequência à análise, realizou-se o recorte espacial para as Operações Urbanas Consorciadas. O exercício foi importante para conhecer o processo de uso e

ocupação dessas áreas e quantificar, a partir do índice de vegetação, o impacto dessas operações no território municipal. Com isso, foi observado um padrão de supressão semelhante ao de Fortaleza.

Tanto a OUC do Riacho Maceió quanto a OUC da Lagoa do Papicu tiveram significativas perdas de cobertura vegetal no decorrer dos últimos anos. No entanto, diferentemente da característica municipal, as áreas que hoje abrigam as operações urbanas, apresentaram um leve incremento na vegetação em períodos anteriores aos da implementação dos empreendimentos, como pode ser visto no Gráfico 1. A OUC Maceió teve esse crescimento registrado entre 1991 e 2001, enquanto a OUC Papicu registrou crescimento entre 1991 e 2007.

Ao se fazer, então, uma análise individualizada dessas operações urbanas, percebe-se que o Parque Foz Riacho Maceió chegou a atingir, em 2001, um percentual de 35,53% de seu território coberto por vegetação fotossinteticamente ativa. Em 2020, no entanto, esse percentual caiu para 19,64%, algo em torno de 6.528,00 m² de cobertura vegetal, ante os 11.811,49 m² existentes no início deste século. Houve uma redução de 44,73% em relação ao seu melhor índice. Os Índices de Cobertura Vegetal e Percentual de Cobertura Vegetal, obtidos a partir do NDVI, estão dispostos no Quadro 8.

Quadro 8 – Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal na área referente a OUC Parque Foz Riacho Maceió nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020

OUC Parque Foz Riacho Maceió			
Satélite	**Ano**	**ICV (km²)**	**PCV (%)**
Landsat 5	1991	8.175,27	24,59
Landsat 5	2001	11.811,49	35,53
Landsat 5	2007	9.900,00	29,78
Landsat 8	2020	2.700,00	8,12
CBERS 04ª	2020	6.528,00	19,64

Fonte: Elaborado pelo autor.

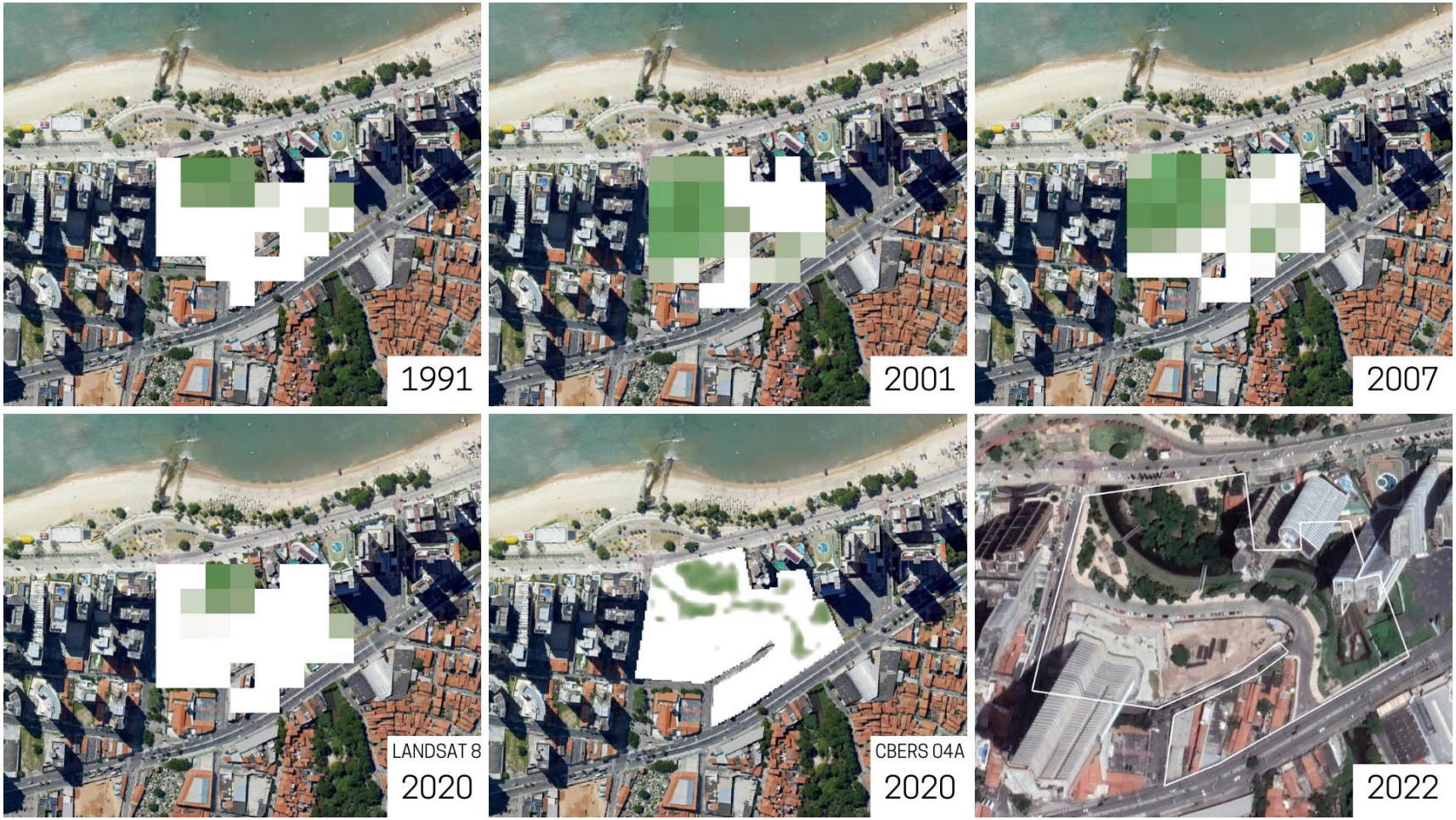
As Figuras 25 e 26 nos permite visualizar todo o processo de desenvolvimento da OUC Parque Foz Riacho Maceió. Mesmo que a Lei N° 8.503 que estabelece as diretrizes para a realização da primeira operação consorciada de Fortaleza seja datada em 26 de dezembro de 2000, as obras do empreendimento não estão concluídas até a data de publicação desta pesquisa.

No intervalo de 22 anos é possível perceber a existência de diferentes morfologias. Em 2003, a área era densamente ocupada pela comunidade local, inclusive com a presença de casas às margens do Riacho Maceió. Ao passo que, nos registros de 2009, 2011, 2013 e 2014 (Figura 26) percebe-se a evolução no processo de remoção das residências ali presentes[28].

Durante esse período, em resposta à intensa dinâmica de uso e ocupação, houve a supressão quase que total da cobertura vegetal da área, conforme visto no ano de 2013 (Figura 26), até chegar à atual configuração. A propósito, atualmente a área se assemelha muito mais a um jardim ornamental (poucas árvores, extenso gramado, palmeiras e pequenos arbustos) do que um importante parque urbano às margens de um riacho.

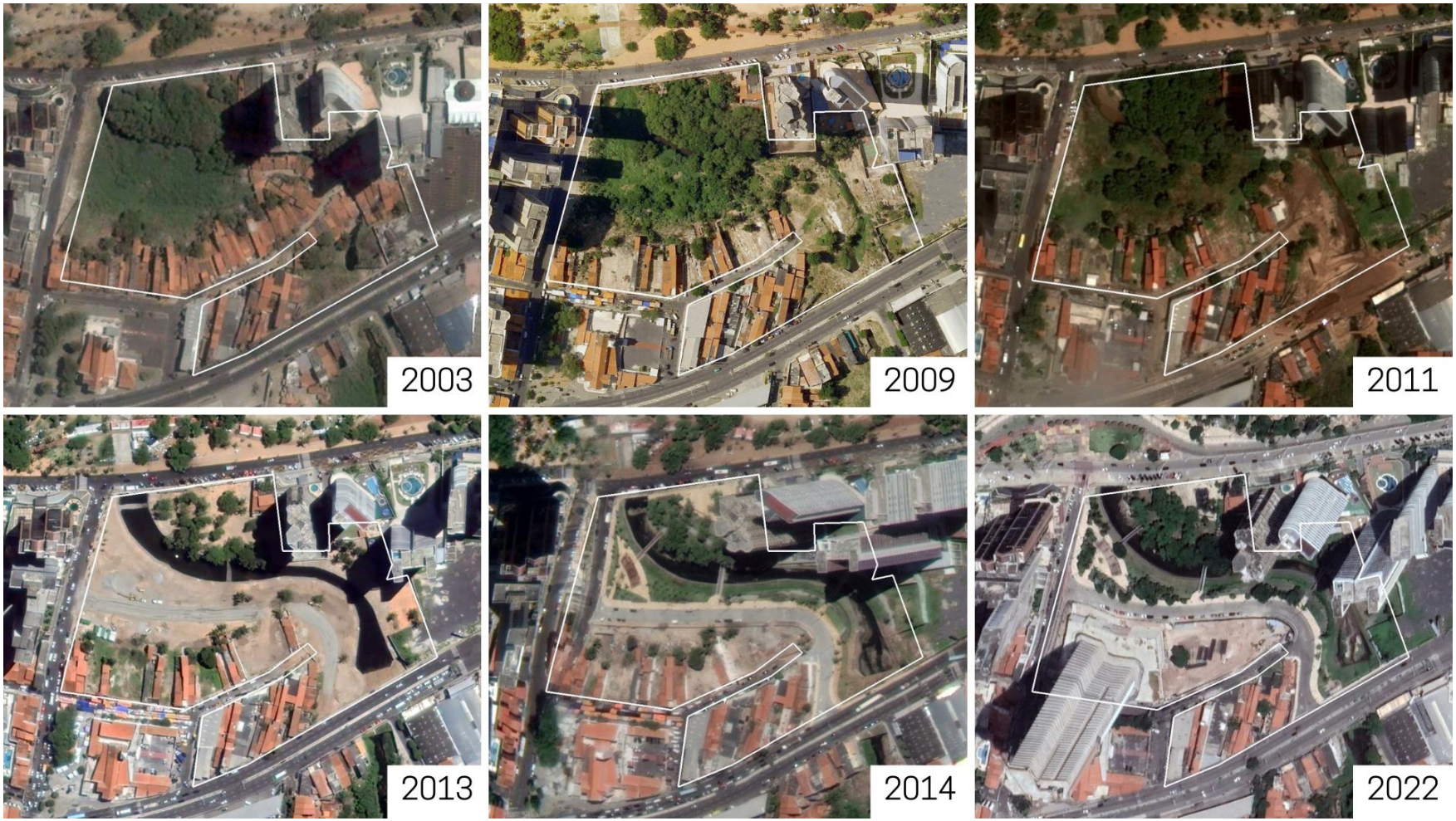
[28] De acordo com o LEHAB (2017), o valor de indenização pago aos proprietários das casas desapropriadas foi próximo a R$ 627 mil. Esse valor é equivalente a aproximadamente 10% do valor comercial de uma única unidade de apartamento do novo empreendimento. Entre 2013 e 2014, as obras do parque (ver Figura 22) são executadas com custo estimado de R$ 2,5 milhões.

Figura 25 – NDVI da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió referente aos anos de 1991 (Landsat 5), 2001 (Landsat 5), 2007 (Landsat 5), 2020 (Landsat 8) e 2020 (CBERS 04A).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 26 – Vista aérea da área da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió entre os anos de 2003 e 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das imagens do *Satellite* Google in Google *Earth*, 2022.

Por sua vez, a Operação Urbana Lagoa do Papicu alcançou em 2007 um percentual de 65,78% de cobertura vegetal em seu território, o equivalente a 134.105,46 m², conforme apresentado no Quadro 9. Em 2020, no entanto, esse percentual caiu para 15,21% ou 31.008,57 m² de cobertura vegetal.

Quadro 9 – Índices de Cobertura Vegetal e Percentuais de Cobertura Vegetal em Fortaleza nos anos de 1991, 2001, 2007 e 2020.

OUC Lagoa Papicu			
Satélite	**Ano**	**ICV (km²)**	**PCV (%)**
Landsat 5	1991	114.527,11	56,18
Landsat 5	2001	106.303,45	52,14
Landsat 5	2007	134.100,00	65,78
Landsat 8	2020	28.800,00	14,13
CBERS 04A	2020	31.010,00	15,21

Fonte: Elaborado pelo autor.

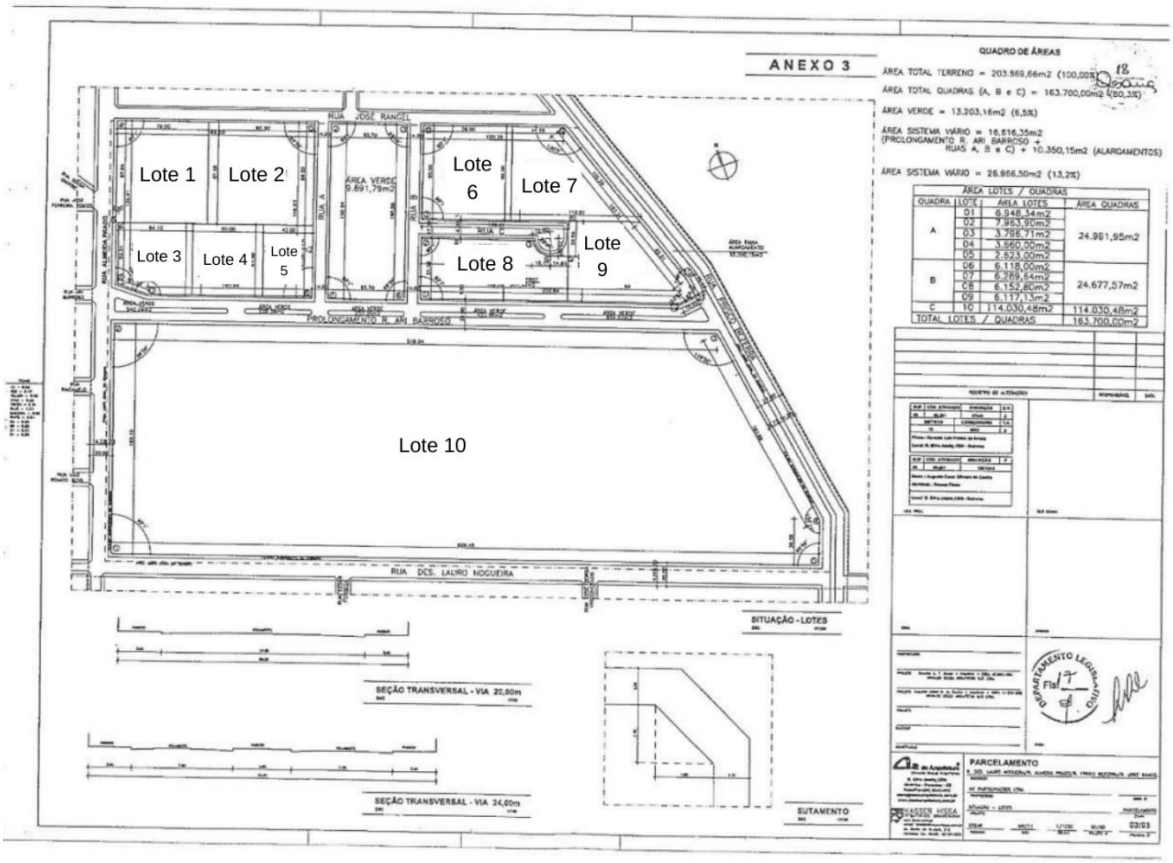
É importante destacar que do total de cobertura vegetal obtido, pode-se desconsiderar o equivalente a 18.524,77 m² referente aos lotes 6, 7 e 9 (Figura 27), e outros 2.245,43 m² de área pertencente ao lote 5 (Figura 27). Essa ressalva se dá pelo fato do complexo residencial e empresarial *Evolution Central Park* não dispor ainda dos empreendimentos inicialmente previstos para esses lotes; que, no entanto, deverão ser construídos e comercializados no decorrer dos próximos anos, passando pelos famigerados processos de corte vegetal e impermeabilização do solo.

As Figuras 28 e 29 retratam o processo de desenvolvimento da OUC Lagoa do Papicu. Assim como na OUC do Riacho Maceió, os registros referentes ao período compreendido entre os anos de 2003 e 2022 nos revelou diferente cenários ao longo de sua história. Em 2003 é possível ver toda a estrutura da cervejaria Astra/Brahma, fundada em 1965. No registro de 2009 nota-se a estrutura completamente abandonada e, em 2011, sem qualquer resquício estrutural da antiga fábrica de cerveja, uma vez que ela foi implodida em 2010.

O período de inatividade no terreno é o mesmo em que a vegetação mais se desenvolve, tendo em vista que praticamente não havia interferência humana. No entanto, no ano de 2013 há a supressão quase que total da vegetação da área. Na imagem de 2014 nota-se que as árvores remanescentes foram cortadas, um cenário oposto ao registrado por satélite em 2011.

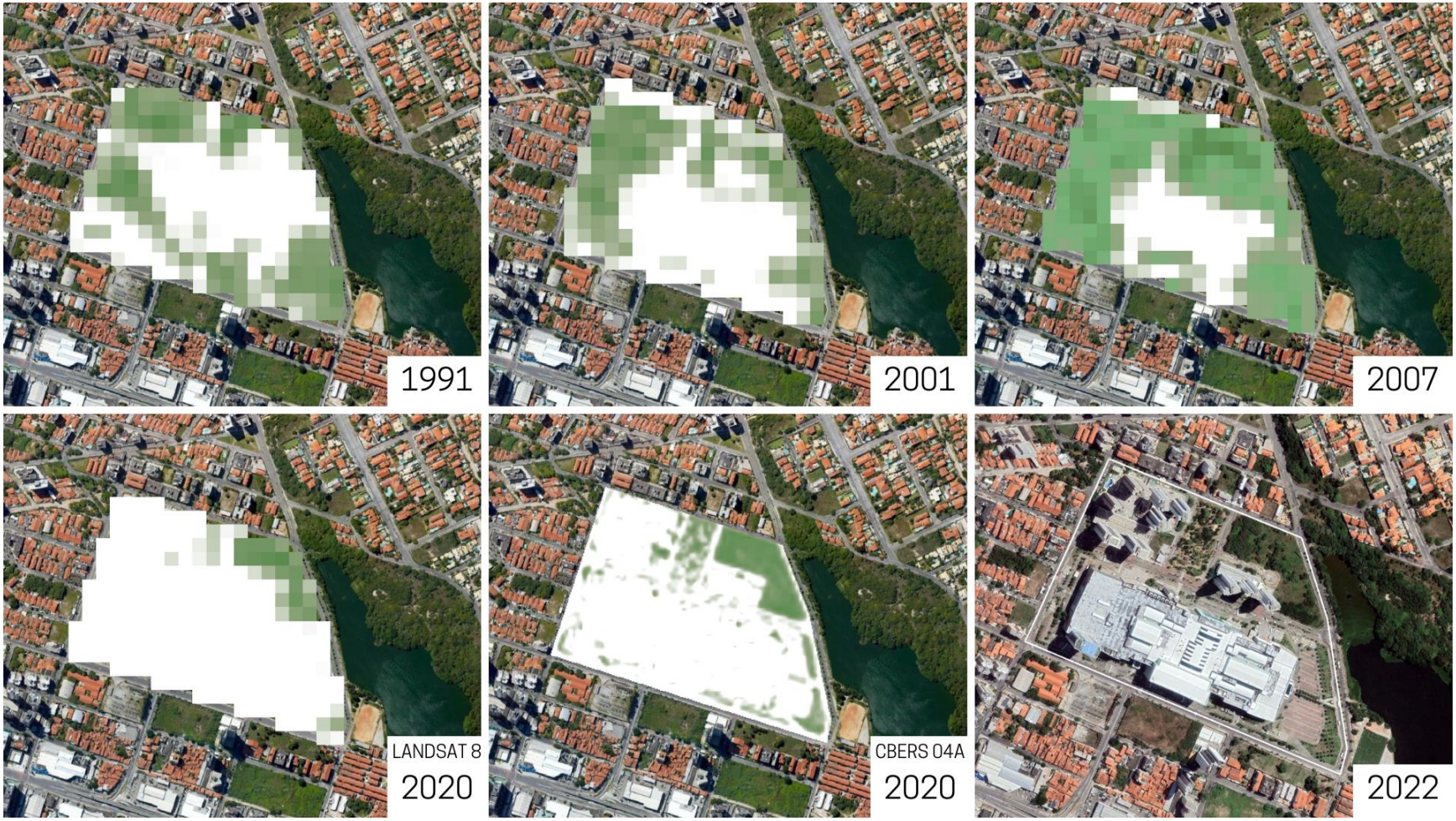
Atualmente, grande parte da cobertura vegetal existente na OUC encontra-se no perímetro de propriedade do Shopping, estando ainda cercada por grades que inviabilizam a fruição pública. Buscando como referência a Lei N° 16.402/16, a fruição pública consiste em uma maneira de ampliar o uso de espaço público e o acesso às edificações, assim como promover a relação entre espaços públicos e privados. A área deve estar aberta à circulação de pedestres e não possuir qualquer objeto de vedação, seja ele temporário ou permanente.

Figura 27 – Anexo III da Lei N° 9.857/2011 referente à planta baixa da OUC Lagoa do Papicu. Destaque para os lotes 1 a 10 após parcelamento da área.



Fonte: Adaptado pelo autor a partir da Lei N° 9.857, de 22 de dezembro de 2011.

Figura 28 – NDVI da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu referente aos anos de 1991 (Landsat 5), 2001 (Landsat 5), 2007 (Landsat 5), 2020 (Landsat 8) e 2020 (CBERS 04A)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 29 – Vista aérea da área da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu entre os anos de 2003 e 2022

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

5.1.2 Temperatura de Superfície

Após a constatação da redução de cobertura vegetal em Fortaleza e nas duas Operações Urbanas Consorciadas, foi a vez do cálculo de temperatura de superfície com captura da imagem no período da manhã. Assim como nos resultados apresentados no subtópico 5.1.1, realizamos aqui a análise tanto para a área municipal quanto para as áreas das OUCs.

Verifica-se, a partir do mapa da Figura 30, quase que de forma imediata o registro de elevadas temperaturas de superfície do solo em quase todo o território municipal, com predomínio das temperaturas superiores a 26,1 °C às 9 horas da manhã, devendo se intensificar ainda mais no decorrer do dia. Cabe destacar que a temperatura máxima da normal climatológica (1991-2020) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para Fortaleza é de 31,6 °C.

Mesmo que a análise tenha sido feita para um recorte temporal específico da cidade[29], o propósito do cálculo da temperatura de superfície foi justamente despertar a atenção para os pequenos fragmentos de território municipal com temperaturas próximas da mínima da normal climatológica (24,9 °C). Seja dito de passagem, grande parte das áreas com temperaturas amenas na cidade pertencem aos parques urbanos e unidades de conservação.

Os pontos de menor temperatura são os mesmos de maior expressividade de cobertura vegetal, tais como: APAs, Rio Ceará, Sabiaguaba, ARIES, parques urbanos, lagoas, percurso ao longo do Rio Cocó e do Rio Ceará-Maranguapinho. Os fragmentos de menor expressão representam, em sua maioria, as praças e os largos da cidade.

O mesmo comportamento obtido para Fortaleza, pode ser visto em Silva (2009). O autor analisou o desempenho da vegetação inserida em via pública em Teresina – Pi, cidade com características climáticas que se assemelham às da capital cearense. Com base nos resultados obtidos, o autor registrou uma diferença de até 5

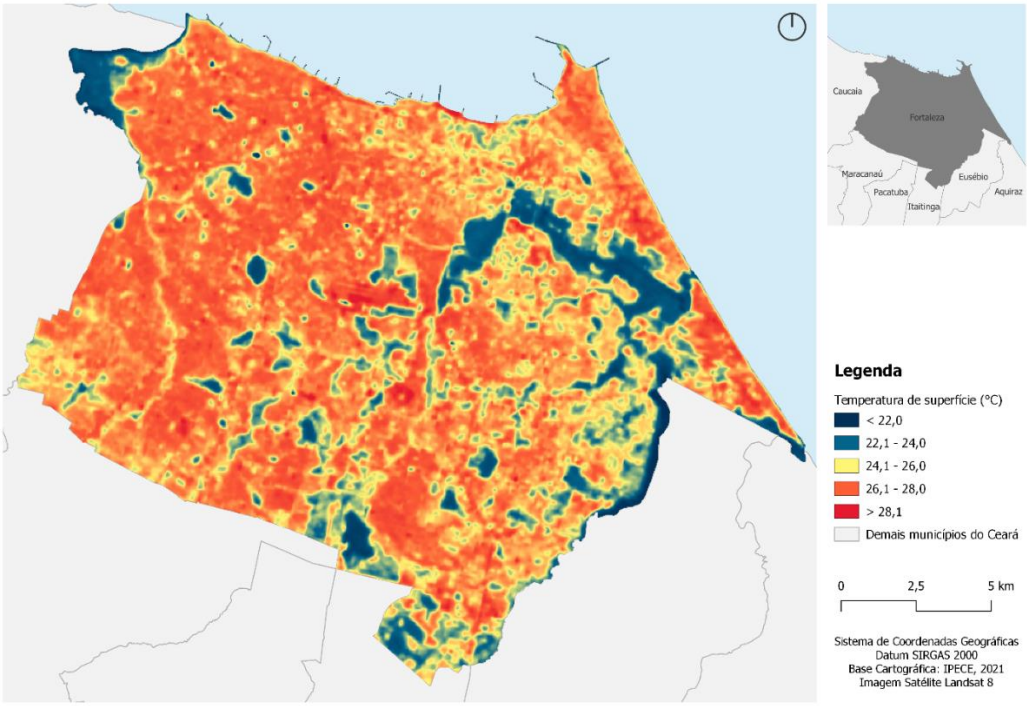
[29] Um dos critérios de escolha da imagem de satélite para o cálculo de LST, além daqueles já mencionados nos procedimentos metodológicos, foi uma data que permitisse a avaliação pós-ocupação das OUCs.

°C em medições *in loco* e de 3,11 °C em simulações computacionais ao comparar áreas densamente arborizadas com áreas pouco arborizadas.

Em um contexto que contempla a narrativa da pesquisa, percebe-se o reflexo da adoção de infraestruturas cinzas, da escassez de espaços públicos, da debilidade do sistema de arborização e da escassez ou inexistência de cobertura vegetal em diversos pontos da cidade. O cenário atual é resultado de um modelo de desenvolvimento adotado na cidade, brevemente descrito nesta pesquisa e representado, mesmo que por um pequeno recorte espaço-temporal, pelos mapas obtidos a partir dos cálculos de NDVI e LST.

Consoante à Figura 31, infere-se o privilégio para a implementação de infraestruturas que priorizam o uso de veículos automotores, quadras longas e de difícil caminhabilidade, tipologias segregativas e, quando retratadas de modo a contrariar em partes essa lógica (a exemplo do Parque Bisão – OUC Riacho Maceió), há o interesse em beneficiar majoritariamente o empreendimento em detrimento da comunidade local.

Figura 30 – Temperatura de Superfície Terrestre referente ao ano de 2021, em Fortaleza-CE.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Figura 31 – Rua Desembargador Lauro Nogueira.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

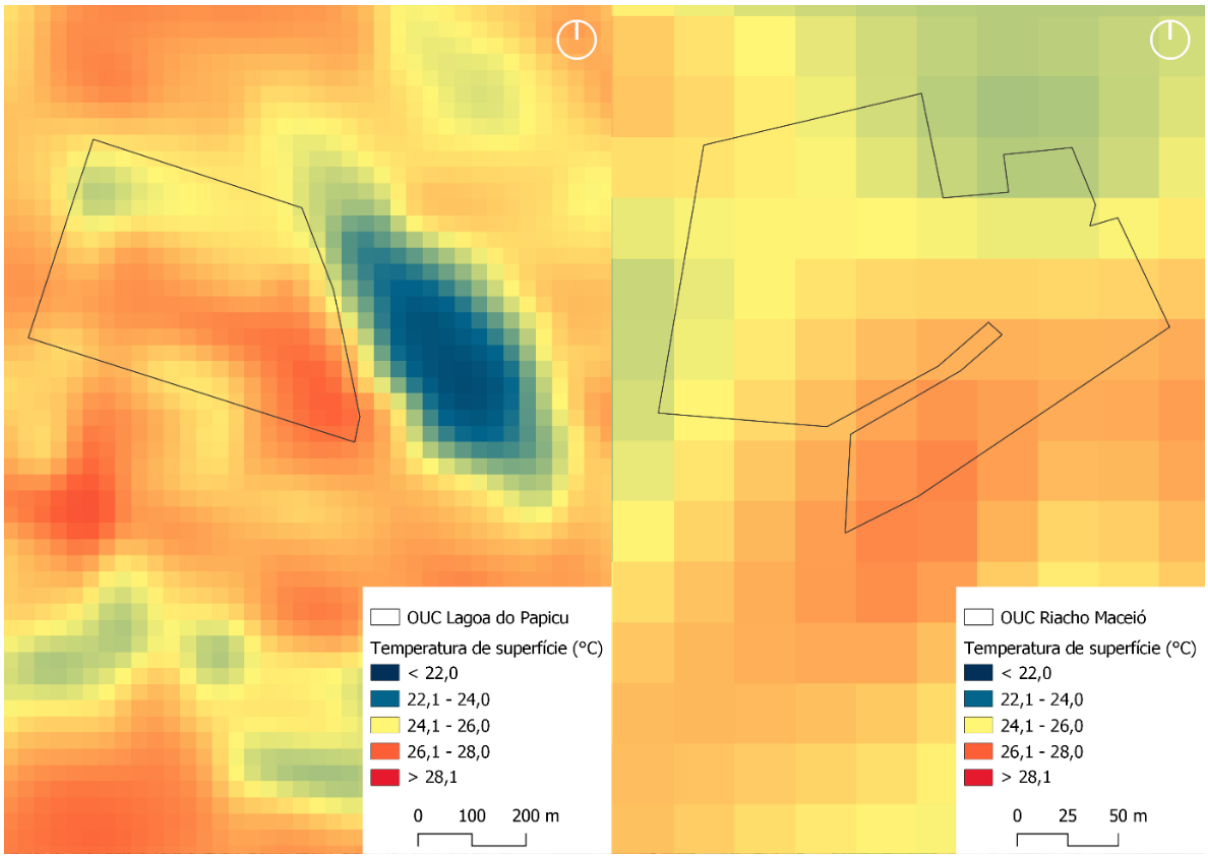
A partir dos mapas da Figura 32, percebe-se um predomínio dos intervalos de temperatura de superfície de 24,1 a 26,0°C e 26,1 a 28,0°C, com a presença de áreas com temperatura superior a 28 °C, principalmente na área ocupada pelo shopping, na OUC da Lagoa do Papicu.

Na superfície da lagoa e áreas vegetadas adjacentes, há uma variação de temperaturas inferiores a 22,0°C e variações entre 22,1 e 24,0°C. Ou seja, a amplitude térmica registrada para a OUC pode variar em aproximadamente 6°C, reforçando a importância da Lagoa do Papicu e da vegetação urbana para essa região. Ao passo que, na OUC do Parque Foz Riacho Maceió é possível notar a ausência de *pixels* com temperatura superior a 28 °C. Há um predomínio dos intervalos que variam de 22,1 a 28,0°C, e áreas mais brandas principalmente no parque e na faixa arborizada do calçadão, localizado na Avenida Beira Mar.

Diferentemente da região do Papicu, o corpo hídrico não mostrou grande amplitude térmica quando comparado às suas adjacências. A vegetação ciliar,

formada predominantemente por grama e unidades da palmeira *Veitchia merrillii*, não exerceu tanta influência na redução da temperatura.

Figura 32 – Temperatura de superfície nos recortes espaciais das Operações Urbanas Consorciadas Papicu (esquerda) e Maceió (direita).



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2. Aplicação dos Instrumentos de Qualificação Ambiental

5.2.1. OUC Parque Foz Riacho Maceió

- *Fator Biótopo de Área (BAF)*

Uma vez que as obras do empreendimento se encontram em andamento até a data de publicação deste documento e considerando que a vegetação da área do lote foi totalmente suprimida, ou seja, não houve resposta fotossintética no cálculo do NDVI, para a primeira simulação as áreas ajardinadas foram desconsideradas. Logo, sem os valores de referência para a vegetação, optamos por considerar os demais

tipos de superfícies apresentadas pela metodologia (ver Quadro 4) de modo a entender o peso que a vegetação incide sobre o cálculo do BAF. Para efeito de cálculo, os dados reais adotados são aqueles obtidos nos levantamentos bibliográficos e cartográficos, compilados no Apêndice A.

Levando em consideração a taxa de permeabilidade de 24,49% adotada no projeto, atribuímos a área equivalente (997,34 m²) para a superfície parcialmente selada. Para a área de projeção da edificação consideramos o tipo superfície selada, totalizando 2.354,28 m² em referência à taxa de ocupação de projeto equivalente a 57,81. Em todos os casos, a superfície selada foi considerada equivalente a área de projeção da edificação.

Conforme detalhado no Quadro 10, o BAF atual do empreendimento é de 0,02, ou seja, menos de 7% da meta mínima exigida foi atingida. Isso porque o BAF mínimo exigido para TO acima de 50% é 0,3 e, além disso, consideramos a situação para edificações existentes. Supondo que o BAF fosse um parâmetro adotado pela PMF, a exigência mínima seria de 0,6 para novas edificações; mas essa condição não foi considerada nesta pesquisa.

Quadro 10 – Cálculo BAF para o empreendimento em construção na Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	2.354,28	0	-
Superfície parcialmente selada	997,34	0,1	99,73
Total			99,73
BAF atual	0,02		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em ambos os casos haveria a necessidade de adotar intervenções no lote de modo a majorar o resultado do BAF, sendo necessário um acréscimo de 0,28 na primeira situação, a que de fato foi simulada, para atingir o BAF alvo. Para a segunda opção, uma vez que ela tivesse sido adotada, haveria a necessidade de incremento de 0,58. Para o cálculo do BAF alvo (0,3) (Quadros 11 e 12), os tipos de superfícies iniciais apresentados no Quadro 10 foram mantidos.

Na alternativa I (Quadro 11), para atingir a meta foi necessário o acréscimo de 600,00 m² de cobertura verde intensiva (para essa superfície tomamos como base a área média de cada unidade residencial, visto que o prédio conta apenas uma unidade de apartamento por andar). Sob o ponto de vista das vantagens de implementação, como o baixo peso e a possibilidade de ser instalada em estruturas existentes, a cobertura verde extensiva seria a opção ideal a ser adotada, no entanto, o BAF mínimo não seria alcançado.

Sem a adição da superfície com vegetação conectada ao solo, o BAF seria de 0,14, ainda insuficiente para o padrão mínimo exigido. Logo, foi adicionado uma área de 720,83 m² de superfície com vegetação conectada ao solo. Para chegar a esse valor, subtraímos da área não edificada (1.718,17 m²) a superfície parcialmente selada (997,34 m²).

Quadro 11 – Cálculo BAF alvo proposto, alternativa I, para o empreendimento em construção na Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	2.354,28	0	-
Superfície parcialmente selada	997,34	0,1	99,73
Cobertura verde intensiva	600,00	0,8	480,00
Superfície com vegetação conectada ao solo	720,83	1	720,83
Total			1.300,56
BAF alvo	0,32		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na alternativa II (Quadro 12) substituímos a vegetação conectada ao solo, considerada pela metodologia de referência a superfície mais importante dentre as apresentadas, por parede verde com área equivalente (720,83 m²) e mantivemos a cobertura verde intensiva. Vale destacar que que as coberturas verdes intensivas são recomendadas para grandes estruturas com superfície plana e, normalmente, são planejadas na fase de projeto de modo a serem contabilizadas nos cálculos estruturais. Uma vez feita a ressalva, nessa condição o BAF alvo não seria atingido.

Quadro 12 – Cálculo BAF alvo proposto, alternativa II, para o empreendimento em construção na Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	2.354,28	0	-
Superfície parcialmente selada	997,34	0,1	99,73
Parede verde	720,83	0,7	504,58
Cobertura verde intensiva	600,00	0,8	480,00
Superfície com vegetação conectada ao solo	-	1	-
Total			1.084,32
BAF atual	0,27		

Fonte: Elaborado pelo autor.

- *Quota Ambiental (QA)*

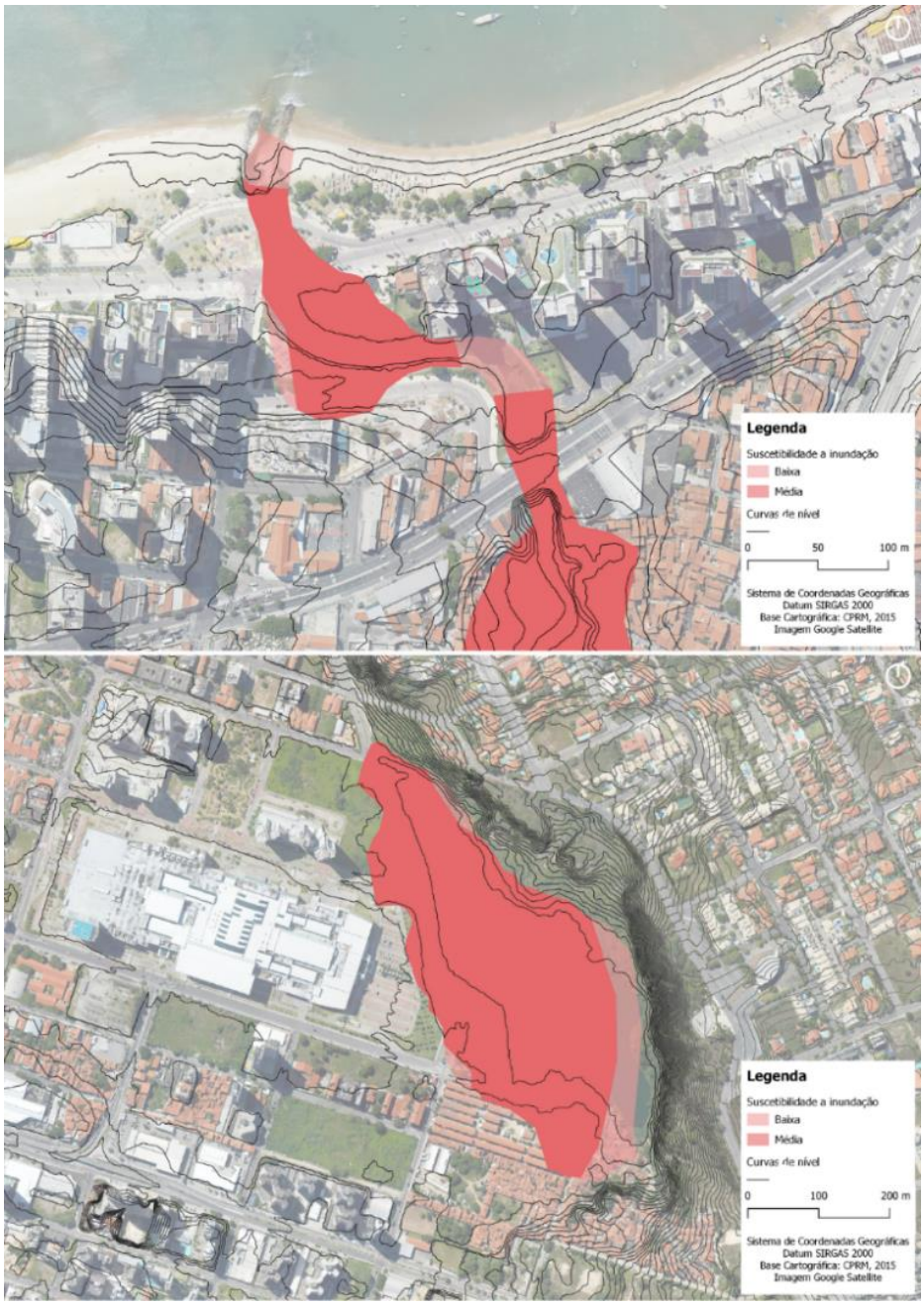
Considerando que a aplicação dos dois instrumentos se deu, entre outros motivos, com o propósito de compreender as potencialidades de cada uma e entender suas diferenças no contexto de Fortaleza, os critérios para os cálculos foram os mesmos. As planilhas resultantes das simulações estão destacadas no Apêndice B – Figuras 34 a 36.

Diferentemente do BAF, as características atuais do lote obtiveram pontuação igual 0,00 na metodologia da QA. Nesse primeiro momento, considerando a análise pelo contexto da drenagem, podemos inferir que as superfícies permeáveis ou semipermeáveis possuem maior relevância no BAF, pelo menos em termos de pontuação. No caso da QA, existe a obrigatoriedade de reservação de água pluvial para controle de escoamento superficial.

No entanto, Caetano (2016) apresenta críticas acerca desses pontos. O autor destaca que as tecnologias, superficiais ou não, voltadas para os cálculos de drenagem na fonte são mais complexas do que simples “superfícies de biótopos” as quais são atribuídos fatores de ponderação na metodologia do BAF. Para o controle de drenagem na fonte é preciso ir além das condições de superfície do lote, como também considerar a eficácia das medidas adotadas. Para a QA, a crítica é feita no sentido de a metodologia desenvolvida não considerar uma série de medidas, de tecnologias existentes e condições de saída, por exemplo, e sim apenas o volume mínimo de reservatório como critério único a ser avaliado.

Os sistemas de drenagem sustentáveis devem ser, antes de implementados, planejados para um funcionamento em cadeia, de modo que a água possa ser manejada, em vez de apenas nos pontos mais baixos das bacias, ao longo de todo o processo de escoamento. Em uma escala municipal, por exemplo, esse manejo pode contar com uma rede urbana de infraestruturas verdes (GONÇALVES; NUCCI, 2017).

Figura 33 – OUCs Parque Foz Riacho Maceió (cima) e da Lagoa do Papicu (baixo), com destaque às áreas suscetíveis a alagamentos e as curvas de nível.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar de não apresentar um histórico de inundações, as OUCs da Foz Riacho Maceió e Lagoa Papicu estão localizadas em áreas da cidade suscetíveis a alagamentos, conforme indica a base de dados da CPRM (Figura 33). Isso indica a importância de se adotar instrumentos de qualificação ambiental em Operações Urbanas Consorciadas de modo a reduzir as superfícies impermeáveis.

Considerando as mesmas intervenções propostas para o BAF, a QA respondeu de maneira semelhante. Na alternativa I (Figura 35 – Apêndice B), no qual é inserido 720,83 m² de área ajardinada sobre solo natural e 600,00 m² de cobertura verde, a pontuação final da Quota Ambiental é superior ao mínimo obrigatório. No entanto, na alternativa II (Figura 36 – Apêndice B), onde é proposto a substituição da vegetação em contato com o solo natural por fachada/muro verde, a QA mínima obrigatória não é alcançada, tal como no cálculo do BAF.

Sobre esse aspecto, podemos concluir que áreas ajardinadas em contato direto com o solo, sem a intervenção de laje, apresentam valores significativos nas duas abordagens. Podemos inferir, de acordo com as simulações realizadas, que o BAF não atendeu em totalidade a proposta para o qual foi criado – otimizar espaços e encontrar soluções em ambientes urbanos densamente ocupados, como no caso da cidade alemã. Caetano (2016) destaca a importância de se avaliar criteriosamente as tendências de urbanização e o processo de perda/supressão de áreas verdes como formas de definir melhor os perímetros de aplicação das soluções.

Caetano (2016) ressalta que “a exigência da existência de áreas vegetadas no lote é vista como uma conquista política, não se devendo esperar que seja aceita a compensação integral de áreas vegetadas por outras tipologias, como coberturas verdes ou paredes vegetadas”. Logo, o autor sugere que 50% da composição do índice a ser obtido ocorra na forma de área vegetada em contato direto com o solo.

5.2.2. OUC Lagoa do Papicu

- *Fator Biótopo de Área (BAF)*

Conforme apresentado no tópico 5.1.1, os cálculos dos instrumentos de qualificação ambiental para a OUC Lagoa do Papicu foram aplicados para os lotes

1,2, 3, 4, 8 e 10 (ver Figura 27). Em todos os casos, a área não edificada corresponde à diferença entre a área total do lote e da área referente a projeção da edificação, ao passo que para a área permeável consideramos o percentual de 30% (Apêndice A). Ao passo que, a área impermeável admitida se refere à diferença da área não edificada pela área permeável mínima (Apêndice A). Para os Quadros 13, 15, 17, 19, 20, 21 e 22, a superfície parcialmente selada corresponde a área permeável mínima subtraída pelas superfícies com vegetação.

Dada as características do Lote 1, com TO acima de 0,5 e tipologia residencial, o BAF mínimo exigido é de 0,3. O BAF atual é de 0,04, conforme apresentado no Quadro 13, precisando assim de um incremento inicial de 0,26 para se enquadrar nos padrões de referência. Todas as informações dos lotes pertinentes a esta pesquisa estão dispostas no Apêndice C.

O Quadro 14 apresenta quais soluções foram propostas para que o Lote 1. Foi sugerido 1.171,35 m² de cobertura verde intensiva estimado a partir das bases cartográficas. A segunda intervenção consistiu no significativo incremento de 558,06 m² na superfície com vegetação conectada ao solo, saltando de 41,94 m² para 600,00 m². Mesmo nessa condição, a pontuação mínima não foi alcançada. As possibilidades foram sendo testadas considerando sempre a vegetação conectada ao solo uma prioridade.

Quadro 13 - Cálculo BAF atual para o lote 1 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	-	0	-
Superfície parcialmente selada	2.022,56	0,1	202,26
Superfície com vegetação desconectada do solo e espessura média do substrato	20,00	0,6	12,00
Superfície com vegetação conectada ao solo	41,94	1	41,94
Total			256,20
BAF atual	0,04		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 14 - Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 1 da Operação Urbana Consorciada Papicu

Cálculo BAF Alvo			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	595,04	0	-
Superfície parcialmente selada	1.464,50	0,1	146,45
Superfície com vegetação desconectada do solo e espessura média do substrato	20,00	0,6	12,00
Superfície com vegetação conectada ao solo	600,00	1	600,00
Cobertura verde intensiva	1.171,35	0,8	937,08
Total			1.344,13
BAF alvo	0,24		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os demais lotes apresentaram características semelhantes, ou seja, todos tiveram a pontuação BAF inferior a mínima exigida. O Lote 2 (Quadro 15), por apresentar uma TO entre 0,38 e 0,49 precisaria de uma pontuação mínima de 0,45, no entanto a sua pontuação foi de 0,07. Como tentativa de enquadrá-lo nos parâmetros de referência houve a substituição das superfícies com vegetação desconectadas do solo por superfícies com vegetação conectadas e a implementação, por exemplo, de 700,00 m² de parede verde e 1.575,91 m². de cobertura verde intensiva, no entanto sem êxito. O cálculo do BAF alvo do Lote 2 está detalhado no Quadro 16.

Quadro 15 - Cálculo BAF atual para o lote 2 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	2.860,63	0	-
Superfície parcialmente selada	1.788,73	0,1	178,87
Superfície com vegetação desconectada do solo e pequena espessura do substrato	271,00	0,5	135,50
Superfície com vegetação desconectada do solo e espessura média do substrato	271,00	0,6	162,60
Superfície com vegetação conectada ao solo	58,44	1	58,44
Total			535,41
BAF atual	0,07		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 16 - Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 2 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Alvo			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície parcialmente selada	2.389,17	0,1	238,92
Substituir superfície com vegetação desconectada por conectada	542,00	1	542,00
Parede verde	700,00	0,7	490,00
Cobertura verde intensiva	1.575,91	0,8	1.260,73
Total			2.531,65
BAF alvo	0,39		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como os Lotes 1 e 2, o Lote 8 também é residencial e exige um BAF alvo de 0,30. Assim como nos demais lotes, o resultado apresentado está fora do mínimo necessário (Quadro 17). Entre as simulações realizadas, o Quadro 18 expõe a proposta de substituição de parte da superfície parcialmente selada por vegetação conectada ao solo e a implementação de 1.126,56 m² de cobertura verde intensiva. Nessas condições o BAF mínimo também não foi alcançado.

Quadro 17 - Cálculo BAF atual para o lote 8 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	1.006,34	0	-
Superfície parcialmente selada	1.610,57	0,1	161,06
Superfície com vegetação conectada ao solo	235,28	1	235,28
Total			396,33
BAF atual	0,06		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 18 - Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas, para o lote 8 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Alvo			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície parcialmente selada	1.345,85	0,1	134,59
Superfície com vegetação conectada ao solo	500,00	1	500,00
Cobertura verde intensiva	1.126,56	0,8	901,25
Total			1.535,83
BAF alvo	0,25		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os cálculos do BAF para os lotes comerciais (3, 4 e 10) estão detalhados nos Quadros 19, 20 e 23, respectivamente. Os lotes 3 e 4, assim como os residenciais, não atingiram a pontuação mínima de 0,30, com resultados de 0,04 e 0,03 respectivamente. Considerando que os lotes 3 e 4 apresentam padrões semelhantes, sugerimos as mesmas intervenções (Quadros 20 e 21). Foi estabelecido 294,14 m² de cobertura verde intensiva para o lote 3 e 295,12 m² para o lote 4 – e cobertura verde semi-intensiva no último pavimento do estacionamento comercial, sendo 1.285,59 m² para o lote 3 e 1.171,35 m² para o lote 4. Nessas condições, os dois lotes alcançaram as metas pré-estabelecidas.

Quadro 19 - Cálculo BAF atual para o lote 3 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	628,69	0	-
Superfície parcialmente selada	1.090,26	0,1	109,03
Superfície com vegetação desconectada do solo e pequena espessura do substrato	13,33	0,5	6,67
Superfície com vegetação desconectada do solo e espessura média do substrato	13,33	0,6	8,00
Superfície com vegetação não ligada ao solo abaixo e espessura de substrato muito grande	13,33	0,9	12,00
Superfície com vegetação conectada ao solo	8,75	1	8,75
Total			144,44
BAF atual	0,04		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 20 - Cálculo BAF atual para o lote 4 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	533,85	0	-
Superfície parcialmente selada	1.089,25	0,1	108,93
Superfície com vegetação desconectada do solo e pequena espessura do substrato	-	0,5	-
Superfície com vegetação desconectada do solo e espessura média do substrato	-	0,6	-
Superfície com vegetação conectada ao solo	8,75	1	8,75
Total			117,68
BAF atual	0,03		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 21 - Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas no primeiro cenário, para o lote 3 da Operação Urbana Consorciada Papicu

Cálculo BAF Alvo			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície parcialmente selada	1.090,26	0,1	109,03
Substituir superfície com vegetação desconectada por conectada	26,66	1	26,66
Superfície com vegetação conectada ao solo	8,75	1	8,75
Cobertura verde intensiva	294,14	0,8	235,31
Telhado verde semi-intensivo (estacionamento)	1.285,59	0,7	899,91
Total			1.279,66
BAF atual	0,34		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 22 - Cálculo BAF alvo, após as intervenções sugeridas no primeiro cenário, para o lote 4 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Alvo			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície parcialmente selada	1.089,25	0,1	108,93
Superfície com vegetação conectada ao solo	8,75	1	8,75
Cobertura verde intensiva	295,12	0,8	206,58
Telhado verde semi-intensivo (estacionamento)	1.171,35	0,7	937,08
Total			1.261,34
BAF alvo	0,34		

Fonte: Elaborado pelo autor.

O lote 10 (Shopping RioMar Fortaleza), no entanto, merece uma atenção especial. De acordo com o escritório André Sá Francisco Mota Arquitetos, responsável pela elaboração do projeto, o Shopping apresenta uma área verde implantada de 18.537,00 m² (Quadro 23). Ao considerarmos esse valor para cálculo, o BAF alcançado é de 0,19. Nesse caso, o Shopping RioMar se tornaria o lote das OUCs de maior pontuação e o mais próximo do objetivo sem que fosse feita qualquer alteração

Porém, a área fotossinteticamente ativa quantificada pelo índice de vegetação NDVI foi equivalente a 6.060,00 m², provocando uma redução no BAF para 0,13 (Quadro 24). Nesse caso, para totalizar os mais de 18 mil m² indicados pelo escritório responsável projeto, consideramos 12.477,00 m² de superfícies verdes – permeável à água, apresenta crescimento de vegetação planejado e de baixa intensidade.

Quadro 23 - Cálculo BAF atual para o lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu considerando a área verde indicada pelo escritório de arquitetura responsável pelo projeto do Shopping RioMar Fortaleza.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	3.729,11	0	-
Superfície parcialmente selada	33.562,02	0,1	3.356,20
Superfície com vegetação conectada ao solo	18.537,00	1	18.537,00
Total			21.893,20
BAF atual	0,19		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 24 - Cálculo BAF atual para o lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu considerando a área verde pelo resultado do NDVI.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	**Área da superfície (m²)**	**Coeficiente**	**Área BAF (m²)**
Superfície selada	3.729,11	0	-
Superfície parcialmente selada	33.562,02	0,1	3.356,20
Superfícies verdes	12.477,00	0,4	4.990,80
Superfície com vegetação conectada ao solo	6.060,00	1	6.060,00
Total			14.407,00
BAF atual	0,13		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mesmo que os índices do Lote 10 tenham sido os mais satisfatórios entre aqueles estudados, ainda seria necessário intervir para majorar o valor do BAF. Seguindo o mesmo padrão adotado para os demais lotes, buscamos alternativas compatíveis com a infraestrutura existente.

Simulamos a possibilidade de o Shopping adotar a cobertura verde intensiva em suas lajes (Quadro 25). Vale ressaltar que a área sugerida de 31.283,03 m² foi quantificada a partir das bases cartográficas disponibilizadas pela PMF e nas observações feitas a partir das imagens de satélite. Um estudo técnico, assim como para todos os demais lotes, deveria ser realizado para certificar a viabilidade da intervenção. Com isso, a pontuação final superaria em 0,11 pontos o mínimo recomendado, totalizando um BAF de 0,41.

Quadro 25 - Cálculo BAF alvo, após novas intervenções sugeridas para o primeiro cenário do lote 10 da Operação Urbana Consorciada Papicu.

Cálculo BAF Atual			
Tipo de superfície	Área da superfície (m²)	Coeficiente	Área BAF (m²)
Superfície selada	3.729,11	0	-
Superfície parcialmente selada	33.562,02	0,1	3.356,20
Superfície com vegetação conectada ao solo	18.537,00	1	18.537,00
Cobertura verde intensiva	31.283,03	0,8	15.641,52
Total			46.919,63
BAF atual	0,41		

Fonte: Elaborado pelo autor.

- *Quota Ambiental (QA)*

Para a OUC do Papicu foi adotada a mesma lógica de cálculo usada para a OUC do Riacho Maceió, assim como os dados de entrada (ver apêndice C). As alternativas propostas foram as mesmas usadas nos cálculos do BAF para os respectivos lotes, de modo a manter o padrão e permitir a comparação entre os instrumentos.

Ao considerarmos as características atuais para os lotes 1 (QA mínimo igual a 0,45), 2 (QA mínimo igual a 0,45), 4 (QA mínimo igual a 0,42) e 10 (QA mínimo igual a 0,49), os resultados obtidos não se mostraram satisfatórios, ou seja, não atingiram o índice mínimo obrigatório. No entanto, os lotes 3 (QA mínimo igual a 0,42) e 8 (QA mínimo igual a 0,45) atingiram as quotas exigidas considerando apenas as características atuais dos empreendimentos.

Daqueles que não alcançaram a pontuação mínima, com exceção do lote 10 (shopping RioMar), todos apresentam pequenas áreas verdes e baixos números de indivíduos arbóreos em relação ao tamanho dos lotes. A exceção do shopping é que seu percentual de área verde é superior a 15% da área total e foram contabilizados 698 indivíduos arbóreos, com um número representativo de árvores de grande porte.

Considerando o tamanho total do lote (114.030,48 m²), existe um potencial enorme de majoração da Quota Ambiental, principalmente ao considerar o plantio de mais árvores. Ao aplicarmos a mesma solução de intervenção proposta no BAF (31.283,03 m³ de cobertura verde), a QA final do lote 10 é atingida com relativa folga quando comparada à QA mínima obrigatória.

Os lotes 3 e 8, aqueles que atingiram o objetivo mesmo sem qualquer intervenção, não apresentaram grandes áreas ajardinadas em seus limites, como no caso do Shopping RioMar, no entanto os números de indivíduos arbóreos de médio e grande porte identificados foram superiores aos demais lotes. O lote 3, por exemplo, possui praticamente os mesmos padrões construtivos do lote 4, porém possui quase o dobro de indivíduos arbóreos. Nesse contexto, concluiu-se que a Quota Ambiental valoriza consideravelmente a vegetação do lote. Nesse sentido, Silva et al. (2018) destacam a importância do fomento a pesquisas que busquem compreender melhor a relação da quantidade de vegetação e a maneira como o ambiente responderá às intervenções.

É importante destacar que todos os lotes da OUC Lagoa do Papicu tiveram sua vegetação suprimida por completo antes da execução das obras, conforme apresentado nas figuras 28 e 29. Mas afinal, por que é importante destacar esse ponto? Ao analisarmos o Fator FV – fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal da QA – nota-se uma valorização significativa de indivíduos arbóreos existentes, sobretudo aqueles de médio e grande porte. Ou seja, o instrumento QA beneficia aqueles empreendimentos que preservam em seus terrenos a vegetação já existente.

Ainda em relação à presença de cobertura vegetal nos lotes e a identificação do porte das espécies, a QA trouxe uma simplificação ao considerar o diâmetro à altura do peito (DAP) como critério de medição. Considerar a altura do exemplar, por exemplo, poderia dificultar ou impossibilitar a avaliação e o levantamento da área em estudo.

Por fim, outro ponto importante que foi deixado de lado foi a identificação dos exemplares arbóreos. Não avaliar as espécies dispostas no lote abre a possibilidade de que ocorra o plantio desordenado de espécies exóticas e que o paisagismo adotado cumpra apenas uma função estética. O que, do ponto de vista ambiental, acaba sendo um fator sem tanta relevância em relação à biodiversidade, conectividade ecológica e preservação da fauna.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa consiste em um experimento metodológico que integrou diferentes ferramentas em prol de um mesmo objetivo. Ao fazer uso dessas metodologias, reconhece-se o universo de possibilidades na literatura, bem como os potenciais e as limitações daquelas contempladas.

Ainda que os índices de vegetação e os instrumentos de qualificação ambiental analisados possuam as suas especificidades e seus aspectos positivos e negativos, eles ajudaram a entender e descrever a ocorrência do fenômeno de urbanização em Fortaleza, em especial, nas Operações Urbanas Consorciadas do Parque Foz Riacho Maceió e Lagoa do Papicu em um longo horizonte temporal.

Entende-se que os instrumentos analisados são iniciativas de gestões públicas desenvolvidas em territórios específicos na tentativa de contribuir, mesmo que minimamente, para a incorporação de infraestruturas e tecnologias verdes na escala do lote com vistas à reintegração da cobertura vegetal e mimetização dos processos naturais com consequências diretas na permeabilidade do solo e no sistema de microdrenagem.

Não houve a pretensão de fazer juízo de valor ou superestimar quaisquer instrumentos de qualificação, principalmente diante da relativa simplicidade e flexibilidade das metodologias. Ao mesmo tempo, ressaltamos o rico arcabouço teórico aos quais o BAF e a QA ambiental estão inseridos. Diferentes e complexas temáticas e abordagens científicas estão diretas ou indiretamente relacionadas.

Buscou-se, portanto, entender de que forma o BAF e a QA figuram no recorte espacial das OUCs e como os resultados obtidos, poderiam contribuir com ganhos ambientais em áreas urbanas consolidadas. Para esse entendimento, fizemos uso do NDVI como suporte à quantificação da cobertura vegetal em diferentes escalas, da cidade ao lote, com o apoio dos dados de Temperatura de Superfície – pode servir de suporte à simulação em outros softwares, como o ENVI-met, ou ainda à tomada de decisão acerca da implementação de infraestruturas verdes ou da substituição de superfícies como variações de albedo.

Dada as limitações de recurso humano e acesso às propriedades privadas, alguns valores foram aproximados, como o levantamento de indivíduos arbóreos. As

ferramentas e os critérios de análises adotados conduziram esta pesquisa para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos propostos inicialmente. As hipóteses foram confirmadas e os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios. No entanto, a pesquisa deixa lacunas em abertos a serem preenchidas em procedimentos futuros. Foram, nesse sentido, apresentadas reflexões sem qualquer pretensão de esgotar o assunto.

A primeira delas trata-se da obtenção precisa das taxas de ocupação, dos índices de aproveitamento, das taxas de permeabilidade e áreas das superfícies destinadas à vegetação dentro dos lotes. Nesse sentido, recomenda-se, por exemplo, as plantas baixas dos empreendimentos. Em relação ao NDVI, sugere-se a aquisição de imagens de satélite de alta resolução e a realização de uma matriz de erros de modo a melhorar a acurácia dos mapeamentos, com base em dados de referência, para o cálculo de índices de qualidade como precisão geral. A classificação supervisionada com a devida associação dos pixels a categorias de uso e ocupação do solo associada a critérios e análises estatísticas representa outra possibilidade.

De modo geral, considera-se indispensável promover a qualificação ambiental do estoque construído já existente da cidade – lotes e espaços abertos – se quisermos melhorar a biodiversidade, gestão das águas pluviais e os fenômenos de aquecimento urbano, que devem se intensificar nos próximos anos. Nesse sentido, os instrumentos de qualificação ambiental combinam a regulamentação urbanística com os fatores ecossistêmicos – mesmo que indiretamente.

Considerando as chuvas dos dois Estados (Ceará e São Paulo), o volume de reservação para controle do escoamento superficial adotado na QA em São Paulo pode não apresentar a mesma necessidade em Fortaleza, o que do ponto de vista financeiro se torna mais viável. Nesse sentido, a simplicidade de aplicação da metodologia do BAF, considerando apenas os tipos de superfícies (impermeáveis ou permeáveis), se mostra mais adequada. Vale ressaltar a necessidade de estudos aprofundados para a efetiva comprovação (duração, intensidade e período de retorno das chuvas, índice de rugosidade das superfícies, análises de solo etc.).

A valorização da vegetação na QA, principalmente no contexto da manutenção dos indivíduos arbóreos existentes no lote, se mostra relevante. Conforme já

apresentado, o plantio de árvores é considerado um aspecto urgente no contexto analisado. Além disso, há de considerar os custos de implementação e manutenção de paredes e coberturas verdes. Não especificar a espécie a ser plantada é uma carência percebida nas duas metodologias. Dadas as características climáticas de Fortaleza, optar pela vegetação nativa (mais adaptada) também é um ponto de extrema relevância. Além da manutenção da biodiversidade e das características da flora local.

O fato de a QA ser exigida em lotes com área superior a 500 m² e alteração superior a 20% faz sentido no contexto estudado, uma vez que os lotes foram destinados a grandes intervenções urbanísticas. No entanto, grande parte da cidade não apresenta o mesmo padrão construtivo e poder aquisitivo dos empreendimentos analisados. Ou seja, áreas mais pobres, carentes de infraestruturas verdes e suscetíveis a alagamentos/deslizamentos tenderiam a permanecer nas mesmas condições de risco e vulnerabilidade tendo em vista que não seriam contemplados por essas regras.

Independente do instrumento não devemos considerar somente os seus aspectos técnicos, é preciso que o embasamento científico adotado e as concessões para fins de simplificação ou atendimento ao mercado imobiliário, sejam claramente divulgados; logo, maior transparência/comunicação entre Sociedade Civil e Estado. Desta forma, a população e a comunidade científica podem realizar sua validação baseada em simulações mais refinadas para confrontar os reais desempenhos e serviços ecossistêmicos em função do contexto, e propor melhorias contínuas.

Os atuais desafios das cidades requerem que a ciência se torne cada vez mais um instrumento de apoio à tomada de decisões e desenvolvimento de políticas públicas. Logo, a capacitação dos *stakeholders*, com destaque para os técnicos municipais, legisladores, planejadores urbanos, arquitetos, paisagistas, botânicos, geólogos, bem como ecologistas e cientistas em geral é fundamental.

É necessário pensar também em estratégias de bonificação não somente para o plantio de espécies nativas (adaptadas às condições climáticas da região) como também para a aceitação/adesão nos processos de uso e ocupação do solo. O IPTU

verde[30], assim como estratégias políticas e engajamento com a comunidade, que cada vez mais se dispõe a colaborar com a melhoria da sua cidade e deve sempre ser ouvida. Portanto, espera-se que esta pesquisa traga uma contribuição para a revisão crítica do marco regulatório de operações urbanas consorciadas e, principalmente, uma sensibilização para a recomposição da vegetação urbana.

[30] O IPTU verde, como ficou conhecido, estabelece critérios especiais de cobrança do Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU). O texto da Emenda à Constituição n° 13, de 2019 (em tramitação), sugere que alíquota esteja diretamente relacionada à responsabilidade ambiental adotada no imóvel. Portanto, proprietários que adotarem medidas de reaproveitamento de águas pluviais, reuso de água servida, preservação ou ampliação da permeabilidade do solo e uso de fontes alternativas de energia, por exemplo, terão abatimento no imposto. A PEC sugere ainda a não incidência do IPTU sobre as áreas do terreno com vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

ADÁRIO, Júlia Lima. **A dimensão verde do Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, Brasília, 2021.

AGARWAL, R. et al. Remote sensing-based assessment of urban heat island. phenomenon in Nagpur Metropolitan Area. In **International Journal of Information & Computation** Technology, 11(4), 1069-1074

AKBAR, Tahir Ali et al. Investigative Spatial Distribution and Modelling of Existing and Future Urban Land Changes and Its Impact on Urbanization and Economy. In **Remote Sensing**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 105, 9 jan, 2019. http://dx.doi.org/10.3390/rs11020105.

ALVES, Tereza Cristina V.A. **Parques urbanos de Fortaleza-Ce**: **espaço vivido e qualidade de vida**. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

ACSERALD, Henri. **Sustentabilidade e articulação territorial do desenvolvimento brasileiro**. In Anais II SIDR-UNISC, 2005.

ARRUDA, L. V. et al. Índice de área verde e de cobertura vegetal no perímetro urbano central do município de Mossoró-RN. In **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 2, p. 13-17, jun. 2013.

ASCHER, François. Projeto público e realizações privadas: o planejamento das cidades refloresce. In **Cadernos IPPUR**, ano VIII, n.1, abril/1994, pp. 83-96.

BARGOS, Danubia C.; MATIAS, Lindon F. Mapeamento e análise de áreas verdes urbanas em Paulínia (SP): estudo com a aplicação de geotecnologias. In **Sociedade & Natureza**, [s.l.], v. 24, n. 1, p.143-156, abr. 2012.

BENINDE, Joscha; VEITH, Michael; HOCHKIRCH, Axel. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. In **Ecology Letters**, [s.l.], v. 18, n. 6, p. 581-592, 10 abr. 2015. Wiley. http://dx.doi.org/10.1111/ele.12427.

BENEDICT, M.; MCMAHON; E. **Green Infrastructure**: **Linking Landscapes and Communities**. Washington-DC: Publisher, 2006.

BERLIN. Senate. Department for Urban Development of Berlin. **BAF - Biotope Area Factor**.

BETTINE, Sueli C. et al. Áreas ecologicamente estáveis como instrumento de planejamento ambiental. In **Interciência**, Caracas, v. 37, n. 10, p. 769-774, 24 set. 2012.

BLANES, Lucilia. **A aplicação do indicador de sustentabilidade BAF no mapeamento de geótopos urbanos**: um experimento para a bacia hidrográfica do

córrego água espraiada, São Paulo-SP. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BLANES, Lucilia. **Análise dos biótopos da bacia hidrográfica do córrego Águas Espraiadas-São Paulo - SP**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Lei n° 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília DF, ano 138, n. 133, jul. 2001.

BORJA, Jordi; CASTELLS, Manuel. As cidades como atores políticos. In: Novos Estudos – CEBRAP. São Paulo, n° 45, p. 152-166, 1996.

BORJA, J.; FORN, M. **Políticas da Europa e dos Estados para as cidades**; in Espaço e Debates, ano XVI, n. 39, 1996.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (Org.). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

BUCCHERI FILHO, Alexandre Theobaldo; NUCCI, João Carlos. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR. In **Revista do Departamento de Geografia**, Curitiba, n. 18, p. 48-59, 2006. https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47264/51000.

CAETANO, Paulo M.D. **Instrumentos urbanísticos para incremento de vegetação em áreas urbanas: Análise comparada a partir da quota ambiental do município de São Paulo**. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CAMINO, Ronnie de; MÜLLER, Sabine. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. IICA-GTZ, 1993. 135 p.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P. C. D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: **Anais do 1º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana e 4° Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana**, Vitória – ES, 1992, p. 29-38.

CAVALHEIRO, Felisberto. O Planejamento de Espaços Livres: O Caso de São Paulo. In **Silvicultura/Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 3, 1982.

CAVALHEIRO, Felisberto; NUCCI, João Carlos; GUZZO, Perci; ROCHA, Yuri Tavares. Proposição de Terminologia para o Verde Urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 7-7, jul. 1999.

COELHO, André Luiz N.; CORREA, Wesley de S.C. Temperatura de superfície celsius do sensor Tirs/Landsat-8: metodologia e aplicações. In **Revista Geográfica Acadêmica**, Goiás, v. 7, n. 1, p. 31-45, dez. 2013.

COMPANS, Rose. **Empreendedorismo urbano**. Entre o discurso e a prática. São Paulo: Unesp, 2005.

COQ-HUELVA, Daniel; ASIÁN-CHAVES, Rosario. Urban Sprawl and Sustainable Urban Policies. A Review of the Cases of Lima, Mexico City and Santiago de Chile. In **Sustainability,** [s.l.], v. 11, n. 20, p. 5835, 21 out. 2019. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/su11205835.

COSTANZA, Robert et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. In **Nature,** [s.l.], v. 387, n. 6630, p. 253-260, maio 1997. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1038/387253a0.

CRISTÓBAL, J. et al. An Improved Single-Channel Method to Retrieve Land Surface Temperature from the Landsat-8 Thermal Band. In **Remote Sensing,** 10(3), 2018, p.431

CRISTÓVAM, José Sérgio S. Sobre a noção de bem comum no pensamento político ocidental: entre becos e encruzilhadas da dimensão ancestral do moderno conceito de interesse público. In **Revista de Investigações Constitucionais**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 107, 30 abr. 2019. http://dx.doi.org/10.5380/rinc.v6i1.57508.

CRUZ, Andressa M. L. **Análise da cobertura vegetal, das áreas verdes e dos espaços livres de Fortaleza-Ce**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

DANTAS, Eustógio Wanderley C. **Comércio ambulante no centro de Fortaleza-Ce (1975-1995)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 1995.

DANTAS, E. W. C.; COSTA, M. C. L.; ZANELLA, M. E. (Org.). Vulnerabilidade socioambiental e qualidade de vida em Fortaleza. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016. 114 p.

DOBBS, C.; NITSCHKE, C.; KENDAL, D. Assessing the drivers shaping global patterns of urban vegetation landscape structure. In **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 592, p. 171–177, 2017.

EDUVIRGEM, Renan V. et al. Investigação da Temperatura Aparente de Superfície e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da zona urbana de Cascavel, Paraná, Brasil. In **Geofronter**, Campo Grande, v. 4, n. 5, p. 51-71, dez. 2019.

ELLIOT, Thomas et al. Pathways to Modelling Ecosystem Services within an Urban Metabolism Framework. In **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 10, p. 2766, 14 maio 2019. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/su11102766.

ELMQVIST, T et al. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. In **Environmental Sustainability**, [s.l.], v. 14, p. 101-108, jun. 2015. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001.

ESCOBEDO, Francisco J.; et al. The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. In **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 4, n. 3-4, p. 105-114, abr. 2006. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2005.12.002.

ESTOQUE, Ronald C.; MURAYAMA, Yuji; MYINT, Soe W. Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: an urban heat island study in the megacities of southeast Asia. In **Science of The Total Environment**, [S.L.], v. 577, p. 349-359, jan. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.195.

FORTALEZA EM FOTOS (Fortaleza). **Bairro Papicu**. 2019. Foto atribuída à Leandro Maia. Disponível em: http://www.fortalezaemfotos.com.br/2019/01/. Acesso em: 1 dez. 2021.

FORTALEZA**,** Prefeitura Municipal. Lei nº 8.503, de 16 de dezembro de 2020. Estabelece diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Parque Foz Riacho Maceió. **Diário Oficial do Município.**

FORTALEZA**,** Prefeitura Municipal. Lei n° 9.857, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada Lagoa do Papicu. **Diário Oficial do Município**: Fortaleza CE, ano 60, n. 14.808, jun. 2012.

FORTALEZA**,** Prefeitura Municipal. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano — PDDU, Fortaleza, 1992.

FORTALEZA**,** Prefeitura Municipal. **Definição de áreas prioritárias para a implantação de OUCs.** Fortaleza: SEUMA, [s.d].

FORTALEZA**,** Prefeitura Municipal. **Inventário Ambiental de Fortaleza**: diagnóstico versão final. Fortaleza: PMF, 2003.

GONÇALVES, Felipe Timmermann; NUCCI, João Carlos. Ssistemas de drenagem sustentável (SUDS): propostas para a bacia do rio Juvevê, Curitiba-PR. Raega - **O Espaço Geográfico em Análise**, [S.L.], v. 42, p. 192, 21 dez. 2017. http://dx.doi.org/10.5380/raega.v42i0.47043.

GOOGLE. Google Earth website. http://earth.google.com/, 2022.

GUILLÉN, Victor P. El paisaje como patrimonio edificado: una reflexión hacia el planeamiento urbano. In **Devenir - Revista de Estudios Sobre Patrimonio Edificado**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 59-70, 13 ago. 2018. http://dx.doi.org/10.21754/devenir.v1i2.251.

HAINES-YOUNG, Roy; POTSCHIN-YOUNG, Marion. Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): a policy brief. In **One Ecosystem**, [s.l.], v. 3, e27108, 11 jun. 2018. Pensoft Publishers. http://dx.doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108.

HALL, Charles R.; DICKSON, Madeline W. Economic, Environmental, and Health/Well-Being Benefits Associated with Green Industry Products and Services: a review. In **Journal of Environmental Horticulture**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 96-103, 1 jun. 2011. Horticultural Research Institute. http://dx.doi.org/10.24266/0738-2898-29.2.96.

HAYWARD, D.Geoffrey; WEITZER, William H.. The public's image of urban parks: past amenity, present ambivalance, uncertain future. In **Urban Ecology**, [S.L.], v. 8,

n. 3, p. 243-268, out. 1984. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/0304-4009(84)90038-x.

HISSA, Marina C. **Operações Urbanas Consorciadas**: o caso na implantação de shoppings centers em Fortaleza. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

HOLBEN, Brent N. Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. In **International Journal of Remote Sensing**, [S.L.], v. 7, n. 11, p. 1417-1434, nov. 1986. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/01431168608948945.

HUANG, Xin; WANG, Ying. Investigating the effects of 3D urban morphology on the surface urban heat island effect in urban functional zones by using high-resolution remote sensing data: a case study of wuhan, central china. In **Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, [s.l.], v. 152, p. 119-131, jun. 2019. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.04.010.

HUNTER, Ashlea J.; LUCK, Gary W. Defining and measuring the social-ecological quality of urban greenspace: a semi-systematic review. In **Urban Ecosystems**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 1139-1163, 19 abr. 2015. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s11252-015-0456-6.

IASP, Institut Für Agrar- Und Stadtökologische Projekte. **Der Biotopflächenfaktor,** 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Lançamento CBERS 04A**. São José dos Campos: INPE, 2020.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **LANDSAT**. São José dos Campos: INPE, [s.d.].

JANNUZZI, Paulo de M. **Indicadores sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. Alínea, Campinas, 2001.

JATOBÁ, Sérgio U.S. Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social. In Boletim Regional, Urbano e Ambiental, n.05, jun. 2011, p.141-148.

KIM, Gunwoo; MILLER, Patrick A.; NOWAK, David J. Assessing urban vacant land ecosystem services: urban vacant land as green infrastructure in the city of roanoke, virginia. In **Urban Forestry & Urban Greening**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 519-526, 2015. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.05.003.

KNOX, Paul. **Atlas das cidades**. 1ª. ed. São Paulo: Senac, 2016.

LECUONA, J. et al. Variables del biotopo urbano para la planificación del paisaje del Alto Valle. In **Revista de La Asociación Argentina de Ecología de Paisajes**, Buenos Aires, v. 2, n. 7, p. 64-74, dez. 2017.

LEHAB, Laboratório de Estudos da Habitação UFC. **A OUC do Riacho Maceió resultou na remoção de famílias na Senador Machado**: Fortaleza: Observatório de Remoções, 2017.

LOBODA, Carlos R.; ANGELIS, Bruno L.D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. In **Ambiência: Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p.125-139, jun. 2005.

MACHADO, Aline Ribeiro et al. **Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde**. São Paulo: Fundação de Apoio Ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2020.

MAGALHÃES, Danilo M. **Análise dos espaços verdes remanescentes na mancha urbana conurbada de Belo Horizonte-MG apoiada por métricas de paisagem**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MAIA, Edemir Barros. **Dinâmica Geoambiental do Sistema Hídrico Maceió/Papicu**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza-CE, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2019. 368 p.

MARICATO, E. **A Cidade do Pensamento Único: Desmanchando Consensos**. 3.ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2002.

MARICATO, E (org.). **A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial**. 2ª ed. São Paulo: Alfa-Omega, 1982.

MAROPO, V. L. B. et al. Planejamento urbano sustentável: um estudo para implantação de infraestrutura verde no Bairro Bancários, João Pessoa-PB, 2019. In **Urbe Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20180005. https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.002.AO09.

MARTINHO, Paulo R.R. *et al*. **Metodologia de Monitoramento de Cobertura Vegetal - estudo de caso**: município de Goiânia/Go. Campinas: Embrapa, 2012.

MELO, Ewerton T. et al. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-Ce. In **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.L.], v. 23, p. 520-533, 3 nov. 2011. Universidade Federal do Paraná. http://dx.doi.org/10.5380/raega.v23i0.24919.

MENDES, José Fernando G. **O futuro das cidades**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na história**: suas origens, transformações e perspectivas. 5ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Landsat Then and Now**. Washington, D.C.: NASA, [s.d.].

NUCCI, João Carlos; CAVALHEIRO, Felisberto. Tree canopy coverage at urban areas - concept and method. In **Geousp**: Espaço e Tempo (Online), [S.L.], n. 6, p. 29, 24 ago. 2006. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.1999.123361.

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

PARK, Yoo Min; KWAN, Mei-po. Individual exposure estimates may be erroneous when spatiotemporal variability of air pollution and human mobility are ignored. In **Health & Place**, [s.l.], v. 43, p. 85-94, jan. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.10.002.

PARRIS, Kirsten M. et al. The seven lamps of planning for biodiversity in the city. In **Cities**, [s.l.], v. 83, p. 44-53, dez. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2018.06.007.

REXPERTS. **Outorga Onerosa, CEPAC e Concessões Urbanas**. 2016.

ROCHA, Vanessa T. et al. The Urban Planning Guided by Indicators and Best Practices: three case studies in the south of Brazil. **World Sustainability Series**, [S.L.], p. 87-101, 28 nov. 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-69474-0_5.

ROLA, S. M. et al. Naturação, água e o futuro das cidades no contexto das mudanças ambientais globais. In: **Congresso Brasileiro de Arquitetos**, Rio de Janeiro, 2003. v.1.

ROLNIK, Raquel. Exclusão territorial e violência. In **São Paulo em Perspectiva**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 100-111, dez. 1999. http://dx.doi.org/10.1590/s0102-88391999000400011.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**. 2001. 322f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2001.

ROSSATTO, Davi Rodrigo; TSUBOY, Marcela Stefanini Ferreira; FREI, Fernando. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. In **SBAU**, Piracicaba, v. 3, n. 3, p.1-16, set. 2008.

SACHS-JEANTET, Celine. Ciudad y gestión de las transformaciones sociales. In **Urbano**, Concepción, n.16, p. 86-97, maio 2007.

SAMPAIO, Vitor Hugo de Goes *et al*. Environmental policy: To the state, institutionalisation, to civil society, action: comments on the rio Cocó state park. In: ALLEGRI, Alessia; ALVIM, Angélica Benatti; ABASCAL, Eunice Helena; SABATÉ, Joaquim; COSTA, João Pedro; SCHICCHI, Maria Cristina. **Research Tracks in**

Urbanism: dynamics, planning and design in contemporary urban territories. Londres: Taylor & Francis, 2021. p. 253-258.

SANCHEZ, Fernanda. **A reinvenção das cidades para um mercado mundial**. 2ª ed. Chapecó-SC: Argos, 2010.

SANT'ANNA, Camila Gomes. **A Infraestrutura Verde e sua contribuição para o desenho da paisagem da cidade**. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SANTOS, Antonio M. et. al. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para identificação da cobertura fitogeográfica da bacia hidrográfica do rio Goiana-PE. In **II Simpósio de Geografia Física do Nordeste**, João Pessoa, 2008.

SANTOS, Teresa et al. Quantifying the City's Green Area Potential Gain Using Remote Sensing Data. In **Sustainability**, [S.L.], v. 8, n. 12, p. 1247, 30 nov. 2016. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/su8121247.

SÃO PAULO. Lei n° 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. **Diário Oficial do Município**: São Paulo, SP, 23 mar. 2016.

SBAU - Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. **Carta a Londrina e Ibiporã**. Boletim Informativo, v. 3, n. 5, p. 3, 1996.

SELMI, Wissal et al. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. In **Urban Forestry & Urban Greening**, [S.L.], v. 17, p. 192-201, jun. 2016. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.010.

SEUMA (2018). Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA). Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Bacias Hidrográficas**. 2018.

SICHE, Raúl *et al*. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. In **Ambiente & Sociedade**, [*s. l*], v. 2, p. 137-148, ago. 2007.

SILVA, Caio Frederico e. **Caminhos bioclimáticos**: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina-PI. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, Elias Roberto Leão da. **Operações urbanas consorciadas**: uma análise técnica e crítica. Monografia (Graduação em Direito) - Curso de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SILVA, José Borzacchiello da. **Quando os incomodados não se retiram**: uma análise dos movimentos sociais em Fortaleza. Fortaleza: Multigraf Editora, 1992.

SILVA, P. W. S. et al. Instrumentos urbanísticos para incremento de vegetação em áreas urbanas: análise comparada a partir da quota ambiental do município de São

Paulo. In**: Anais do I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, São Carlos, 2017, p. 905-918.

SINGER, P. O uso do solo urbana na economia capitalista. In MARICATO, E. (org.). **A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial**. 2ª ed. São Paulo: Alfa-Omega, 1982, p.21-70.

SPIRN, Anne Whiston. **O jardim de granito**. São Paulo: Edusp, 1995.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; NETO, Francisco de Paula; SOUZA, Agostinho Lopes de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV, 2011.

TAVARES, Paulo A. et al. Urban Ecosystem Services Quantification through Remote Sensing Approach: a systematic review. In **Environments**, [s.l.], v. 6, n. 5, p. 51, 9 maio 2019. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/environments6050051.

TEZA, Cláusio T.V.; BAPTISTA, Gustavo M.M. A supressão de vegetação e redução da área de sequestro florestal de carbono na Área Metropolitana de Brasília. In **Metrópoles**: Território, Coesão Social e Governança Democrática, Rio de Janeiro, v. 1, 2015, p. 285-302.

UNITED NATIONS. **Agenda 21**, Capítulo 40. 1992.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects 2018**. 2018.

USGS. United States Geological Survey. Earth Explorer.

VAINER, Carlos B. Pátria, empresa e mercadoria. **Notas sobre a estratégia discursiva do Planejamento Estratégico Urbano**. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. A cidade do pensamento único: desmanchando consensos, 4ª. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

VENTURI, L. A. B. O papel da técnica no processo de produção científica. In: _____ (Org.). **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 13-18.

WANG, Haoluan; QIU, Feng. Spatial disparities in neighborhood public tree coverage: do modes of transportation matter? In **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 29, p. 58-67, jan. 2018. Elsevier BV. Disponível em http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.001. Acesso 02/12/2021.

WILLIS, Katherine J.; PETROKOFSKY, Gillian. The natural capital of city trees. In **Science**, [s.l.], v. 356, n. 6336, p. 374-376, 27 abr. 2017. American Association for the Advancement of Science (AAAS). Disponível em http://dx.doi.org/10.1126/science.aam9724. Acesso 02/12/2021.

WONG, N.; CHEN, Y. **Tropical urban heat islands**. London: Taylor & Francis, 2009.

YAN, Yan et al. Urban sustainable development efficiency towards the balance between nature and human well-being: connotation, measurement, and assessment. In **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 178, p. 67-75, mar. 2018. Elsevier BV. Disponível em http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.013. Acesso 02/12/2021.

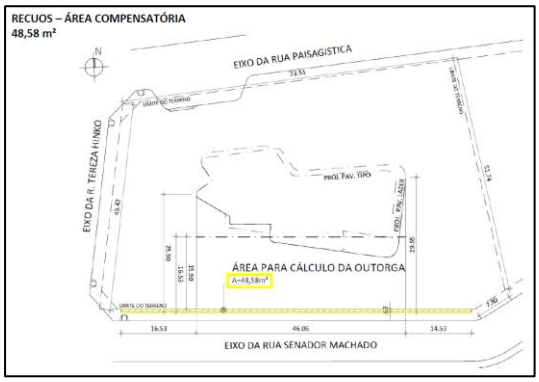
ZHENG, T. et al. Visitors' perception based on five physical senses on ecosystem services of urban parks from the perspective of landsenses ecology. In **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, [s.l.], v. 27, n. 3, p. 214-223, 20 fev. 2020. Disponível em http://dx.doi.org/10.1080/13504509.2020.1729272. Acesso 02/12/2021.

*

APÊNDICE A

PARÂMETROS URBANÍSTICOS DAS OUC(s)

Quadro 27 – Parâmetros Urbanísticos da Operação Urbana Parque Foz Riacho Maceió.

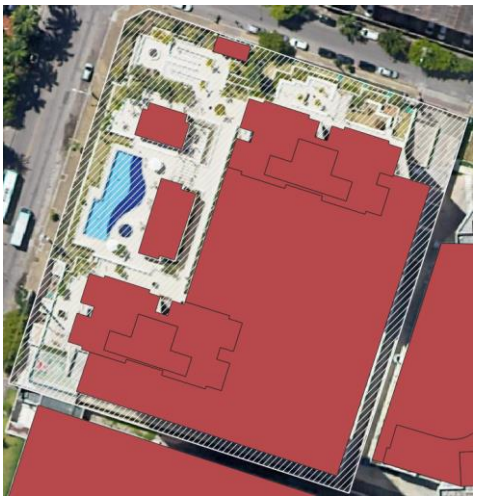


Dados do Lote				
Área do terreno: 4.072,45 m²				
Área construída: 40.567,05 m²				
Área construída computável: 22.234,78 m²				
Quanto à ocupação do solo				
Parâmetros	**Zona da Orla – Trecho IV**		**Proposto**	**Outorgado**
Índice de Aproveitamento	4,0		4,0	
Taxa de permeabilidade	≥ 20%		24,49%	
Taxa de ocupação do solo	≤ 60%		57,81%	
Taxa de ocupação do subsolo	≤ 60%		57,81%	
Altura da edificação	≤ 72,00 m		159,08 m	87,08 m
N° de unidades permitidas	Sem fração		46	
N° de vagas	≥ 46		385	
Quanto aos recuos				
Parâmetros		**Permitido**	**Proposto**	**Outorgado**
Recuos do solo	Frente Norte	16,53 m	17,48 m (lazer) 18,11 m (pav. tipo)	
	Frente Sul	16,53 m	15,90 m (lazer) 16,53 m (pav. tipo)	Área complementar de 48,58 m²
	Lateral Leste	14,53 m	23,87 m (lazer) 27,44 m (pav. tipo)	
	Frente Oeste	16,53 m	24,27 m (lazer) 23,11 m (pav. tipo)	
Recuos do subsolo	Frente Norte	5,00 m	5,00 m	
	Frente Sul	5,00 m	5,00 m	
	Lateral Leste	0,00	3,00 m	
	Frente Oeste	5,00 m	5,00 m	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da Lei N° 8.503/2000.

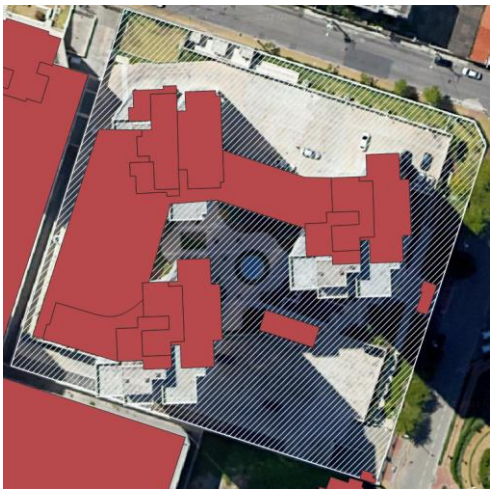
Quadro 28 – Parâmetros Urbanísticos da Operação Urbana Lagoa do Papicu.

Lote 1 (residencial)



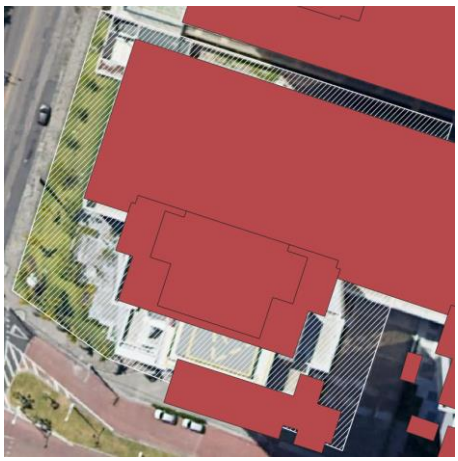
Dados do Lote	
Área do lote (m²)	6.948,34
Área projeção edificação (m²)	3.668,80
T.O. (%)	52,80
Área não edificada (m²)	3.279,54
% não edificado	47,20
Área veget. (m²) - NDVI	20,00
Gabarito (m)	72,32
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	2.084,50
Área impermeável (m²)	1.195,04
N° ind. arb. porte pequeno (un)	32
N° ind. arb. porte médio (un)	15
N° ind. arb. porte grande (un)	7
N° palmeira (un)	27
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	41,94

Lote 2 (residencial)



Dados do Lote	
Área do lote (m²)	7.963,90
Área projeção edificação (m²)	2.714,10
T.O. (%)	34,08
Área não edificada (m²)	5.249,80
% não edificado	65,92
Área veget. (m²) - NDVI	542,00
Área impermeável (m²)	2.860,63
Gabarito (m)	70,76
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	2.389,17
N° ind. arb. porte pequeno (un)	8
N° ind. arb. porte médio (un)	4
N° ind. arb. porte grande (un)	10
N° palmeira (un)	28
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	58,44

Lote 3 (comercial)

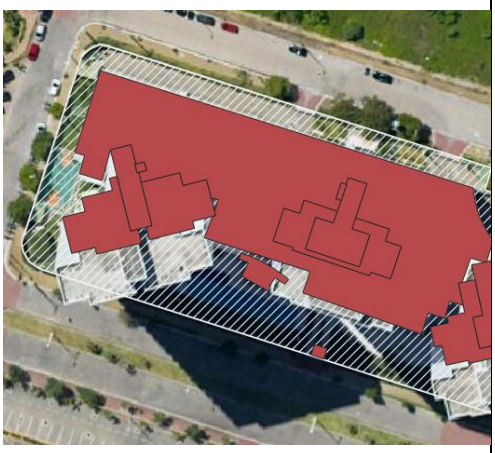


Dados do Lote	
Área do lote (m²)	3.796,71
Área projeção edificação (m²)	2.029,01
T.O. (%)	53,44
Área não edificada (m²)	1.767,71
% não edificado	46,56
% total (checagem)	100,00
Área veget. (m²) - NDVI	40,00
Área impermeável (m²)	628,69
Gabarito (m)	79,41
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	1.139,01
N° ind. arb. porte pequeno (un)	9
N° ind. arb. porte médio (un)	4
N° ind. arb. porte grande (un)	10
N° palmeira (un)	10
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	8,75

Lote 4 (comercial)

Dados do Lote	
Área do lote (m²)	3.660,00
Área projeção edificação (m²)	2.028,16
T.O. (%)	55,41
Área não edificada (m²)	1.631,85
% não edificado	44,59
% total (checagem)	100,00
Área veget. (m²) - NDVI	0,00
Área impermeável (m²)	533,85
Gabarito (m)	79,07
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	1.098,00
Área permeável existente (m²)	
N° ind. arb. porte pequeno (un)	10
N° ind. arb. porte médio (un)	2
N° ind. arb. porte grande (un)	1
N° palmeira (un)	5
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	8,75

Lote 8 (residencial)



Dados do Lote	
Área do lote (m²)	6.152,80
Área projeção edificação (m²)	3.300,62
T.O. (%)	53,64
Área não edificada (m²)	2.852,18
% não edificado	46,36
Área veget. (m²) - NDVI	80,00
Área impermeável (m²)	1.006,34
Gabarito (m)	77,32
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	1.845,84
N° ind. arb. porte pequeno (un)	2
N° ind. arb. porte médio (un)	8
N° ind. arb. porte grande (un)	22
N° palmeira (un)	53
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	227,65

Lote 10

Dados do Lote	
Área do lote (m²)	114.030,48
Área projeção edificação (m²)	58.202,35
T.O. (%)	51,04
Área não edificada (m²)	55.828,13
% não edificado	48,96
Área veget. (m²) - projeto	18.537,00
Área veget. (m²) – NDVI	6.060,00
Área pavimentação (m²)	37.291,13
Área pavimentação drenante (m²)	33.562,02
Área pavimentação impermeável (m²)	3.729,11
Gabarito (m)	72,96
T.P. (%)	30
Área permeável mínima (m²)	34.209,14
Área permeável existente (m²)	52.099,02
N° ind. arb. porte pequeno (un)	182
N° ind. arb. porte médio (un)	80
N° ind. arb. porte grande (un)	161
N° palmeira (un)	275
Maçico arbóreo (m²)	0
Cerca viva (m²)	86,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B

TABELAS DO SIMULADOR DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL - OUC PARQUE FOZ RIACHO MACEIÓ

Figura 34 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais da OUC Parque Foz Riacho Maceió.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	4.072,45 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 8
Taxa de ocupação	57,81%
Gabarito do empreendimento (em metros)	159 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	20,0%
Fator alfa α	0,50
Fator beta β	0,50
QA mínimo obrigatório	0,60

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	0,00	(unidade)	15	0,00	0,00
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	0,00	(unidade)	35	0,00	0,00
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B4. Palmeira a ser plantada (4)	0,00	(unidade)	20	0,00	0,00
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,00
V FINAL					0,00

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	0,00	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	997,34	(m^2)	0,78	0,19
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	3.075,11	(m^2)	0,82	0,62
D PARCIAL (12)				0,81
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,15

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	
	0,00

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações da Solução I para a OUC Parque Foz Riacho Maceió.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	4.072,45 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 8
Taxa de ocupação	57,81%
Gabarito do empreendimento (em metros)	159 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	20,0%
Fator alfa α	0,50
Fator beta β	0,50
QA mínimo obrigatório	0,60

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	720,83	(m^2)	0,25	n/a	0,04
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	0,00	(unidade)	15	0,00	0,00
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	0,00	(unidade)	35	0,00	0,00
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	31,00	(unidade)	80	0,00	0,61
B4. Palmeira a ser plantada (4)	0,00	(unidade)	20	0,00	0,00
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	600,00	(m^2)	0,20	n/a	0,03
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,68
V FINAL					1,80

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	720,83	(m^2)	0,22	0,04
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	600,00	(m^2)	0,26	0,04
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	997,34	(m^2)	0,78	0,19
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	1.754,28	(m^2)	0,82	0,35
D PARCIAL (12)				0,62
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,28

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,70

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações da Solução II para a OUC Parque Foz Riacho Maceió.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	4.072,45 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 8
Taxa de ocupação	57,81%
Gabarito do empreendimento (em metros)	159 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	20,0%
Fator alfa α	0,50
Fator beta β	0,50
QA mínimo obrigatório	0,60

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	0,00	(unidade)	15	0,00	0,00
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	0,00	(unidade)	35	0,00	0,00
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	31,00	(unidade)	80	0,00	0,61
B4. Palmeira a ser plantada (4)	0,00	(unidade)	20	0,00	0,00
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	600,00	(m^2)	0,20	n/a	0,03
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	720,83	(m^2)	0,10	n/a	0,02
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,66
V FINAL					1,73

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	0,00	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	600,00	(m^2)	0,26	0,04
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	997,34	(m^2)	0,78	0,19
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	2.475,11	(m^2)	0,82	0,50
D PARCIAL (12)				0,73
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	25.656,44	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,19

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,57

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C

TABELAS DO SIMULADOR DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL - OUC LAGOA DO PAPICU

Figura 37 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 1 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	6.948,34 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	52,80%
Gabarito do empreendimento (em metros)	72 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,45

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	41,94	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	20,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	32,00	(unidade)	15	0,00	0,07
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	15,00	(unidade)	35	0,00	0,08
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	7,00	(unidade)	80	0,00	0,08
B4. Palmeira a ser plantada (4)	27,00	(unidade)	20	0,00	0,08
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,31
V FINAL					0,80

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	41,94	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	20,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	2022,56	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	4.863,84	(m^2)	0,82	0,57
D PARCIAL (12)				0,80
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	43.774,54	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	43.774,55	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,16

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	
	0,42

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 1 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	6.948,34 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	52,80%
Gabarito do empreendimento (em metros)	72 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,45

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	600,00	(m^2)	0,25	n/a	0,02
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	20,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	32,00	(unidade)	15	0,00	0,07
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	15,00	(unidade)	35	0,00	0,08
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	7,00	(unidade)	80	0,00	0,08
B4. Palmeira a ser plantada (4)	27,00	(unidade)	20	0,00	0,08
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1171,35	(m^2)	0,20	n/a	0,03
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,36
V FINAL					0,94

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	600,00	(m^2)	0,22	0,02
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	20,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1171,35	(m^2)	0,26	0,04
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1464,50	(m^2)	0,78	0,16
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	3.692,49	(m^2)	0,82	0,44
D PARCIAL (12)				0,66
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	43.774,54	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	43.774,55	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,24

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,54

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item III;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 2 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	7.963,90 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	34,08%
Gabarito do empreendimento (em metros)	71 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,45

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	58,44	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	542,00	(m^2)	0,20	n/a	0,01
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	8,00	(unidade)	15	0,00	0,02
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	4,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	10,00	(unidade)	80	0,00	0,10
B4. Palmeira a ser plantada (4)	28,00	(unidade)	20	0,00	0,07
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,22
V FINAL					0,58

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	58,44	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	542,00	(m^2)	0,26	0,02
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1788,73	(m^2)	0,78	0,18
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	5.574,73	(m^2)	0,82	0,57
D PARCIAL (12)				0,77
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	50.172,57	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	50.172,57	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,17

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	
	0,35

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;

(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;

(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;

(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;

(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;

(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;

(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;

(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;

(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;

(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;

(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 40 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as mesmas alterações propostas na metodologia do BAF para o lote 2 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	7.963,90 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	34,08%
Gabarito do empreendimento (em metros)	71 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,45

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	542,00	(m^2)	0,25	n/a	0,02
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	8,00	(unidade)	15	0,00	0,02
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	4,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	10,00	(unidade)	80	0,00	0,10
B4. Palmeira a ser plantada (4)	28,00	(unidade)	20	0,00	0,07
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1575,91	(m^2)	0,20	n/a	0,04
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	700,00	(m^2)	0,10	n/a	0,01
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,27
V FINAL					0,71

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	542,00	(m^2)	0,22	0,01
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1575,91	(m^2)	0,26	0,05
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	2389,17	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	3.456,82	(m^2)	0,82	0,36
D PARCIAL (12)				0,66
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	50.172,57	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	50.172,57	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,24

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,46

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 3 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	3.796,71 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	53,44%
Gabarito do empreendimento (em metros)	79 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,42

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	8,75	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	40,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	9,00	(unidade)	15	0,00	0,04
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	4,00	(unidade)	35	0,00	0,04
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	10,00	(unidade)	80	0,00	0,21
B4. Palmeira a ser plantada (4)	10,00	(unidade)	20	0,00	0,05
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,34
V FINAL					0,89

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	8,75	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	40,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1090,26	(m^2)	0,78	0,22
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	2.657,70	(m^2)	0,82	0,57
D PARCIAL (12)				0,80
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	23.919,27	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	23.919,28	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,16

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,45

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 4 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	3.660,00 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	55,41%
Gabarito do empreendimento (em metros)	79 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,42

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	8,75	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	10,00	(unidade)	15	0,00	0,04
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	2,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	1,00	(unidade)	80	0,00	0,02
B4. Palmeira a ser plantada (4)	5,00	(unidade)	20	0,00	0,03
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,11
V FINAL					0,29

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	8,75	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1089,25	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	2.562,00	(m^2)	0,82	0,57
D PARCIAL (12)				0,81
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	23.058,00	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	23.058,00	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,15

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	
	0,22

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 4 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	3.660,00 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	55,41%
Gabarito do empreendimento (em metros)	79 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,42

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	8,75	(m^2)	0,25	n/a	0,00
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	10,00	(unidade)	15	0,00	0,04
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	2,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	3,00	(unidade)	80	0,00	0,07
B4. Palmeira a ser plantada (4)	5,00	(unidade)	20	0,00	0,03
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1171,35	(m^2)	0,20	n/a	0,06
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	295,12	(m^2)	0,15	n/a	0,01
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,23
V FINAL					0,60

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	8,75	(m^2)	0,22	0,00
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	1171,35	(m^2)	0,26	0,08
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	295,12	(m^2)	0,31	0,02
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1089,25	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	1.095,53	(m^2)	0,82	0,25
D PARCIAL (12)				0,59
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	23.058,00	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	23.058,00	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,32

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,47

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:
* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 8 da OUC Lagoa do Papicu.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	6.152,80 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	53,64%
Gabarito do empreendimento (em metros)	77 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,45

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	235,28	(m^2)	0,25	n/a	0,01
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	2,00	(unidade)	15	0,00	0,00
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	8,00	(unidade)	35	0,00	0,05
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	22,00	(unidade)	80	0,00	0,29
B4. Palmeira a ser plantada (4)	53,00	(unidade)	20	0,00	0,17
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,52
V FINAL					1,36

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	235,28	(m^2)	0,22	0,01
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	1610,57	(m^2)	0,78	0,20
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	4.306,95	(m^2)	0,82	0,57
D PARCIAL (12)				0,79
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	38.762,64	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	38.762,64	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,16

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,58

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 10 da OUC Lagoa do Papicu considerando a área ajardinada informada pelo escritório de arquitetura responsável pelo projeto.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	114.030,48 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	51,04%
Gabarito do empreendimento (em metros)	73 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,49

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	18537,00	(m^2)	0,25	n/a	0,04
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	182,00	(unidade)	15	0,00	0,02
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	80,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	161,00	(unidade)	80	0,00	0,11
B4. Palmeira a ser plantada (4)	275,00	(unidade)	20	0,00	0,05
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,25
V FINAL					0,66

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	18537,00	(m^2)	0,22	0,04
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	33562,02	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	61.931,46	(m^2)	0,82	0,45
D PARCIAL (12)				0,71
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	718.392,02	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	718.392,03	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,20

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,41

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 46 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as características atuais do lote 10 da OUC Lagoa do Papicu considerando a área fotossinteticamente ativa obtida pelo índice de vegetação NDVI.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos

RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	114.030,48 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	51,04%
Gabarito do empreendimento (em metros)	73 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,49

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	6060,00	(m^2)	0,25	n/a	0,01
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	12477,00	(m^2)	0,10	n/a	0,01
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	182,00	(unidade)	15	0,00	0,02
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	80,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	161,00	(unidade)	80	0,00	0,11
B4. Palmeira a ser plantada (4)	275,00	(unidade)	20	0,00	0,05
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,23
V FINAL					0,62

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	6060,00	(m^2)	0,22	0,01
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	12477,00	(m^2)	0,60	0,07
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	33562,02	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	61.931,46	(m^2)	0,82	0,45
D PARCIAL (12)				0,75
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	718.392,02	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	718.392,03	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,18

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,38

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:

* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47 – Simulador da pontuação da Quota Ambiental considerando as alterações necessárias para o lote 10 da OUC Lagoa do Papicu atingir a pontuação mínima.

QUADRO 3B - SIMULADOR
COMPOSIÇÃO DA PONTUAÇÃO DA QUOTA AMBIENTAL
ANEXO INTEGRANTE DA LEI Nº 16.402, DE 22 DE MARÇO DE 2016

Altere os campos em amarelo para simular a Quota Ambiental e os incentivos
RESULTADOS OBTIDOS

ITEM I. CARACTERÍSTICAS DO LOTE	
Área total do lote - A (m^2)	114.030,48 m^2
Localização do lote	ZEM
Perímetro de Qualificação Ambiental	PA 11
Taxa de ocupação	51,04%
Gabarito do empreendimento (em metros)	73 m
Taxa de permeabilidade mínima - TP	30,0%
Fator alfa α	0,60
Fator beta β	0,40
QA mínimo obrigatório	0,49

ITEM II. COBERTURA VEGETAL					
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FV (2)	TCA (5)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (3)
A. Áreas ajardinadas					
A1. Área ajardinada sobre solo natural	18537,00	(m^2)	0,25	n/a	0,04
A2. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,20	n/a	0,00
A3. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
B. Vegetação					
B1. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte pequeno (4)	182,00	(unidade)	15	0,00	0,02
B2. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte médio (4)	80,00	(unidade)	35	0,00	0,02
B3. Indivíduo arbóreo a ser plantado de porte grande (4)	161,00	(unidade)	80	0,00	0,11
B4. Palmeira a ser plantada (4)	275,00	(unidade)	20	0,00	0,05
B5. Indivíduo arbóreo existente com DAP entre 20 e 30 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	80	0,00	0,00
B6. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 30 cm e menor ou igual a 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	180	0,00	0,00
B7. Indivíduo arbóreo existente com DAP maior que 40 cm (6)(7)	0,00	(unidade)	400	0,00	0,00
B8. Palmeira existente (6)(7)	0,00	(unidade)	90	0,00	0,00
B9. Maciço arbóreo (7)	0,00	(m^2)	17	n/a	0,00
C. Cobertura verde					
C1. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	31283,03	(m^2)	0,20	n/a	0,05
C2. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
D. Fachada / muro verde					
D1. Porção de fachada / muro verde	0,00	(m^2)	0,10	n/a	0,00
D2. Jardim vertical	0,00	(m^2)	0,15	n/a	0,00
V PARCIAL					0,31
V FINAL					0,80

ITEM III. DRENAGEM				
SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E PAISAGÍSTICAS	PROJETO (1)	UNID.	FATOR FD (8)	PONTUAÇÃO ATINGIDA (9)
A1*. Área ajardinada sobre solo	18537,00	(m^2)	0,22	0,04
A2*. Área ajardinada sobre laje com espessura de solo maior que 40 cm	0,00	(m^2)	0,26	0,00
A3*. Pavimento semi-permeável com vegetação sobre solo natural	0,00	(m^2)	0,60	0,00
C1*. Cob. Verde com espessura de substrato superior a 40 cm	31283,03	(m^2)	0,26	0,07
C2*. Cob. Verde com espessura de substrato inferior ou igual a 40 cm	0,00	(m^2)	0,31	0,00
E. Pavimento poroso (10)	0,00	(m^2)	0,10	0,00
F. Pavimento semi-permeável sem vegetação	33562,02	(m^2)	0,78	0,23
G. Superfícies com pavimentos não permeáveis (11)	30.648,43	(m^2)	0,82	0,22
D PARCIAL (12)				0,56
Volume de reservação mínima obrigatório para controle de escoamento superficial	718.392,02	(l)	n/a	n/a
H. Volume de reservação proposto para controle de escoamento superficial	718.392,03	(l)	n/a	n/a
D FINAL				0,37

ITEM IV. PONTUAÇÃO FINAL - QA	0,59

Quadro 3B - Composição da pontuação da Quota Ambiental

NOTAS EXPLICATIVAS:
* mesmos valores do item II;
(1) P: Projeto proposto, conforme unidade indicada;
(2) FV: Fator de eficácia ambiental do indicador cobertura vegetal, quanto maior valor mais eficaz;
(3) Pontuação de cada solução construtiva ou paisagística na composição do indicador cobertura vegetal obtida pela equação na nota de cálculo I abaixo;
(4) Classificação do porte conforme definição do Quadro 1 da presente lei;
(5) Indivíduos arbóreos ou palmeiras a serem plantados ou transplantados, oriundos de Termo de Compromisso Ambiental – TCA;

(6) Os indivíduos arbóreos existentes com DAP menor do que o constante dos itens B5 a B8 deverão ser computados como indivíduos arbóreos a serem plantados, conforme itens B1 a B4;

(7) A vegetação integrante de maciço arbóreo, definido conforme Quadro 1 da presente lei, não poderá ser computada individualmente como palmeira ou indivíduo arbóreo existente ou a ser plantado;
(8) FD: Fator de eficácia ambiental do indicador drenagem, corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, quanto menor o valor mais eficaz;
(9) Pontuação de cada mecanismo na composição do indicador drenagem obtida pela equação na nota de cálculo IV abaixo;
(10) Ver definição do Quadro 1 da presente lei;
(11) Superfícies com pavimentos não permeáveis do lote corresponde à área total do lote subtraída a soma das áreas dos itens A1, A2, A3, C1, C2, E e F;
(12) A somatória das áreas de projeto listadas no item III deve ser igual à área total do lote.

Fonte: Elaborado pelo autor.

ANEXO A – RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DE MANUTENÇÃO DO ENTORNO DA LAGOA DO PAPICU

Fortaleza
PREFEITURA

Urbanismo e
Meio Ambiente

RELATÓRIO TRIMESTRAL DE ACOMPANHAMENTO DE MANUTENÇÃO DO ENTORNO DA LAGOA DO PAPICU

OPERAÇÃO URBANA CONSORCIADA: LAGOA DO PAPICU
DATA DE ASSINATURA TERMO DE CONVÊNIO: 06 DE JUNHO DE 2012
RELATÓRIO NÚMERO: 10
DATA VISITA: 04/03/2022
OBJETIVO: ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO DO ENTORNO DA LAGOA

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Lagoa do Papicu é considerada uma lagoa totalmente urbana e de pequeno porte, com um espelho d'água de aproximadamente 43.000,00m² (quarenta e três mil metros quadrados) fazendo parte da bacia hidrográfica da Vertente Marítima. Em 22 de dezembro de 2011, foi aprovada lei que estabelece diretrizes para a realização da Operação Urbana Consorciada (OUC) Lagoa do Papicu trazendo melhorias para o entorno dessa Lagoa, localizada no bairro Papicu como está apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Localização da Lagoa do Papicu.

Fonte: Adaptado do *Google Earth*.

Célula de Negócios Urbanos – CENUR
Coordenadoria de Desenvolvimento Urbano – COURB
SEUMA: Av. Deputado Paulino Rocha, 1343 • Cajazeiras • CEP 60.864-311 • Fortaleza, Ceará, Brasil. Tel.: 85 3105-1039

Responsável: SCSP

j) Iluminação

Análise: Como a visita foi realizada durante o dia não constatou irregularidades na iluminação.

6. TABELA DE ACOMPANHAMENTO

A Tabela 1 apresenta um comparativo das ações de manutenção referente aos elementos do entorno da Lagoa do Papicu pontuadas nesse relatório e no anterior com o intuito de acompanhar e monitorar a execução dessas ações pelos seus responsáveis.

Tabela 1 – Comparativo das ações de correções entre os relatórios n° 09 e n° 10.

Relatório n° 09 - visita em 08/12/2021	Relatório n° 10 - visita em 04/03/2022	Status da Ação
Responsáveis: empresas MD CE Nova Aldeota Empreendimentos LTDA e Riomar Shopping Fortaleza S.A.		
a) Pavimentação dos passeios		
O piso intertravado (bloquete) que compõe a pavimentação do passeio, continua apresentando irregularidades e inexistência em diversos pontos. Ainda se observou que o piso intertravado continua desnivelado facilitando o acúmulo de resíduos de folhas e os bloquetes estão causando opressão no entorno das árvores. Verificou-se que essa ação foi solicitada no Relatório n° 08, porém ainda não foi atendida. Portanto, sugere-se a colocação de peças de cimento no entorno das árvores formando uma caixa que separa os bloquetes e o caule.	A pavimentação do passeio, que é composta pelo piso intertravado (bloquete), como observou-se na vistoria anterior, permanece inexistente em alguns pontos no entorno da Lagoa, como também continua apresentando irregularidades. O acúmulo de resíduos de folhas e os bloquetes permanecem causando opressão no entorno das árvores, pois o piso intertravado encontra-se desnivelado, facilitando dessa forma esse acúmulo. Diante disso, continua-se recomendando a colocação de peças de cimento no entorno das árvores, formando uma caixa que separa os bloquetes e o caule.	
b) Cercas de Proteção do Entorno da Lagoa do Papicu		
Ao percorrer o entorno da Lagoa do Papicu, observou-se que a cerca de proteção apresentava-se danificada em alguns pontos. Verificou-se também a inexistência da cerca de proteção em determinados pontos desse entorno.	Como constatado na vistoria anterior, a cerca de proteção permanece inexistente em diversos pontos, como também se encontra danificada no entorno da Lagoa do Papicu, necessitando de manutenção.	
c) Lixeiras		
Observou-se que as lixeiras de concreto apresentavam acúmulo de resíduos. Constatou-se também as lixeiras estão dispostas próximas a área	As lixeiras de concreto, encontram-se em sua maioria pichadas, necessitando de pintura. Como foi observado	

Relatório n° 09 - visita em 08/12/2021	Relatório n° 10 - visita em 04/03/2022	Status da Ação
da pista de skate e da parada de ônibus. Diante disso, é sugerida a colocação de mais lixeiras de concreto em toda extensão da Lagoa e próximas aos bancos de concretos. Verificou-se que essa ação foi solicitada no Relatório n° 08, porém ainda não foi atendida.	anteriormente, também continuam apresentando acúmulo de resíduos, resultado da pequena quantidade de lixeiras que se encontram no entorno da Lagoa, portanto recomenda-se a introdução de mais lixeiras em toda extensão da Lagoa e também próximas aos bancos de concreto.	
d) Limpeza		
Pode-se ainda notar uma quantidade relevante de resíduos sólidos, como embalagens de alimentos, sacos plásticos, galhos e folhagens no entorno da Lagoa. Dessa forma, solicita-se a limpeza do local com uma maior frequência.	Como foi verificado na vistoria anterior, encontra-se em todo o entorno da Lagoa, pedaços de vidros no chão, sacos plásticos, embalagens de alimentos, folhagens e galhos, resultando dessa forma o acúmulo de resíduos sólidos em todo o passeio e em diversos pontos. Diante disso, sugere-se a limpeza do local com regularidade.	
Responsável: SEGER/URBFor		
e) Plantas de forração		
Verificou-se que a forração tipo capim de burro ainda se encontra seca e danificada necessitando de tratos culturais como replantio, adubação, poda e irrigação adequada. Verificou-se que essa ação foi solicitada no Relatório n° 08, porém ainda não foi atendida.	Observou-se um agravamento em comparação a vistoria anterior, a forração tipo capim de burro ainda se encontra seca e danificada, necessitando de tratos culturais como replantio, adubação, poda e irrigação adequada. Verificou-se também uma grande quantidade de resíduos sólidos, como embalagens de alimentos, sacolas plásticas, madeiras, folhagens, galhos e resíduos farmacêuticos, que caso entrem em contato com o corpo hídrico, trará malefícios. Verificou-se que essa ação foi solicitada no Relatório n° 09, porém ainda não foi atendida.	
f) Árvores		
Constatou-se que a necessidade de poda das árvores tipo castanholeira, ipê e mata-fome. Sugere-se o plantio de mais árvores no entorno da lagoa nos espaços disponíveis levando em consideração a importância da arborização para a cidade.	Observou-se a necessidade ainda de poda das árvores tipo castanholeira, ipê e mata-fome. Além disso, é de grande importância a arborização na cidade, por isso, propõem-se o plantio de mais árvores no entorno da lagoa.	
Responsável: SEGER		
g) Bancos		
Os bancos de concretos estão bem conservados.	Observou-se que os bancos de concreto encontram-se danificados, apresentando em sua grande maioria pichações. Contatou-se também que é	

Célula de Negócios Urbanos – CENUR
Coordenadoria de Desenvolvimento Urbano – COURB
SEUMA: Av. Deputado Paulino Rocha, 1343 • Cajazeiras • CEP 60.864-311 • Fortaleza, Ceará, Brasil. Tel.: 85 3105-1039

Relatório nº 09 - visita em 08/12/2021	Relatório nº 10 - visita em 04/03/2022	Status da Ação
	ofertada uma pequena quantidade dos mesmos, portanto sugere-se o acréscimo de mais bancos no entorno da lagoa.	
h) Coleta de lixo		
Faz-se necessário realizar a coleta de lixo com frequência.	Como já dito anteriormente, faz-se necessário realizar a coleta de lixo de forma contínua.	
Responsável: URBFor		
i) Corpo hídrico – Lagoa do Papicu		
O espelho d'água encontra-se em processo de eutrofização, com presença de uma planta aquática chamada aguapé e coloração esverdeada. Constatou-se ainda a presença de resíduos sólidos e vegetação em alguns pontos. Dessa forma, solicita-se a realização de limpeza.	Verificou-se um agravo no espelho d'água, com o aumento na quantidade da planta aquática aguapé, e em processo de eutrofização. Constatou-se também, que a coloração esverdeada permanece, com a presença de resíduos sólidos e vegetação em diversos pontos no entorno da Lagoa.	
Responsável: SCSP		
j) Iluminação		
Como a visita foi realizada durante o dia não constatou irregularidades na iluminação.	Como a visita foi realizada durante o dia não constatou irregularidades na iluminação	

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Legenda Status da ação:

Realizada	
Pendente	
Em andamento	

Fortaleza, 16 de março de 2022.

Rebeka Said Freitas

Rebeka Said Freitas
Estagiária da Célula de Negócios Urbanos - CENUR/ SEUMA

Daniela Belfort

Daniela Feitosa Belfort Diogo:
Gerente da Célula de Negócios Urbanos - CENUR/ SEUMA

Carla Camila Girão Albuquerque
Coordenadora de Desenvolvimento Urbano - COURB/ SEUMA