



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

THALITA DOS SANTOS DALBELO

AUTOPOIESE URBANA: TRANSIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE

CAMPINAS

2019

THALITA DOS SANTOS DALBELO

**AUTOPOIESE URBANA:
TRANSIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE**

Tese de Doutorado apresentada à
Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo da
Unicamp, para obtenção do título
de Doutora em Arquitetura,
Tecnologia e Cidade, na área de
Arquitetura, Tecnologia e Cidade.

Orientadora: Profa. Dra. Emília Wanda Rutkowski

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA
THALITA DOS SANTOS DALBELO E ORIENTADA
PELA PROFA. DRA. EMÍLIA WANDA RUTKOWSKI.**

CAMPINAS

2019

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0835-0502>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Elizangela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

D15a Dalbelo, Thalita dos Santos, 1984-
Autopoiese urbana : transição para sustentabilidade / Thalita dos Santos Dalbelo. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Emília Wanda Rutkowski.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Autopoiese. 2. Arquitetura - Urbanismo. 3. Arquitetura urbana. 4. Desenho urbano. I. Rutkowski, Emília Wanda, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Urban autopoiesis : transition to sustainability

Palavras-chave em inglês:

Autopoiesis

Architecture - Urbanism

Urban architecture

Urban design

Área de concentração: Arquitetura, Tecnologia e Cidade

Titulação: Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade

Banca examinadora:

Emília Wanda Rutkowski [Orientador]

Sidney Piochi Bernardini

Orlando Fontes Lima Junior

Maria de Assunção Ribeiro Franco

Maria Cristina Magro

Data de defesa: 29-01-2019

Programa de Pós-Graduação: Arquitetura, Tecnologia e Cidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

AUTOPOIESE URBANA:
TRANSIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE

Thalita dos Santos Dalbelo

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Profa. Dra. Emília Wanda Rutkowski
Presidente e Orientadora/Unicamp

Prof. Dr. Sidney Piochi Bernardini
Unicamp

Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Junior
Unicamp

Profa. Dra. Maria de Assunção Ribeiro Franco
USP

Profa. Dra. Maria Cristina Magro
Fundação Dom Cabral

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 29 de janeiro de 2019

Dedico esta tese a Ilse Erda Dundeck

AGRADEÇO

À professora doutora Emília Wanda Rutkowski, orientadora desta tese.

Aos professores doutores que não hesitaram em compartilhar conhecimentos: Ana Elisa Spaolonzi, que me fez compreender meu desejo autopoietico; Evandro Zigiatti Monteiro; Regina Tirello; Silvia Mikami e Ana Góes.

Aos professores que compuseram a banca final: Maria Assunção Ribeiro Franco, Maria Cristina Magro, Sidney Piochi Bernardini e Orlando Fontes Lima Júnior.

Aos amigos e companheiros de pesquisa do Laboratório Fluxus: da atualidade, Fernando e Gabi, que pegaram na minha mão e colocaram-me de volta ao caminho; de outros tempos: Alessandro, Graziela, Gaudêncio, Elson, Rafael, Juliana e Obi. Ao laboratório LALT, que apoiou o início desta tese, especialmente, à Damares, Ju e Carol.

À equipe da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, especialmente Eduardo e Cássia, pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu núcleo familiar: meu marido Raphael; meu pai Antonio [*in memoriam*]; minha mãe Carmen; meu irmão Leandro, às cachorríneas dos nossos corações que sempre alegraram meus momentos de escrita: Ika, Kaya, Liloca e Zuli e à Ziggy. Às grandes famílias Darbello e Santos: tios, tias e os tantos primos e às famílias Araújo e Abreu que me acolheram de coração.

À Ilse Erda Dudeck, a pessoa mais iluminada que pude conhecer, disseminadora do conhecimento do tempo, que muito auxiliou meu desenvolvimento pessoal e a quem dedico esta tese; às demais integrantes do grupo Lamat: Egle, Gisela, Rebeca, Sabrina e Valdelisa, aos lamatos e lamatinhas e ao grupo de Serviços Planetários, especialmente Cláudia, Fabio, Juceli e Sônia.

Aos meus amigos de todos os tempos: Eduardo e Anna Corradi; Marcos e Carol; Eber e Vivi; Gui e Lu; Lucas Brito; Paulo e Tha Bachelli; Anaí e Clovinho; Michel Abreu e Diego Roig.

Aos meus afilhadinhas queridos e às crianças que me cercam, que talvez vivam a transição: Maria Flor, Olivinha, Diego, Joana, Gabriel, Miguel, Gabrielzinho, Dani, Helena e Laura.

À equipe da Coordenadoria de Projetos e Obras da Unicamp, especialmente Aline, Adriana, Fernando, Gabi, Lu e Talita.

À equipe da Diretoria de Planejamento Integrado da Unicamp, especialmente Marco Aurélio Lima, Marcelo Cunha, Vanderlei Braga, Flávia Garboggini, Talita Mendes, Wellington Oliveira, Marcelo Albieri, Regina Falsetti e Edilene Donadon.

À empresa H2MK, que financiou o primeiro ano, e ao CNPq, que financiou 2 anos de desenvolvimento desta tese.

“... – Ela fala de uma rede de energia que flui através de todas as coisas vivas. Ela diz que toda energia é só emprestada e que um dia tem que ser devolvida”.

(Jake Sully sobre Neytiri, Avatar, 2012).

Resumo

As proporções entre a área ocupada pelas cidades, a população urbana mundial e as taxas de emissão de gás carbônico indicam impactos negativos ao equilíbrio ecológico do planeta e às condições da população, principalmente quanto ao consumo de energia e de recursos naturais. Urbanistas se voltam a tentativas de melhoria através do desenho urbano, alinhados em diferentes perspectivas. Em busca de encontrar a sustentabilidade urbana ideal, esta tese avalia as perspectivas de desenho urbano sustentável do Urbanismo Sustentável, do Metabolismo e da Ecologia Urbana, do Urbanismo Ecológico, da Simbiose Urbana e Industrial e da Cidade Integral, através da classificação de suas diretrizes de acordo com as escalas de atuação e os serviços ecossistêmicos urbanos que podem ser ofertados. A estruturação dessas diretrizes unificadas permite compreender as lacunas existentes em relação à complexidade necessária para alcançar a sustentabilidade urbana. Então, a fim de comprovar a hipótese de que a autopoiese é a transição necessária para a sustentabilidade urbana, foi feita a integração desse conceito aplicado ao urbano, com a análise dos autores que já utilizam seus processos e com a formulação do conceito da autopoiese urbana. Com o objetivo geral de reconhecer o papel da autopoiese para a sustentabilidade urbana, esta tese considera os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e entende o urbano como um ecossistema antropizado e completo, que depende de fluxos de energia, matéria e informação para sintetizar a oferta de serviços ecossistêmicos e, assim, garantir a qualidade urbana e a identidade territorial.

Palavras-chave: Autopoiese Urbana; Ecossistema Urbano; Sustentabilidade Urbana; Desenho Urbano Sustentável; ODS.

Abstract

The proportions between the occupied area by cities, the world urban population and the rates of carbon dioxide emissions indicate negative impacts on the earth ecological balance and on the conditions of the population, mainly in terms of energy and natural resource consumption. Urban planners seek improvement through design, aligned in different perspectives. In order to find the ideal urban sustainability, this thesis evaluates the sustainable urban design perspectives of Sustainable Urbanism, Metabolism and Urban Ecology, Ecological Urbanism, Urban and Industrial Symbiosis and Integral City, by classifying its according to the scale and to the urban ecosystem services that can be offered. The structuring of these unified guidelines makes it possible to understand the existing gaps in relation to the complexity required to achieve urban sustainability. So, in order to prove the hypothesis that autopoiesis is the necessary transition for urban sustainability, the integration of this concept applied to the urban is initiated with the analysis of authors which already use their processes, and with the formulation of the urban autopoiesis concept. With the goal of recognizing the role of autopoiesis for urban sustainability, this thesis considers the Sustainable Development Goals of the Agenda 2030 and understands the urban as an anthropic and complete ecosystem, which depends on energy, material and information flows to synthesize the ecosystem services and, thus, guarantee the quality of life and territorial identity.

Keywords: Urban Autopoiesis; Urban Ecosystem; Urban Sustainability; Sustainable Urban Design; SDG.

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de emissão de gás carbônico em toneladas por pessoa (2013).....	14
Figura 2 – Croqui da autopoiese urbana	19
Figura 3 – Pôster da Habitat I (1976)	30
Figura 4 – Interligações entre serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano.....	34
Figura 5 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	36
Figura 6 – O três elementos urbanos do planejamento e do desenho urbano.....	36
Figura 7 – Estrutura semirretícula e estrutura árvores	45
Figura 8 – Esquema representativo da formação do “sentido dos lugares”, por David Canter.....	54
Figura 9 – Processo Científico.....	56
Figura 10 – Processo Científico de Desenho	56
Figura 11 – Matriz do Desenho Integral como exemplo do domínio de engenharia mecânica	60
Figura 12 – Desenho de Robert Owen: aldeia de harmonia e cooperação.....	62
Figura 13 – O falanstério proposto por Charles Fourier.....	62
Figura 14 – Esquema de Haussmann para Paris.....	63
Figura 15 – Implantação de uma cidade-jardim ideal.....	64
Figura 16 – Implantação da cidade-jardim Letchworth – Inglaterra, 1904.....	65
Figura 17 – Zoneamento da Cidade Industrial de Garnier	67
Figura 18 – Planta da Vila Radiante.....	68
Figura 19 – Plano viário para o condado de Londres com as vias arteriais e os anéis B e C	69
Figura 20 – Plano Urbano para Bath: reconfiguração de usos	70
Figura 21 – Sistema proposto para as estradas expressas de Nova York	71
Figura 22 – Implantação da cidade Seaside – 1991	74
Figura 23 – Pike Plaza Redevelopment Project: modelo arquitetônico para Seattle	76
Figura 24 – “The Seattle Commons Draft Plan” – Maps Collection, 1993.....	78
Figura 25 – Resiliência Urbana	84
Figura 26 – Serviços Ecossistêmicos Urbanos e ODS	85
Figura 27 – Unidade de Bairro Sustentável	90
Figura 28 – Rua Completa.....	91
Figura 29 – Plano para a Baía de Tóquio – Kenzo Tange – 1960.....	104
Figura 30 – Escalas de abrangência da ecologia urbana.....	107
Figura 31 – Infográfico do Projeto de travessia do aeroporto de Mumbai	116
Figura 32 – Seção de Cingapura	117
Figura 33 – Fab Tree Hab	118

Figura 34 – Projeto para edificação em Beit Sahour com e sem intervenção	119
Figura 35 – Sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água pluvial – Harmonia 57.....	120
Figura 36 – Diagrama de fontes de energia utilizadas e perdas.....	121
Figura 37 – Infraestruturas e tecnologias sustentáveis da BedZED.....	122
Figura 38 – Projeto La Tour Vivante	123
Figura 39 – Parque Red Ribbon – rio Tanghe	124
Figura 40 – Infraestrutura da cidade de Nova York	126
Figura 41 – Projeto The Upway.....	130
Figura 42 - Syracuse Center of Excellence in Energy and Environmental Systems	132
Figura 43 – Imagem aérea da região do Port of Cape Charles.....	142
Figura 44 – Mapa das zonas do Programa Eco-Town japonês aprovadas.....	143
Figura 45 – Estrutura Integrada de Análise de Simbiose Urbana e Industrial	144
Figura 46 – Imagem do projeto para a Suzhou Eco-Town	145
Figura 47 – Padrões comuns de conexão AQAL.....	152
Figura 48 – Mapa dos oito níveis da Teoria Integral	153
Figura 49 – A abordagem integral para a arquitetura verde de Mark Dekay.....	153
Figura 50 – As 12 inteligências da Cidade Integral	155
Figura 51 – Mapa 1: 4 Quadrantes e 8 Níveis da Cidade Integral	158
Figura 52 – Mapa 2: Holarquia do Sistema Humano	158
Figura 53 – Mapa 3: Relação fractal escalar dos sistemas humanos micro, médio e macro	159
Figura 54 – Mapa 4: Complexas estruturas adaptativas de mudança	160
Figura 55 – Perspectiva Multinível aplicada para o regime de Desenho Urbano Sustentável.....	170
Figura 56 – Diagrama de ontogenia	175
Figura 57 – Unidades autopoieticas em simbiose e metacelular	176
Figura 58 – Componentes interagindo ativamente	177
Figura 59 – Acoplamento entre sistemas psíquico e social.....	178
Figura 60 – A circularidade do “self” na auto-produção autopoietica	180
Figura 61 – Diagrama sistema-mundo e semiosfera humana.....	182
Figura 62 – Fotografias observacionais das reações resultantes da relação areia, água e objetos ..	184
Figura 63 – Exemplo de projeto de arquitetura funcional para as marés altas e baixas	185
Figura 64 – Imagem de Songdo em 2018.....	187
Figura 65 – Esquema de elaboração do Desenho Urbano Autopoietico	201
Figura 66 – Perspectiva Multinível na Transição para a Sustentabilidade Urbana	204

Lista de Quadros

Quadro 1 – Classificação Metodológica da pesquisa.....	22
Quadro 2 – Escalas Urbanas.....	23
Quadro 3 – Categorias das diretrizes de Desenho Urbano Sustentável.....	23
Quadro 4 – Diretrizes de sustentabilidade urbana para a “The City Summit”	33
Quadro 5 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 11	38
Quadro 6 – Aplicação dos ODS no Planejamento Urbano	39
Quadro 7 – Comparação entre escalas usadas no Urbanismo Sustentável e nesta tese.....	95
Quadro 8 – Diretrizes de Desenho Urbano do Urbanismo Sustentável.....	96
Quadro 9 – Modelo estendido de Metabolismo Urbano de assentamentos humanos	100
Quadro 10 – Perspectivas de evolução e abordagens em Ecologia Urbana.....	105
Quadro 11 – Ecologia Urbana e Sistemas Industriais.....	108
Quadro 12 – Diretrizes de Desenho Urbano para Ecologia e Metabolismo Urbano.....	110
Quadro 13 – Planejamento Urbano em três níveis	127
Quadro 14 – Diretrizes de Desenho Urbano para Urbanismo Ecológico	133
Quadro 15 – Diagrama de trocas industriais em Kalundborg – 2015	138
Quadro 16 – Ecopolos – Programa Rio Ecopolo – 2002.....	147
Quadro 17 – Diretrizes para projeto urbano e construção de um EPI.....	148
Quadro 18 – Diretrizes de design ecológico para um EPI.....	148
Quadro 19 – Diretrizes de Desenho Urbano para Simbiose Urbana e Industrial.....	150
Quadro 20 – Princípios de desenho a partir das quatro perspectivas da Teoria Integral	154
Quadro 21 – Inteligências Integrais.....	156
Quadro 22 – Diretrizes de Desenho Urbano para a Cidade Integral	163
Quadro 23 – Estruturação final das diretrizes de desenho urbano sustentável	164
Quadro 24 – Relação entre o planejador urbano e o sociólogo	188
Quadro 25 – Síntese das teorias sobre a Autopoiese Urbana	197
Quadro 26 – Descrição de Processos de Autopoiese Urbana	199
Quadro 27 – Correlação entre processos autopoieticos, serviços ecossistêmicos urbanos e ODS	201

Sumário

1.	Introdução	14
1.1.	A ideia da autopoiese urbana	15
1.2.	Abordagem Metodológica	20
2.	Vetor sustentabilidade no urbanismo	24
2.1.	Reuniões e metas internacionais	28
2.2.	Desenho urbano.....	42
2.3.	Histórico do desenho para qualidade urbana.....	61
2.4.	Ecossistema urbano.....	79
3.	Perspectivas de desenho urbano sustentável	87
3.1.	Urbanismo Sustentável	87
3.2.	Metabolismo e Ecologia Urbana	97
3.3.	Urbanismo Ecológico	111
3.4.	Simbiose Urbana e Industrial	136
3.5.	Cidade Integral	151
3.6.	Estruturação das diretrizes de desenho urbano sustentável.....	164
4.	Autopoiese: da ecologia às cidades.....	172
4.1.	Origem do conceito.....	173
4.2.	Autopoiese Urbana.....	180
4.3.	Desenho Urbano Autopoiético	199
4.4.	Transição Sociotécnica para a Sustentabilidade Urbana.....	203
5.	Considerações Finais	204
6.	Referências.....	207

1. Introdução

A sociedade industrial é urbana. A cidade é seu horizonte. Ela produz as metrópoles, conurbações, cidades industriais, grandes conjuntos habitacionais. No entanto, fracassa na ordenação desses locais. A sociedade industrial tem especialistas em planejamento urbano. No entanto, as criações do urbanismo são, em toda parte, assim que aparecem, contestadas, questionadas (CHOAY, 1998 [1965], p. 3).

Dos 29% de superfície terrestre, 2% são ocupados por cidades. Estes contêm 53% da população mundial e produzem 75% da emissão de gases de efeito estufa (BURDETT; SUDJIC, 2011). A tendência aponta para que a população urbana chegue a quase oito bilhões em 2050, correspondendo a 66% da população mundial (UN-Habitat, 2016a). As proporções indicam aumento das interações socioculturais e econômicas, mas também, dos impactos negativos ao equilíbrio ecológico do planeta e às condições da população, principalmente quanto ao consumo de energia e de recursos naturais, representando desafios ao desenvolvimento urbano sustentável.

Figura 1 – Mapa de emissão de gás carbônico em toneladas por pessoa (2013)



Fonte: <http://www.carbonmap.org/#Emissions>.

A minimização do uso dos recursos naturais e a redução dos impactos ambientais, como processos globais de desenvolvimento sustentável¹, podem melhorar a economia e a qualidade de vida da população (NEWMAN, 1999). Se é nas cidades que está a maior parte da população e se as necessidades do presente e do futuro estão relacionadas à qualidade de vida humana, ao crescimento das cidades e suas implicações (SOUZA; AWAD, 2012), então, a busca pela sustentabilidade urbana faz-se ainda mais necessária.

A origem da discussão sobre a sustentabilidade urbana está na associação do conceito do desenvolvimento sustentável ao território urbano e de como as políticas de planejamento urbano e o desenho urbano buscam legitimar as perspectivas de incorporação dos princípios da Agenda 21 (EMELIANOFF, 1995; ACSELRAD, 1997) e da Nova Agenda Urbana em forma de orientações práticas para as cidades. Considerando a complexidade no território urbano (LAMAS, 2000; FERRÃO; FERNANDEZ, 2013; SASSEN, 2007; HALL, 1995) e as perspectivas de desenho urbano sustentável, esta tese busca a orientação para a sustentabilidade urbana no seu estágio ideal.

O estágio ideal da sustentabilidade urbana é o ótimo, a melhor solução e também a mais complexa e difícil de alcançar. De acordo com Lozano (2007), a sustentabilidade ideal acontece quando não há benefícios específicos, mas, sim, colaboração com interdependência de decisões.

1.1. A ideia da autopoiese urbana

Na década de 1970, especialistas em ecologia, em busca de soluções para os impactos ambientais causados pelo processo de industrialização, passaram a teorizar o sistema da produção industrial como um subsistema da biosfera (ERKMAN, 2001)². As pesquisas nessa temática alcançaram diversas áreas - a economia, a engenharia e a arquitetura e o urbanismo -, incluindo todos os organismos contidos em um determinado ambiente urbano e todos os processos funcionais que ali ocorrem, bem como a complexidade do funcionamento. O campo

¹ “O desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras” (BRUNDTLAND, 1987, p. 10).

² Meu interesse em pesquisar as relações entre os processos de produção e o território urbano iniciou-se em 2009, quando realizei uma iniciação científica na área da Ecologia Industrial e visitei a municipalidade de Kalundborg, na Dinamarca. Lá ocorre uma relação de simbiose industrial entre insumos e resíduos provenientes das indústrias e dos serviços urbanos, de forma que o desperdício é minimizado e há benefícios mútuos que visam à sustentabilidade. Como arquiteta e urbanista, dediquei meu mestrado à análise e à proposta de novas diretrizes de arquitetura industrial que visam à ecologia industrial e agora, no doutorado, dedico-me a ampliar o recorte para o urbano, ao incorporar os princípios da simbiose e, para além dela, da autopoiese, no desenho das cidades.

de pesquisa que faz esse estudo é denominado Metabolismo Urbano (WOLMAN, 1965; MARCOTTULIO; BOILE, 2003) e entende a cidade como um ecossistema que procura equilibrar seus fluxos de matéria, energia e informação.

Se o urbano for tratado como um ecossistema, há que se reconhecer seu metabolismo³ e os respectivos fluxos. A complexidade que envolve os fluxos urbanos define soluções multiescalares para os problemas ambientais e para a reconfiguração do sistema socioambiental urbano (SASSEN, 2007).

Para a ecologia, a multiescala está relacionada à articulação de questões temporais e espaciais entre os elementos do ecossistema estudado (ODUM, 1985). Relação que vai ao encontro do que Patrick Geddes (1915) entende como o principal motivo da evolução social que resultou nas cidades: organismos – celulares ou sociais – pode avançarem mutuamente e beneficiarem-se uns dos outros através da cooperação. Nesse sentido, a cidade, dada sua complexidade de fluxos e fixos, é composta de “n” elementos, sendo que a indústria pode ser reconhecida como um protagonista nas relações urbanas devido à quantidade e à qualidade de fluxos que articula. A indústria, em interação colaborativa com atividades de serviços, pode contribuir para a sustentabilidade urbana através de melhorias nos fluxos e na redução de impactos ambientais (MIRATA; PEARCE, 2006).

O histórico da implantação industrial no território urbano traduz o isolamento das indústrias, principalmente quando se trata do desenho e do planejamento das cidades. Se na passagem da cidade pré-industrial para a industrial havia necessidade de as indústrias localizarem-se nas regiões centrais devido à proximidade de mão-de-obra e de fontes de energia, o período da Segunda Revolução Industrial foi de adaptação do urbano para acolher processos industriais mais complexos. Foram instaladas novas tubulações, fontes de energia e infraestrutura de transporte no centro das cidades, próximas aos comércios e às fontes de insumos, integrando-se ao ecossistema urbano (BÈGUIN, 1992 [1979]; DALBELO, 2012). A cidade modernista trouxe o zoneamento dos serviços urbanos, e o setor industrial passou a ser isolado nas bordas das cidades, afastado do centro urbano, onde fosse possível somente observar a poluição lançada ao ambiente (CASTELLS, 1983; DALBELO, 2012).

Para estimular a integração das atividades industriais às demais atividades urbanas de forma colaborativa, o conceito de ecologia industrial (FROSH; GALLOPOULUS, 1989) foi

³ Esta tese adota o conceito geral de que metabolismo é o conjunto de transformações necessárias ao funcionamento de um organismo vivo.

expandido para a escala urbana, constituindo a simbiose industrial, rede de trocas de resíduos industriais entre diferentes entidades do território que podem utilizá-los como insumos (CHERTOW, 1999; GRAEDEL; ALLENBY, 1995). No município de Kalundborg, por exemplo, a simbiose industrial integra serviços urbanos e de produção (DALBELO, 2012), considerando fluxo de matéria, energia e informação da rede existente de colaboradores.

Para que os fluxos urbanos aconteçam no sistema de trocas de Kalundborg, foi preciso planejar uma rede de infraestrutura capaz de transportá-los. Essa rede foi desenhada pelos engenheiros das indústrias e da municipalidade e o projeto foi desenvolvido através das diretrizes de planejamento da municipalidade, sendo necessário que o conhecimento das redes metabólicas fosse incluído no desenho urbano da cidade.

As perspectivas de desenho urbano que representam o Metabolismo Urbano – Urbanismo de Paisagem (WALDHEIM, 2006), Ecologia Urbana (DOUGLAS et al., 2011) e Urbanismo Ecológico (MOSTAFAVI; DOHERTY, 2010) –, e mesmo o Urbanismo Sustentável (FARR, 2012), não trazem o conceito da Simbiose Urbana e Industrial. Possuem diretrizes de desenho voltadas à sustentabilidade urbana, com a implantação de tecnologia na infraestrutura urbana ou a concepção de novos espaços urbanos, ainda que sem a integração ou interação colaborativa entre os serviços ecossistêmicos urbanos e sem a garantia da manutenção da identidade das cidades. A perspectiva da Cidade Integral (HAMILTON, 2008; DEKAY, 2014) traz a integração colaborativa dos serviços urbanos, além de outras contribuições da sustentabilidade urbana, porém não considera a indústria como um desses serviços.

Alguns autores da simbiose industrial indicam diretrizes para implantação de ecoparques industriais, em que se consideram as etapas de projeto, instalação/construção, a seleção de materiais e equipamentos (SCHLARB, 2001) e o design ecológico, o retrofit, a integração à comunidade local e ao ecossistema local (COTÈ et al., 1994). Ainda que sem considerar o conceito do desenho urbano, visto que esse não é o tema de suas pesquisas e trabalhos, esses autores trazem contribuições que integram as disciplinas de engenharia e os fluxos metabólicos ao sistema urbano e podem ser aplicadas ao desenho.

As propostas que trabalham a sustentabilidade urbana através do desenho contêm, na maioria das vezes, ações paliativas ou remediativas, isoladas, que visam manter um *status quo* de sustentabilidade, mesmo que resulte em um metabolismo urbano insustentável, tecnológico e oneroso. Essas soluções têm se mostrado insuficientes para atender às necessidades do presente sem comprometer as gerações urbanas futuras e a identidade da cidade. Quando, por outro lado,

as propostas são construídas sob a premissa da simbiose industrial, buscando integrar as indústrias aos processos metabólicos urbanos, dando ênfase à sua capacidade de trocas em termos de quantidade e diversidade de matérias, é possível falar em aumento da vitalidade do meio urbano (CHERTOW, 1999; GRAEDEL; ALLENBY, 1995; MARCOTTULIO; BOILE, 2003).

A integração entre o desenho urbano e a simbiose industrial demanda criatividade e colaboração de diferentes atores, como já preconizava Luis Sert, em sua disciplina de desenho urbano ministrada durante a Conferência de Desenho Urbano de Harvard, em 1956. A ideia central é que o desenho urbano seja a parte do planejamento da cidade que trata sua forma física com criatividade e integração entre os profissionais do urbano e os usuários (KRIEGER, 2009; BARNETT, 2006). Apesar de essa definição ter sido usada em um contexto histórico diferente do atual e sem a exploração de conceitos e aplicações como a simbiose industrial ou mesmo a sustentabilidade, ainda é possível usá-la quando a produção é assumida como um serviço urbano que interage com os demais.

A complexidade e a necessidade de interações entre diferentes campos e disciplinas no ambiente urbano também estão nos estudos de Capra (1996) e Morin (2000). Para esses autores, os problemas da atualidade não podem ser entendidos de forma separada, pois são sistêmicos, interligados e independentes e, por isso, impensáveis isoladamente. Na cidade, esses problemas estão territorializados, tornando as intervenções urbanas impossíveis de acontecerem isoladas. Dessa maneira, o problema da indústria poluidora deve ser tratado na interligação dos subsistemas urbanos e sua solução deve estar integrada, a fim de abranger a sustentabilidade em sua essência, criando uma situação em que há reconhecimento da autopoiese urbana.

O conceito da autopoiese⁴ foi desenvolvido pelos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela, ao se questionarem sobre “Qual é a organização que os define [os seres vivos] como classe?” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 84) e usarem seus conhecimentos mesclados por epistemologia, antropologia e sociologia, embasados no pensamento sistêmico⁵. Assim, desenvolveram a Teoria de Santiago ou Biologia do Conhecer, a Teoria da Autopoiese, que propõe a autopoiese, um estágio metabólico em que matéria, energia e informação são criadas e recicladas ciclicamente sem que o organismo perca sua identidade.

⁴ Autopoiese: do grego autós [a si próprio] + poiesis [criação, geração].

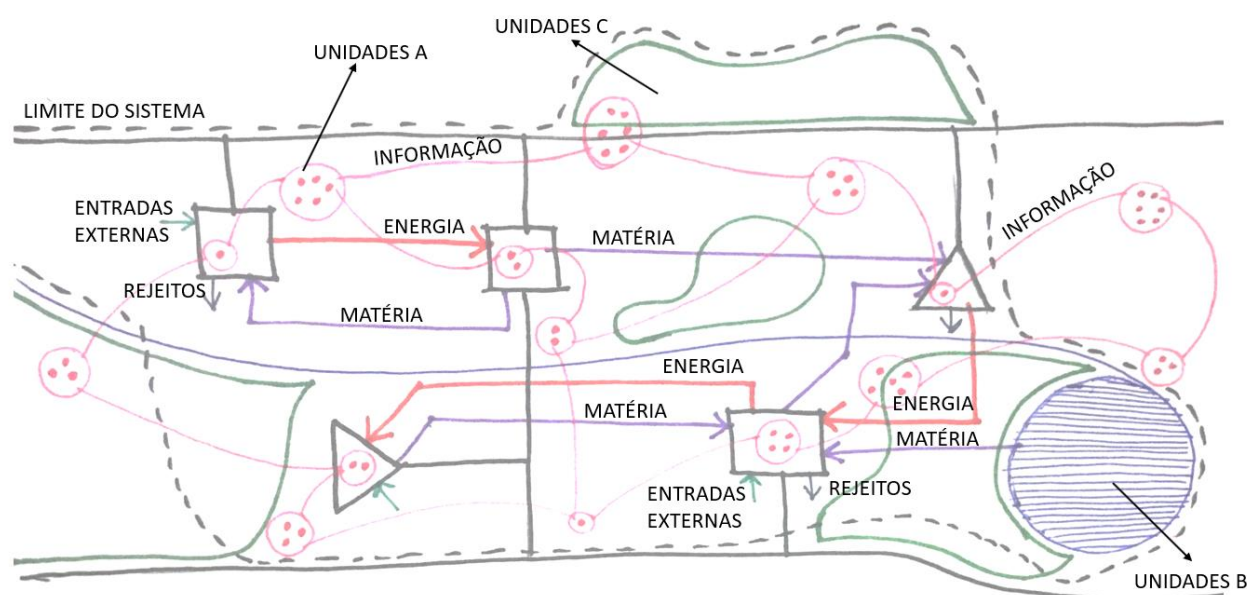
⁵ Pensamento sistêmico é “[...] a compreensão de um fenômeno dentro do contexto do todo maior” (CAPRA, 2001, p. 39).

A partir da teoria da autopoiese de Maturana e Varela, Luhmann (1984) apresenta a teoria dos sistemas autorreferentes, que diferencia o sistema do seu meio, criando a relação entre a unidade e as partes e a relação de causalidade exposta no meio urbano. Com base nessa teoria, em 1990, Luhmann propõe uma análise sistêmica da realidade social, abrindo espaço para a construção de outros subsistemas teóricos e subjetivos, que partem da autopoiese através da globalidade e da interdependência dos fenômenos sociais.

Alguns autores já elaboraram estudos sobre a aplicação da autopoiese ao sistema urbano: Wolf (2004) traz a pesquisa sobre a autorregulação dos sistemas urbanos; Berdague e Griffith (2004) apresentam a autorrevitalização de áreas verdes urbanas; Hunter (2010) trabalha com a autonomia ativa e a resiliência das cidades; Bus et al. (2017) mostram exemplos de adaptações metabólicas para sistemas urbanos. Enquanto que outros autores trazem análises teóricas da autopoiese nas cidades: Philippopoulos-Mihalopoulos (2007) consolida-a como uma ferramenta para implementação de leis ambientais e Aquilué et al. (2014) apresentam a análise da auto-organização urbana em situações pós-traumáticas. Esta tese considera a autopoiese urbana como um processo de interação entre sistemas urbanos que garante a resiliência e soluciona as perturbações, mantendo a identidade da cidade.

O croqui da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra um esquema inicial da ideia do conceito da autopoiese aplicado no urbano, com ciclagem de fluxo metabólico de matéria, energia e informação, delimitação e interação entre diferentes unidades do sistema, com a menor quantidade possível de rejeitos e minimizando a quantidade de insumos.

Figura 2 – Croqui da autopoiese urbana



Fonte – Elaborado pela da autora.

As teorias que envolvem integrações de diferentes sistemas e escalas no desenho urbano, assim como o próprio conceito da sustentabilidade urbana, são recentes e possuem discrepâncias em suas formas de aplicação e diferentes cenários pré-estabelecidos. Ainda assim, existe o reconhecimento de que muitos problemas ambientais – mudanças climáticas, perda de biodiversidade e esgotamento de recursos – são desafios para as cidades (KÖHLER et al., 2017).

Os problemas de consumo e de padrões de produção insustentáveis nos sistemas sociotécnicos não podem ser resolvidos através de melhorias incrementais, mas requerem mudanças para novos tipos de sistemas (KÖHLER et al., 2017). De acordo com Köhler et. al (2017), essas mudanças radicais são chamadas de transições para a sustentabilidade e são abordadas nesta tese no sentido da busca pelo cenário ideal e unificado da sustentabilidade urbana no desenho das cidades.

No contexto das teorias que são apresentadas, o eixo central da discussão desta pesquisa são os sistemas urbanos como entidades em contínua interação entre elas e o meio ambiente, que não isola fenômenos em contextos únicos e que globaliza conceitos ecológicos. Nesse sentido, apesar de o espaço urbano-industrial ser um dos grandes responsáveis pela crise ambiental (PEREIRA; DALBELO, 2018), a separação entre o sistema industrial e o espaço urbano, como prevê o planejamento urbano tradicional, não representa avanços em relação à sustentabilidade.

Assumindo a Nova Agenda Urbana, que considera os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, busca-se validar a hipótese de que a autopoiese é a transição necessária para a sustentabilidade urbana. Como fenômeno holístico que integra a complexidade do ecossistema urbano em seu metabolismo e que garante sua identidade, em um processo contínuo de manutenção, a autopoiese urbana deve ter seu papel reconhecido para a sustentabilidade urbana no estágio ideal.

1.2. Abordagem Metodológica

Karl Popper (1975) definiu o método hipotético-dedutivo como aquele em que a pesquisa parte de um problema, passa por processos de análise e crítica e chega a uma solução

que, possivelmente, origina um novo problema. Nesta pesquisa, parte-se da insustentabilidade urbana e da falta de sucesso das perspectivas de desenho urbano sustentável.

Inicialmente, são feitos o levantamento, através um breve histórico de sua concepção e conceitos envolvidos, e a análise do conhecimento existente acerca da sustentabilidade urbana. Em seguida, é realizada uma revisão bibliográfica crítica das perspectivas de desenho urbano sustentável – Urbanismo Sustentável; Metabolismo e Ecologia Urbana; Urbanismo Ecológico; Simbiose Urbana e Industrial e Cidade Integral. E, ao final, são propostos processos de autopoiese urbana para alcançar a sustentabilidade urbana de forma que seja possível aplica-los ao desenho das cidades no presente para o futuro, sem perder identidade.

A ciência do urbanismo pressupõe uma metodologia própria não quantificada (GABER, 1993; GIL, 1999; GERHARDT; SILVEIRA, 2009), o que permite classificar esta pesquisa como qualitativa, uma vez que é feita através da compreensão e da análise de teorias, contribuindo com a mudança do paradigma (DIEHL, 2004) da sustentabilidade urbana. A descrição e a procura por informações aprofundadas regem o desenvolvimento da tese e levam à geração de conhecimento sobre a autopoiese urbana para aplicação no desenho urbano.

As questões epistemológicas trazem o conhecimento existente e fortalecido ao longo do tempo, através de conceitos, teorias e aplicações que envolvem a sustentabilidade urbana, o desenho urbano, a autopoiese e a autopoiese urbana. A tese apresenta essa base teórica, sintetiza as diretrizes do desenho urbano sustentável e os processos da autopoiese urbana, que culminam na condição essencial para a transição para a sustentabilidade urbana.

Considerando que esta pesquisa envolve diferentes matrizes de pensamento, que partem do urbanismo e da biologia – ciências que não dialogavam diretamente e que possuem diferentes métodos de pesquisa e prática –, foi necessário um método reflexivo de assimilação de conceitos e de construção da solução. Por isso, esta abordagem metodológica vai ao encontro do pensamento de Boaventura de Souza Santos (2002) acerca da necessidade de pensar e trabalhar na perspectiva de um paradigma que orbita em torno de um diálogo científico entre as áreas do saber, contrapondo-se ao paradigma científico cartesiano que, diante dos problemas complexos, encontra-se em crise, pois já não é capaz de fornecer métodos suficientemente adequados.

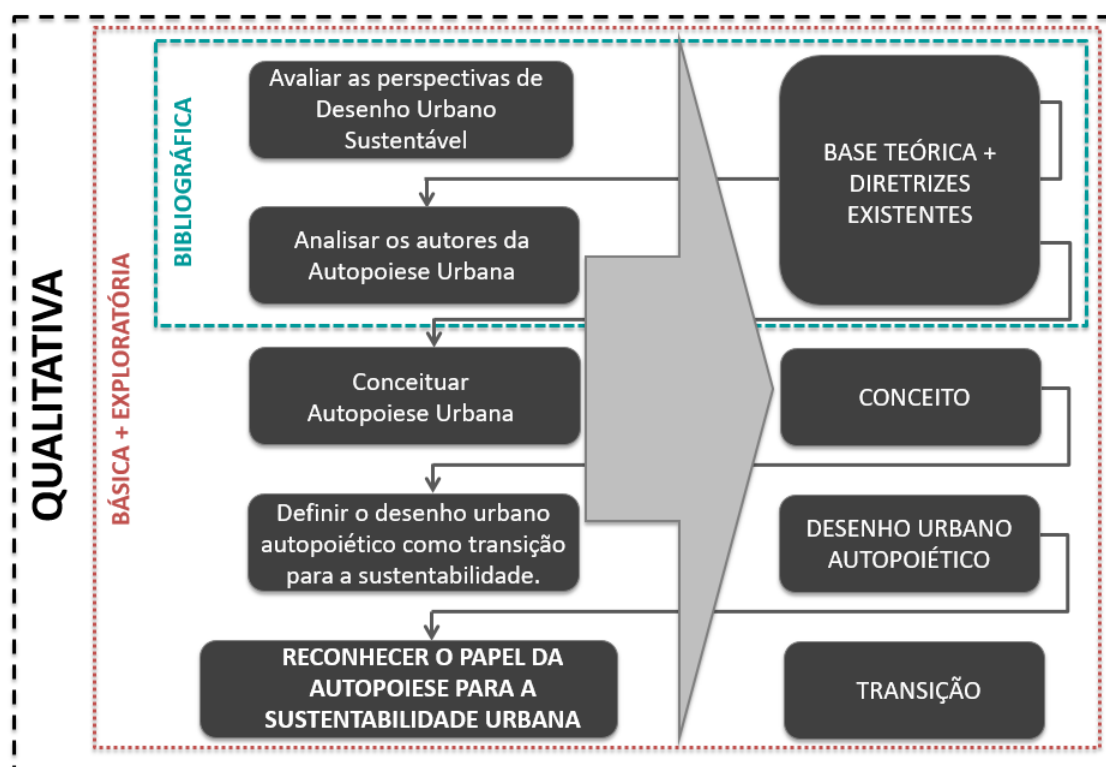
Assim, são estabelecidos objetivos específicos que contribuem para alcançar o objetivo geral, de reconhecer o papel da autopoiese para a sustentabilidade urbana:

- 1) Avaliar as perspectivas de desenho urbano sustentável;
- 2) Analisar os autores da autopoiese urbana;

- 3) Conceituar autopoiese urbana;
- 4) Definir o desenho urbano autopoietico como transição para a sustentabilidade.

Esses objetivos específicos estão organizados de forma tal que cada um, com um conjunto de atividades sistemáticas, compõe o contexto de forma única, em um princípio de organização básica da pesquisa que leva ao objetivo geral. Os objetivos envolvem diferentes abordagens devido ao formato da pesquisa, pois, ao mesmo tempo em que há um estado da arte composto por conhecimento fortalecido ao longo do tempo, existe a proposição de uma forma diferenciada de pensar a sustentabilidade urbana.

Quadro 1 – Classificação Metodológica da pesquisa



Fonte: Elaboração da autora.

De acordo com as classificações metodológicas de Gerhardt e Silveira (2009) e de Gil (2007), os objetivos desta tese são considerados de natureza básica, aquela que gera novos conhecimentos a partir de conhecimentos reconhecidos como válidos no campo científico, considerando ainda os debates existentes. E de objetivo exploratório, aquele que visa proporcionar maior familiaridade com o problema, culminando com a indicação de processos construídos a partir de dados qualitativos que refinam o conceito da autopoiese urbana.

Os primeiros dois objetivos específicos são considerados atinentes ao campo do levantamento bibliográfico, procedimento que estimula a compreensão do fenômeno (GIL, 2007; GERHARDT; SILVEIRA, 2009; FONSECA, 2002) do desenho urbano e da autopoiese

urbana, com exploração dos temas envolvidos. A correlação entre eles traz a base conceitual para a autopoiese urbana. Aqui, as premissas verdadeiras do conhecimento consolidado conduzem à formação de conclusões prováveis a partir da análise e da relação entre as perspectivas de desenho urbano e o conceito da autopoiese urbana.

O capítulo três, que traz a análise crítica da revisão bibliográfica das perspectivas de desenho urbano sustentável, usa uma metodologia para classificar a percepção técnica sobre conteúdos e as diferentes escalas em que as diretrizes de desenho urbano sustentável são sugeridas e aplicadas, a fim de estabelecer padrões para análise e comparação. Assim, as diretrizes de cada uma das perspectivas são classificadas de acordo com escalas urbanas, seguindo a escala de atividade de desenho urbano de Erickson e Lloyd-Jones (2001) – Quadro 2 – Pequena, Média e Grande – e de acordo com sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos, seguindo Rutkowski e Dalbello (2017), Bolund e Hunhammar (1999), Luederitz et al. (2015), Gómez-Baggethun e Barton (2013) e Gómez-Baggethun et al. (2013) – Quadro 3.

Os quadros de classificação das diretrizes são elaborados para cada uma das perspectivas de desenho urbano sustentável analisadas ao longo de suas apresentações e, ao final do capítulo três, é apresentado o quadro geral de classificação das diretrizes.

Quadro 2 – Escalas Urbanas

PEQUENA	Ruas, unidades de vizinhança e bairros – P.
MÉDIA	Distritos e cidades pequenas e médias – até 100.000 habitantes – M
GRANDE	Cidades grandes e metrópoles – a partir de 100.000 habitantes – G

Fonte: Elaboração da autora.

Quadro 3 – Categorias das diretrizes de Desenho Urbano Sustentável

SUPORTE	Fundamentam e são responsáveis pela produção dos demais serviços
PROVISÃO	Produtos obtidos dos ecossistemas
REGULAÇÃO	Benefícios obtidos da regulação dos processos dos ecossistemas
CULTURAL	Benefícios não materiais ofertados pelos ecossistemas

Fonte: Elaboração da autora.

O capítulo quatro aborda a teoria da autopoiese, os autores que trabalham com a aplicação dessa teoria no urbano e a conceituação da autopoiese urbana. Essa conceituação leva à definição do desenho urbano autopiético, encerrando o capítulo, a transição para a sustentabilidade urbana.

2. Vetor sustentabilidade no urbanismo

As primeiras preocupações com o ordenamento das cidades apontam para a antiguidade, Roma e Alexandria, metrópoles do século XVII que “[...] já colocavam para seus habitantes certos problemas que vivemos hoje” (CHOAY, 1998 [1965], p. 1). Mas é no final do século XIX que “[...] a sociedade industrial dá origem a uma disciplina que se diferencia das artes urbanas anteriores por seu caráter reflexivo e crítico, e por sua pretensão científica” (CHOAY, 1998 [1965], p. 2), o urbanismo.

O contexto histórico, político, social e econômico do início da ciência do urbanismo remete à industrialização – entre a Primeira e a Segunda Revolução Industrial –, quando produção e capital passaram a ser interdependentes. As cidades surgiram para receber trabalhadores e serviços das demandas da produção industrial: a demanda do capitalismo. Aqui cabem a visão de Mumford (1998), da cidade como um ímã que atrai população, indústrias e capital, e a visão de Kwinter (2010), da cidade como produto direto do então novo meio de concentração de riqueza. A articulação dessas duas acepções traz o processo recursivo próprio da autopoiese.

Durante a Primeira Revolução Industrial, a riqueza abstraiu sua relação com o mundo natural e emancipou-se, como ocorreu com a mudança da fonte de energia, que deixou de ser hidráulica e vinculada à presença de um rio, passando a térmica, com centro de geração no espaço urbano e povoado. Essa mudança implicou inovações de infraestrutura, administrativas e financeiras no meio urbano.

Antes disso, os termos “urbanização” e “planejamento urbano” eram usados como ideias convergentes ao urbanismo, mas se referindo mais ao processo de construção das cidades e de desenvolvimento urbano. Ildefonso Cerdá, em sua obra *Teoria Geral da Urbanização*, publicada em 1867, usou a palavra *urbanización*⁶; Camillo Sitte, em *A construção das cidades segundo seus princípios urbanísticos*, de 1889, e Josef Stübben, em *O planejamento urbano*, de 1890, usaram o termo *städtebau*⁷, assim como Raymond Unwin, em *Planejamento Urbano na Prática*, de 1909, usou *town planning*⁸.

O termo “urbanismo” foi usado pela primeira vez em 1910, em um número da *Bulletin de la Société Neuchâteloisienne de Géographie*, em que Pierre Clerget o definia como o estudo

⁶ *Urbanización*, do espanhol, urbanização.

⁷ *Städtebau*, do alemão, planejamento urbano.

⁸ *Town planning*, do inglês, planejamento urbano.

sistemático dos métodos que permitem adaptar o habitat urbano às necessidades do homem (BARDET, 1959; MERLIN, 1996). Choay (1968 [1965]) diferencia o uso desse termo em relação aos termos “urbanização” e “planejamento urbano”, por estes não possuírem pretensão científica e por não criticarem o urbano como aquele o faz. Secchi (2006) entende o urbanismo como um vasto conjunto de práticas de contínua e consciente modificação do território e da cidade, não delimitando o conceito a obras e projetos ou a teorias, ensino e normas.

Já o planejamento urbano, desde o *Town Planning Act*⁹, de Robert Unwin, passando pelas visões da *Regional Planning Association*, é caracterizado por reconhecer a dinâmica do espaço urbano e responder aos problemas enfrentados pelas cidades, estabelecendo mecanismos de controle sobre o desenvolvimento de uma área (HALL, 1995; KOHLSDORF, 1985). Assim, se é possível considerar o urbanismo como ciência, então o planejamento urbano pode ser considerado uma técnica do urbanismo. Dessa forma, é possível entender a colocação de Shirvani (1985) sobre o desenho urbano ser considerado a parte do processo de planejamento que lida com a qualidade do ambiente.

Na discussão sobre urbanismo, planejamento e desenho, a relação cidade e urbano é indissociável histórica e espacialmente. Enquanto a cidade é particular, concreta e interna (SANTOS, 1994), marcada pelo delineamento das ruas, pela aglomeração urbana e pela presença de atividades econômicas (ROLNIK, 1988), o urbano é o abstrato, o geral e o externo (SANTOS, 1994); não se refere a uma materialidade física, mas, sim, ao conjunto de manifestações econômicas, sociais e políticas que acontecem na cidade (LEFEBVRE, 2001).

O “urbano” é um conceito que se espalhou em escala mundial devido ao fenômeno da implosão-explosão, descrito por Lefebvre (1999). Se inicialmente a indústria negou a *polis*, centralidade da cidade, fazendo com que política e comércio perdessem a importância social, logo em seguida explodiu a cidade e enalteceu a *civitas*, projetando fragmentos da malha urbana em toda a região de influência, inclusive na área rural.

Se a cidade é a forma, o urbano é seu conteúdo. Para Monte-Mor (2006), os adjetivos urbano e rural estão relacionados às relações culturais, socioeconômicas e espaciais do campo e da cidade e que ganharam autonomia recentemente. O urbano, nesse sentido, é entendido como a manifestação material e socioespacial da sociedade urbano-industrial contemporânea (MONTE-MOR, 2006). De acordo com Parker (2004 [1964]), “urbano” é o termo mais utilizado no mundo acadêmico como abreviação de uma gama de perspectivas e interpretações

⁹ O regulamento de planejamento urbano de 1910.

que visam fornecer uma compreensão geral de vida na cidade que vai além do contingente e do local, focando nas características essenciais da experiência urbana.

O termo urbano, usado repetitivamente nesta pesquisa, é análogo ao tecido urbano de Lefebvre (2001), ao espaço urbano de Milton Santos (1988) e ao contexto urbano de Lamas (1992). Carrega o significado da simbiose entre a cidade e a indústria e todos os processos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais que ali ocorrem.

No início da história das cidades, a relação cidade-campo era simbiótica: não havia antagonismo, mas, sim, uso compartilhado de recursos ambientais do campo e da vida urbana, o que mantinha o controle das relações vitais à coletividade. Eram modos complementares de vida. O antagonismo começou a existir quando a sociedade urbana se tornou exclusiva e, devido ao seu êxito, foi afastada da sociedade rural (MUMFORD, 1998). A ampliação do alcance da cidade como imã, somada à ausência de limites físicos, resultou na urbanização completa da sociedade (MUMFORD, 1998), prevista por Lefebvre (2001).

As postulações de Lefebvre (2001) vão ao encontro das ideias de evolução das cidades de Mumford (1998): a cidade política de Lefebvre tinha como expoente o rei, o caçador e o ordenamento, imã na visão de Mumford (1998). Assim como, para ambos, a passagem da cidade mercantil para a cidade industrial resultou na inflexão do agrário para o urbano. Lefebvre (1999, 2001) afirma que, nessa fase, a cidade passa a ser marcada pela imposição da indústria e transforma-se em seu produto, promovendo a expansão de seu tecido socioespacial, e assim o urbano domina e absorve parte do rural, construindo uma sociedade urbana. E a passagem da cidade da Primeira Revolução Industrial para a realidade atual resulta na sociedade completamente urbanizada (LEFEBVRE, 1999, 2001; CASTELLS, 1983).

Os impactos negativos da industrialização começaram a ser percebidos na década de 1930, com o primeiro registro de chuva ácida, no Vale de Meuse, Bélgica (BOLEA, 1984). O pós-II Guerra Mundial foi marcado pela reconstrução das cidades guerreadas, com aumento da produção industrial e do consumo.

Em seguida, foi a vez de Londres surpreender a população com o fenômeno da inversão térmica, ou *great smog* – uma camada espessa de poluição atmosférica que pairou sobre a cidade por cinco dias, em dezembro de 1952 (BOLEA, 1985). A queima de carvão mineral e a falta de regulamentações nos processos produtivos geraram impactos ambientais em grande escala e, a partir da visível percepção da grande massa de população que migrava para as cidades

industrializadas, foi necessário que os governos tomassem atitudes em prol da saúde pública e do bem-estar socioambiental.

Nesse sentido, é possível citar Marcos Silva (2005), o qual afirma que a analogia biológica das cidades está no sentido da medicina, com a pauta da saúde pública; da eugenia, como uma transposição do darwinismo ao plano social e da ecologia, ainda antes do conceito de ecossistema. A busca do bem-estar socioambiental aumenta a apropriação de conceitos e teorias das ciências médicas e biológicas pelas ciências humanas e sociais a fim de aplicá-los em suas próprias investigações.

O termo “sustentabilidade urbana” tem suas origens atreladas ao surgimento do desenvolvimento sustentável, e possuem uma série de definições e justaposições na literatura. Uma forma de distingui-los é pensar a sustentabilidade como um estado desejável ou um conjunto de condições favoráveis que persiste ao longo do tempo, enquanto o desenvolvimento sustentável implica um processo para que a sustentabilidade possa ser alcançada (MCLAREN, 1996).

McLaren (1996) indica que as principais características da sustentabilidade urbana são: as equidades intergeracional e intrageracional social, geográfica e de governança; a proteção do ambiente natural e sua capacidade de carga; o uso mínimo de recursos não renováveis; a vitalidade e a diversidade econômica; a autoconfiança da comunidade; o bem-estar individual e a satisfação das necessidades básicas humanas. As divergências existentes quanto à relevância de cada uma dessas características para o estabelecimento de metas de sustentabilidade urbana não excluem a necessidade de introdução de considerações ambientais e de visões mais holísticas para o equilíbrio entre ambiente, economia e sociedade no meio urbano.

A arquiteta Graziella Demantova e a bióloga Emília W. Rutkowski propõem que

[...] a sustentabilidade urbana seja construída através de uma simbiose entre sustentabilidade social (bem-estar humano alcançado pelo acesso indiscriminado aos serviços de ecossistemas ofertados – de provisão, de regulação, de suporte e culturais) e sustentabilidade ambiental (gestão adequada de ecossistemas) (DEMANTOVA; RUTKOWSKI, 2007, s.p.).

Essa simbiose está relacionada às abordagens diferenciadas de elaboração de instrumentos jurídicos ambientais e urbanísticos, que devem estar voltados também para a qualidade de vida dos cidadãos, e não apenas para a qualidade ambiental. Além disso, as autoras apontam para a necessidade de novas estratégias de desenho da paisagem que consigam manter

a gestão dos processos ecológicos e a oferta dos serviços ecossistêmicos à população de forma integrada, considerando a identidade natural e a vocação do local (DEMANTOVA; RUTKOWSKI, 2007).

Esse pensamento vai ao encontro de Moughtin et al. (1999), que enfatizam a importância do desenho das cidades para a aplicação das modificações em prol do bem-estar socioambiental:

Na virada do século, no início de um novo milênio, a qualidade em desenho urbano deve ser vista contra um pano de fundo das preocupações atuais para o meio ambiente global e em um contexto de desenvolvimento sustentável onde o ambiente é de suma importância e ao qual são dadas prioridades em decisões de desenho (MOUGHTIN et al., 1999, p. 2).¹⁰

Esse capítulo trata do desenho urbano; das origens do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade urbana; da maneira como ocorreram as primeiras aplicações nas cidades e da visão do urbano como um ecossistema.

2.1. Reuniões e metas internacionais

A história da sustentabilidade urbana teve seu início no final da década de 1960, com o início da tomada de consciência e das movimentações de mudança. Em 1968, o empresário Aurélio Peccei e o pesquisador Alexander King juntaram suas preocupações acerca da poluição e do crescimento populacional e reuniram em Roma um grupo de pessoas influentes – empresários, industriais, cientistas e políticos – para avaliar questões políticas, econômicas e sociais relacionadas ao meio ambiente. O grupo recebeu o nome de Clube de Roma e em 1972 solicitou que pesquisadores, liderados por Dennis L. Meadows, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, elaborassem um estudo prospectivo de como estaria o mundo em cem anos, considerando os mesmos recursos tecnológicos daquela época (MEADOWS et al., 1973).

O relatório desse estudo, intitulado “Os Limites do Crescimento”, concluiu que, para manter uma estabilidade econômica e ambiental, seria necessário que população e produção industrial parassem de crescer. O alarde foi grande, principalmente frente às teorias de crescimento econômico contínuo e ao crescimento industrial mundial que ocorria àquela época.

¹⁰ Tradução livre de: “At the turn of the century, at the start of a new millennium, quality in urban design must be seen against a backcloth of current concerns for the global environment and in a context of sustainable development where the environment is of paramount importance and is given priority in design decisions” (MOUGHTIN et al., 1999, p. 2).

A emancipação da riqueza do início da geração de energia térmica Kwinter (2010), volta a ter sentido como abstração da relação com o mundo natural em termos do equilíbrio geral ambiental, uma vez que os combustíveis fósseis começam a apresentar seus limites e a poluição, a chuva ácida e a fome começam a representar preocupação mundial.

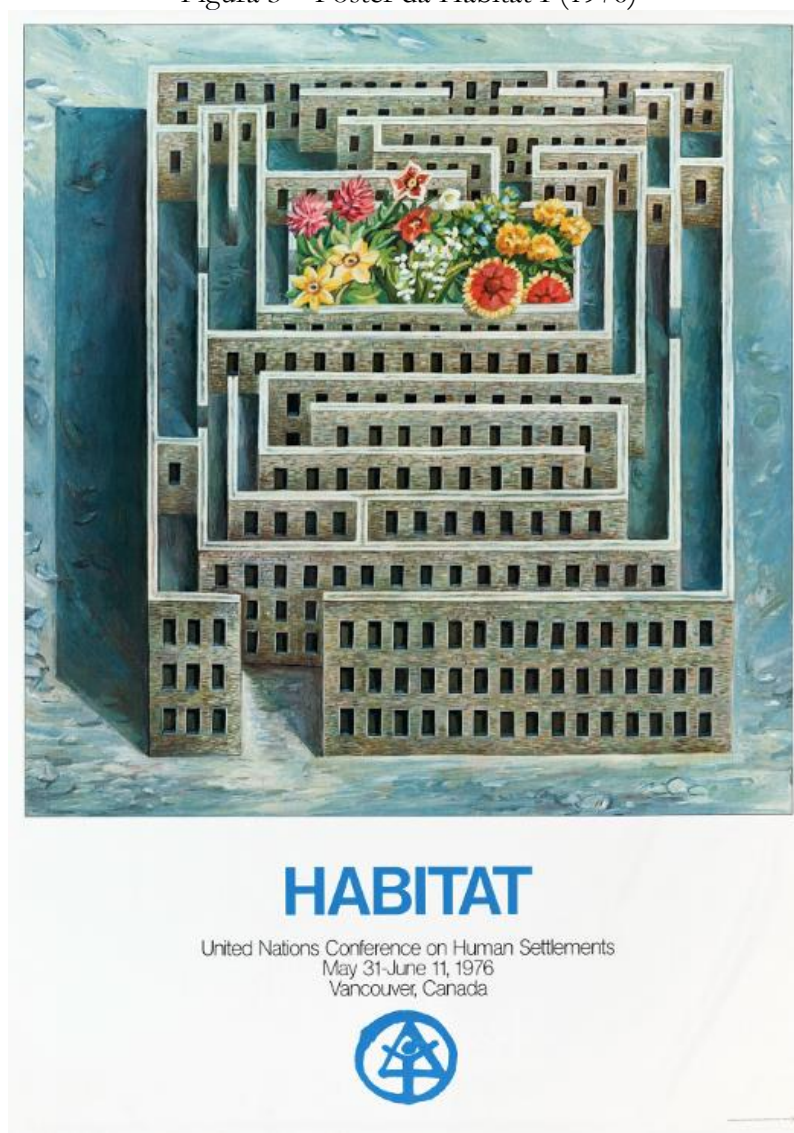
Nesse contexto, os pesquisadores Bárbara Ward e René Dubos, da ONU, elaboraram o documento *“Only one earth: the care and maintenance of a small planet”*, que reuniu 70 especialistas do mundo e analisou as conclusões do relatório do Clube de Roma. Com esses resultados, a ONU realizou a Primeira Conferência Mundial sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, entre os dias 5 e 16 de junho de 1972, com a participação de 113 países, entre os quais Estados Unidos, Cuba, Índia, Brasil e as potências europeias, como Alemanha, Itália e França, além de 400 organizações governamentais e não governamentais.

Os governos reconheceram os problemas ambientais mundiais e estavam prontos para tomar atitudes para garantir liberdade, igualdade e condições adequadas de vida para toda a população, em um ambiente de qualidade. A Conferência de Estocolmo foi marcada pela elaboração de uma agenda ambiental mundial e pelo alcance da atenção acerca da importância da preservação e da conservação ambiental, além da afirmação sobre a escassez dos recursos naturais (UNITED NATIONS, 1972). Durante essa conferência também foi criado o Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (PNUMA), que tem como objetivo coordenar as ações internacionais de proteção ao meio ambiente (UNITED NATIONS, 1972).

A Conferência de Vancouver, de 1976, sucessora de Estocolmo, teve como um dos resultados o início do Programa ONU-Habitat, que coordena e harmoniza atividades em assentamentos humanos com o objetivo de promover o desenvolvimento social e ambientalmente sustentável, assegurando moradia adequada para todos. A Habitat I foi o primeiro grande encontro mundial sobre os desafios da urbanização em crescimento, da intensa migração rural-urbana, do crescimento das desigualdades sociais e de problemas de infraestrutura urbana, como a dificuldade no abastecimento de água potável e na coleta e tratamento de esgoto (UN-HABITAT, 1976).

Nessa discussão baseada nas cidades e nos assentamentos humanos, surgia o campo do desenvolvimento e do desenho sustentável urbano (BROWN, 2017). Porém, como é perceptível no pôster de divulgação da Habitat I, a ideia da sustentabilidade nas cidades estava direcionada para o grande desafio de um meio ambiente urbano.

Figura 3 – Pôster da Habitat I (1976)



Fonte: <http://habitat76.ca/>

Após a Habitat I, o fato que marcou os acontecimentos em prol do desenvolvimento sustentável foi a percepção do aumento da deterioração do ambiente humano e dos recursos naturais. Com isso, a Assembleia Geral da ONU criou uma comissão especial para produzir uma proposta para o século XXI, através da união de países em busca do desenvolvimento sustentável. A então ex-primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, foi escolhida para presidir a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMA).

A Comissão Brundtland, como foi chamada, passou três anos realizando audiências e reuniões em todo o mundo, com diferentes visões sobre agricultura, água, energia, tecnologia e desenvolvimento, com o objetivo principal de relatar os avanços e as falhas no direcionamento do desenvolvimento dos países desde a publicação da Declaração de Estocolmo

(BRUNDTLAND, 1987). Como resultado, foi publicado o relatório “Nosso Futuro Comum”, em 1987.

Ele apresenta uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado, principalmente pelos países industrializados, que optaram por não conter o avanço dos lucros da industrialização em prol da redução na exploração dos recursos naturais e que influenciaram os países em desenvolvimento a seguirem essa mesma linha. Há relato da falta de compatibilidade entre os padrões de produção e consumo e o alinhamento de desenvolvimento que a Declaração de Estocolmo tinha como premissa para a qualidade do ambiente humano.

Logo em suas primeiras páginas, Brundtland (1987) traz a necessidade de um novo conceito ou uma nova relação entre humanidade e o meio ambiente, de forma a não estagnar o crescimento econômico ou a produção industrial:

A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável – de garantir que ele atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem também às suas. O conceito de desenvolvimento sustentável tem, é claro, limites – não limites absolutos, mas limitações impostas pelo estágio atual da tecnologia e da organização social, no tocante aos recursos ambientais, e pela capacidade da biosfera de absorver os efeitos da atividade humana [...].

O desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras (BRUNDTLAND, 1987, p. 9-10).

O relatório fala sobre a necessidade da cooperação entre instituições internacionais a fim de alcançar a interdependência ecológica e econômica e dos governos cobrarem medidas mitigatórias ou compensatórias dos impactos ambientais negativos que as indústrias causam. Além disso, ressalta-se a importância da união ou da conexão entre os ministérios dos governos, a fim de considerar os aspectos ambientais em conjunto com aspectos econômicos, comerciais, energéticos, agrícolas e todos os demais (BRUNDTLAND, 1987).

As diretrizes “Nosso Futuro Comum” incluem a necessidade de uso mais eficiente de recursos nas indústrias e a questão urbana: o desenvolvimento sustentável das cidades depende de uma cooperação entre o setor informal do mercado e a administração. A principal preocupação que o relatório coloca é a de que a velocidade das mudanças – sociais, econômicas e políticas – não está sendo acompanhada pelas habilidades de avaliação e proposição de soluções para a capacidade suporte dos ecossistemas. Por isso é tão necessária a cooperação

internacional, com direitos humanos, desenvolvimento sustentável e fim das desigualdades sociais.

Em 1989, EUA e Canadá promovem um encontro da Academia Americana de Ciência e Engenharia, na Califórnia, que tinha como objetivo discutir a degradação da camada de ozônio, mas que acabou por estabelecer uma agência para coordenar as responsabilidades governamentais locais pelos problemas ambientais, e assim surgiu o *International Council for Local Environmental Initiatives* – ICLEI. Essa ação recebeu o suporte imediato do Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (PNUMA). Em 1990, com a participação de 43 países, ocorreu o *World Congress of Local Governments for a Sustainable Future*, que deu início às operações internacionais da ICLEI, com dois secretariados, um em Toronto e outro em Freiburg, e ao Projeto Redução de CO₂ Urbano (ICLEI, 1995).

No contexto das ações governamentais de promoção do desenvolvimento sustentável, ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Rio92, que colocou essa pauta na agenda pública mundial, apontando a criação da Agenda 21, um instrumento de planejamento local embasado em princípios de proteção ambiental, justiça social e crescimento econômico (UNITED NATIONS, 1992). Nessa conferência, a ICLEI configurou-se como o instrumental necessário para melhorar o perfil das governanças locais como gestoras do meio ambiente local e global nas cidades. A partir disso, a necessidade de elaboração e implementação da Agenda 21 Local foi colocada como prioridade pelos líderes mundiais (ICLEI, 1995).

Em sequência a Rio-92, a “Habitat II – *The City Summit*” ocorreu em 1996 e marcou a preocupação com duas questões de mudanças sem precedentes: como providenciar abrigo e subsistência para a população urbana crescente e como alcançar a sustentabilidade em assentamentos urbanos (UN-Habitat, 1996). Nesse sentido, Girardet (1996) indica que a grande população urbana em espaços limitados pode ser vista como uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável porque oferece economia de escala na prestação de empregos, habitação e serviços. O que ainda era necessário, àquela época, era reconhecer a importância ecológica, econômica e social da sustentabilidade urbana (GIRARDET, 1996).

Em um contexto global, a década de 1990 iniciou o estopim da sustentabilidade urbana. Governanças locais e regionais passaram a preocupar-se cada vez mais com o futuro das cidades e a influência das ações do presente nas questões ambientais, sociais e econômicas do futuro. Girardet (1996) discorre sobre a situação das cidades e os excessos urbanos de resíduos, de uso

de energia, de emissão de gases de efeito estufa, de uso de recursos naturais e da não reciclagem de resíduos, o que implica enorme impacto ambiental. Porém, tecnologias urbanas já podiam ser utilizadas com o objetivo de diminuir a pegada ecológica das cidades, como por exemplo, o uso de fontes de energia renovável e o reuso de águas cinzas.

O desafio é criar um sistema circular de metabolismo urbano. Com esse pensamento, Girardet (1996) cita as cinco diretrizes que emergiram durante os estudos preparatórios para a Conferência “The City Summit” - 1996:

Quadro 4 – Diretrizes de sustentabilidade urbana para a “The City Summit”

Diretrizes	Métodos de aplicação
Propagar as boas notícias	Incentivo de participação popular na preparação de relatórios e vídeos sobre as boas práticas a fim de difundi-las
Simplificar assuntos complexos	Análise e a identificação de processos de projetos de implementação em níveis simples, ainda que a cidade seja um organismo complexo.
Agir sob medida do local	Ideia de ações de boas práticas urbanas que possam ser implementadas a nível regional e em nível de vizinhança, além da escala das cidades.
Trocas de informações entre as cidades	Compartilhamento de práticas sustentáveis entre cidades
Mudar a forma de trabalhado da instituição urbana	Compartilhamento de dados urbanos e a descentralização das boas práticas

Fonte: Adaptação pela autora de Girardet (1996).

O ano de 2000 foi marcado pela Assembleia Geral da ONU, conhecida como Cúpula do Milênio, que ocorreu em Nova York e reuniu representantes governamentais sem precedentes. Um dos resultados foi a publicação da Declaração do Milênio das Nações Unidas, que traz os valores e princípios de paz; a questão da segurança e do desarmamento; o desenvolvimento e a necessidade de erradicação da pobreza; a proteção ambiental; os direitos humanos, a democracia e a boa governança; a proteção aos vulneráveis e as necessidades especiais dos países africanos e o encerramento com a necessidade de reforçar ainda mais a cooperação entre as nações unidas (UNITED NATIONS, 2000).

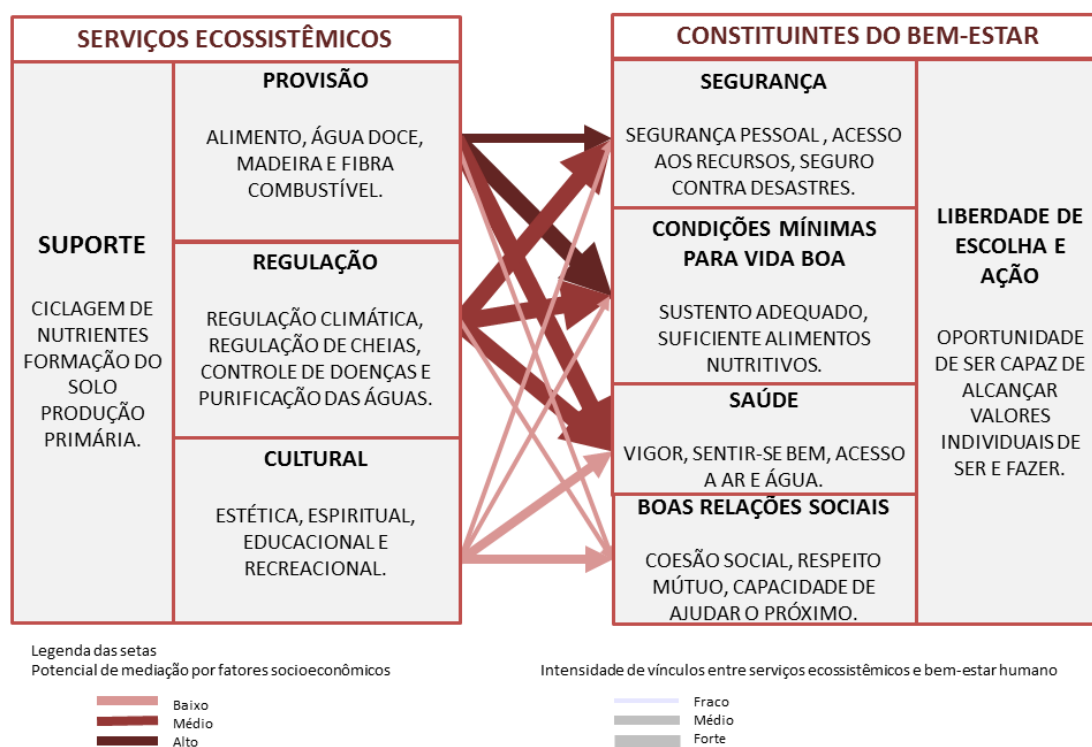
Quando os líderes mundiais adotaram a declaração, assumiram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que visavam erradicar a pobreza extrema e a fome; alcançar a educação primária universal; promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde materna; combater o HIV, a malária e outras doenças e garantir a sustentabilidade ambiental, tendo como prazo de alcance o ano de 2015.

Na mesma assembleia, o então secretário geral da ONU, Kofi Annan, apresenta o relatório “Nós, os Povos: O Papel das Nações Unidas no Século XXI”, que impulsiona a

aprovação dos ODM e a constituição do programa de pesquisas sobre mudanças ambientais, conhecido como Avaliação Ecosistêmica do Milênio (AEM). A AEM avaliou as consequências que as alterações nos ecossistemas acarretaram para o bem-estar humano e estabeleceu uma base científica para fundamentar ações que assegurassem a sustentabilidade no uso desses ecossistemas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

Reforçando o conceito de que “[...] um ecossistema é um complexo dinâmico de plantas, animais e comunidades de microrganismos e o ambiente não-vivo que interage como uma unidade funcional” (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, p. V), a AEM avaliou todos os ecossistemas do planeta, desde os equilibrados, como florestas naturais, até os que sofreram mais distúrbios, como as áreas urbanas. Sua unidade de análise foram os serviços ecossistêmicos “[...] os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas” (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, p. V). Esses serviços foram correlacionados ao bem-estar humano, como representado na Figura 4.

Figura 4 – Interligações entre serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano



Fonte: Adaptação pela autora de Millennium Ecosystem Assessment (2005).

O reconhecimento dos serviços ecossistêmicos fez com que as cidades assumissem um papel ainda mais importante para o desenvolvimento sustentável. Considerando o ecossistema urbano, esses serviços devem ter suas ofertas e demandas no território urbano com vistas ao

bem-estar humano e ambiental. Com isso, os objetivos e metas de desenvolvimento sustentável passaram a ter uma visão ampliada e mais complexa sobre o meio urbano.

As conferências internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento que sucederam a Rio-92 foram marcadas por acordos ambientais e discussões polêmicas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento. Em Johannesburgo-2002, a Carta da Terra foi aprovada, mas sem muito comprometimento dos países desenvolvidos, especialmente EUA.

A Rio+20 “O Futuro que Queremos”, representou a falta de empenho dos países em aplicar a Agenda 21 e estabeleceu novas metas de desenvolvimento sustentável, visto o baixo cumprimento dos acordos previamente estabelecidos.

Em 2010, a ONU-Habitat lançou a Campanha Urbana Mundial, em parceria com a empresa Arcadis, que teve como objetivo conscientizar a população sobre a necessidade das cidades sustentáveis. Em 2011, o relatório dessa campanha estabeleceu a relação entre os assentamentos urbanos e as mudanças climáticas, com sugestões, estudos de impactos e medidas de mitigação (UN-HABITAT, 2011).

Para questões de planejamento urbano, a UN-Habitat (2011) reporta que a falta de ajuste de zoneamento e de códigos e padrões de construção com um olhar de futuro limita as possibilidades de adaptação da infraestrutura urbana e pode colocar vidas e bens em risco. Nesse sentido, a medida de mitigação seria um planejamento urbano que restringisse o crescimento da população e das atividades em áreas propensas ao risco, voltado para o planejamento do uso da terra, o acesso à água, o saneamento básico e a habitação (UN-HABITAT, 2011).

O relatório “UN-Habitat” (2011) também traz um posicionamento frente à forma urbana das cidades: as altas densidades urbanas em países em desenvolvimento, como assentamentos informais ou favelas, podem resultar no aumento de riscos para a saúde e no aumento da vulnerabilidade à mudança climática e aos eventos extremos. Porém, as baixas densidades urbanas podem estar associadas a altos níveis de consumo de energia, com espraiamento urbano e uso excessivo de automóveis (UN-HABITAT, 2011).

Em 2015, mesmo ano em que as metas de desenvolvimento sustentável da Rio+20 entraram em vigor, ocorreu nova reunião de líderes mundiais em Nova York, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. Nessa reunião foi definida uma nova agenda, para finalizar o trabalho dos ODM e lançar os novos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) no documento “Agenda 2030” (UN-HABITAT, 2016b; PEREIRA; DALBELO, 2018), indicados na Figura 5. O Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Milênio 2015

indicou que houve sucesso em todo o mundo, mas ainda existem deficiências (United Nations, 2015a) e, no sentido de atendê-las em diferentes níveis, foram criados os ODS.

Figura 5 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>

Cada ODS possui suas metas, que totalizam 169 e foram planejadas para estarem integradas e promoverem proteção ambiental, progresso social e crescimento econômico em escala global. Para isso, a Agenda 2030 estabelece que governos, instituições públicas e empresas nas escalas internacional, regional e local devem trabalhar em colaboração para a implementação dos ODS (United Nations, 2015b).

A inclusão do ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis – fez com que as cidades ganhassem ainda mais importância na busca pelo desenvolvimento sustentável. De acordo com o documento *“Urban Planning and Design at UN-Habitat”* (2015a), três elementos urbanos essenciais devem ser incorporados como metodologia de trabalho integrado a fim de promover a mudança para a urbanização sustentável: legislação, desenho e finança urbana. Esses elementos devem estar em equilíbrio para garantir resultados positivos e alcançáveis e aumentar as sinergias transsetoriais.

Figura 6 – O três elementos urbanos do planejamento e do desenho urbano



Fonte: Adaptação pela autora de UN-Habitat (2015a, p. 4).

Ainda no ano de 2015, a ONU-Habitat publicou diretrizes internacionais em planejamento urbano e territorial. Elas estão divididas em: política e governança urbana; desenvolvimento social, econômico e ambiental; componentes; implementação e monitoramento. São distribuídas entre ações de governo nacional, autoridades locais, organizações civis e, em alguns casos, profissionais de planejamento. Os objetivos desse documento estão voltados à criação de um referencial universal para reformas urbanas, a replicação de exemplos bem-sucedidos, a complementação a outras diretrizes internacionais e a atenção às dimensões urbanas e territoriais das agendas nacionais, regionais e locais (UN-HABITAT, 2015b).

A Conferência Mundial Habitat-III, que ocorreu em Quito, em outubro de 2016, declara como direito humano o direito à cidade e estabelece uma Nova Agenda Urbana, que apresenta elementos essenciais à criação de um padrão de desenvolvimento sustentável urbano para um novo modelo de cidade. Seu território compreenderia as áreas urbanas, periurbanas e rurais, e a igualdade seria integrada à questão da justiça social. Existe também o reconhecimento da cultura no empoderamento do desenvolvimento sustentável pelos cidadãos, contribuindo com a criação de novos padrões de produção e de consumo sustentáveis e uso responsável dos recursos (UN-Habitat, 2016a).

A Habitat-III reconheceu a importância do planejamento e do desenho urbano para estabelecer uma provisão adequada de bens comuns, incluindo ruas e espaços abertos, em um padrão eficiente de construções, e criou um tema na Nova Agenda Urbana chamado “Prosperidade e oportunidades urbanas inclusivas e sustentáveis para todos”, que inclui:

Comprometemo-nos a promover o desenvolvimento de estratégias espaciais urbanas, incluindo instrumentos de planejamento e desenho urbanos que apoiem a gestão e a utilização sustentáveis dos recursos naturais e do solo, compacidade e densidade adequadas, policentrismo e usos mistos, por meio de estratégias de ocupação de vazios urbanos ou de expansões urbanas planejadas, conforme o caso, para desencadear economias de escala e de aglomeração, fortalecer a planificação do sistema de abastecimento alimentar, aumentar a eficiência dos recursos, a resiliência urbana e a sustentabilidade ambiental (UN-Habitat, 2016a, p. 18).

Além disso, o documento inclui itens referentes à necessidade de integração de serviços, infraestrutura e territórios urbanos e rurais, a fim de promover maior igualdade social, eficiência de serviços e utilização sustentável dos recursos naturais. Essas diretrizes incluem: compacidade, uso misto, integração de modais de transporte e uso de plataformas e ferramentas digitais.

A Nova Agenda Urbana assume “[...] integralmente os compromissos adotados durante o ano de 2015, em particular a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, incluindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (UN-HABITAT, 2016a, p. 3) e propõe que sua efetivação deve contribuir

[...] para a implementação e localização da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável de maneira integrada, e para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e suas metas, inclusive o ODS 11 para tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (UN-HABITAT, 2016a, p. 4).

A UN-Habitat possui uma série de parcerias, entre as quais se destaca a já mencionada ICLEI, associação mundial de governos locais para o desenvolvimento sustentável que atua em mais de cem países, e a Urban-LEDS (*Urban Low Emission Development Strategies*), que também está vinculada à ICLEI, mas age na escala local. Ambas as associações trabalham com agendas paralelas e que se remetem constantemente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, principalmente ao número 11.

O ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis – (Quadro 5) enfatizou a urbanização e reconheceu que as cidades conectam outros objetivos. O ODS 11 é monitorado através de indicadores que constam no documento “*Sustainable Development Goal 11 – Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable*” (2016b).

Quadro 5 – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 11

Objetivo 11: Cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

11.1	Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas.
11.2	Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.
11.3	Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países.
11.4	Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.
11.5	Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.
11.6	Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.
11.7	Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.
11.a	Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.
11.b	Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis.
11.c	Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e resilientes, utilizando materiais locais.

Fonte: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/>

Para o planejamento e o desenho urbano, o ODS 11 não se basta. É preciso integrar e interconectar todos os ODS, pois é no território urbano que devem ocorrer todas as transformações para o desenvolvimento sustentável. Nessa linha de pensamento, existem diversas publicações sobre como devem ser pensados o ODS de forma local, no ambiente urbano. O relatório *“Local Implementation of the SDGs & the New Urban Agenda: towards a swedish national urban policy”* (FABRE, 2017) indica a necessidade de integrar as diversas agendas para o desenvolvimento sustentável e implementar metodologias de ação e de monitoramento para fazer cumprir os ODS.

A publicação brasileira sobre a implementação dos ODS a nível local é o Guia para Integração dos ODS nos Municípios Brasileiros (CNM, 2017). Nele são estabelecidas formas de aplicação e monitoramento de cada um dos ODS no planejamento urbano, conforme resumo no Quadro 6.

Quadro 6 – Aplicação dos ODS no Planejamento Urbano

ODS

APLICAÇÃO NO PLANEJAMENTO URBANO



Acesso aos serviços essenciais básicos – água, energia, saúde, assistência social e educação –, às tecnologias e à inclusão social.



Acesso a alimentos nutritivos e seguros, à saúde, à produção alimentar sustentável e à agricultura local; redução de riscos à saúde.



Promoção de saúde e bem-estar para todos e em todas as idades, acesso aos serviços básicos, à segurança no trânsito, às atividades esportivas e à programas sociais.



Educação inclusiva; escolas sustentáveis e ensino de sustentabilidade.



Fim da discriminação contra mulheres, empoderamento e igualdade de gênero, manutenção de rede de atendimento e assistência à mulher.



Manter o direito à água potável, à saúde e à segurança alimentar, ao saneamento e a gestão de resíduos.



Acesso às diferentes fontes de energia, principalmente as renováveis, eficientes e não poluentes.



Crescimento econômico, trabalho e emprego; produção e consumo sustentáveis e incentivo a estratégias de desenvolvimento econômico que aproveitam oportunidades, vocações e recursos de seus territórios.



Promoção de infraestrutura necessária para conexão globalizada; transporte, saneamento, energia, comunicação e informação sustentáveis; indústrias inclusivas, eficientes e menos poluentes; eficiência no uso de recursos e infraestruturas resilientes.



Redução das desigualdades: renda, patrimônio, tipos de moradias, acesso à serviços básicos, à justiça, às atividades esportivas e de lazer; oportunidade de trabalho; participação pública nas decisões políticas e promoção de uso misto do solo.



Promoção de qualidade de vida dos habitantes e do planejamento urbano; acesso aos serviços básicos e desenvolvimento do urbano nos aspectos econômico, físico e social.



Produção e consumo sustentáveis; inovação industrial; destinação adequada de rejeitos; reciclagem de resíduos e promoção de economia circular.



Prevenção aos desastres naturais; redução de emissão de gases de efeito estufa: conservação e manejo florestal sustentável e monitoramento das emissões.



Redução do lançamento de efluentes, de resíduos industriais e sólidos na rede fluvial.



Preservação dos ecossistemas terrestres, das florestas e da biodiversidade; promoção da mudança de comportamento, do equilíbrio ambiental e do bem-estar social.



Melhoria da segurança pública; aumento da responsabilidade e da igualdade social; transparência e combate à corrupção.



Implementação da Agenda 2030; fortalecimento das alianças locais através de organizações e movimentos sociais; gestão de recursos e de pessoas; incentivo às parcerias público e privadas e à colaboração entre governo, instituição e empresas.

Apesar da série de publicações e do compromisso firmado de cumprir a Agenda 2030, poucas estão sendo os avanços em relação aos ODS. No meio urbano, as iniciativas continuam sendo pontuais e, na maioria das vezes, em regiões privilegiadas, como indica o próximo item desta pesquisa.

Em 2018, foi lançado o primeiro relatório de acompanhamento dos ODS. Ele indica que as situações de conflitos e a mudança climática são os principais fatores para o aumento do número de pessoas subalimentadas ou desnutridas e refugiadas, além da redução do acesso aos serviços básicos de saneamento, água potável e saúde. Ao mesmo tempo, o relatório indica que

melhoria na qualidade de vida da população em geral nos últimos dez anos, com redução da taxa de mortalidade infantil e aumento do acesso à eletricidade (United Nations, 2018a).

No Fórum Político de Alto Nível¹¹ que ocorreu em Nova York, em 2018, foi discutida a área temática de “Transformação para sociedades sustentáveis e resilientes”, com a concentração no grupo de indicadores para os ODS 6, 7, 11, 12, 15 e 17. Um dos resultados desse fórum foi a publicação do Relatório Síntese do ODS 11, *“Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements”*, que descreve o progresso da humanidade em direção a implementação da Nova Agenda Urbana e seus desafios.

Nesse relatório há ênfase na valorização da urbanização sustentável como facilitadora do alcance aos ODS, pois considera-se que o processo da urbanização é incontrolável e, por isso, as áreas urbanas tornam-se cada vez mais críticas em termos do alcance dos ODS e das metas sociais, econômicas e ambientais da Nova Agenda Urbana. O relatório analisa uma série de importantes desenvolvimentos relacionados à prevalência de favelas nas cidades, espaços abertos, transporte público, poluição do ar, participação cidadã e políticas públicas. Ele também examina os desafios do desenvolvimento de metodologias para indicadores do ODS 11 que estão começando a serem monitorados e para os quais existem parcerias da ONU com uma série de agências voltadas para o urbanismo sustentável (United Nations, 2018b).

O histórico das reuniões e metas internacionais sobre o desenvolvimento sustentável urbano começou com a preocupação estritamente ambiental: poluição atmosférica e degradação do meio ambiente. Atualmente, tem-se uma enorme gama de temas correlatos, que variam desde economia, passando pelas questões sociais e culturais e pelas questões de infraestrutura. O urbano tem o potencial de progresso na criação de sociedades sustentáveis, porque nele está a integração das questões econômicas, ecológicas, políticas e culturais. Por isso, torna-se cada vez mais urgente a implementação do planejamento, do desenho e das ações para a sustentabilidade urbana.

2.2. Desenho urbano

Todavia, a construção da cidade e a resolução da complexidade dos problemas do ambiente humano exigem actualmente numerosas qualidades, múltiplos conhecimentos e a ação de indivíduos que, pelo seu saber e criatividade, se

¹¹ O Fórum Político de Alto Nível é um evento anual coordenado pela ONU que acontece desde a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Rio +20 e que tem um papel central no acompanhamento e na revisão da Agenda 2030 a nível global. Nele ocorrem compartilhamentos de experiências e formação de parcerias entre os países envolvidos.

tornam executantes de uma vontade colectiva, explicitando os espaços para essa vontade (LAMAS, 2000, p. 24).

Quando se importa o *design* traduzido para desenho, é preciso importar toda a sua conotação, “[...] que engloba desenho, projeto e processo: não é uma palavra limitadora e estativa como desenho ou projeto, em suas conotações usuais [...] Uma conotação, portanto, que subentende o processo e a noção de planejamento” (DEL RIO, 1990, p. 51). Considerando a escala do urbanismo, o planejamento urbano tem, no desenho urbano, o instrumento para planificar diretrizes incorporadas à cidade. É através do desenho urbano que questões demográficas, logísticas, energéticas, de zoneamento, ambientais, econômicas e sociais são inseridas no território da cidade. Para o desenho urbano, são usados procedimentos, conceitos e técnicas da arquitetura, do meio ambiente, da geografia, da engenharia, da mobilidade, da administração, da economia, da história e do paisagismo (DEL RIO, 1990; SHIRVANI, 1985; CARMONA et al., 2010).

É possível considerar que as primeiras contribuições teóricas para o desenho urbano estão em Vitruvius porque, apesar de seus estudos estarem mais focados na arquitetura, trouxeram também contribuições para a relação entre os edifícios e seus entornos, como a análise da ágora grega e do fórum romano. Alberti e Palladio também trouxeram elementos urbanos para seus estudos, como a determinação de princípios de desenho para a construção de ruas, praças e parques.

Camilo Sitte (1992 [1889]) trouxe a dimensão estética das cidades, com análise das composições das cidades antigas sobre os sentidos dos seres humanos. Ele investigou a escala do desenho urbano na relação entre os edifícios, monumentos e praças; a dimensão, a forma e o fechamentos das praças antigas e das praças do norte da Europa e questões vinculadas às construções urbanas modernas e à arte.

O desenho urbano surge como uma ciência urbana (KOHLSDOERF, 1985) na década de 1960, frente às constantes críticas ao planejamento urbano focado nos grandes centros e nas grandes incorporações, característico do Movimento Moderno. A ideia que surgiu em 1956 durante a Conferência de Desenho Urbano de Harvard, organizada pelo arquiteto urbanista Luis Sert, foi a de que o desenho urbano é a parte do planejamento da cidade que trata sua forma física com criatividade e integração entre os profissionais do urbano (KRIEGER, 2009; BARNETT, 2006).

O desenho urbano passa a ser um método de integrar os elementos construídos aos seus usuários e às funções urbanas. Nesse sentido, Jane Jacobs (1961) defendia o pressuposto de que uma cidade ocupada é uma cidade viva. Jacobs (1961) buscava novos princípios de planejamento urbano para promoção de ambientes com maior vitalidade. Ela defendia o uso misto dos espaços, quadras menores, diversidade de tipologias de edifícios, inclusive quanto à época de construção e densidade, de forma que o urbano possua sempre um número significativo de pessoas ocupando seus espaços com diferentes formas de uso.

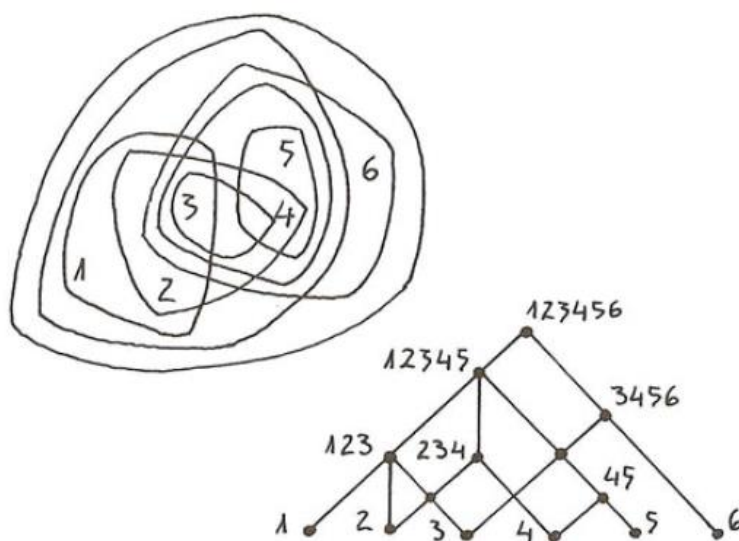
Conzen (1960) traz a importância do caráter geográfico na morfologia urbana, expresso pela paisagem urbana, que é uma combinação entre o plano da cidade, o padrão das formas construtivas e o padrão do uso do solo urbano, chamada pelo autor de *townscape*. Já funcionalmente, o caráter geográfico de uma cidade é definido e determinado pelo significado econômico e social de um contexto regional (CONZEN, 1960).

Cullen (1961) também usa o termo *townscape* na discussão acerca do modelo moderno de planejamento urbano, enfatizando a necessidade da interação entre os habitantes e o ambiente construído. O autor expõe a ideia de que a percepção do ambiente é uma ferramenta de leitura e projeto do espaço, estimulada pela reação emotiva dos usuários. Essa reação é resultado do conjunto das formas urbanas que compõem a paisagem e formam a identidade coletiva.

Em 1965, Christopher Alexander escreveu o artigo *A City is not a Tree*, em que relaciona a natureza da cidade a estruturas abstratas chamadas árvore e semirretícula¹² (Figura 7). Essas estruturas são formas de pensar como pequenos sistemas compõem um sistema grande e complexo. Na obra, Alexander critica a estrutura em árvore, modelo vinculado ao modernismo, devido à falta de conexão dos subsistemas e elementos de conjuntos, que conseguem estabelecer apenas associações simples dois a dois, e propõe a estrutura em semirretícula, que superpõe elementos e subsistemas da cidade em associações múltiplas e complexas.

¹² *Semilattice* (ALEXANDER et al., 1987).

Figura 7 – Estrutura semirretícula e estrutura árvores



Fonte: Alexander (1965).

A partir dessa hipótese, Alexander uniu-se a outros pesquisadores, desenvolvendo a obra *A Pattern Language* e criando a teoria da linguagem de padrões, em que se propunham a identificar diretrizes para projetos urbanos e arquitetônicos ligadas à qualidade do ambiente e à atemporalidade, de forma a universalizar os padrões urbanos criados (ALEXANDER et al., 1977). Os parâmetros de desenho propostos “[...] incentivam a mescla de usos e um projeto urbano-arquitetônico menos rígido e mais participativo, com vistas à equidade social” (BARROS; KOWALTOWSKI, 2013). Esses parâmetros visam apoiar diversas situações, com diversidade social e cultural, promovendo a identidade e a territorialidade dos usuários com o lugar.

Ainda para diferenciar e especificar os termos, o que ocorre entre planejamento e desenho é uma questão da escala, pois não se pode desenhar uma cidade inteira, mas organizá-la e estruturá-la. Dessa forma, enquanto o planejamento trata de decisões políticas e locacionais, o desenho urbano trata da natureza dos elementos urbanos e suas relações com o meio socioambiental (RAPOPORT, 1977).

Kevin Lynch (1981) considera o *city design* como uma atividade que trata os objetivos de longo prazo através de políticas, programas e diretrizes. E que, por isso, deve ser realizado por diversos profissionais além dos arquitetos. O autor afirma que “[...] o desenho da cidade é a arte de criar possibilidades para o uso, o gerenciamento e a forma de assentamentos ou de suas partes significantes” (LYNCH, 1981, p. 290).

Kevin Lynch (1981) propõe algumas regras de desenho urbano, mais relacionadas à análise da morfologia das cidades estudadas do que à proposta de novos desenhos. De acordo

com o autor, o desenho urbano pode seguir um modelo¹³ e deve considerar o processo de criação e de gestão. Como exemplo, Lynch afirma que existem duas maneiras de estabelecer regras de formas: por prescrição ou especificando o desempenho. Os modelos estão mais para prescrever do que para especificar: “fazer uma bay window” pode ser considerado um modelo a ser seguido, enquanto “[...] fazer o possível para que alguém na sala consiga ver o subir e descer da rua” é um instrumental para fins mais gerais, de socialização ou de segurança (LYNCH, 1981, p. 278) e que, além disso, permite que inovações sejam implementadas.

O problema de especificar o desempenho desejado está no fato de que não se chega a uma forma ambiental reconhecida. Para que um padrão de desempenho possa ser utilizado no desenho urbano, é preciso que seja elaborado e testado. O problema do uso de modelos está no fato de que eles não dão conta do processo pelo qual a forma final é alcançada e, tampouco, da identidade e da especificidade de cada cidade. Idealmente, os modelos deveriam especificar a forma, a criação e a gestão, mas a maioria deles se fixa apenas na questão da forma (LYNCH, 1981). Assim, alguns modelos úteis podem ser usados como dispositivos de regulamentação, como os padrões de ruas locais, a altura de edifícios e a mistura de usos do solo. Porém, a aplicação da maioria dos modelos depende da situação específica em que são usados, por isso são mais úteis quando usados como diretrizes de desenho urbano.

Lynch (1981) expõe cinco dimensões de desempenho que conferem a capacidade de fornecer requisitos ambientais, sociais e culturais aos seus habitantes e que podem indicar o grau de boa forma em que a cidade ou região está. São elas:

- Vitalidade: grau em que a cidade sustenta o essencial da vida humana; o desempenho biológico: ar, água, energia e alimentos; longe de perigo, desastre ou insegurança.
- Sentido: grau de ajuste entre a forma física da cidade e a maneira como as pessoas a reconhecem e organizam; é o grau de homogeneidade na relação entre o ambiente e o observador, que depende da estrutura espacial, da cultura e do objetivo do observador. É nesse desempenho que se encontram as derivações de sentido que Lynch (1981) analisa: identidade, estrutura, significado, congruência, transparência e legitimidade.
- Ajuste: grau de relação entre a forma e a função da cidade, envolvendo o padrão de comportamento humano. É o “[...] quão bem o padrão de distribuição espacial e

¹³ “[...] para o nosso propósito, um modelo é um retrato de como o ambiente deve ser feito, uma descrição de uma forma ou de um processo que é um protótipo de seguir” (LYNCH, 1981, p. 277). Tradução livre de: “[...] for our purpose, a model is a picture of how the environment should be done, a description of a form or process that is a prototype to follow”.

temporal de um assentamento corresponde ao comportamento habitual de seus habitantes” (LYNCH, 1981, p. 151).¹⁴

- Acessibilidade: grau de facilidade de a população acessar serviços, informações e todos os lugares com diversidade.
- Controle: grau em que o ambiente está sob o controle das pessoas que o usam ou nele residem.

Para Lynch (1981), não é possível garantir que as grandes metáforas normativas, que compatibilizam a forma e a visão da natureza dos assentamentos humanos, estejam combinadas em uma única instrução, pois há variação de cultura, política econômica e valores individuais em cada local em que os modelos podem ser usados e estas variações não estão previstas nos modelos. “Nem [consegue dar conta desse aspecto] a convicção do livro muito bem composto de Christopher Alexander, *A Pattern Language*, que também é uma declaração longa e conectada sobre o meio ambiente” (LYNCH, 1981, p. 285).¹⁵

Pensando nisso, Lynch (1981) fez uma relação de modelos padrões de levantamentos de formas urbanas:

- Modelo Estrela: tem um centro definido que irradia o desenvolvimento da cidade através de eixos que formam vias concêntricas ao centro inicial e criam cruzamentos.
- Cidade Satélite: uma configuração que possui uma cidade central e uma série de comunidades satélites dependentes e que possuem áreas limitadas.
- Cidade Linear: não há um centro definido e a cidade cresce linearmente, com poucas vias paralelas, o que caracteriza grande extensão urbana; por isso é mais aplicável em cidades de pequeno porte.
- Grelha Retangular: a cidade é estruturada em uma malha retangular que permite crescimento urbano por não possuir limitações; a principal característica é a facilidade de deslocamento.
- Rede Axial Barroca: a cidade é estruturada a partir de uma malha triangular em que os três vértices possuem edifícios significantes ou marcos e, no interior do triângulo, ela se desenvolve.

¹⁴ Tradução livre de: “[...] how well the spatial and temporal pattern of a settlement matches the customary behavior of its inhabitants” (LYNCH, 1981, p. 151).

¹⁵ Tradução livre de: “Nor the conviction of Christopher Alexander's beautifully composed book, *A Pattern Language*, which is also a long, connected statement about the environment” (LYNCH, 1981, p. 285).

- Modelo Rendilhado: é caracterizado por ser um aglomerado com vias espaçadas e grandes áreas que formam espaços públicos e áreas verdes; normalmente é o padrão de áreas de transição entre o campo e a cidade.
- Cidade Interior: caracteriza-se pelo cercamento através de uma muralha ou elemento semelhante; as vias principais convertem-se em vias locais e estas, aos edifícios particulares.
- Cidade em Ninho: no centro da cidade está localizado o templo religioso, seguido por anéis concêntricos – muralhas – que determinam as vias principais, e as vias secundárias são menores e descontínuas, formando paisagens descontínuas.
- Visões Atuais: uma das formas conhecidas dos padrões atuais de cidade é a megaforma, em que ocorre ocupação de alta densidade em uma grande área; atividades comerciais e de serviço situam-se em grandes edifícios com terraço e cobertura verde.

Lynch conseguiu abranger praticamente todos os modelos de desenho urbano com seus padrões de levantamentos de formas urbanas. Quando se pensa em uma cidade, não é difícil reconhecê-la dentro de algum daqueles modelos. O que diferencia uma forma urbana de outra, quando estão categorizadas em um mesmo modelo, é algum elemento de sua particularidade estrutural e organizacional.

O estabelecimento de modelos e padrões urbanos tornou-se recorrente entre os pesquisadores do urbano que buscavam soluções para o planejamento. Seguindo a linha do levantamento do desempenho das cidades, Appleyard e Jacobs (1982) escreveram um manifesto em que indicam metas de planejamento para qualidade de vida - identidade e controle, acessibilidade e lazer; vida comunitária e pública - e as cinco principais características do desenho urbano - ruas e vizinhança de convívio, densidades mínimas e intensidades de uso para a vida urbana, integração de atividades, edificações organizadoras de espaços públicos e diversidade nas relações edifícios/espacos.

Quando Donald Appleyard e Allan Jacobs publicaram o *Manifesto do Desenho Urbano* (1982), argumentaram que “[...] as mudanças econômicas, tecnológicas e sociais devem ter lugar nas nossas cidades [...]” (p. 2), criando uma posição diferente das ideologias anteriores, do Movimento das Cidades Jardins e do Movimento Moderno, considerados como respostas inadequadas aos problemas contemporâneos. Os problemas da década de 1980 não eram completamente diferentes dos que existem nas cidades da segunda década do século XXI:

ambiente de vida precário, privatizações e perda de vida pública, fragmentação, diferença social e falta de compreensão dos contextos locais por parte dos projetistas urbanos. Para solucionar esses problemas, Appleyard e Jacobs (1982) incentivaram um desenho urbano com habitabilidade, identidade, acessibilidade, autenticidade, comunidade e vida pública, densidade mínima, intensidade de uso do solo, integração de atividades e uma relação edifício x espaço público que fortalecesse a convivência, como preconizava Jane Jacobs (1961).

Dez anos após a publicação de *A Pattern Language*, ocorre a publicação da obra *A New Theory of Urban Design* (ALEXANDER et al., 1987), que trata a questão da totalidade das cidades antes do Modernismo e uma forma de reintegrar as cidades modernas. Os autores expõem que essas cidades tinham uma qualidade estrutural específica que integrava suas formas e funções e que as cidades modernas e pós-modernas não pensam nesse tipo de integração e nem em seu planejamento ou desenho urbano isso foi tentado.

A proposta de Alexander et al. (1987) é que o desenho urbano se caracterize como um processo de integração das ações urbanas que obedeçam a sete regras que deveriam ser utilizadas juntas, em busca da totalidade da cidade¹⁶ e que deveriam ser instrução à população para o processo participativo do desenho urbano. O princípio que rege as sete regras é o de que “[...] cada novo ato de construção tem apenas uma obrigação básica: deve criar uma estrutura contínua de totalidade em torno de si” (ALEXANDER et al., 1987, p. 22)¹⁷:

- Crescimento gradual: considerando a dificuldade em alcançar a totalidade em grandes áreas urbanas, propõe-se que existam pequenas e médias áreas com diferentes funções;
- Crescimento de totalidades maiores: quando o crescimento gradual não permite a criação de uma grande totalidade, é preciso que as ampliações de áreas e edifícios criem espaços mais significantes e funcionais para a comunidade local;

¹⁶ Resultados-chave para a criação da totalidade: “1. Totalidade, ou coerência, é uma condição objetiva de configurações espaciais, que ocorre em maior ou menor grau em qualquer parte do espaço e pode ser mensurada; 2. A estrutura que produz totalidade é sempre específica para a circunstância e por isso nunca tem a mesma forma mais de uma vez; 3. A condição de totalidade é sempre produzida pelo mesmo, e bem definido processo. Esse processo funciona de forma incremental, produzindo gradualmente uma estrutura definida como ‘o campo de centros’ nos espaços; 4. O campo é produzido pela criação incremental de centros, um a um, sob uma condição muito especial” (ALEXANDER et al., 1987, p. 23).

Tradução livre de: “1. Wholeness, or coherence, is an objective condition of spacial configurations, which occurs to a greater or lesser degree in any given part of space and can be measured. 2. The structure which produces wholeness, is always specific to its circumstances, and therefore never has exactly the same twice. 3. The condition of wholeness is always produced by the same, well-defined process. This process Works incrementally, by gradually producing a structure defined as “the field of centers”, in space. 4. The field of centers is produced by the incremental creation of centers, one by one, under a very special condition” (ALEXANDER et al., 1987, p. 23).

¹⁷ Tradução livre de: “Every new act of construction has just one basic obligation: it must create a continuous structure of wholes around itself” (ALEXANDER et al., 1987, p. 22).

- Visões: os incrementos urbanos devem surgir de uma necessidade de melhoria da estrutura existente, sendo experimentados e expressados pela comunidade;
- Espaço positivo urbano: os edifícios devem criar espaços positivos em seus entornos, com funções coerentes e formas harmoniosas, determinando relações com calçadas, ruas, jardins e estacionamentos;
- Layout dos edifícios: o interior dos edifícios deve seguir a ideia da totalidade urbana, com espaços abertos, coerência na disposição e na posição em relação à rua e ao bairro;
- Construção: os edifícios devem garantir harmonia em seu volume e em seus espaços interiores e exteriores;
- Formação de centros: todo edifício ou incremento urbano deve cooperar com os espaços adjacentes a fim de tornar-se um centro e promover a totalidade de uma região.

O arquiteto e urbanista Vicente Del Rio (1990) afirma que, enquanto o planejamento urbano tem a formalidade dos modelos estáticos e da tecnocracia, o desenho urbano é mais informal e assume modelos dinâmicos com participação comunitária, flexibilidade e especificidades. É possível dizer que o desenho urbano se concentra em “[...] compreender as complexidades do processo de desenvolvimento urbano e elaborar possibilidades para intervenções em nível da qualidade físico-ambiental” (DEL RIO, 1990, p. 48). Essas intervenções fazem parte do processo que permeia o planejamento urbano e é responsável pela qualidade do meio ambiente. Por isso as duas atividades devem acontecer em paralelo.

O planejamento deve ser entendido como uma atividade meio permanente, um processo indispensável à tomada de decisões. A partir de decisões políticas em nível dos objetivos sociais e econômicos a serem alcançados, é através do planejamento que estabelecemos os melhores meios e ações para atingir estes objetivos. Nesta lógica, podemos entender o Desenho Urbano também como atividade-meio em nível da configuração físico-espacial e atividades humanas complementares. Suas atividades-fim seriam seus programas e projetos, com impactos diretos no cotidiano das populações (DEL RIO, 1990, p. 58).

Dessa forma, o desenho urbano pode ser considerado como a disciplina que lida com o processo de dar forma e função ao urbano (CUTLER, L.; CUTLER, S., 1983). Considerando o campo de atuação produto do desenho urbano e procurando “[...] tratar da produção, da

apropriação e do controle do meio ambiente construído” (DEL RIO, 1990, p. 54), o desenho urbano é

[...] o campo disciplinar que trata a dimensão físico-ambiental da cidade, enquanto conjunto de sistemas físico-espaciais e sistemas de atividades que interagem com a população através de suas vivências, percepções e ações cotidianas (DEL RIO, 1990, p. 54).

Os questionamentos acerca do desenho urbano como arte ou ciência, como disciplina ou método, fizeram com que Alexander Cuthbert, professor de desenvolvimento urbano da Universidade australiana New South Wales, lançasse proposições sobre o estado de conhecimento, ou estado da arte do desenho urbano, emergindo durante década de 1960 com o objetivo de aumentar a integridade e a legitimidade de seu significado (CUTHBERT, 2007).

A primeira proposição de Cuthbert sobre o desenho urbano, em *Urban Design requiem for an era* (2007), é a de que “[...] o desenho urbano é autorreferencial e não é informado por, nem é compromisso de qualquer autoridade externa em termos intelectuais” (CUTHBERT, 2007, p. 178).¹⁸ Em seguida, outras proposições são colocadas: o desenho urbano precisa ser reorientado para a ciência social como sua origem, especificamente, a sociologia, a geografia e a economia urbanas; para ser científica, uma disciplina deve ter um objeto real ou um objeto teórico de investigação; o objeto teórico do desenho urbano é a sociedade civil e o objeto real é a esfera pública; a compreensão da produção de resultados do desenho urbano deve mudar a partir do modernismo e da obsessão pela forma da escola de Belas Artes, o princípio de eureka e o culto mestre/discípulo para uma produção orgânica de formas e espaços, homóloga à produção da sociedade. Dessa forma, o principal questionamento de Cuthbert (2007) é o de que enquanto muitos profissionais do urbano tratam o desenho urbano como uma teoria e uma prática, outros o tratam apenas como uma teoria.

Cuthbert (2007) sugere que, a fim de legitimar o desenho urbano como uma disciplina, é preciso escapar de padrões que cultuam personalidade e ideologias e partir para uma base teórica comum, com seus defeitos e falhas. Assim, se a teoria do desenho urbano deve progredir, então é preciso que interaja com uma política econômica espacial, uma vez que o espaço não pode ser separado de sua produção social em formas urbanas específicas.

¹⁸ Tradução livre de: “Urban design is self-referential and is neither informed by, nor committed to, any external authority in intellectual terms” (CUTHBERT, 2007, p. 178).

Quando se consideram as dimensões de atuação física, espacial e social, é possível dizer que o desenho urbano se aproxima da arquitetura nas qualidades de utilidade, durabilidade e capacidade de trazer ao usuário sensação de bem-estar e satisfação emocional (DEL RIO, 1990; MOUGHTIN et al., 1999). De acordo Moughtin et al. (1999), essas características do desenho urbano vão ao encontro da necessidade de processos e técnicas de participação pública no seu desenvolvimento, principalmente quando se trabalha com o desenvolvimento sustentável urbano.

O desenho urbano, ou a arte de construir cidades, é o método pelo qual o homem cria um ambiente construído que cumpre as suas aspirações e representa seus valores. [...] O desenho urbano, portanto, pode ser descrito como o uso de um conhecimento tecnológico acumulado de um povo para controlar e adaptar o ambiente de forma sustentável para as necessidades sociais, econômicas, políticas e espirituais. É o método aprendido e usado por pessoas para resolver o programa total de requisitos para a construção da cidade (MOUGHTIN et al., 1999, p. 4).¹⁹

O conhecimento tecnológico acumulado de um povo (MOUGHTIN et al., 1999) passa por um domínio de áreas do conhecimento para ser usado no desenho urbano. O arquiteto José Ressano Garcia Lamas, em sua obra *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade* (2000), trabalha com a ideia de que

O desenho urbano exige um domínio profundo de duas áreas do conhecimento: o processo de formação da cidade, que é histórico e cultural e que se interliga às formas utilizadas no passo mais ou menos longínquo, e que hoje estão disponíveis como materiais de trabalho do arquitecto urbanista; e a reflexão sobre a FORMA URBANA enquanto objectivo do urbanismo, ou melhor, enquanto corpo ou materialização da cidade capaz de determinar a vida urbana em comunidade. Sem o profundo conhecimento da morfologia urbana e da história da forma urbana, arriscam-se arquitectos a desenhar a cidade segundo práticas superficiais, usando <<feitos>> sem conteúdo disciplinar (p. 22).

Para Lamas (2000), a eficácia do desenho urbano está sobretudo em entender e confrontar os problemas do planejamento expostos na morfologia urbana, que estuda “[...] essencialmente os aspectos exteriores do meio urbano e as suas relações recíprocas, definindo e

¹⁹ Tradução livre de: “Urban design, or the art of building cities, is the method by which man creates a built environment that fulfills his aspirations and represents his values. [...] Urban design, therefore, can be described as a people’s use of an accumulated technological knowledge to control and adapt the environment in sustainable ways for social, economic, political and spiritual requirements. It is the method learned and used by people to solve the total programme of requirements for city building” (MOUGHTIN et al., 1999, p. 4).

explicando a paisagem urbana e sua estrutura” (p. 37). Isso porque a adequação disciplinar permite que o desenho urbano vá além do traçado de quadras, ruas e praças, alcançando uma unidade metodológica e cultural. O desenho urbano ocupa-se, assim, do processo de urbanização, incluindo os fenômenos sociais, econômicos e ambientais e a morfologia urbana consolidada a partir deles. A programação das quantidades, das utilizações - organização quantitativa e funcional – e das localizações pertencem ao desenho urbano (LAMAS, 2000).

Se o desenho urbano é considerado um processo, então a forma surge como resposta a um problema espacial; a solução do problema posto pelo contexto (ALEXANDER et al., 1987) ou “[...] o produto de uma acção e a solução de um problema [...]” (LAMAS, 2000, p. 44). Assim, a forma urbana surge como um

[...] aspecto da realidade, ou modo como se organizam os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, relativamente à materialização dos aspectos de organização funcional e quantitativa e dos aspectos qualitativos e figurativos. A forma, sendo o objetivo final de toda concepção, está em conexão com o <desenho urbano> quer dizer, com as linhas, espaços, volumes, geometrias, planos e cores, a fim de definir um modo de utilização e de comunicação figurativa que constitui a <arquitetura da cidade> (LAMAS, 2000, p. 44).

Desde então, a quantidade de revistas especializadas e livros publicados de disciplinas e programas de pós-graduação na temática do desenho urbano aumentaram bruscamente (PALAZZO, 2011; LOUKAITOU-SIDERIS, 2012). Com isso, outras disciplinas começaram a influenciar o desenho urbano, sendo que a principal é a ecologia, no sentido da busca pelo desenvolvimento sustentável, o que fez surgir movimentos como o *regenerative design* (LYLE, 1994), o *biophilic design* (KELLERT et al., 2008) e o *biophilic cities* (BEATLEY, 2011), além do intenso movimento pelas cidades sustentáveis, como o Novo Urbanismo (DUANY; TALEN, 2013; FARR, 2013), o Crescimento Inteligente (BROWN; SOUTHWORTH, 2008) e o Urbanismo Ecológico (MOSTAFAVI; DOHERTY, 2010).

A definição de desenho urbano do programa brasileiro Plataforma Cidades Sustentáveis, citado na introdução desta pesquisa, mostra que uma urbanização desequilibrada provoca impactos negativos no meio ambiente e o desenho urbano é um instrumento que transforma esse quadro através das formas urbanas e seus espaços e da integração social (AYRES et al., 2010). Essa transformação ocorre por meio de um processo, que inclui métodos e técnicas ligadas à atividade de planejamento (LYNCH, 1981; BARNETT, 1982; CUTLER, L.; CUTLER, S. 1983; MOUGHTIN et al., 1999; DEL RIO, 1990).

Existem muitos manuais de métodos de desenho urbano (KRIER, 1979; DAVIDSON; PAYNE, 1983; BENTLEY, 1985) e trabalhos que buscam uma discussão mais abrangente, multidisciplinar e generalista do tema (RAPOPORT, 1977; APPLEYARD, 1982; LYNCH, 1981; ALEXANDER, 1987). Essas metodologias permitem diferentes dimensões de análise da cidade, abordando diversas facetas das problemáticas analisadas e que, por isso, exigem do designer urbano diferentes posturas e soluções na elaboração de propostas de intervenção. Para conseguir a melhor solução de desenho urbano, o ideal é unir teorias relacionadas ao problema a ser solucionado e procedimentos metodológicos que embasem a atuação, cabendo, inclusive, o uso de mais de uma teoria ou metodologia (DEL RIO, 1990).

Del Rio (1990) propõe uma metodologia de desenho urbano embasada na teoria de “sentido dos lugares”, em que o psicólogo ambiental David Canter (1977), propõe que a qualidade físico-ambiental dos espaços urbanos é gerada da sobreposição de três esferas de nossa consciência: atividades e usos; atributos físicos e concepções e imagens (Figura 8).

O enfoque metodológico que proponho a seguir busca isto e surgiu a partir da aceitação da hipótese básica das três esferas de vivência, com o Desenho Urbano atuando em seu "overlapping". Mas, para fins de facilidade de trabalho e por conformarem teorias e dimensões de análise bastante distintas, com distintos procedimentos metodológicos, propomos a divisão da classificação da esfera "Concepções e Imagens" em duas: "ANÁLISE VISUAL" e "PERCEPÇÃO DO MEIO AMBIENTE". As outras seriam compreendidas através do "COMPORTAMENTO AMBIENTAL" e da "MORFOLOGIA URBANA" (DEL RIO, 1990, p. 69-70).

Figura 8 – Esquema representativo da formação do “sentido dos lugares”, por David Canter



Fonte: Del Rio (1990).

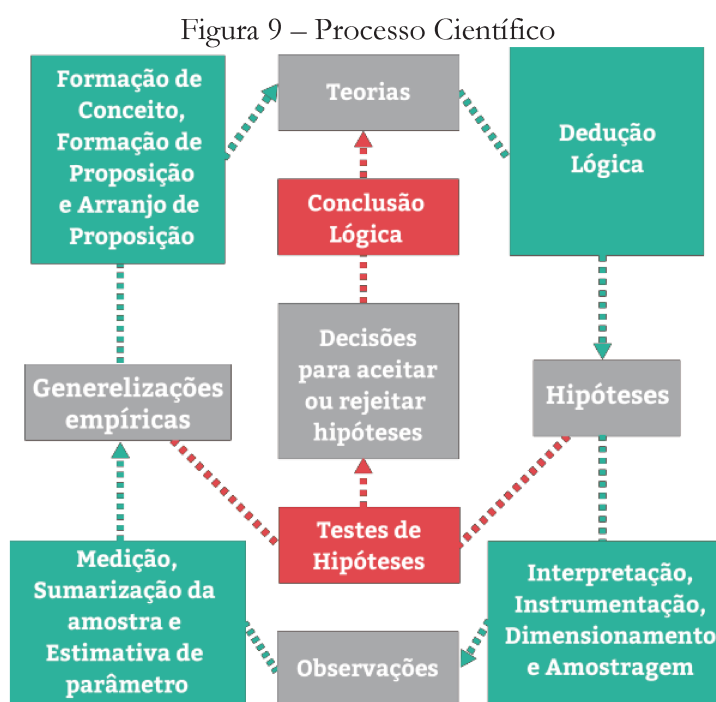
Há ainda os pesquisadores do urbano que propõem uma metodologia sistematizada para o desenho urbano, que teve suas pesquisas iniciais na década de 60. Brian McLoughlin, em seu livro *Urban & regional planning: a systems approach* (1969), lança as bases do planejamento sistêmico. Segundo ele, a cidade é um sistema composto por partes – atividades humanas e os espaços que as suportam – intimamente conectadas por fluxos e canais de circulação. Por isso, para intervir nesse sistema não é mais suficiente o enfoque espacial dos arquitetos, dominante até então. Ao contrário, é necessário reconhecer o caráter dinâmico e sistêmico das cidades.

Partindo desse argumento, McLoughlin (1969) propõe uma sequência de etapas que devem ser seguidas durante o processo de planejamento e que, ao contrário da tradição arquitetônica, não acabe com a seleção das ações a serem implementadas (ou, no caso dos arquitetos, com o projeto físico da área). O processo de planejamento, portanto, passa a ser visto como um processo cíclico no qual os resultados alcançados pelas ações passam a servir de objeto de análise que gera retroalimentações para as outras fases do processo. As etapas prescritas pelo autor (1969) são:

- Avaliação preliminar;
- Formulação dos objetivos;
- Descrição e simulação do sistema;
- Descrição de alternativas e cursos de ação;
- Avaliação das alternativas;
- Seleção das alternativas; e
- Implementação.

Seguindo a ideia do planejamento sistêmico na metodologia do desenho urbano, Moughtin et al. (1999) propõem uma analogia entre o método científico e o processo do

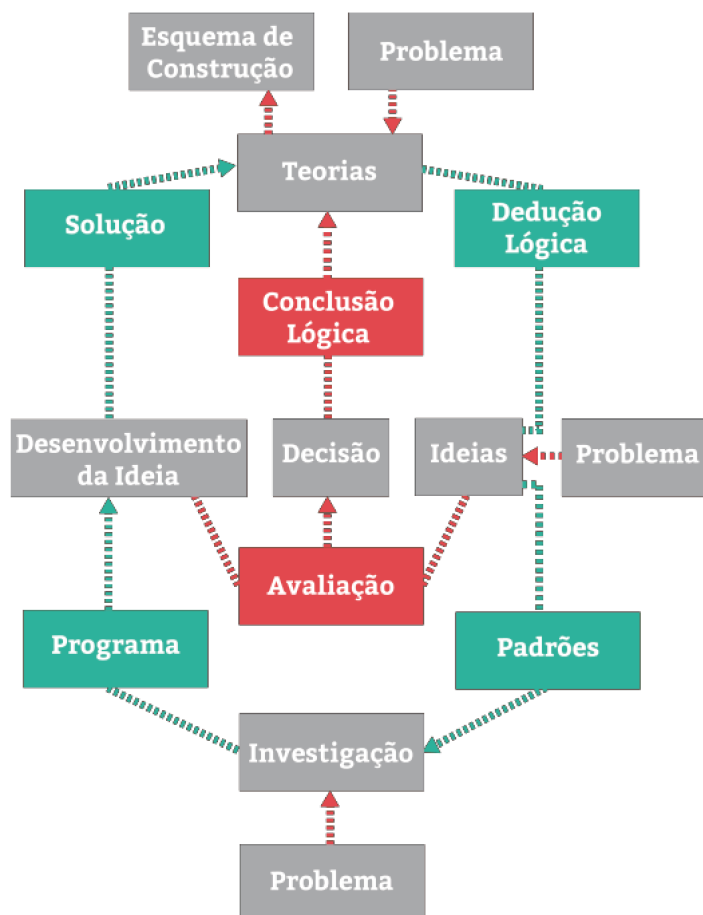
desenho. O processo científico apresenta conjuntos de informações como o centro da teoria relativa à área de estudo, com hipóteses que explicam os fenômenos estudados; observações do ambiente relacionam-se ao objeto de estudo e generalizações empíricas derivam do conjunto de observações. A teoria é transformada em hipóteses através de técnicas de raciocínio dedutivo e as hipóteses, por sua vez, são interpretadas utilizando formas de instrumentação, dimensionamento e amostragem (MOUGHTIN et al., 1999), como pode ser visto na Figura 9.



Fonte: Adaptação pela autora de Moughtin et al. (1999).

Já o processo científico que tem o centro no desenho urbano, apresente a possibilidade de ser alcançado através de três diferentes maneiras. O desenhista inicia o processo de desenho com ideias de mudança e intervenção, no mesmo ponto em que as hipóteses do processo científico são formadas. Há também a possibilidade de iniciar o processo de desenho com pesquisa de levantamento e coleta de dados, mas o procedimento mais usual é começar por compreender a natureza teórica do problema a ser solucionado, avançando através do sentido horário no gráfico do processo científico de desenho (Figura 10). Ambos os procedimentos exigem noções preliminares sobre a teoria fundamental, que organiza os dados em parâmetros coerentes (MOUGHTIN et al., 1999).

Figura 10 – Processo Científico de Desenho



Fonte: Adaptação pela autora de Moughtin et al. (1999).

Cabe ressaltar, porém, que esse método pode não garantir o processo completo do desenho urbano, pois é possível que, em situações urbanas mais complexas, o problema a ser solucionado não possa ser descoberto desde o início. Isso porque o processo de desenho urbano não é linear, mas dialético; situa-se entre problema e solução, que não são considerados atividades lógicas e que, assim, incitam o pensamento criativo em seu desenrolar (MOUGHTIN et al., 1999).

No caminho de desenvolvimento de metodologias, cabe ainda ressaltar a *Conference on Design Methods*, que ocorreu em Londres, em 1962, e que trouxe o desenho como um objeto de investigação, a aplicação de métodos científicos derivados de métodos operacionais de pesquisa e o gerenciamento de técnicas de tomada de decisão. O livro *Notes on the synthesis of form* (1964), de Christopher Alexander, foi uma das primeiras publicações sobre esse Congresso.

Mas já na década de 1970 alguns dos conferencistas, como o próprio Alexander, rejeitaram as discussões daquele congresso por considerarem inacessíveis à ciência e à engenharia. Trouxeram, então, em uma nova proposta de métodos de desenho que culminou com o aparecimento da ciência do design de Herbert Simon (1996, [1969]), com a base do

pensamento intelectual, analítico, formalizável e empírico, como uma doutrina que pudesse ser ensinada através de um processo. A partir dessa forma de pensar, através de Robert McKim (1973), foi criado o *Design Thinking*, método que traz a solução de problemas por meio de criatividade e lógica, com análise e síntese das causas e mecanismos de causas.

O *Design Thinking* também é organizado a partir de fases de planejamento, iniciando-se com a descoberta e a aproximação do problema a ser resolvido, com posterior interpretação e definição, seguido pela idealização da solução, sua experimentação e, ao final, sua validação. Quando aplicado ao desenho urbano, está voltada a preocupação em sustentar, desenvolver e integrar os seres humanos no ambiente ecológico e cultural, moldando ou adaptando esses ambientes de acordo com a necessidade e a possibilidade (BUCHANAN, 1992).

Existem muitos estudos e pesquisas em métodos de desenho para solução de problemas. Quando se fala em desenho urbano, a maior dificuldade no estabelecimento de um método padronizado é conseguir abranger todas as especialidades que fazem parte do processo transdisciplinar.

Pensando nisso, em 1978, Van den Kroonenberg criou o Design Metódico através da união entre metodologias das escolas de desenho anglo-americana e alemã com foco na necessidade de ordenar as atividades de desenho, ressaltando a diferença entre pesquisa e desenho, em analogia à Teoria Geral dos Sistemas (TGS). O problema de comunicação entre as especialidades envolvidas no complexo desenho dos sistemas técnicos resulta em dificuldades de alinhamentos de limites e compatibilizações. Nessa linha de entendimento, a TGS é útil para conceituar o desenho no sentido de estruturar a hierarquia dos níveis de complexidade dos elementos nas várias especialidades envolvidas, que pode ser transformada em modelos de decisões no processo de desenho.

O Design Metódico de Van den Kroonenberg (1978) inicia-se com um problema abstrato para chegar a uma solução concreta, passando por uma diferenciação de níveis de complexidade de informações, mesmo que abstratas, correlacionadas com etapas do processo de desenho. Esse processo é dividido em três etapas - a definição do problema, a seleção do princípio de trabalho e o detalhamento do desenho -, que podem ser entendidas como geração, síntese e decisão, como é feito na TGS.

Nessa linha de pensamento, completando o quadro ontológico e epistemológico da ciência do design e considerando as vertentes ao longo do tempo, Zeiler e Savanovic (2009) e

Zeiler (2011) trazem o conceito do desenho integral para a concepção de uma nova metodologia de desenho.

O conceito de sistema aberto no domínio da Teoria Geral dos Sistemas, como foi desenvolvido e empregado por Ludwing von Bertalanffy (1976), significa pensar a interação em todos os aspectos da vida e também em todos os aspectos da humanidade. Como tal, entende-se como uma abordagem integral na qual nada falta. Quando os fatores essenciais são desconsiderados ou não são reconhecidos, o funcionamento do sistema corre o risco de estar errado ou subotimizado. Pode-se dizer que as mesmas coisas se aplicam ao design de edifícios, onde o objetivo é encontrar formas de incorporar todos os conhecimentos relevantes das disciplinas envolvidas para obter resultados integrais (ZEILER; SAVANOVIC, 2009, p. 222).²⁰

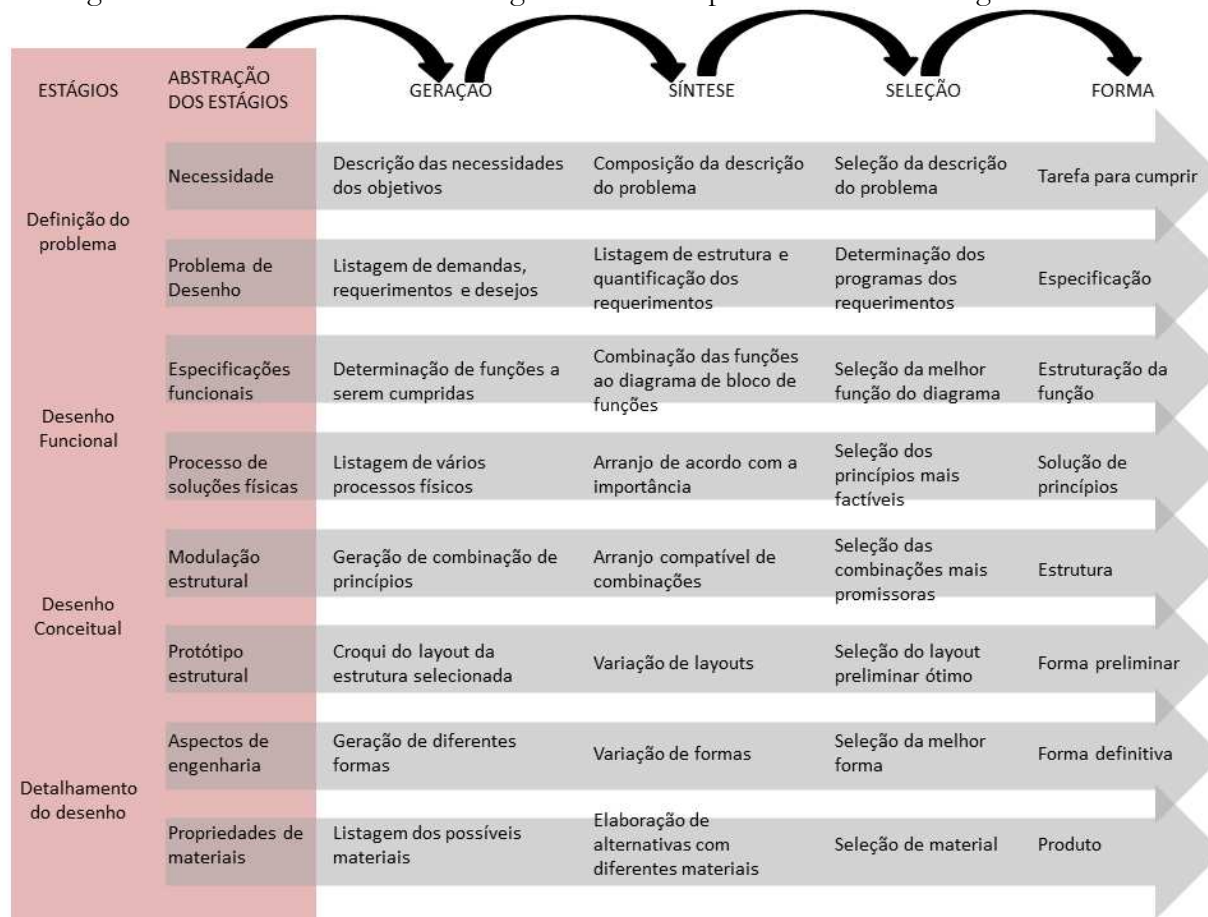
Assim, a metodologia do Desenho Integral (ZEILER; SAVANOVIC, 2009; ZEILER, 2011) estende a fase da “decisão” do Desenho Metódico para “seleção” e “forma” e compara com as fases do Desenho Integral, da Teoria Geral dos Sistemas e do Desenho Metódico. O processo do Desenho Integral é mais transparente, fazendo com que aumente a sinergia entre as diferentes especialidades do processo (ZEILER, 2011).

A Figura 11 mostra uma matriz de exemplo da aplicação do desenho integral no domínio da engenharia mecânica, indicando as fases, níveis de abstrações, focos e estágios de atividades. O processo de desenho descreve o caminho da abstração do problema para a solução. As formas estão relacionadas não apenas à capacidade de solução dos projetistas envolvidos, mas, também, a sua criatividade.

Nesse processo, uma série de atividades com estágios interativos devem ter as decisões de diferentes assuntos reconsideradas o tempo todo devido às possíveis novas informações e diferentes usos de ferramentas de desenho para solucionar problemas ou gerar possíveis soluções com técnicas criativas. Isso gera um ciclo de estágios de interpretação-geração que é continuamente refinado de forma a trazer soluções cada vez mais concretas (ZEILER; SAVANOVIC, 2009; ZEILER, 2011).

²⁰ Tradução livre de: “The concept of open system in the domain of General System Theory, as it was developed and employed by Ludwing von Bertalanffy (1976), means to think interaction in every aspect of life and also in every aspect of humankind. As such it is meant as an integral approach in which nothing is lacking. When essential factors are disregarded, or are not recognized, the operation of the system risks to be wrong or sub optimized. It could be said that the same things applies to the design of buildings, where the aim is to find ways to incorporate all relevant knowledge from the involved disciplines in order to get integral results” (ZEILER, 2009, p. 222).

Figura 11 – Matriz do Desenho Integral como exemplo do domínio de engenharia mecânica



Fonte: Adaptação pela autora de Zeiler e Savanovic (2009, p. 223).

Zeiler et al. (2010) relatam uma série de workshops realizados com o objetivo de testar a aplicação do método de Desenho Integral por profissionais no desenho de um edifício sustentável. Como resultado, o Desenho Integral mostrou que o foco das equipes multidisciplinares de projeto incentiva a criação de conceitos consensuais. A necessidade de criação desses conceitos é demonstrada pela teoria C-K, que define design como a interação entre dois espaços interdependentes, o espaço do conhecimento – K – e o espaço de conceito – C –, permitindo a transformação do conhecimento da equipe de projeto em novos conceitos (ZEILER et al., 2010).

Como metodologia de desenho urbano, o Desenho Integral demonstra maior abrangência e integração entre as diversas disciplinas que estão envolvidas no processo e a possibilidade de correções e atualizações ao longo do processo. Porém, como qualquer

padronização de método, o estabelecimento de fases e de formas esperadas pode representar desincentivo ao processo criativo do desenhista urbano e, com isso, a limitação das soluções a padrões.

Entre os métodos e técnicas de desenho urbano apresentados neste item, o que pode ser observado é que, ao mesmo tempo em que há uma tendência em universalizar problemas e soluções, também existe uma preocupação quanto às especificidades dos locais, relacionada ao impacto resultante. Se as preocupações socioeconômicas já eram suficientes para qualificar e diferenciar cidades ou regiões, quando a dimensão ambiental passa a ser incluída na relação problema-solução do meio urbano, as preocupações tornam-se ainda mais específicas e a generalização de métodos e técnicas, mais difícil de justificar.

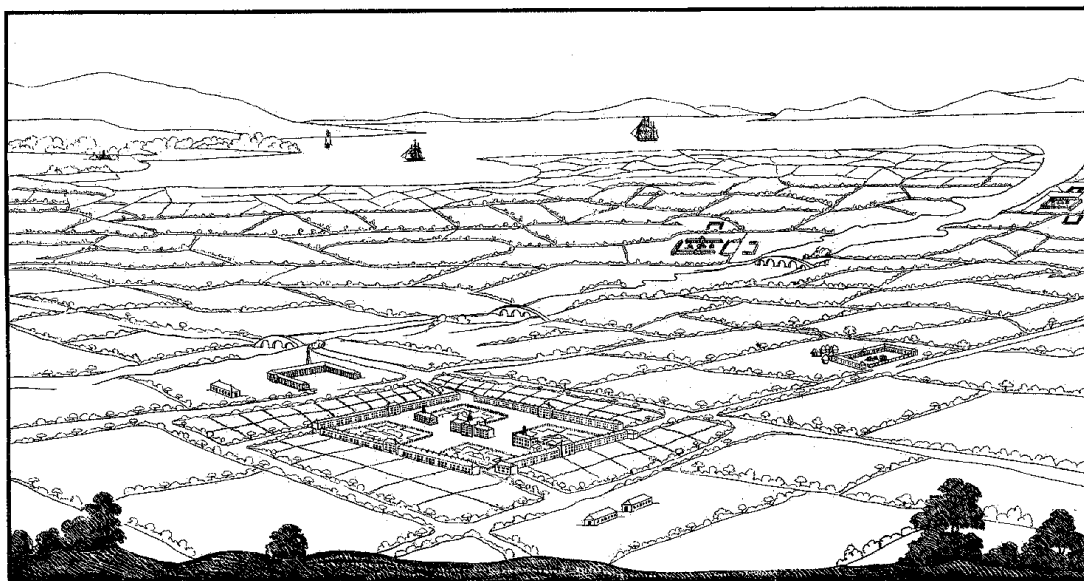
A ideia de comparar o processo do desenho urbano ao processo científico, de Moughtin et al. (1999), representa a metodologia que possui maior inclinação para a inclusão da sustentabilidade no desenho das cidades. Ela ultrapassa a linearidade dos desenhos tradicionais e cria certa dinâmica que facilita a decisão e o desenvolvimento do pensamento criativo necessário para alcançar a solução do problema usando a multidisciplinaridade. Esta tese optou por tratar a aplicação da sustentabilidade através do desenho urbano porque sua escala permite especificidade de detalhes das ações necessárias para o urbano sustentável.

2.3. Histórico do desenho para qualidade urbana

Propor cidades voltadas à qualidade de vida de seus cidadãos e do meio ambiente em que se inserem permeia o pensamento urbano desde seus primórdios. O aumento da ocupação urbana, gerado pela oferta de emprego nas indústrias durante a primeira revolução industrial, trouxe a preocupação com a morfologia e a organização estrutural das cidades.

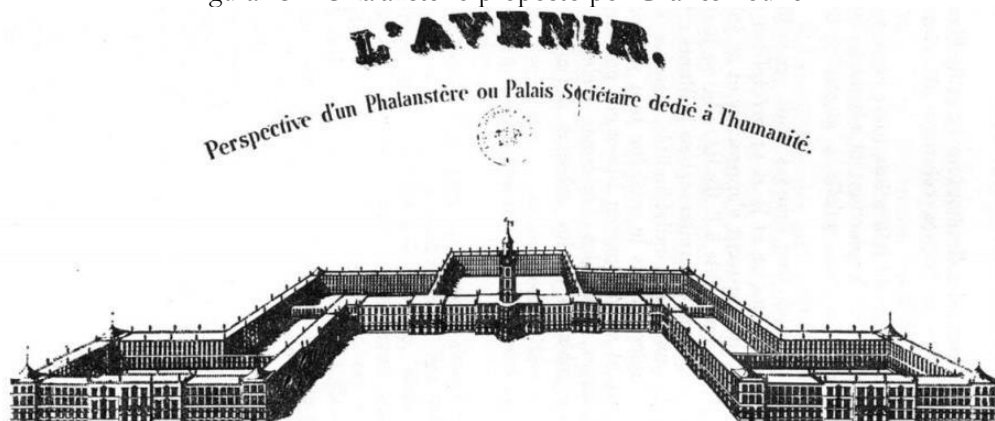
Propostas dessa fase que merecem menção são as de Robert Owen e de Charles Fourier, em 1817 e 1832, respectivamente. Harmony e os Falanstérios foram projetadas para grupos de 1200 e 1600 habitantes, sendo que as atividades produtivas – industriais e agrícolas – estariam próximas às residências (BENEVOLO, 1991). Essas cidades propunham a autossuficiência mediante concepções diferentes de desenho urbano, conforme pode ser visto na Figura 12 e na Figura 13.

Figura 12 – Desenho de Robert Owen: aldeia de harmonia e cooperação



Fonte: Benevolo (1991, p. 172).

Figura 13 – O falanstério proposto por Charles Fourier.



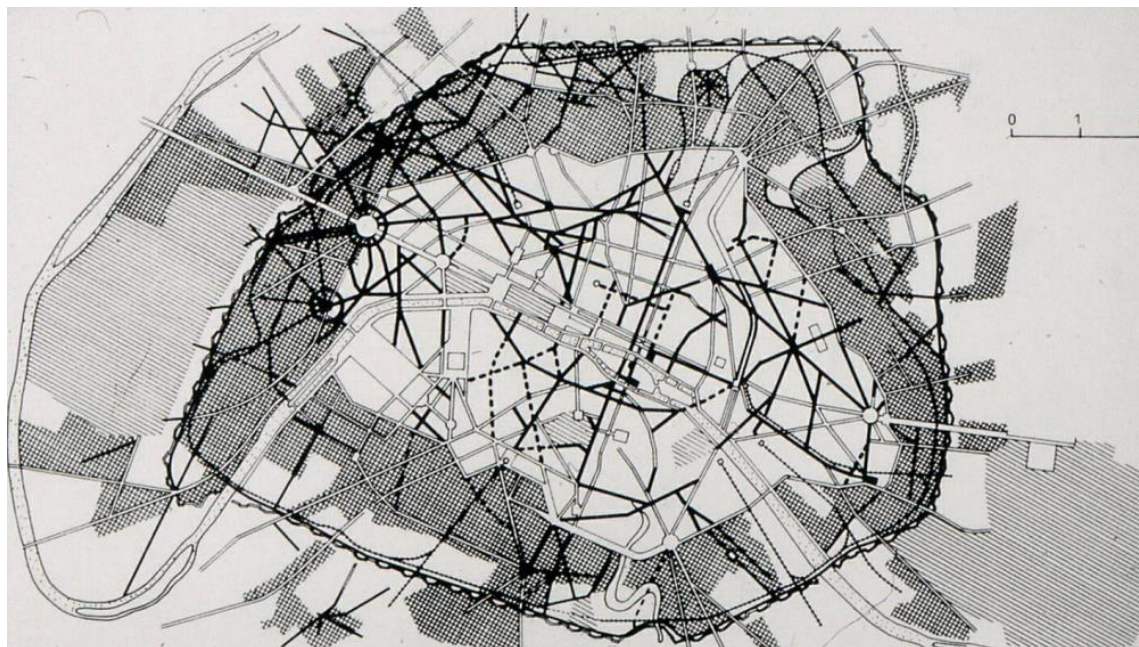
Fonte: Benevolo (1991, p. 172).

Do início para a metade do século XIX, as ferrovias e as leis sanitárias modificaram os centros urbanos industrializados. Enquanto as ferrovias conectavam os centros industriais às áreas residenciais e às cidades vizinhas, as leis sanitárias obrigavam o encaminhamento correto do esgoto industrial e residencial, exigiam água potável à população e criavam meios de contenção a epidemias. Na Inglaterra, o *Public Health Act*, de 1848, marca um método de controle de construções de forma a garantir a salubridade da cidade, como a altura dos edifícios e o espaçamento entre eles (BENEVOLO, 1991).

Já na França busca-se liberdade e ordem após a revolução de 1848. Georges-Eugène Haussmann propôs a remodelação de Paris após a grande concentração de indústrias e o processo de transformação de consumo da sociedade no final do século XIX (CHOAY, 1998 [1965]; FRAMPTON, 1997). O foco do plano foi voltado ao sistema de circulação, com a

abertura de grandes avenidas, a criação de estações de trem e as vias periféricas, que conectavam a região central – que passou a ser comercial – à área residencial nas periferias e, por fim, à área industrial, ainda mais afastada do centro.

Figura 14 – Esquema de Haussmann para Paris



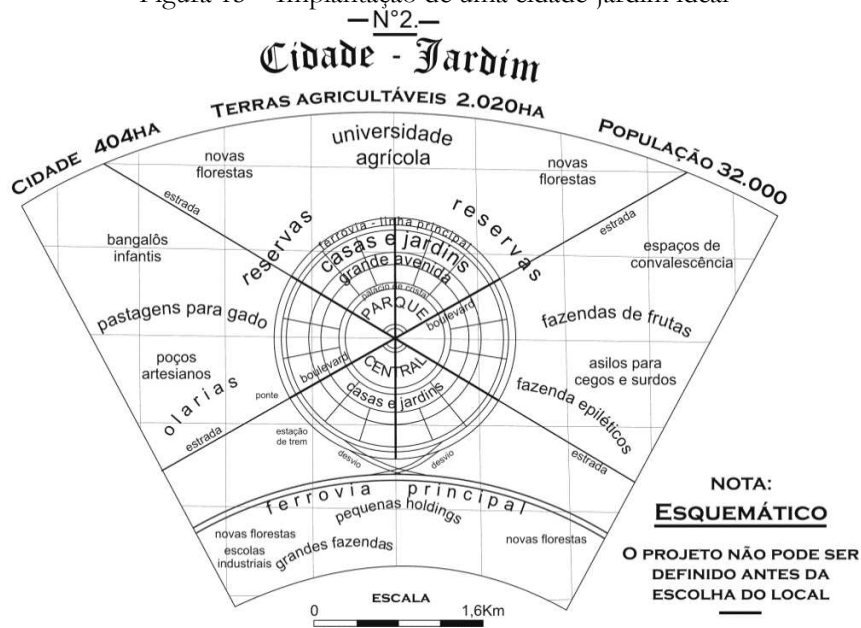
Fonte: Benevolo (1991, p. 97).

A Figura 14 mostra as intervenções feitas pelo plano de Haussmann em Paris, entre 1853 e 1870: as linhas mais grossas indicam as ruas novas; as ruas em branco são as existentes antes da reforma; o quadriculado, os bairros novos; as linhas paralelas, as áreas verdes. Os bairros novos dão continuidade aos *arrondissements*, periferia para onde a população de baixa renda foi realocada devido à abertura das vias na região central, sua antiga morada. Os monumentos foram preservados de forma isolada, como pontos para a nova estrutura viária. Também houve a troca das tubulações de drenagem e esgoto (BENEVOLO, 1991). Enquanto isso, Ebenezer Howard retoma os princípios da comunidade autossuficiente de Robert Owen, associada à habitação unifamiliar, e cria o movimento das cidades-jardim. O pensamento da união dos benefícios do campo e da cidade no território urbano fez surgir a possibilidade de um agrupamento humano equilibrado (OTTONI, 1996; HALL, 1995). De acordo com Howard (1996), esse equilíbrio poderia ser desenhado através de diretrizes de projeto urbano, como a arborização das vias, o cinturão verde, os pomares residenciais e o controle sanitário. Essas diretrizes foram usadas no desenho e na construção da primeira cidade-jardim, idealizada por Howard: Letchworth, na Inglaterra, em 1903 (Figura 16).

Uma cidade-jardim ideal deve possuir um anel externo com armazéns, mercados, carvoarias, serrarias e todas as pequenas indústrias necessárias próximas à estrada de ferro, que deveria circundar a cidade, além de habitações abastecidas por todos os equipamentos e serviços necessários (HOWARD, 1996) e um cinturão verde (HALL, 1995). Enquanto essas são diretrizes revisitadas em projetos de cidades sustentáveis dos dias atuais, a setorização de serviços proposta por Howard é polêmica quando implementada em cidades com premissas sustentáveis.

As cidades-jardim de Ebenezer Howard (1996 [1918]) tinham diretrizes de desenho urbano que objetivavam principalmente a integração campo-cidade no sentido funcional. A ideia de restringir o crescimento da cidade com limitantes – cinturão verde e ferrovias – tinha um viés de equilíbrio, uma vez que mantinha uma demanda contínua para produção de alimentos, controlando a migração do campo e a qualidade de vida dos moradores do campo e da cidade (Figura 15). Além da função, o desenho urbano proposto por Howard também buscava equilibrar os problemas sociais com o crescimento econômico através da paisagem urbana.

Figura 15 – Implantação de uma cidade-jardim ideal

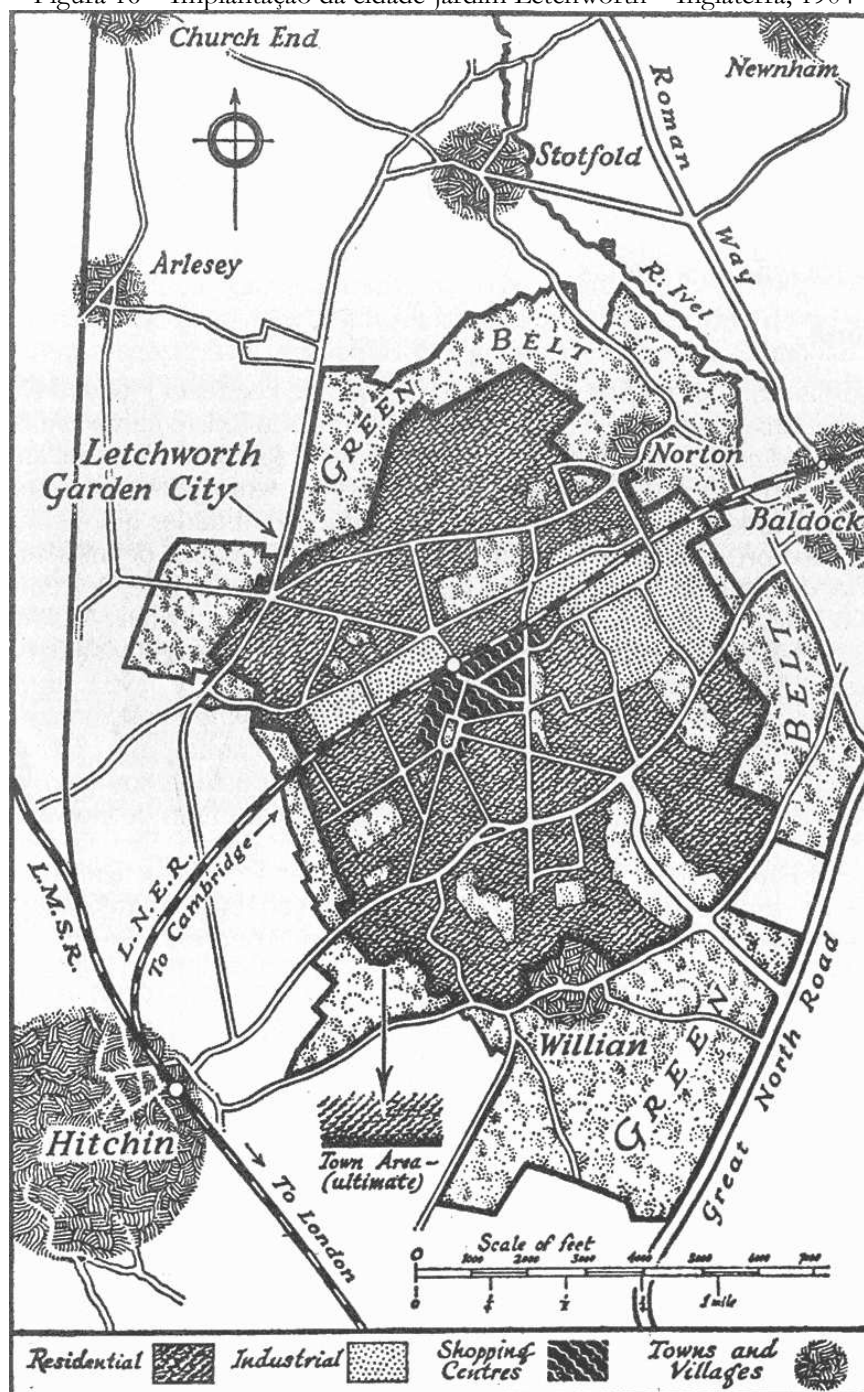


Fonte: Howard (1996).

Durante as primeiras fases da revolução industrial, existia a ideia de que a zona industrial na periferia das cidades era questão de saúde pública, isso por conta dos poluentes industriais lançados no meio ambiente. A quarta revolução industrial, toda a tecnologia envolvida nessa fase e o conjunto de leis aplicáveis às indústrias poluentes, além das metas ambientais, fizeram

com que o uso misto do solo alcançasse diretrizes de sustentabilidade e de simbiose industrial e urbana (DALBELO, 2012).

Figura 16 – Implantação da cidade-jardim Letchworth – Inglaterra, 1904



Fonte: <http://urbanidades.arq.br/bancodeimagens>.

Além de Howard e os urbanistas que o precederam ou que o seguiram, como Raymond Unwin e Barry Parker, o movimento *City Beautiful* também apresentava propostas que visavam boas práticas de urbanismo e que precediam a sustentabilidade urbana (SANDERS, 2010), como os projetos de parques urbanos de Olmsted. A Escola de Chicago, com a questão da

ecologia humana e o olhar da cidade como um organismo vivo, também possui ideais voltados à sustentabilidade urbana, como a adaptação do meio urbano às áreas verdes (PARK et al., 1925).

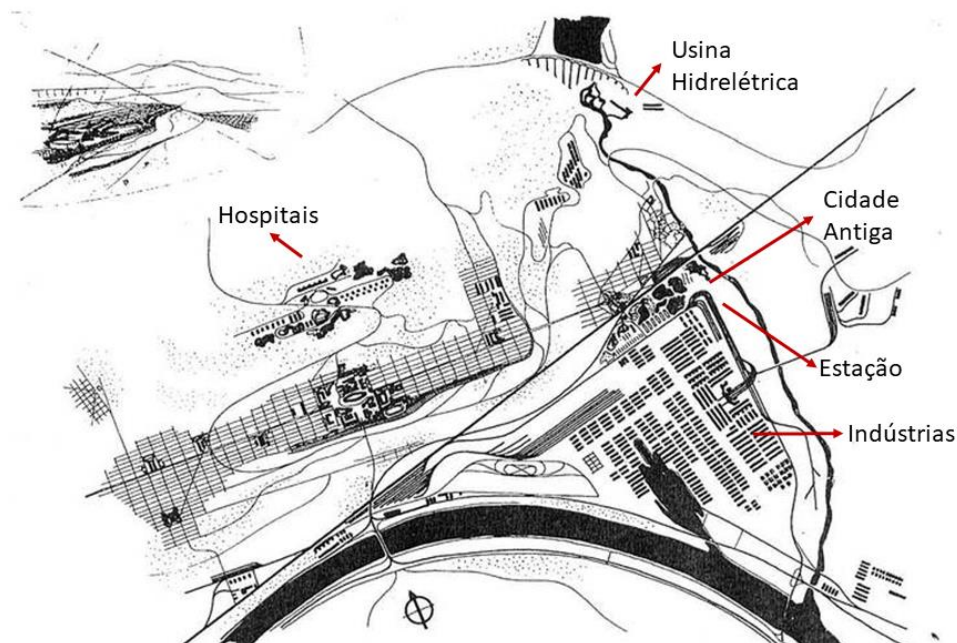
Patrick Geddes (1915) expõe teorias sobre as cidades e seus problemas e conclui que a melhor forma de os analisar é através da multidisciplinaridade. Ao observar os sistemas econômicos locais em relação às potencialidades e limitações do meio ambiente, afirma que a análise de uma cidade também deve englobar seu ambiente natural, estendendo, assim, aos limites do território e lançando a base para o planejamento urbano.

O pensamento geral dos urbanistas no século XX é voltado à preocupação com o desenfreado crescimento das cidades industriais. Benévolo (1998) traz a questão da mudança do uso do solo e da paisagem urbana a partir da industrialização, com elementos e construções que ganhavam representatividade nas cidades, como chaminés, residências coletivas de operários, subúrbios e estradas férreas. Choay (1998 [1965]) também analisa a industrialização, citando a precariedade das condições urbanas, o crescimento das periferias e a ocupação de áreas precárias e desocupadas no centro das cidades, enquanto a burguesia ocupava bairros afastados e elitizados.

Choay (1998 [1965]) estabelece tipologias de urbanização para a época da produção. Entre elas, a cidade industrial de Tony Garnier é considerada o primeiro expoente da versão progressista do urbanismo moderno: uma remodelação das estruturas urbanas existentes que não correspondiam às necessidades da produção industrial e do progresso (BENEVOLO, 1998 [1960]; MUMFORD, 1998 [1961]; CHOAY, 1998 [1965]).

A Cidade Industrial de Garnier foi exposta pela primeira vez em 1907, na Academia de Belas Artes de Paris, mas foi publicada apenas em 1917. Precursora do funcionalismo urbano, trabalho, lazer, habitação e saúde eram funções separadas em zonas. As áreas não ocupadas eram praças públicas, e havia a preocupação com a insolação e com a circulação de ar, de pessoas e de mercadorias. Características recorrentes nas cidades modernistas do século XX, incluindo Brasília (GARNIER, 1989 [1917]; ALMEIDA, 2017).

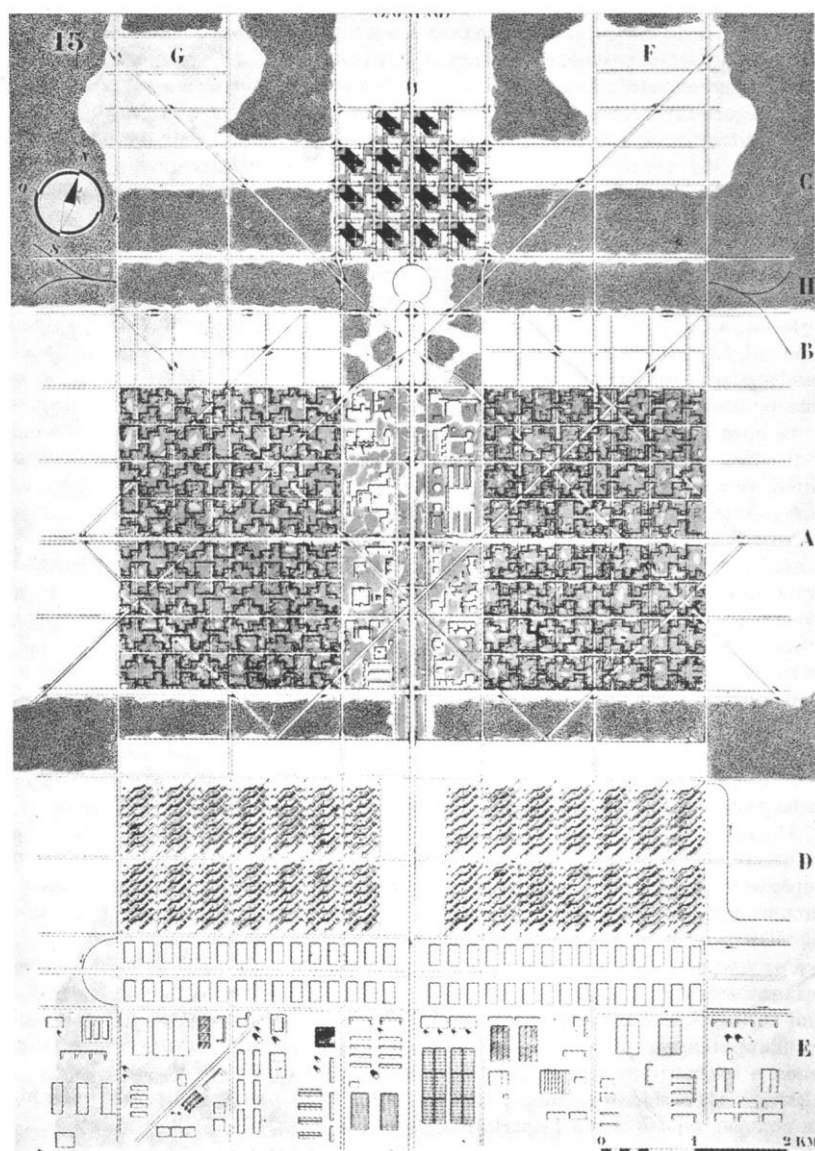
Figura 17 – Zoneamento da Cidade Industrial de Garnier



<http://www.penccil.com/museum.php?show=10959&p=490504414159#>

As cidades europeias do pós-I Guerra Mundial passavam por um momento de reconstrução. É a fase de os arquitetos e urbanistas modernos desconstruírem a concepção de uma casa até encontrar a escala de uma cidade. A Vila Radiante de Le Corbusier, apresentada no III Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), em Bruxelas, em 1930, mantém o zoneamento e apresenta uma cidade para as pessoas, com eixos de circulação bem marcados, circulação de pedestres privilegiada, espaçamento entre edifícios delimitado a fim de garantir ventilação e insolação e os locais de trabalho ao redor dessa área (BENEVOLO, 2001). O zoneamento estava claramente demarcado, como pode ser visto na Figura 18: A=habitações, B=hotéis e embaixadas, C=comércio, D=indústrias, E=indústrias pesadas e armazéns, F, G= centros satélites especiais (universidades e espaços do governo) e H=estação ferroviária e aeroporto.

Figura 18 – Planta da Vila Radiante



La planimetria della Ville Radieuse (Le Corbusier).

A, abitazioni; B, alberghi e ambasciate; C, città degli affari; D, industrie; E, industrie pesanti (fra le due i depositi generali e i docks); F, G, nuclei satelliti con caratteri speciali (per es., città degli studi, centro del governo, ecc.); H, stazione ferroviaria e aeroporto.

Fonte: archdaily.com.

A Carta de Atenas (LE CORBUSIER, 1933), elaborada no IV CIAM, também buscou melhorar a qualidade de vida nas cidades industriais. Nela, o sol, o verde e o espaço urbano eram considerados os elementos do urbanismo que definiam as funções-chave da organização

social nas cidades: trabalhar, habitar, circular e recrear. Essas funções foram a base para a concepção da cidade moderna e seu zoneamento.

O zoneamento do modernismo alcançou proporções mundiais no planejamento das cidades pós-II Guerra Mundial e das cidades altamente industrializadas que precisavam de novas soluções para o crescimento. Sir Patrick Abercrombie desenvolveu o plano urbano para o Condado de Londres em parceria John Henry Forshaw. Eles realizaram um levantamento da cidade na década de 1940 e propuseram soluções para o congestionamento do tráfego, a crise imobiliária, a inadequação e má distribuição de espaços abertos, a expansão e suburbanização das cidades circundantes e o conflito de uso do solo residencial e industrial (LUCCHESI, 2012).

Para os planejadores, era necessário que fossem estabelecidas zonas específicas para cada uma das funções urbanas. Talvez por isso o destaque dos planos urbanos desse período fossem as grandes vias de circulação, como as vias arteriais e os grandes anéis B e C de Londres da Figura 19, que conectavam as diversas zonas da cidade.

Figura 19 – Plano viário para o condado de Londres com as vias arteriais e os anéis B e C



Fonte: stuffaboutlondon.co.uk.

Entre os planos urbanos de Abercrombie, também está o de Bath, de 1945. Para essa cidade inglesa, o planejamento previa a existência de três tipos de indústrias: de serviços, leve e pesada. O autor afirma que elas nunca tiveram sua localização planejada, mas sempre foram

implantadas próximas ao rio ou às estradas. O plano ressaltou a importância de reagrupá-las ou realocá-las e de expandir suas áreas ou diminuí-las, de acordo com as vantagens para a própria indústria e para a comunidade (ABERCROMBIE, 1945). O plano mostra o isolamento e o afastamento das indústrias em relação ao comércio local e às residências, conforme se observa na parte esquerda inferior da Figura 20.

O zoneamento, que afastava as indústrias das áreas de comércio e habitação, indicava a preocupação em mitigar a poluição industrial. Era como se, sem vê-la, a população não a sentisse ou a seus efeitos. Por isso, as áreas verdes de lazer eram diretrizes para o uso de espaços urbanos públicos.

Figura 20 – Plano Urbano para Bath: reconfiguração de usos



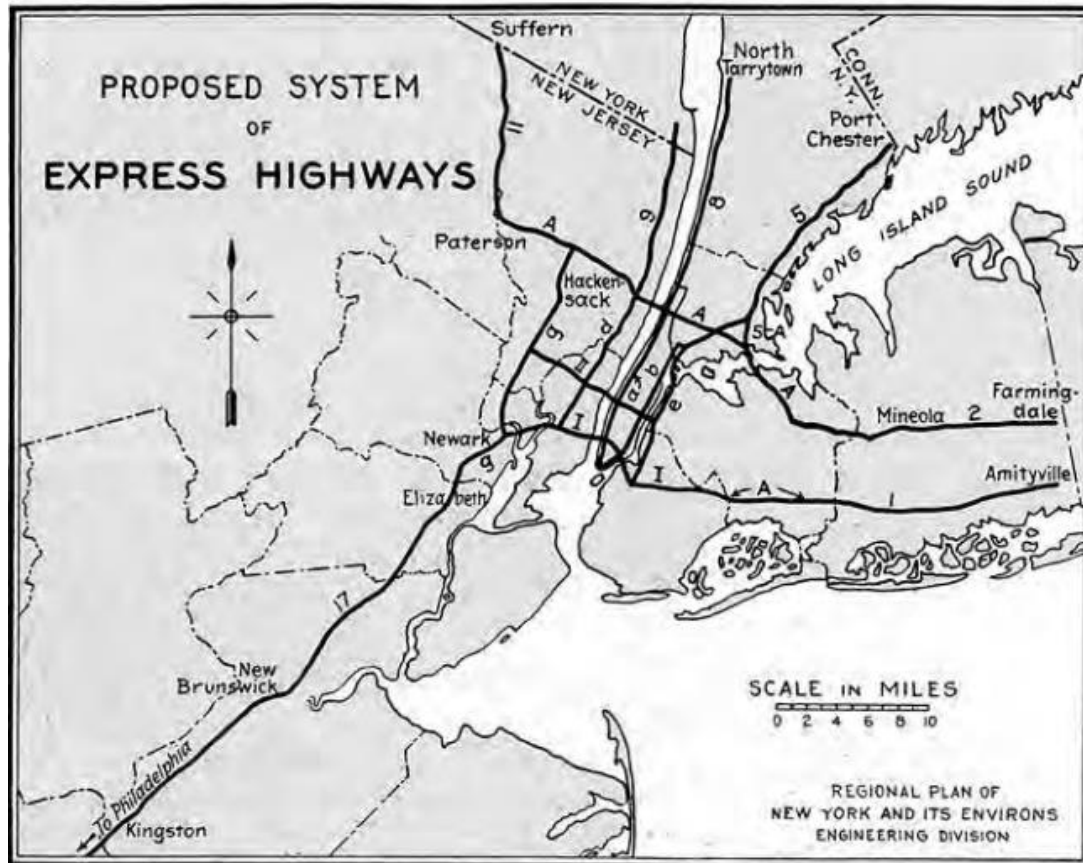
Fonte: Abercrombie (1945, p. 57).

A *Regional Planning Association of America* (RPAA), de 1923, que teve Lewis Mumford, Clarice Stein e Benton MacKaye como alguns dos fundadores, tinha os ideais de Howard e Geddes como diretrizes de planejamento urbano e via, nas áreas verdes, potenciais usos para

conservação e recreação (SANDERS, 2010; MACEDO, 2007). O objetivo da RPAA era criar uma série de comunidades iguais e não hierárquicas que integrassem a cidade-jardim de Howard, a unidade de vizinhança de Perry, a exclusão de indústrias e uma solução segregada para o trânsito. Esses pensamentos foram aplicados ao projeto da nova cidade de Radburn, em Nova Jersey, uma cidade dormitório, com zonas recreativas e cívicas e vias de circulação hierarquizadas, fundada em 1929 (PARSONS, 1994).

A RPAA não teve outros exemplos de planejamento urbano, porque o crescimento industrial e econômico levou às áreas metropolitanas conectadas por grandes autoestradas. Nessa tendência, o planejador urbano inglês Thomas Adams foi contratado para elaborar o *Regional Plan of New York and Its Environs*, também de 1929, em que defendia a ideia de crescimento metropolitano, sem preocupação com possíveis interferências nos empreendimentos e com o impacto ambiental da concretização desse plano (MACEDO, 2007). A principal preocupação foi a conexão entre as cidades da região de Nova York, conforme indica a Figura 21.

Figura 21 – Sistema proposto para as estradas expressas de Nova York



Fonte: Delano et al. (1929).

Além das autoestradas e das ferrovias, parques e centros residenciais, comerciais e industriais foram planejados com o objetivo de desenvolver a economia e a sociedade local, através do acesso facilitado aos locais mais afastados do núcleo superlotado central. O plano também identificou áreas naturais específicas que poderiam ser adquiridas para uso público e persuadiu agências públicas a comprá-las, de forma a aumentar o parque da região.

O planejamento urbano modernista, com o zoneamento de usos do território, inicialmente representou uma boa solução para as cidades industrializadas e populosas. Porém, ao enfatizar o potencial do desenho urbano como definidor da forma da cidade de modo a reduzi-la em separadora de funções urbanas, fez indicar que essa solução urbana não era a mais eficiente possível (IRAZÁBAL, 2001). As cidades zoneadas foram, aos poucos, perdendo sua identidade e aumentando as áreas suburbanas e o uso de automóveis, o que representava mais poluição para as cidades industriais.

Novas soluções urbanas começaram a ser propostas. No caso das cidades norte-americanas, surge um movimento a fim de conter o avanço dos subúrbios, dotá-los de serviços básicos à população, diminuir o uso de automóveis e levar identidade para as grandes cidades (IRAZÁBAL, 2001): o Novo Urbanismo. Esse movimento, assim como a Carta de Atenas, foi iniciado em um Congresso, o Congresso para o Novo Urbanismo (CNU), e também apresentou como produto uma carta, a Carta do Novo Urbanismo²¹, assinada por mais de 200 membros do IV CNU, de 1996. Os membros organizadores dos congressos, seis arquitetos – Peter Calthorpe, Andres Duany, Elizabeth Moule, Elizabeth Plater-Zyberk, Stefanos Polyzoides e Daniel Salomon –, possuíam seus próprios escritórios em diferentes cidades norte-americanas, todos voltados para projetos de grandes empreendimentos urbanos (MACEDO, 2007; CNU, 1999). O movimento do novo urbanismo configura-se como uma resposta ao espraiamento das cidades industriais e o crescente aumento de subúrbios norte-americanos devido às novas indústrias que se instalavam em regiões periféricas das cidades.

Fruto das greves francesas de maio de 1968, surge o movimento da Reconstrução da Cidade Europeia, também conhecido como Resistência Anti-industrial, liderado pelo arquiteto León Krier (SOUZA, 2006). Em 1978, o movimento elabora a Declaração de Bruxelas (SOUZA, 2006; FRAMPTON, 1997), que afirmava a necessidade de banir as autoestradas, as zonas monofuncionais e as áreas verdes residuais, propondo uma cidade em que as zonas

²¹ A primeira publicação ocorreu em 1996, mas em 1999 houve uma revisão e a publicação tornou-se um livro. Disponível em: <<http://www.cnu.org/charter>>. Acesso em: 10 março. 2018.

industriais, comerciais e de pedestres possuísem quarteirões que incluíssem todas as atividades da vida urbana (FRAMPTON, 1997).

A Resistência Anti-industrial europeia igualmente possui uma carta manifesto, na qual indica que a ânsia pelo progresso industrial e a lucratividade destruíram culturas, cidades e meio ambiente. A carta também afirma que o desenvolvimento industrial é feito através da fragmentação de complexos integrados e multifuncionais rurais e urbanos e em zonas suburbanas monofuncionais, sendo que o zoneamento monofuncional é o instrumento técnico da fragmentação (KRIER, 1980; SOUZA, 2006).

Em um dos postulados da carta da Resistência Anti-industrial, há a afirmação de que o zoneamento industrial só pode ser combatido pela pressão democrática, com a reconstrução das comunidades urbanas, em que residência, trabalho e lazer estão todos a uma curta distância. Para Krier, a racionalidade industrial é amoral, antissocial e antiecológica e leva a um colapso social, e a cidade deve-se articular em espaços públicos e domésticos, monumentos e tecido urbano, arquitetura e construção, praças e ruas. Krier também cita a necessidade de diminuir os perímetros urbanos e criar uma delimitação entre o rural e o urbano (KRIER, 1980).

Todos esses ideais iam ao encontro do que Andres Duany e Elizabeth Plater-Zyberk, do movimento do Novo Urbanismo, prediziam. Contrataram Léon Krier para uma consultoria urbanística, que resultou no projeto da primeira cidade do Novo Urbanismo – Seaside, 1978 – e, posteriormente, do primeiro bairro neourbanista europeu – Poundbury, 1988 (SOUZA, 2006). E assim integraram-se as ideias do Novo urbanismo norte-americano com a Resistência Anti-industrial Europeia. O problema foi que, na tentativa de misturar usos e funções urbanas, as indústrias não tiveram sua posição contemplada e mantiveram-se afastadas das áreas centrais, tornando sua imagem negativa ainda mais globalizada, como se a qualidade de vida da população estivesse desvinculada das atividades de produção industrial.

Na Carta do Novo Urbanismo, enfatiza-se a necessidade da diversidade social, da mescla de atividades e dos tipos de circulação, da acessibilidade do pedestre, da participação democrática e do respeito à cultura local (IRAZÁBAL, 2001; CNU, 1999). Nela, são expostos 27 princípios divididos em escala de atuação: metrópole, cidade grande e média e cidade pequena; bairro, setores e corredor; quadras, ruas e edifícios (CNU, 1999).

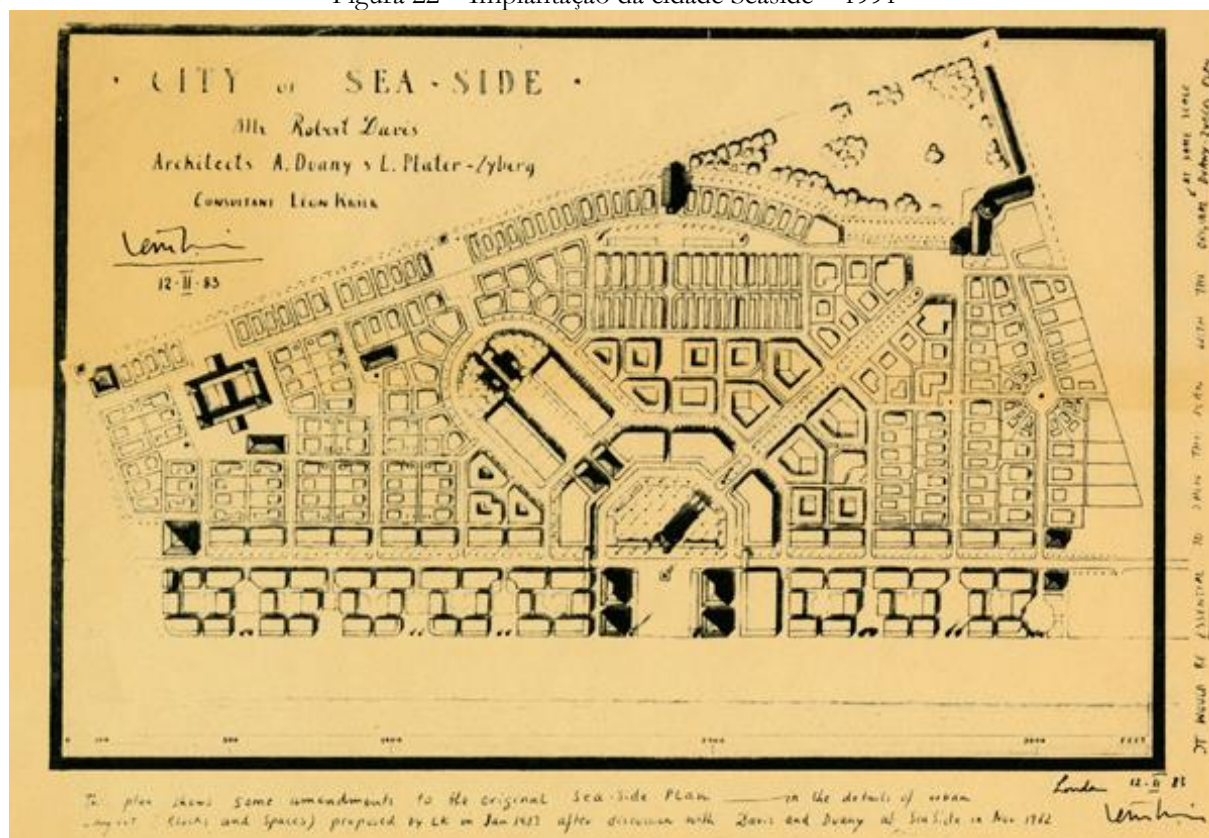
Em termos práticos, algumas cidades pequenas foram construídas baseadas nos princípios da Carta do Novo Urbanismo, como a pioneira Seaside, na Flórida, 1991 (ver Figura 22) e as cidades Suisun e The Crossings, na Califórnia, projetadas na década de 1990. Nessas

ciudades, é possível perceber a influência de Christopher Alexander e sua linguagem de padrões (1977), principalmente no Padrão 12: Comunidade dos 7000. Esse padrão idealiza o planejamento urbano na escala do bairro, de forma que todos os cidadãos possam ser ouvidos, tornando o local mais habitável e agradável, de acordo com a perspectiva de Alexander.

O ideal do *walkability*, presente na Carta do Novo Urbanismo e em quase todas as diretrizes de cidades sustentáveis dos dias atuais, também é uma revisão do que já propunham urbanistas, como o próprio Alexander (1977) ou Ernst May, que trouxeram princípios das cidades-jardins para o projeto da New Frankfurt (1925), além de ideias de compacidade de edificações e de cidades, de multifuncionalidade em bairros e de igualdade de conforto, como acesso à luz solar, à ventilação e, em uma escala urbana, a todos os equipamentos e serviços (HENDERSON, 1990).

Cuthbert (2011) expõe que a comunidade desenhada com diretrizes do Novo Urbanismo depende do estilo de vida de uma cidade pequena norte-americana idealizada da década de 1950. Seria um simulacro de uma cidade perfeita que nunca existiu, mas que se tenta reproduzir no presente como uma estratégia de marketing (CUTHBERT, 2011).

Figura 22 – Implantação da cidade Seaside – 1991



Fonte: <https://seaside.library.nd.edu/essays/the-plan>.

Nos primeiros cem anos da cidade industrial, o planejamento urbano se construiu sob as premissas desenvolvidas pelas diversas escolas de urbanismo, tanto na Europa como nos Estados Unidos. Várias dessas premissas são basilares para a sustentabilidade urbana. Sanders (2010) aponta mais de 1200 títulos publicados na grande área de sustentabilidade urbana, explorando questões de ecologia urbana, agricultura urbana, design e desenvolvimento sustentável urbano e ecologia da paisagem. Entre eles, alguns se destacam pela importância acadêmica ou prática, como o livro *Growing Greener Cities: Urban Sustainability in the Twenty-First Century*, de Birch e Wachter (2008), um estudo das cidades que usam tecnologias verdes apoiado e desenvolvido por órgãos estaduais e federais, organizações cívicas locais, fundações, grupos de moradores e iniciativas individuais, que traz soluções em infraestrutura urbana e mobilidade, agricultura urbana e construções para eficiência econômica e energética e qualidade de vida, e o livro *Emerald Cities: sustentabilidade urbana e desenvolvimento econômico*, de Joan Fitzgerald (2010), que analisa os esforços da união entre a política de sustentabilidade e o desenvolvimento econômico urbano e traz exemplos de iniciativas que visam à sustentabilidade ambiental, social e econômica em cidades existentes, alertando para a necessidade de integração dessas esferas no planejamento e no desenho urbano sustentável.

A sequência de livros do Centro de Estudos da *London School of Economics and Political Science* (LSE Cities) - *The Endless City* (BURDETT; SUDJIC, 2007) e *Living in the Endless City* (BURDETT; SUDJIC, 2011) – cumpre o objetivo de expor e analisar a maneira como pessoas e cidades interagem frente à rápida urbanização, focando em como o desenho das cidades impacta a sociedade, a cultura e o meio ambiente.

Outra publicação que requer atenção nessa temática é o livro de Jeffrey Sanders, *Seattle and the Roots of Urban Sustainability – Inventing Ecotopia* (2010), que relata a história de como o ativismo ambiental tomou forma em Seattle, cidade pioneira em sustentabilidade urbana. O teor histórico deste item da pesquisa implica em maior explanação acerca do marco referencial de Seattle para a sustentabilidade urbana da atualidade.

Na década de 1960, o ativismo ambiental atingiu o pensamento da população da cidade, resultando em uma série de iniciativas ambientais que trouxeram a questão da qualidade de vida e do meio ambiente para a realização de concursos públicos para áreas urbanas da cidade, levando em conta a função e a forma física. Nesse contexto, ativistas e planejadores do urbano entraram em confronto com a proposta de demolição da Pike Place Market, uma área comercial conhecida como o coração da cidade. Em vez de demolir a área, engajados em movimentos

sociais urbanos tentaram controlar, reconstruir e defender suas visões ideais de meio ambiente urbano através de remodelação da área (ver Figura 23), em resposta à reestruturação econômica do pós-guerra (SANDERS, 2010).

De acordo com Sanders (2010, p. 10),

O consumo e os consumidores pautaram-se no centro desse debate como os cidadãos de Seattle discutindo o significado e a função da cidade. Outras cidades confrontaram-se com mudanças similares na época, mas os primeiros esforços de Seattle para definir uma cidade habitável e democrática exibiram claramente um nascente movimento ambiental urbano e as raízes da sustentabilidade.²²

Figura 23 – Pike Plaza Redevelopment Project: modelo arquitetônico para Seattle



Fonte: Sanders (2010).

Seattle foi a primeira cidade a participar dos esforços de organização-cidadã para o Programa Model Cities²³ de 1968, um programa tardio do pós-guerra que determinou a

²² Tradução livre de: “Consumption and consumers sat at the center of these debates as seattleites argued about the meaning and function of the city. Others cities struggled with similar changes at the time, but Seattle’s earliest efforts to define a livable and democratic city clearly displayed a nascent urban environmental movement and the roots of sustainability” (SANDERS, 2010, p. 10).

²³ O programa Model Cities foi uma iniciativa do governo federal norte-americano durante o programa War on Povert, que tinha como alvo a população na linha da pobreza em cidades selecionadas, sendo o Distrito Central de Seattle o primeiro bairro da nação selecionado. Em vez de revitalização das comunidades com nova habitação, as estratégias subjacentes ao

participação de todos os cidadãos no processo de planejamento urbano. Essa participação ajudou a impulsionar uma série de atividades ambientais descentralizadas e localmente definidas na área central (SANDERS, 2010).

Em 1991, iniciou-se a elaboração do chamado Commons Plan, um plano que trazia a ideia de remodelação urbana a fim de conectar o centro de Seattle com a região do Lake Union. Para isso, a proposta inicial era criar novos espaços públicos, áreas verdes, jardins e, principalmente, calçadas e ciclovias, como um grande parque urbano que reproduzia as diretrizes do Novo Urbanismo. A primeira proposta foi a do arquiteto Fred Bassetti, em parceria com o colunista John Hinterberger, e previa o deslocamento de 130 pequenas empresas e a relocação em futuros mais de 12.000 novos postos de trabalho (REGIER, 1995; SANDERS, 2010).

Parte dos investimentos com o projeto Commons Plan seria doada por particulares individuais ou corporativos, porém, o restante do montante deveria ser cobrado dos cidadãos de Seattle, acrescido nos impostos municipais (REGIER, 1995). É possível dizer que o ativismo dos anos 1960 e 1970 fez com que o espírito, a forma e o processo de planejamento urbano se concretizassem como uma mudança permanente na década de 1990. Dessa forma, os eleitores de Seattle rejeitaram o plano elaborado pela e para a elite ou o capital privado para limitar a expansão da cidade e criar ambientes habitáveis, ainda que esse plano refletisse o planejamento urbano da década de 1970 e a perspectiva da sustentabilidade. Em vez do plano ambicioso de espaço público, os cidadãos escolherem o incremental, em pequena escala e com uma visão orgânica do lugar (SANDERS, 2010).

Mas a região em estudo – South Lake Union até o centro – estava em processo de degradação urbana e ainda precisava de um projeto de revitalização. O bairro do South Lake Union estava em meio a um processo evolutivo, com gradual troca de comércios locais defasados por grandes centros comerciais e tecnológicos, além das habitações, que estavam sem devida manutenção. Por isso, em maio de 1996, simpatizantes do Seattle Commons Plan conseguiram publicar uma segunda versão do plano, ainda mais custoso e privatizado (HINSHAW, 1996).

Paralelamente ao plano, a evolução ocorria em termos de legislação. Ainda na década de 1990, devido à necessidade de coordenação de planejamento em níveis regional e local, o Estado

programa abordaram problemas sociais e econômicos no interior dessas comunidades e permitiram a participação do cidadão comum na melhoria de suas comunidades.

de Washington instituiu a obrigatoriedade de delimitação do perímetro urbano, a estruturação dos *Comprehensive Planning* – que são como os planos diretores brasileiros – e a participação da população na execução dessas medidas. Assim, surge o *Toward a Sustainable Seattle*, 1994-2014, um plano diretor que direciona a cidade para a sustentabilidade urbana e para a defesa da participação pública com o *Neighborhood Planning*, bairros projetados sob a estratégia de *urban village*, uma área com maior densidade e maior diversidade de ocupação, conceito do novo urbanismo (ROSANELI, 2008; SANDERS, 2010).

Figura 24 – “The Seattle Commons Draft Plan” – Maps Collection, 1993



Fonte: Sanders (2010).

Ainda no que se refere à legislação, a relação entre a escala local e a regional, em Seattle, é estabelecida através do Conselho Regional do Estuário de Puget, de 1956, que congrega a região metropolitana, trata de questões econômicas, ambientais e de transportes e é o

responsável pelo Vision Plan 2020. O Plano Diretor de Seattle apresenta a delimitação do perímetro urbano e os usos permitidos, definindo a área preferencial de crescimento e adensamento populacional (ROSANELI, 2008).

O Plano de Seattle representou uma das primeiras iniciativas que contou com ativismo e organização da comunidade local e participação do poder público direcionado a soluções para melhoria da qualidade urbana voltada para a sustentabilidade. Desde os projetos urbanos do início do século XIX, passando pelas experimentações e direcionamentos econômicos que moldavam as cidades – indústrias nas regiões centrais, indústrias afastadas dos centros e indústrias isoladas –, o zoneamento perdeu o pressuposto de ordenamento e qualidade urbana.

Quando se aproxima da década de 1990, e já é possível falar em sustentabilidade nas cidades, é possível notar que a qualidade do urbano passa a privilegiar a harmonia entre os fluxos, com matéria, energia e informação dando forma ao território, como é mostrado no capítulo 3 desta pesquisa. A dimensão sustentabilidade passa, então, a ser um vetor fundamental para o desenho urbano e, nesse sentido, o metabolismo urbano entra como pressuposto conceitual para a aplicação da sustentabilidade nas cidades.

2.4. Ecossistema urbano

A ideia da sustentabilidade urbana como um cenário desejado globalmente traz uma prerrogativa necessária para o desenvolvimento da cidade: reconhecê-la como um ecossistema urbano. Não apenas suas áreas verdes e fauna, mas também todos os seus sistemas e redes: águas urbanas, vias de circulação, infraestruturas, edifícios e os seus cidadãos; tudo o que a faz uma unidade funcional. O ecossistema urbano é compreendido a partir de fluxos de energia, matéria e informação, de modo a permitir a melhoria dos serviços ecossistêmicos ofertados pela cidade. Mais uma vez, parte-se para uma gama de referências bibliográficas em diferentes áreas do conhecimento. Douglas et al. (2011) expõem que o urbano como um ecossistema está diretamente associado a suas funções metabólicas, pois “[...] podem ver vistas em termos de fluxos de energia, água e elementos químicos, ou alternativamente, com um habitat para organismos, incluindo os seres humanos” (DOUGLAS et al., 2011).

Na ecologia, o ecossistema é unidade funcional básica, pois é nele que os organismos vivos e o ambiente abiótico criam relações que influenciam suas propriedades e que mantêm a vida na Terra. Essa unidade é vista como nível organizacional para a implementação de soluções

holísticas, tanto no bioma como na biosfera (ODUM, 1985). Tansley (1935) publicou sua ideia sobre o sistema que engloba o complexo de organismos com o complexo de fatores físicos e começou a desenvolver o campo definitivo e quantitativo da ecologia dos ecossistemas, juntamente com os subsequentes: Bertalanffy (1968), Margalef (1974) e Odum (1985). Esse último define ecossistema da seguinte forma:

Qualquer unidade (biossistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas (ODUM, 1985, p. 9).

Como sistemas abertos, os ecossistemas possuem dois tipos de fluxos: fechado de matéria-prima, como a água, e unidirecional, que, a cada transformação de energia potencial em cinética, parte é transformada em calor e se perde (ODUM, 1985). Existem quatro classes básicas de ecossistema, classificadas segundo a fonte e o nível de energia: naturais que dependem da energia solar, sem outros subsídios; naturais que dependem da energia solar, com subsídios de outras fontes naturais de energia; naturais-artificiais que dependem da energia solar, com subsídios antropogênicos e sistemas urbano-industriais que são movidos a combustível. As cidades são exemplos do último tipo de classificação, que depende dos tipos anteriores para a manutenção da vida (ODUM, 1985). Nesse sentido, a teoria de sistemas entra como uma solução para tratar fenômenos dinâmicos e complexos, como é o ecossistema urbano.

Para Bradshaw (2003), os fluxos de materiais das cidades devem ser analisados, bem como seus efeitos, pontos de transferência e acumulação, para que a compreensão do seu funcionamento seja mais eficiente. Pode-se dizer que os fluxos ecossistêmicos – circulação, transformação e armazenamento –, através dos componentes, dependem das vias estruturais do ecossistema, da função dessas vias e da quantificação dos processos para a compreensão do ecossistema urbano. De acordo com Bradshaw et al. (1992), são os parâmetros de fluxos e armazenamento que fazem com que o conceito de ecossistema possa ser aplicado às cidades, uma vez que as cidades são feitas da vida e da interação de organismos, com dependência de abastecimento satisfatório de materiais e eliminação de resíduos.

No sentido mais estrutural e análogo, na década de 30 do século XIX, William Cobbett descreveu Londres como um cefalópode que espalhou seus tentáculos pelo território, formando novos núcleos ou distritos (DOUGLAS, 1981). As pesquisas de Chadwick concluíram que esse crescimento adensado também era responsável pelas condições insalubres das cidades.

Novamente comparada a um organismo vivo, precisava ser higienizada. Os habitantes que migraram em busca de oportunidades de trabalho nas indústrias nem sempre tinham condições financeiras para garantir salubridade, e os governos locais não estavam preparados para atender às necessidades da população em rápido crescimento.

Nessa fase, o urbanismo apoia-se no ordenamento das infraestruturas e no sanitarismo da cidade industrial e reduz o meio ambiente a componentes técnicos de saneamento: sistemas de esgoto, de drenagem urbana, de coleta de lixo e de distribuição de água (BRESCIANI, 1992; RUTKOWSKI, 1999; SILVA, 2005). Falta de infraestrutura básica de saneamento, somada à alta densidade habitacional e à falta de incentivos em saúde pública, levou a uma série de doenças que afetavam o rendimento da produção industrial. A saúde da cidade deixa de ser uma questão médica e passa a ser dos engenheiros urbanistas e sanitaristas (RUTKOWSKI, 1999).

Como biólogo darwinista, Geddes (1915) foi o primeiro a aplicar conceitos da biologia e da teoria da evolução para as cidades através do estudo da transformação provocada pela dimensão histórico-social, denominado Civics - uma ciência que analisa a realidade do passado, do presente e que mira o futuro. Assim, ele define duas eras: Paleotécnica, marcada pela competição entre as indústrias da Primeira Revolução Industrial e pelo esgotamento dos recursos naturais, e Neotécnica, marcada pelo sanitarismo e pelo higienismo nas cidades. Para o autor, a cidade é orgânica e evolui em relação ao seu ambiente (GEDDES, 1915; BATTY; MARSHALL, 2016).

Em 1925, a publicação de Robert Park et al. acerca de uma abordagem social para a cidade foi centrada no que ele chamou de área natural. Aqui, a ecologia da cidade está no pressuposto de que as relações de competição também ocorrem no meio urbano, no sentido de que as forças competitivas naturais tendem a produzir um equilíbrio de adaptação social ao ambiente urbano, o que mais tarde transformou-se no mosaico social urbano (PARK et al., 1925): o organicismo da Escola de Chicago.

Lewis Mumford (1938) expandiu a noção do regionalismo ecológico de Geddes e seguiu as pesquisas de Garnier, analisando as cidades de forma empírica, com estudos teóricos de observação de processos *in loco*, que colocam a cidade como ponto crítico das relações sociais. Mumford (1938) considera a cidade um evento da natureza de crescimento amebóide, com limitações de tamanho e capacidade de dividir-se através de seus cromossomos sociais.

Marcotullio e Boyle (2003) apontam que a evolução dos estudos urbanos fez com que a metáfora da cidade como um ser vivo fosse transformada nos ecossistemas terrestres. A crise

do petróleo da década de 1970 fez com que a análise do fluxo de energia fosse incluída no foco da pesquisa do ecossistema urbano juntamente com o fluxo de materiais.

Erkman (2001) argumenta que os sistemas industriais passam a ser tratados como um subsistema da biosfera à medida que se buscam soluções para os impactos negativos da industrialização. O Relatório Brundtland (1987) tem um papel importante para que as cidades passem a ser percebidas como importadoras e armazenadoras intermediárias de grande quantidade de massa e de grande variedade de recursos (BACCINI, 1997; CHAMBERS et al., 2001).

Uma vez que se busca não apenas mitigar e minimizar os impactos como também estabelecer relações mais positivas entre os diversos subsistemas, a hipótese de Gaia, de James Lovelock (1972) - que supõe a Terra como um organismo autorregulador e auto-organizador, constituído por componentes físicos, químicos e biológicos - consolida-se. Os organismos adaptam-se em ambiente físico e geoquímico devido à ação conjunta do ecossistema que habitam. Assim, organismos individuais e ecossistema evoluem conjuntamente e formam um sistema complexo de controle de vida (LOVELOCK, 2001; THOMPSON, 2001).

As pesquisas nessa temática alcançaram diversas áreas, como a economia, engenharia, a arquitetura e o urbanismo, envolvendo a inclusão de todos os organismos contidos em um determinado ambiente e todos os processos funcionais que ocorrem na complexidade do funcionamento urbano no conceito da ecologia industrial (GRAEDEL; ALLENBY, 2010). A abordagem da cidade como um ecossistema também é vista como um método de melhorar a gestão urbana a partir da determinação da função dos seus componentes e dos fluxos entre eles. Dessa forma, cada ecossistema tem uma forma e uma unidade, diferenciando-se uns dos outros e entendendo cada uma das suas complexidades.

Assim, um sistema é análogo a um “conjunto” matemático, onde o que é comum a um conjunto é o que o unifica e o distingue dos demais. O que faz um sistema não é apenas um conjunto em termos de partes distintas, mas o conjunto de partes interconectadas. A estrutura do sistema é determinada pela estrutura de suas partes e suas relações (MARCOTULLIO; BOYLE, 2003, p. 13).

Para Marcotullio e Boyle (2003), a partir do momento em que o urbano passou a ser visto como sistema, o planejamento urbano passou a focar a articulação dos vários componentes de uma cidade e os fluxos e processos entre eles, de forma a envolver o controle sobre cada uma dessas etapas. A abordagem do urbano como um ecossistema fez com que pesquisadores,

planejadores e gestores buscassem entender as relações e os fenômenos que deram origem ao desenvolvimento das cidades.

Assim, iniciaram-se planos urbanos flexíveis, que consideram a atividade, o dinamismo e a mudança do território, entendendo como uma parte da cidade pode alterar as outras. Isso fez com que fossem necessárias análises sociais, econômicas, físicas e ambientais integradas (MARCOTULLIO; BOYLE, 2003).

Para Alberti (2008), as cidades são complexos sistemas ecológicos dominados e modificados por humanos. Devido à capacidade de mudança e adaptação dos sistemas ecológicos, a integração entre sistema natural e humano criou padrões e processos diferentes dos naturais, com alteração na heterogeneidade da paisagem e nos ciclos de energia, matéria e informação.

Apesar do desconhecimento acerca dos fatores que promoveram essa criação, seus mecanismos e dinâmicas de arranjo espacial, os padrões e processos do ecossistema urbano precisam ser considerados no planejamento de cidades para serem sustentáveis. O estudo dos ecossistemas urbanos requer o entendimento da estruturação e dos processos da paisagem urbana, como eles são mantidos e como envolvem as interações locais dos processos sociais, econômicos, ecológicos e físicos, ou seja, como ocorre sua auto-organização (ALBERTI, 2008).

Além de uma parte da cidade poder alterar as demais, quando se pensa a cidade como um ecossistema, é preciso pensar em sua capacidade de resiliência frente a possíveis mudanças ou catástrofes. Hopkins (2008) define a resiliência como a capacidade de um sistema absorver perturbações e se reorganizar, enquanto submetido a mudança. Maturana e Varela (1980) afirmam que a resiliência é a capacidade de manter a organização apesar de mudar a estrutura.

Segundo Thornbush et al. (2013), resiliência urbana é uma qualidade dos sistemas sociais, econômicos e naturais da cidade para resistir às intempéries. Como tal, resulta da inter-relação entre a rede de governança, as dinâmicas sociais, os fluxos metabólicos e o ambiente construído (RUTKOWSKI; DALBELO, 2017), conforme indica a Figura 25. A rede de governança é responsável por desenvolver aprendizagem, adaptação e reconhecimentos dos desafios urbanos; as dinâmicas sociais são relacionadas aos atos coletivos responsáveis, como usuários de serviços e consumidores de produtos; os fluxos metabólicos sustentam as funções urbanas, o bem-estar e a qualidade de vida; e, por fim, o ambiente construído, que tem nesse contexto a responsabilidade de gerenciar as construções como ecossistemas.

Figura 25 – Resiliência Urbana



Fonte: <https://www.resalliance.org/> - Adaptação pela autora de Rutkowski e Dalbello (2017).

Quando se fala no urbano como um ecossistema, também é necessário retomar a Avaliação Ecossistêmica do Milênio e trazer os serviços ecossistêmicos para esse contexto. Nesse sentido, a avaliação da saúde dos ecossistemas do planeta e a relação com o bem-estar humano indicam que independente do bioma em que esteja o ecossistema; a oferta de serviços é o que viabiliza sua própria existência.

Assim, retomando o Quadro 3, da abordagem metodológica desta tese, é possível fazer uma correlação que categoriza os serviços ecossistêmicos urbanos. De acordo com Gómez-Baggethun et al. (2013) e Gómez-Baggethun e Barton (2013), no meio urbano os serviços de provisão, que ofertam produtos que sustentam as relações dos ecossistemas, são representados pelo suprimento de alimentos, em fazendas periurbanas, telhados jardins, hortas, quintas e jardins comunitários e pelo suprimento de água, diretamente relacionado ao relevo, à cobertura vegetal e à hidrografia.

Para Gómez-Baggethun et al. (2013), Gómez-Baggethun e Barton (2013) e Bolund e Hunhammar (1999), os serviços de regulação - que ofertam benefícios materiais - no meio urbano estão relacionados à questão climática, representada pela regulação das temperaturas, como as áreas urbanas verdes e azuis, pela redução de ruídos urbanos, de tráfego e construções, pela purificação do ar e pela redução dos climas extremos, através do uso de vegetação, pela mitigação de escoamento superficial de águas pluviais, com o uso de superfícies permeáveis, jardins de contenção e de alagamento e telhados verdes, pelo tratamento de resíduos. De acordo com esses autores, a questão da polinização, da regulação de pestes e da dispersão de sementes também entra como serviço de regulação.

Os serviços ecossistêmicos urbanos culturais são os que trazem benefícios não materiais, como valores recreacionais e culturais, com parques urbanos seguros, confortáveis e acessíveis ou jardins comunitários. Benefícios estéticos e desenvolvimento cognitivo, bem como espaços de valor e coesão social também representam esses serviços, através de espaços verdes urbanos, paisagens naturais e corredores ecológicos (GÓMEZ-BAGGETHUN et al., 2013; GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999).

Já os serviços de suporte, que fundamentam todos os demais serviços, são representados no meio urbano, de acordo com Gómez-Baggethun et al. (2013), Gómez-Baggethun e Barton (2013) e Bolund e Hunhammar (1999), pelo habitat da biodiversidade. Mais uma vez falando sobre as áreas verdes e azuis, como corredores ecológicos e áreas de vegetação nativa.

Quando se reconhece a cidade como um ecossistema, reiterando a ideia desta tese, devem-se considerar todos os serviços ambientais ofertados pelos sistemas antrópicos, inclusive os sistemas de produção, mobilidade, redes em geral, habitação, educação, entre outros (RUTKOWSKI; DALBELO, 2017), e buscar a integração com os sistemas naturais, representados pela vegetação nativa, pela malha hídrica, pela geomorfologia e com os sistemas sociais, que não são desenhados e também não são naturais, mas compartilham aspectos de ambos.

Os serviços ecossistêmicos urbanos são os benefícios que a cidade e seus sistemas integrados devem fornecer aos seus habitantes. Como o sistema urbano é antropizado, os próprios habitantes fazem parte da construção e do fornecimento desses benefícios, de forma recursiva. O território é sua base, a infraestrutura é sua rede e o conhecimento é sua viabilidade, de modo que o sistema usa o resultado de suas próprias operações para fundamentar outras operações subsequentes. O desenho urbano, ao produzir a cidade, pode viabilizar ou não o constante fluxo metabólico do ser, fazer e conhecer ou da matéria, energia e informação.

Rutkowski e Dalbelo (2017) assumem que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estão diretamente relacionados aos serviços ecossistêmicos, como é demonstrado na Figura 26. Desse modo, os serviços ecossistêmicos e os ODS não devem ser tratados de forma individualizada, pois estão associados ao todo, assim como os sistemas urbanos; são interligados à oferta de serviços ecossistêmicos urbanos e, portanto, interdependentes.

Figura 26 – Serviços Ecossistêmicos Urbanos e ODS



Fonte: Adaptação pela autora de Rutkowski e Dalbello (2017).

3. Perspectivas de desenho urbano sustentável

Entre as tantas teorias, escolas e iniciativas urbanas existentes, foram selecionadas as perspectivas de desenho urbano sustentável da atualidade que possuem embasamento teórico e que estão muito próximas de reconhecer a cidade como um ecossistema urbano: Urbanismo Sustentável; Metabolismo e Ecologia Urbana; Urbanismo Ecológico, Simbiose Urbana e Industrial e Cidade Integral. Essas perspectivas foram estudadas e analisadas pela linha condutora dos serviços ecossistêmicos urbanos.

3.1. Urbanismo Sustentável

O Urbanismo Sustentável é um movimento de desenho urbano que surge do Novo Urbanismo e do que o inspirou, a obra de Christopher Alexander *Uma Linguagem de Padrões* (1977) (FARR, 2013). Existem outras correntes que também se intitulam como urbanismo sustentável, mas esta pesquisa trata especificamente do que é apresentado no livro *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza* (2013), de autoria do arquiteto Douglas Farr, do escritório Farr Associates. Esse escritório trabalha com projetos de empreendimentos imobiliários de grande porte e certifica edifícios e unidades de vizinhança através do sistema de certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* – LEED.

Andres Duany escreve o prefácio do livro, definindo-o como um manual de desenho urbano sustentável evoluído a partir do livro de Alexander (1977). Farr (2013) apresenta o livro como sendo uma celebração do “[...] poder mágico do desenho urbano e do novo padrão de assentamento humano – o Urbanismo Sustentável” (p. xiii). O livro é criado a partir do que seria um manual de esforços de sustentabilidade praticados no escritório de Farr, e seu objetivo é o estímulo à “[...] adoção do Urbanismo Sustentável para que se torne padrão de assentamento humano no ano 2030” (FARR, 2013, p. xv). O autor estabelece a correlação com a Agenda 2030, e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, mais especificamente, com o Objetivo número 11 - Cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

A Parte Um do livro está voltada a motivar a implementação do urbanismo sustentável através de cursos para treinamento de profissionais envolvidos no planejamento urbano norte-americano. É nessa parte que Farr faz a associação entre o movimento do Novo Urbanismo e

o processo de certificação norte-americano LEED e traz a definição de Urbanismo Sustentável: “[...] é aquele com um bom sistema de transporte público e com a possibilidade de deslocamento a pé integrado com edificações e infraestrutura de alto desempenho” (FARR, 2013, p. 28).

Em capítulo publicado no livro *Grenning our Built Environment: costs, benefits and strategies*, organizado por Kats (2009), Farr explica que o urbanismo sustentável cresceu a partir de três movimentos de reforma do final do século XX, nos EUA: Crescimento Inteligente, Novo Urbanismo e Edificação Sustentável. Farr (2009) indica que, embora os três movimentos compartilhem interesse comum em reforma econômica, social e ambiental, diferem na história e na abordagem. Mas, como são meritórios e isolaram-se uns dos outros, não conseguem alcançar soluções abrangentes. Por isso, “[...] o Urbanismo Sustentável tenta unir esses três importantes movimentos, e prendê-los em uma filosofia de projeto capaz de estimular e criar ambientes humanos realmente sustentáveis” (FARR, 2009, p. 98).

De acordo com Farr (2013), a densidade e o acesso humano à natureza, ou biofilia, são os valores centrais do Urbanismo Sustentável, movimento que não altera a noção do urbanismo tradicional norte-americano, como descrito no Congresso para o Novo Urbanismo, com bairros compactos e de uso misto, distritos compactos e de uso único e corredores de intercomunicação, sempre considerando o acesso de pedestres, além do eficiente transporte público.

Apesar de a Parte Dois do livro explorar métodos de implementação do Urbanismo Sustentável nos EUA, como através da criação de um sistema LEED exclusivo e de códigos e restrições urbanas, é a Parte Três que traz parâmetros de desempenho de sistemas humanos e naturais escritos por especialistas norte-americanos. Essa parte é a mais substancial e está dividida em cinco capítulos: “Aumento da sustentabilidade por meio da densidade urbana”; “Corredores de sustentabilidade”; “Bairros sustentáveis”; “Biofilia”; “Edificações e infraestrutura urbana de alto desempenho”.

Ainda que o urbanismo sustentável não faça associações diretas aos serviços ecossistêmicos urbanos, a integração entre alta densidade, acesso à natureza e uso misto contribui para o equilíbrio entre sua oferta e demanda. As altas densidades associadas ao uso misto concentram a comunidade em determinado local, levando consigo a demanda pelos serviços. Essa concentração faz com que os custos para a oferta de serviços seja reduzido e a qualidade possa ser aumentada. O acesso à natureza contribui para melhora na oferta de serviços de suporte e de regulação, aumentando a qualidade de vida.

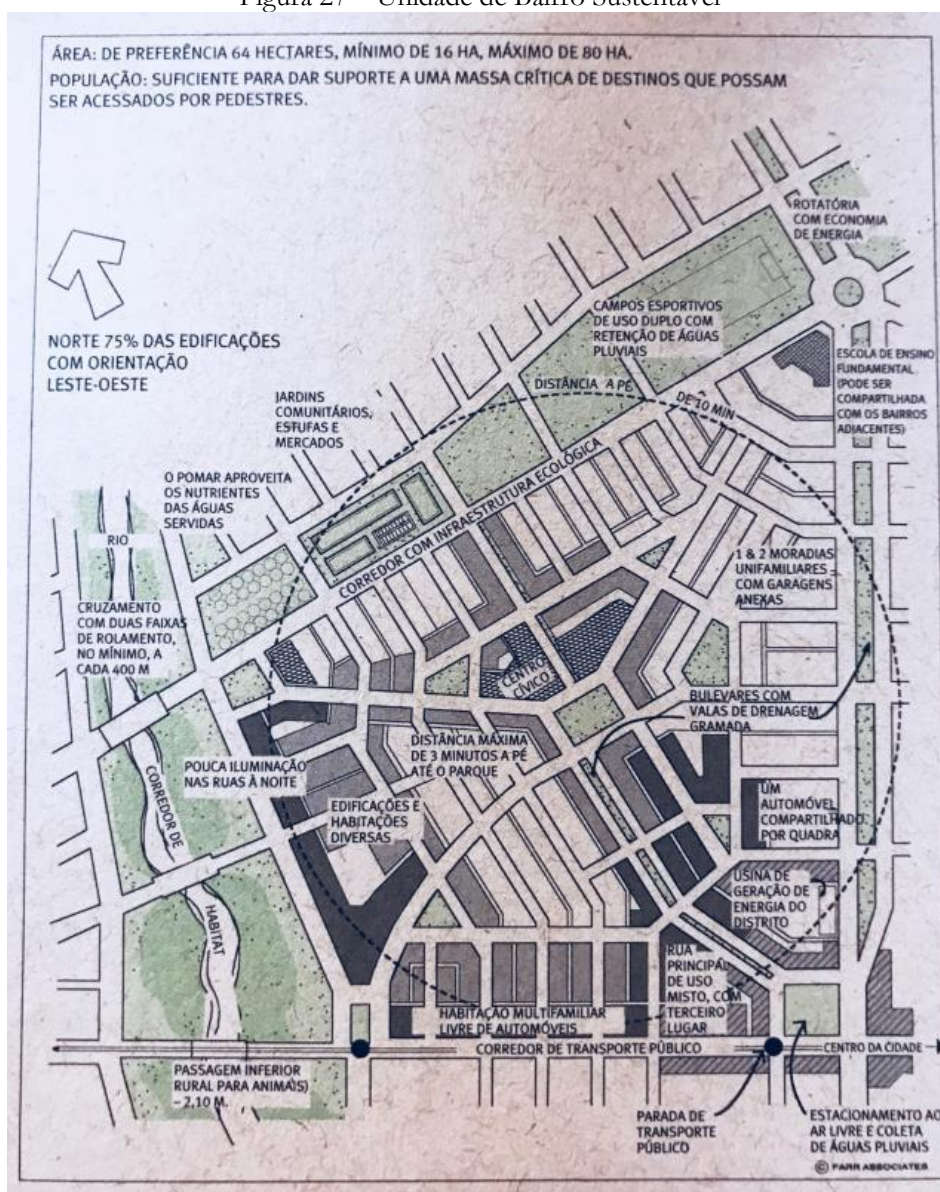
Sobre o aumento da densidade urbana, Farr (2013) e Richards (2013) explicam que, quando associado ao aumento da diversidade de uso e ocupação do solo, há diminuição entre as distâncias de deslocamento de pessoas, diminuindo, também, o uso de veículos motorizados. A densidade e a verticalização das construções diminuem a taxa de ocupação do solo, diminuindo, também, o índice de escoamento superficial de água pluvial, já que existe menor área de cobertura impermeabilizada (FARR, 2013; RICHARDS, 2013). Nesse sentido, é possível falar em sustentabilidade. Mas, há que se considerar também as instalações de infraestrutura demandadas pela densidade, dutos e cabeamento, e o impacto dessas instalações.

Poticha (2013) apresenta os corredores de sustentabilidade em mobilidade e a eficiência da mescla de atividades, do adensamento e da conectividade de acordo com a escala do local. O autor faz um comparativo entre as diferentes tecnologias de transporte público com o objetivo de examinar a capacidade e as características específicas de cada um dos modais. E como exemplo, aponta que, se a cidade necessita trazer passageiros de subúrbios ou distritos, a melhor opção é o metrô suburbano integrado a trens.

Kihlslinger et al. (2013) exploram o potencial dos corredores de biodiversidade e seu impacto na conservação da diversidade de espécies nativas. De acordo com os autores, os tipos, a extensão e a distribuição dos usos do solo em áreas naturais devem ser projetados considerando que os grandes habitats devem ter conexões suficientes para circulação das espécies; os corredores devem conectar os remanescentes de habitats e as áreas de transição devem ser “[...] amplas e vegetadas para minimizar os efeitos na periferia dos habitats e proteger a qualidade da água e os habitats ripários” (KIHSLINGER et al., 2013, p. 113).

No capítulo sobre bairros sustentáveis, Farr (2013) indica que o bairro do Urbanismo Sustentável (Figura 27) é baseado na unidade de vizinhança de Clarence Perry e no bairro urbano de Duany Plater-Zyberk, considerando: um raio de pedestres de quatrocentos metros; sistema de modal de transporte de grande intensidade, como ônibus, bonde ou metrô leve; infraestrutura de alto desempenho para geração e transmissão de energia elétrica; iluminação dimerizável para ruas; veículos compartilhados por quadras; grande diversidade e densidade e caminhos verdes com habitats. As áreas de convívio público – estabelecimentos cívicos, parques e praças - devem estar localizadas em terrenos estratégicos, que representem importância em termos da geografia da cidade, a fim de constituírem marcos socioculturais (DOVER; KING, 2013).

Figura 27 – Unidade de Bairro Sustentável



Fonte: Farr (2013, p. 119).

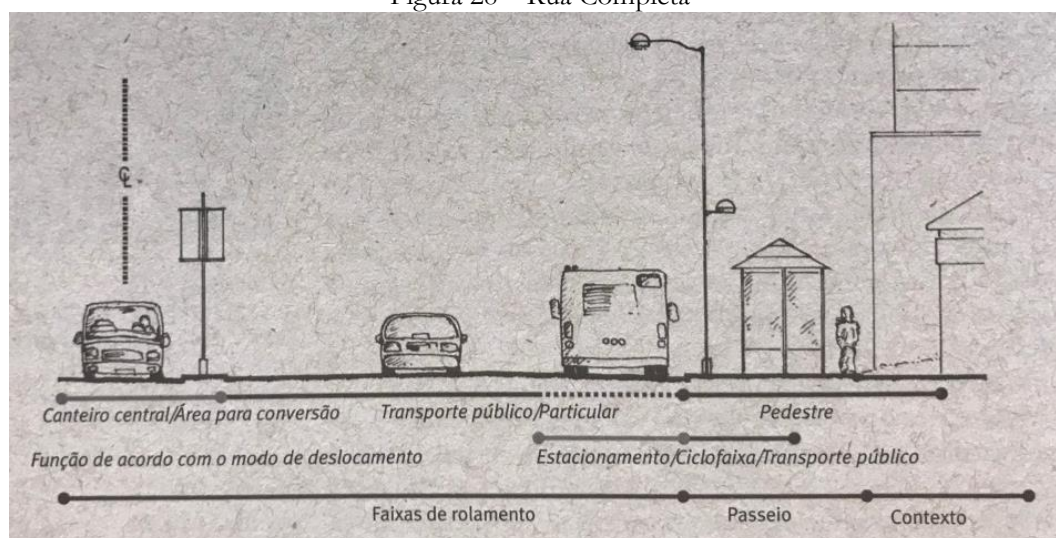
Farr (2013) cita uma composição ideal de moradias por tipo de habitação, que considera famílias tradicionais norte-americanas e seu respectivo potencial de mercado através de um perfil conservador do planejador em torno da categorização familiar. Existe, também, uma preocupação com práticas comerciais nos bairros, que envolve a administração, o projeto, o funcionamento e a manutenção dos estabelecimentos a fim de manter uma padronização de paisagem.

Ainda no item do bairro sustentável, há o desincentivo ao uso de automóveis, sugerindo distritos que proibam seu uso e propriedade. São bairros com uso misto, corredor de transporte público interconectado e sem taxas para moradores, corredores para pedestres e bicicletas (FARR, 2013). Nesse sentido, vale observar que o incentivo ao deslocamento não motorizado

é uma opção saudável, ambientalmente correta e economicamente viável, porém proibir o uso de automóveis pode não ser o meio mais eficaz de garantir a sustentabilidade urbana devido às limitações envolvidas.

As diretrizes de incentivo ao transporte não motorizado do Urbanismo Sustentável são abrangentes e consideram a qualidade do deslocamento do pedestre: largura, condição, manutenção e mobiliário urbano nas calçadas; árvores e canteiros; conectividade entre quadras; características das vias como largura, presença de estacionamentos e acessibilidade; áreas gramadas; acesso de veículos e tipologia das edificações. Além disso, existem diretrizes para o desenho da rua completa, aquela que atende a todos os modais de transporte através da criação de espaços específicos (DOCK, 2013), conforme Figura 28. Nesse sentido, considera-se a hierarquia viária, com número máximo de faixas de rolamento, velocidade e largura, rotas de transporte público e de cargas, equipamentos urbanos para ciclistas e pedestres, canteiro central, estacionamento, acessos para veículos e espaçamento entre interseções (DOCK, 2013). É o uso da segregação dos modais de mobilidade que garante o ordenamento e a segurança do espaço

Figura 28 – Rua Completa



Fonte: Dock (2013, p. 152).

O conceito da rua completa adotado por Dock (2013) pode ser colocado como o contraponto do conceito de espaço compartilhado de mobilidade, em que todos os usuários da via estão em constante mobilidade e interação nos seus respectivos usos do espaço, baseados em protocolos sociais informais (HAMILTON-BRAILLIE, 2008; COHEN; SHAHEEN, 2018). O espaço compartilhado de mobilidade usa a integração dos modais como forma de convivência e autorregulação do espaço coletivo (HAMILTON-BRAILLIE, 2008).

O capítulo sobre a biofilia trata sobre espaços abertos, escuridão pública, sistemas de gestão de água pluvial, produção de alimentos e sistemas de tratamento de esgoto ao ar livre e em ambiente fechado. Para os espaços abertos, existe uma série de diretrizes para a implantação de parques urbanos que considera o deslocamento máximo de pedestres; a área mínima do parque, sua limitação - que deve ser por, ao menos, duas vias - e a segurança - que permite o fechamento noturno (KOKOLA, 2013).

Quanto à segurança dos espaços abertos, também é considerada a escuridão pública, a partir da qual Clantom e Givler (2013) traçam metas para 2030, associadas às questões de segurança do ODS 11 da Agenda 2030 e elaboradas a partir de zonas do transecto, gradualmente da zona rural e de reserva, sem iluminação, até a zona de núcleo urbano, com iluminação geral. Os autores expõem que existem desenhos urbanos em áreas norte-americanas excessivamente iluminadas, o que pode acarretar em ofuscamento e poluição luminosa, quando a solução ideal seria iluminar zonas de conflito, como cruzamentos entre veículos e pedestres, fachadas de edificações e elementos de orientação viária.

Em termos de águas pluviais, a principal diretriz do urbanismo sustentável é a de usar técnicas que limpem, distribuam e absorvam a água no local onde ela precipita, “[...] restaurando padrões históricos de uma hidrologia dominada pelos lençóis freáticos e de água com boa qualidade” (PATCHETT; PRICE, 2013, p. 174). Para isso, são sugeridas técnicas de infraestruturas verdes, como telhado verde, sistema de pavimentação poroso, biodigestores, bacias de retenção, reservatórios com sistema de filtragem e purificação, paisagismo com vegetação de alta absorção de água e técnicas semelhantes.

Para o problema da produção de alimentos - que se tornou industrializada, com uso de agrotóxicos e através de monocultura -, arquitetos e urbanistas são vistos como atores da solução através da criação de normas de zoneamento adequadas que permitem a produção de alimentos em residências unifamiliares ou em comunidades. De acordo com Peemoeller e Slama (2013), a produção individual pode ser realizada através telhados verdes, hortas e estufas caseiras, enquanto a produção na escala de bairro pode ser feita através de jardim, pomar e estufa comunitários ou aquicultura urbana, jardins comestíveis ou fazendas comunitárias.

Quanto ao tratamento de esgoto ao ar livre, Ennis (2013) afirma que muitos sistemas de tratamento de esgoto geram mais poluição do que a quantidade de poluentes removidos da água, como é o caso do tanque séptico, do sistema de tratamento aquático interno, do biorreator de membrana e do lodo ativado. Para isso, as melhores soluções são as que integram o reuso de

resíduos e da água de forma positiva, sem prejudicar o meio ambiente, com equilíbrio entre ciência, terreno, economia e legislação. Não há indicação de método específico.

Já para o esgoto em ambiente fechado, as “[...] eco machines são equipamentos de tratamento de esgoto de base ecológica, geralmente construídas dentro de estufas, que geram água limpa e reutilizável a partir do esgoto local” (TODD, 2013, p. 185). Com essa tecnologia, é possível tratar e reutilizar a água de esgoto de um bairro, que pode ser usada no cultivo de plantas, por exemplo. As eco machines contêm sistema de coleta e distribuição, pré-tratamento e equalização, bacias de retenção e células aquáticas para tratamento (TODD, 2013).

Farr (2013) também traz colocações sobre edificações e infraestrutura urbana de alto desempenho. Na primeira das análises quanto ao desempenho energético, as diretrizes propostas são as mais básicas, porém nem sempre são seguidas: orientação solar e razão entre superfície e volume da edificação, ou seja, adensamento (CHALIFOUX, 2013). Em contrapartida, Mazria (2013) considera que a estabilização das emissões de gases de efeito estufa pode ser alcançada imediatamente através de projetos ou renovação de área construída que garantam que o padrão de desempenho energético da instalação seja 50% maior do que a média regional de energia derivada de combustíveis fósseis e que deva haver um padrão de redução de uso de energia derivada de combustíveis fósseis, que comece em 60% em 2010 e chegue em 2025 a 90%. Apesar de haver uma tendência internacional de sustentabilidade e redução de emissão de gases de efeito estufa, essa estabilização não é viável de acontecer imediatamente, nem mesmo nas cidades norte-americanas, devido a fatores políticos e econômicos.

De acordo com Brown (2013), é possível alcançar o alto desempenho de uma infraestrutura através da otimização de componentes, com o uso de materiais cimenutícios de demolição, diodos emissores de luz para iluminação pública e projeto eficiente de paisagismo, com redução de irrigação. Também existem a otimização multifuncional - com uso de solo estruturado em canteiros públicos para evitar dados nas calçadas, uso de pavimentos permeáveis para reduzir o escoamento superficial de água de chuva e uso de tecnologias que dispensem escavações para o reparo de infraestruturas de abastecimento de água - e o projeto integrado, que é uma solução para o desempenho do sistema viário que exige equipe multidisciplinar e pode trazer benefícios financeiros pela redução dos custos iniciais, de operação e manutenção, de consumo de energia e por aumentar o valor dos imóveis na região (BROWN, 2013).

O alto desempenho das infraestruturas urbanas deve ser pensado desde a geração de energia. De acordo com Newman e Thornton (2013), quando a energia provém de um sistema

distrital de geração, transmissão e distribuição, há menor consumo de combustíveis do que a de um sistema convencional central para toda a cidade, quando se fala em usinas que usam combustíveis fósseis. A eficiência também pode estar na cogeração, com uso de tecnologias de geração conjunta de calor e energia, como motor de pistão a gás e trocadores de calor (NEWMAN e THORNTON, 2013).

A finalização da Parte Três de Farr (2013) alerta para a necessidade da coletividade em termos de deslocamentos. É preciso uma diminuição em massa do uso de automóveis e isso pode ser feito através do incentivo a caminhadas e da diminuição das distâncias de deslocamento ou do uso de veículos compartilhados (FARR, 2013).

A Parte Quatro do livro relata estudos de caso que são apresentados na abordagem do Urbanismo Sustentável em vários países. Porém essa abordagem não considera que todas as características do Urbanismo Sustentável devem estar juntas. Basta o estudo de caso apresentar algum ponto semelhante ao proposto nas diretrizes de Urbanismo Sustentável para ser incluído como tal, visto que a maior parte dos casos estudados está embasada em princípios de arquitetura sustentável ou outros movimentos que buscavam eficiência energética ou acessibilidade e mobilidade urbana.

Com isso, a visão desta tese permite caracterizar o Urbanismo Sustentável de Farr (2013) como uma perspectiva tecnocrática: está embasado na ciência, porém as técnicas e padronizações acarretam falta de envolvimento com a comunidade local. No sentido do empreendedorismo imobiliário, ao qual Farr está associado, o livro traz parâmetros de efetivação da sustentabilidade urbana para a infraestrutura de uma cidade, mas as questões sociais e culturais estão pouco representadas.

Quando comparado à ideia central de Alexander (1977), que usa o desenho urbano como melhoria da qualidade do ambiente, atemporalidade, integração de ações urbanas, participação da comunidade e universalização de padrões urbanos, Farr (2013) usa o desenho urbano para estabelecer padrões que seguem instruções únicas, que não preveem variações ambientais, culturais, políticas e econômicas.

Como sequência ao Urbanismo Sustentável, Douglas Farr publicou *Sustainable Nation: urban design patterns for the future* (2018). Nesse livro, ele expõe sobre a crise humanitária, populacional e climática e estabelece parâmetros para que a sociedade supere os desafios da descarbonização de forma mais rápida do que antes. Mais uma vez, a estratégia está no desenho urbano e na governança de bairros para se tornarem comunidades sustentáveis.

Os parâmetros são apresentados por diferentes autores e atores sociais e distribuídos nas seguintes áreas: efervescência coletiva; bairros autônomos; teatro da vida, que trata de vizinhança, diversidade de habitações e edificações e locais de encontro; densidade; mobilidade; economia; água urbana; carbono e saúde, segurança e bem-estar. O principal argumento do livro é o de que, para acelerar o progresso dos desafios mundiais em torno do desenvolvimento sustentável, é preciso integrar as vozes da comunidade aos princípios de desenho urbano. Nesse sentido, Farr (2018) apresenta uma versão mais preocupada com questões socioculturais e com o envolvimento da comunidade no processo de planejamento urbano. Porém ainda prioriza a técnica e a padronização ao do envolvimento local, e trata as questões ambientais como problemas a serem resolvidos, e não como soluções que devem ser integradas aos processos urbanos.

A partir do livro *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza* (FARR, 2013), sobretudo a Parte Três, foi possível identificar as diretrizes de desenho urbano sobre as quais os autores embasam-se e classificá-las. A classificação foi feita conforme indicado na abordagem metodológica desta pesquisa: de acordo com escalas urbanas – P, M e G – e de acordo com sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos, conforme pode ser visto no Quadro 8. Antes ainda, cabe a observação de que Farr (2013) apresenta suas escalas de intervenção e podem ser assim associadas às escalas usadas nesta tese:

Quadro 7 – Comparação entre escalas usadas no Urbanismo Sustentável e nesta tese

Escala do Projeto (FARR, 2013)	Tipo de Construção (FARR, 2013)	Exemplo de projeto com sistemas de sustentabilidade selecionados (FARR, 2013)	Escala Pesquisa
Menos de 0,1 ha	Edificação individual	Centro Comercial Bethel – Chicago ²⁴	Pequena
0,1 a 0,4 ha	Várias edificações	Christie Walk - Adelaide ²⁵	
0,4 a 2,0 ha	Uma quadra	BedZed - Londres ²⁶	
2,0 a 16 ha	Parte de um bairro	Dockside Green - Victoria ²⁷	
16 a 80 ha	Bairro	High Point - Seattle ²⁸	
Maior que 80 ha	Corredor	GreenLine Initiatives - Washington ²⁹	Média

Fonte: Elaboração da autora.

²⁴ <https://farrside.com/portfolio-item/bethel-commercial-center/>

²⁵ <http://www.urbanecology.org.au/eco-cities/christie-walk/>

²⁶ <https://www.zedfactory.com/bedzed>

²⁷ <http://www.docksidegreen.com/>

²⁸ <https://www.seattlehousing.org/about-us/redevelopment/high-point-redevelopment>

²⁹ <http://greenlineinitiatives.weebly.com/index.html>

Quadro 8 – Diretrizes de Desenho Urbano do Urbanismo Sustentável

REFERÊNCIA	DIRETRIZES DE DESENHO URBANO PARA O URBANISMO SUSTENTÁVEL	PROVISÃO	REGULAÇÃO	CULTURAL	SUPORTE
Farr (2013, p. 94-99); Richards (2013, p. 100-104).	Promover alta densidade urbana em áreas centrais com sistema de infraestrutura integrados	M	M		M
Richards (2013, p. 100-104); Dover e King (2013, p. 122)	Aumentar a diversidade de uso e ocupação do solo em áreas centrais	M	M		M
Richards (2013, p. 100-104); Patchett e Price (2013, p. 174-176); Brown (2013, p. 198)	Usar infraestruturas urbanas que aumentam a permeabilidade do solo		M		M
Poticha (2013, p. 110)	Projetar áreas habitacionais próximas às estações de transporte público	M	M		M
Poticha (2013, p. 106-110)	Criar corredores de transporte público ao longo das principais vias de circulação		M	M	
Poticha (2013, p. 112); Dover e King (2013, p. 123); Tumlin (2013, p. 157)	Projetar o modal de transporte público de acordo com a capacidade, a velocidade e o espaço a ser ocupado no local		M		
Kihlsinger et al. (2013, p. 112-116); Kokola (2013, p. 170)	Projetar habitats, corredores e áreas de transição para conectividade de áreas naturais nas cidades		M	M	M
Kihlsinger et al. (2013, p. 112-116)	Projetar áreas naturais de acordo com o contexto regional, a biologia e a ecologia	M	M		M
Gibbs (2013, p. 137); Simmons et al. (2013, p. 145); Burden (2013, p. 148); Kokola 2013, p. 169); Farr (2013, p. 208)	Projetar o bairro de acordo com o tamanho ideal para o pedestre, considerando raio de 400m para deslocamento entre os principais destinos		P	P	
Dover e King (2013, p. 120-125)	Projetar a diversidade de uso de um bairro de acordo com sua localização e vocação	P	P	P	P
Dover e King (2013, p. 120-125)	Criar um centro identificável com marcos visuais para o pedestre			P	
Dover e King (2013, p. 120-125)	Reservar terrenos de localização estratégica para uso cívico, praças e parques	P	P	P	P
Volk e Zimmerman (2013, p. 129-131)	Aumentar a diversidade de tipos de moradia nos bairros	P	P	P	P
Farr (2013, p. 133)	Criar distritos com habitações em que é proibido o uso de automóveis.		M		M
Farr (2013, p. 133); Tumlin (2013, p.165-167)	Reduzir a quantidade de estacionamentos particulares e incentivar o uso de automóveis compartilhados		M		M
Farr (2013, p.137-139)	Projetar as áreas comerciais de acordo com a demanda do local e padroniza-las em termos de administração, projeto, funcionamento e manutenção	P			P
Farr (2013, p. 142-143)	Criar áreas de convívio público nos bairros com equipamentos necessários de acordo com a demanda.			P	P
Simmons et al, 2013, p. 145	Projetar áreas verdes comunitárias nos bairros.	P	P	P	P
Simmons et al, 2013, p. 144-146; Peemoeller et al, p. 180	Fomentar a plantação de vegetação nas áreas internas lotes urbanos.	M	M		
Simmons et al. (2013, p. 144-146); Dock (2013, p. 153); Tumlin (2013, p. 163)	Projetar ciclovias e ciclofaixas nas principais vias urbanas		M	M	
Simmons et al., (2013, p. 144-146); Poticha (2013, p. 106-110)	Projetar bolsões de estacionamento nas áreas centrais		M		

Dock (2013, p. 152); Tumlin (2013, p. 163)	Projetar vias que atendam a todos os modais de transporte.		M		M
Dock (2013, p. 153)	Considerar a hierarquia das vias para o projeto de faixas de rolamento, velocidade, equipamentos e acessos		M		
Smith (2013, p. 155-156)	Desenvolver projetos de acessibilidade aos passeios públicos e aos edifícios		M	M	
Simmons et al. (2013, p. 145); Clanton e Givler (2013, p. 172-173)	Melhorar os níveis de iluminação urbana considerando as zonas de conflito		M	M	
Kokola (2013, p. 169)	Projetar parques urbanos dentro do limite de deslocamento para pedestres.	M	M	M	M
Kokola (2013, p. 169); Patchett e Price (2013, p.174)	Projetar áreas de absorção, retenção e tratamento biológico de água pluvial	M	M		M
Kokola (2013, p. 169)	Seguir normas para o projeto de parque: área mínima, segurança e limitação.	M	M	M	M
Clanton e Givler (2013, p. 173)	Incorporar iluminação urbana à malha viária.		M	M	M
Peemoeller e Slama (2013, p. 180)	Criar normas de zoneamento adequadas que permitem a produção de alimentos em residências unifamiliares ou em comunidade.	P	P		P
Ennis (2013, p. 184-189); Todd (2013, p. 185-189)	Projetar sistemas alternativos para tratamento de esgoto	M	M		M
Chalifoux (2013, p. 190-194)	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de acordo com a orientação solar e a volumetria que resultem em melhor desempenho energético.	P			P
Mazria (2013, p. 195)	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de alto desempenho energético e visando a estabilização do uso de energia derivada de combustíveis fósseis.	P			P
Brown (2013, p. 197-200)	Projetar infraestrutura urbana com equipe multidisciplinar	M	M	M	M
Newman e Thornton (2013, p. 201)	Projetar sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia na escala distrital.	M			M

Fonte: Elaboração da autora.

3.2. Metabolismo e Ecologia Urbana

Quando a cidade passou a ser vista como um ecossistema, suas funções passaram a ser vistas como metabólicas. O conceito do metabolismo surgiu no século XIX como uma forma de descrever os processos químicos que ocorrem em uma célula. Com o decorrer do tempo, o conceito estendeu-se à decomposição e recomposição orgânica, passando a abranger uma escala de organismos individuais. A partir dessa escala, foi possível generalizar o campo de atuação e, de maneira holística, estendê-lo aos processos de trocas de matéria, energia e informação nas cidades (FISCHER-KOWALSKI, 1998; FOSTER, 1999). Nesses processos estão inclusos os sociais, os ecológicos e os econômicos que produzem o ambiente urbano (RAPOPORT, 2011).

A associação do meio urbano a um ente vivo fez com que o crescimento urbano pudesse ser comparado, de forma analógica, a processos anabólicos e catabólicos do metabolismo biológico e, nessa comparação, ainda mensurá-lo através da mobilidade, no sentido

de mudanças no movimento do fluxo de materiais ou de energia em resposta a uma nova situação ou a um novo estímulo (BURGESS, 1925). Apesar de os estudos metabólicos existirem desde a década de 20 do século XX, foi em 1965 que Abel Wolman o cunhou:

[...] as exigências metabólicas de uma cidade podem ser definidas como todos os materiais e produtos necessários para sustentar seus habitantes em casa, no trabalho e no lazer. Ao longo do tempo estes requisitos passaram a incluir até mesmo os materiais de construção necessários para a construção e reconstrução da própria cidade. O ciclo metabólico não é completo até que os detritos e resíduos do cotidiano sejam removidos e eliminados com o mínimo de incômodo e risco (WOLMAN, 1965, p. 156).³⁰

Foi Wolman (1965) quem concebeu o metabolismo urbano como fluxo de energia e materiais, em que insumos materiais são transformados em energia utilizável, estruturas físicas e resíduos. Trouxe, ainda, a perspectiva de três problemas metabólicos que seriam inevitáveis ao longo do crescimento de uma cidade. Seriam eles: abastecimento de água, disposição final e eficaz de esgoto e o controle da poluição do ar. Para ele, entradas no sistema urbano, como alimento, combustível, bens duráveis, materiais de construção e energia elétrica, não representavam problemas especiais.

Essa concepção foi sendo alterada com o desenvolvimento de novos estudos metabólicos nas áreas urbanas. A já citada década de 1970 foi marcada por investigações quantitativas e que consideravam o fluxo de energia no sistema. Para essa quantificação, foram criadas cidades hipotéticas, mas também houve estudos específicos das cidades de Tóquio (HANYA; AMBE, 1976), Bruxelas (DUVIGNEAUD; DENAYEYER-DE SMET, 1977) e Hong Kong (NEWCOMBE et al., 1978), realizados por engenheiros químicos e civis, além de ecologistas, que reconheciam a interdisciplinaridade do metabolismo urbano (KENNEDY et al., 2010).

Ainda durante a década de 1970, houve investigadores do metabolismo urbano que seguiam Odum (1985), na perspectiva da equivalência de energia solar, sob a qual foram realizados estudos metabólicos de Miami (ZUCCHETTO, 1975) e de Paris de 1850 (STANHILL, 1977). Mais recentemente, a perspectiva de Odum (1985) sob o metabolismo

³⁰ Tradução livre de: “[...] the metabolic requirements of a city can be defined as all the material and commodities needed to sustain the city's inhabitants at home, at work and at play. Over a period of time this requirements includes even the construction materials needed to built and rebuilt the city itself. The metabolic cycle is not completed until the wastes and residues of daily life have been removed ad disposed of with a minimum nuisance and hazard” (WOLMAN, 1965, p. 156).

urbano foi usada para o estudo do metabolismo urbano de Taipei (HUANG; HSU, 2003) e de Beijing (ZHANG et al., 2009).

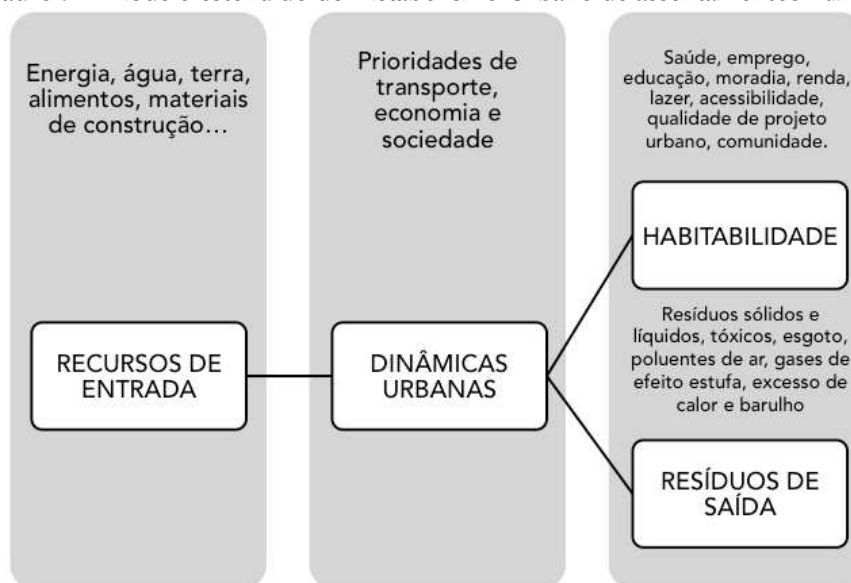
Após a publicação do Relatório Brundtland (1987) e a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), os metabolistas reafirmaram os três problemas metabólicos indicados por Wolman (1965). Então, Girardet publicou *The Gaia Atlas of the Cities: new directions for sustainable urban living* (1996), livro sobre as conexões estabelecidas entre o metabolismo urbano e o desenvolvimento sustentável das cidades. E também houve o desenvolvimento do método de Análise do Fluxo de Materiais (MFA). Diferente do método de equivalência de energia solar de Odum (1985), o MFA estuda e analisa os estoques urbanos e os fluxos de recursos naturais em termos de massa.

Para Newman (1999), o conceito do metabolismo aplica-se à realidade do urbano quando é estendido às dinâmicas e à habitabilidade de determinada região (Quadro 9). Esse modelo permite que os processos metabólicos das bases física, biológica e humana da cidade sejam especificados, bem como suas entradas e saídas, criando um balanço metabólico urbano.

Os processos de reciclagem e reuso demandam energia para a transformação de resíduos em novos produtos e, ainda assim, a formação de rejeitos é inevitável. Por mais cíclico que seja o metabolismo, sua entropia torna lógica a redução de entradas para reduzir as saídas.

Dessa forma, é possível gerenciar os resíduos produzidos. Mas esses resíduos também requerem energia para serem transformados em outro produto e, de qualquer modo, todos os materiais terminam como rejeito em determinado período de tempo. Um exemplo são os derivados de carbono, que, apesar de poderem ser reciclados ou reutilizados de outras formas, em certo tempo são reduzidos a gás carbônico, sendo impossível a reciclagem (NEWMAN, 1999).

Quadro 9 – Modelo estendido de Metabolismo Urbano de assentamentos humanos



Fonte: Adaptação pela autora de Newman (1999).

Com essa perspectiva, Newman (1999) analisou o metabolismo urbano de Sydney e apresentou um relatório para o Estado de Meio Ambiente da Austrália. Nesse estudo ele incluiu, além da habitabilidade, indicadores de saúde, emprego, renda, educação, habitação, lazer e atividades comunitárias.

No contexto brasileiro, Ab'Saber (2003) é pioneiro em trazer a necessidade de integração do ambiente metropolitano, “[...] onde se processa o dia-a-dia dos homens em suas funções biológicas, assim como nas multivariadas funções de trabalho, circulação, consumismo e práticas sociais e culturais” (p. 2). De acordo com o autor, essa é a razão pela qual os estudos do metabolismo urbano têm valor de referência para a garantia da boa funcionalidade da vida nas grandes metrópoles. Eles indicam a quantidade e a diversidade das entradas e das saídas do ecossistema urbano.

Da escola metabolismo urbano veio uma adaptação popular e eficaz para demonstrar o impacto das atividades urbanas: a Pegada Ecológica, indicador desenvolvido por Rees e Warckernagel em 1996, com a finalidade de apontar para problemas ambientais e econômicos relacionados com o aumento da quantidade de insumos e problemas relacionados à gestão de saídas (MARCOT'TULIO; BOYLE, 2003). Ao olhar para a cidade como um todo e analisar os caminhos ao longo dos quais energia e materiais fluem, é possível mensurar as quantidades e a qualidade do que flui e dos seus produtos.

Nesse sentido, Ferrão e Fernández (2013) expõem que a cidade pode ser vista como um organismo que possui determinado metabolismo, quando seu fluxo metabólico é analisado a

partir da identificação de matérias-primas para a construção, produtos, nutrientes, energia, resíduos e emissões, todos com potencial de impactos ambientais que podem estender os limites da cidade. Por isso, o principal objetivo de estudar e quantificar o metabolismo urbano é providenciar a base das discussões sobre o anseio de mudanças na escala urbana através da correlação de diferentes atividades econômicas com fluxos de materiais que elas geram e requerem, a fim de equilibrá-los.

Modelos de metabolismo urbano quantificam as entradas, saídas e armazenamento de energia, água, nutrientes, materiais e resíduos, e podem proporcionar aos indivíduos um feedback essencial sobre o impacto das suas escolhas. Como resultado, esses modelos podem contribuir para a mudança de comportamento e diminuir nossa desconexão com a natureza (FERRÃO; FERNÁNDEZ, 2013, p. 5).³¹

Ainda de acordo com esses autores, existem alguns fatores que influenciam o metabolismo urbano, comuns a todas as cidades:

- Riqueza: que determina o nível de atividade econômica;
- Clima e acesso à infraestrutura de transporte: que determinam o consumo de energia e de produtos e o comércio; e
- Forma urbana, como densidade, morfologia e características de transporte: que determinam o consumo de energia e o fluxo de materiais.

Além disso, no estudo e na quantificação do metabolismo urbano de determinada cidade, também é preciso considerar o desenvolvimento tecnológico, o uso das áreas verdes, as normas construtivas, os custos de energia e a política e infraestrutura de gestão de resíduos. Nesse sentido, cidades espalhadas e com densidade populacional baixa tendem a ter maiores taxas de energia e de transporte do que as cidades compactas (FERRÃO; FERNÁNDEZ, 2013).

Essas e outras comparações remetem às aplicações do estudo e da análise do metabolismo urbano em determinada região. Kennedy et al. (2011) trazem quatro aplicações para o metabolismo urbano: relatórios de sustentabilidade, contabilidade de gases de efeito estufa no meio urbano, modelagem matemática para análise de políticas e desenho urbano. Apesar de existirem outras possíveis aplicações, essas são as que podem auxiliar urbanistas e gestores do urbano no planejamento e no desenho das cidades (KENNEDY et al., 2011).

³¹ Tradução livre de: “Urban metabolism models quantify the inputs, outputs, and storage of energy, water, nutrients, materials and wastes, and may provide individuals with essential feedback on the impact of their choices. As a result, these models may contribute to changing behavior and diminishing our disconnect with nature” (FERRÃO; FERNÁNDEZ, 2013, p. 5).

O estudo e a análise do metabolismo urbano embasam ferramentas que mensuram situações da cidade que podem ser melhoradas quando são tratadas no desenho e no planejamento urbano. Os principais indicadores de sustentabilidade urbana requerem informações sobre energia, materiais e resíduos, além da infraestrutura urbana. Nesse sentido, o metabolismo urbano traz dados considerados válidos cientificamente, porque são embasados em princípios de conservação de energia e de massa (KENNEDY et al., 2011; MACLAREN, 1996). A emissão de gases de efeito estufa – dióxido de carbono, metano e clorofluorcarbonetos – também é componente essencial do metabolismo urbano. A mensuração precisa da emissão desses gases traz um diagnóstico real da situação da cidade, cabendo ao planejador e ao desenhista urbano intervirem a fim de melhorar a qualidade do ar (KENNEDY et al., 2011).

Mais especificamente no campo do desenho urbano, a integração entre as perspectivas morfológica e fisiológica de uma cidade faz com que componentes do metabolismo urbano – água, biomassa, materiais e energia - possam ser utilizados para identificar atividades urbanas – sustentar ou recuperar; limpar; habitar e trabalhar (BACCINI; BRUNNER, 1991).

A partir dessa integração, Oswald e Baccini (2003) realizaram um experimento de desenho urbano para a cidade fictícia de Netzstadt através de quatro princípios de redesenho urbano - morfologia, sustentabilidade, reconstrução e responsabilidade - e cinco critérios de qualidade urbana - identidade, diversidade, flexibilidade, grau de autossuficiência e eficiência de recursos. Entre os critérios, os quatro últimos são resultados de análise de metabolismo urbano que agregam mais qualidade e eficiência ao desenho urbano.

Não são propostos parâmetros para o desenho de Netzstadt, mas, sim, um processo de análises sistemáticas que devem ser consideradas no desenho urbano de uma cidade. Entre as análises, vale ressaltar a importância da participação popular, que é o que restringe e redefine o ciclo de *feedback* para os especialistas. O processo é uma plataforma transdisciplinar, que começa com a identificação do sistema urbano e passa por três etapas de análises analíticas que estruturam o sistema em atividades selecionadas e moldam-no. A etapa final é uma avaliação de acordo com critérios de qualidade.

Em Toronto, um grupo de estudantes de engenharia civil usou a análise do metabolismo urbano da cidade para redesenhar a área de um bairro. O traçado dos fluxos de água, energia, nutrientes e materiais integrados a práticas de edifícios sustentáveis, transporte sustentável e uso de fontes alternativas de energia resultaram em um desenho urbano capaz de fechar ciclos,

reduzindo a quantidade de resíduos gerados e de recursos necessários (CODOBAN; KENNEDY, 2008).

Em New Orleans, após o furacão Katrina, um grupo de alunos do Massachusetts Institute of Technology (MIT) usou a perspectiva do metabolismo urbano, através da metodologia da análise de fluxo de material, para redesenhar a cidade de forma mais ecológica. O projeto examinou o comportamento da cidade por meio da metodologia chamada Systems Dynamics, com o intuito de analisar os recursos naturais necessários para recuperar a cidade. Essa metodologia analisa o comportamento da cidade como um sistema de armazenamento, fluxos e tempo de espera, em um nível macro. A partir disso, comparando com dados históricos e culturais da cidade, são propostos cenários alternativos de soluções (QUINN, 2008; FERRÃO; FERNÁNDEZ, 2013).

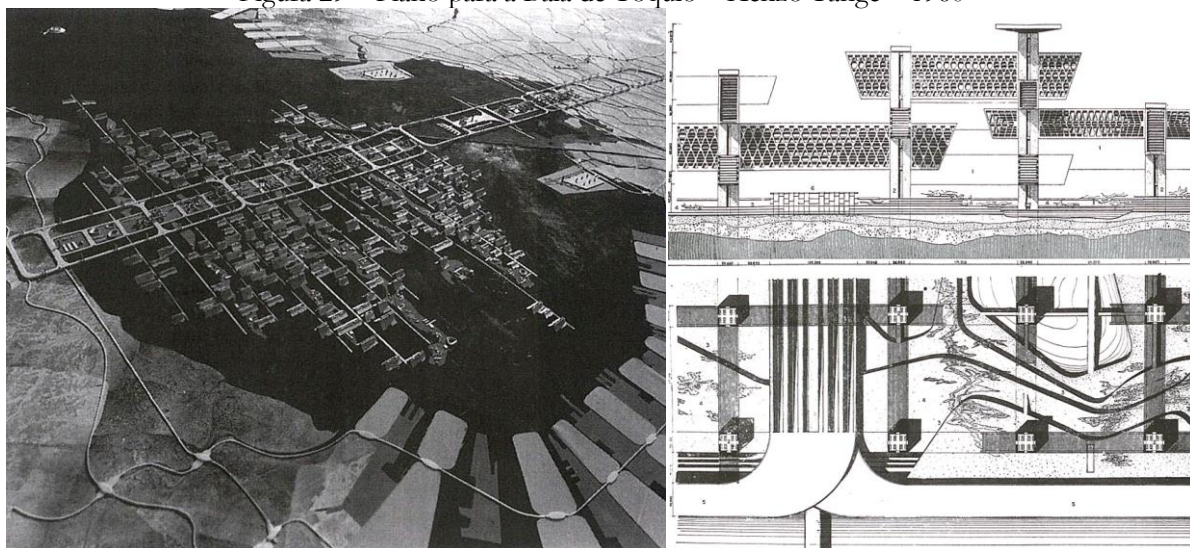
Ao tratar diretamente da arquitetura e do urbanismo, o metabolismo urbano possui representação desde a década de 1960, quando se iniciou o Movimento Metabolista Japonês. Essa década também foi marcada pelos movimentos de contracultura no contexto global de transformação de ideias e estratégias projetuais e críticas ao que se propunha no Movimento Moderno. A arquitetura racionalista de Le Corbusier passou a ser criticada, e começaram a surgir formas mais orgânicas e assimétricas, simbolizando um desenvolvimento livre (MONTANER, 2001).

Assim, diversas correntes de arquitetura metabólica emergiram no pós-modernismo. Uma delas foi a Arquitetura Tecnológica, desenvolvida na Grã-Bretanha por arquitetos como Peter Cook, Warren Chalk, David Greene, Ron Herron e Michael Webb, conhecidos por Archigram. Essa corrente tinha como objetivo desenvolver uma arquitetura fundamentada no processo industrial, baseada na ideia em que existe uma racionalidade no mundo da tecnologia e da ciência, que gera “[...] uma arquitetura descartável, trocável e produtivo como qualquer objeto de consumo” (MONTANER, 2001).

O Archigram ficou no plano do discurso, sem exemplares construídos, porém influenciou a corrente da arquitetura metabólica japonesa, representada pelo arquiteto Kenzo Tange, que projetou o Plano para a baía de Tóquio, de Kenzo Tange – Figura 29. O movimento metabolista japonês considerava que edifícios e ambiente urbano estavam sujeitos às mesmas condições de crescimento natural a que estava sujeita a população. Dessa forma, o movimento considerava o desenvolvimento da cidade desde o desenho industrial até o desenho urbano,

com o ideal de expressar a sociedade em constante desenvolvimento e mutação (MONTANER, 2001).

Figura 29 – Plano para a Baía de Tóquio – Kenzo Tange – 1960



Fonte: <http://tokyoarquitetura.blogspot.com/2012/04/metabolismo-japones.html>

A Ecologia Urbana considera o metabolismo urbano em sua teoria e foi originalmente desenvolvida a partir da ecologia humana, na década de 1920, por um pequeno grupo de sociólogos da Escola de Chicago. Park, Burgess e McKenzie (1925) definiram Ecologia Urbana como sendo o estudo das relações entre as pessoas e seu meio ambiente urbano.

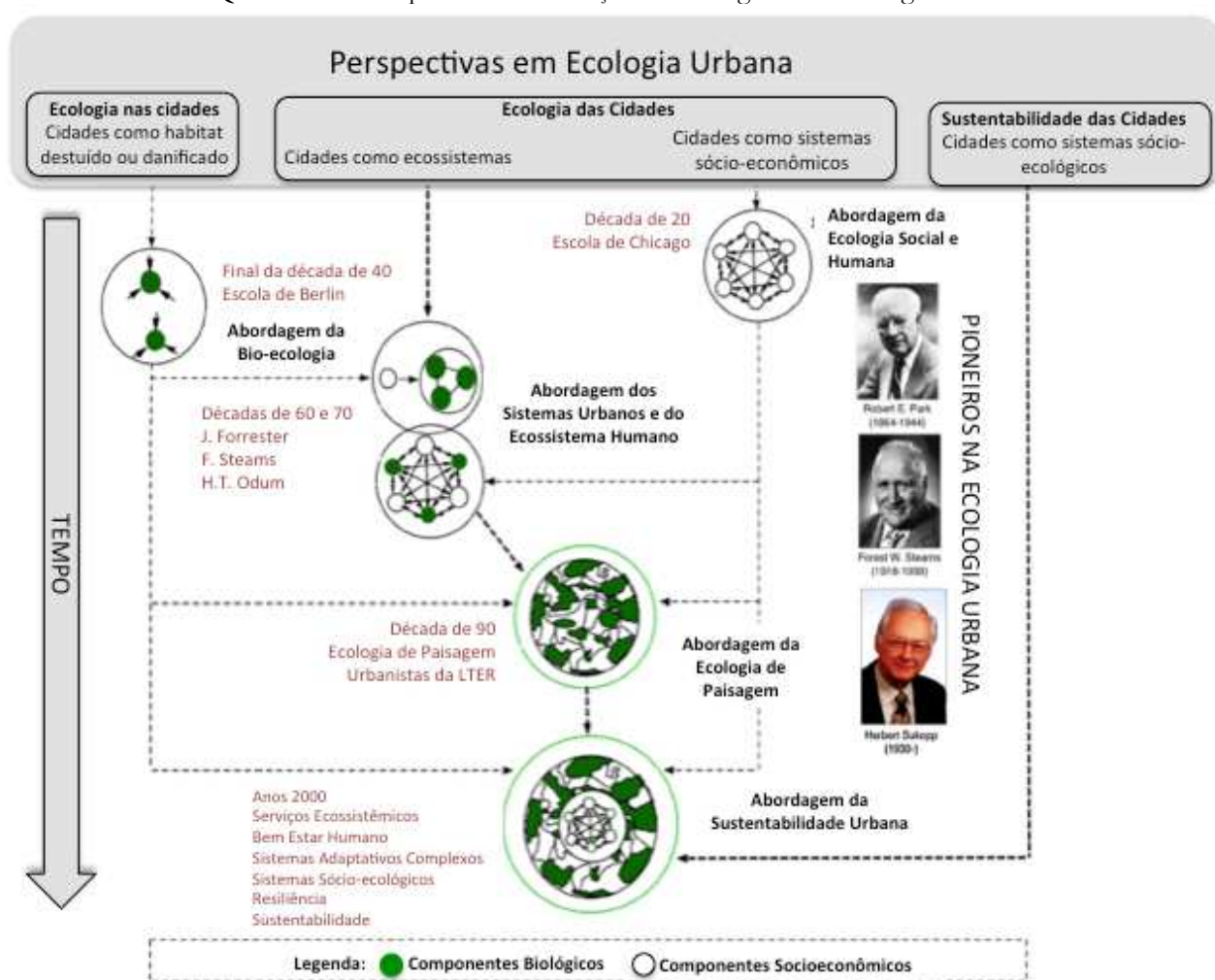
No início desses estudos, cientistas sociais aplicavam conceitos ecológicos, como competição, invasão, dominância e sucessão nos estudos de localização espacial e organização social urbana (PARK et al., 1925), o que fez a ecologia urbana ser uma das mais influentes escolas sociológicas americanas nas décadas de 1930 e 1940. Porém, desapareceu das publicações científicas da década de 1950 (WU, 2014).

Por isso, nas décadas de 1960 e 1970, pesquisadores tentaram reavivar os ideais da ecologia urbana e unificá-la à humana (WU, 2014). Assim, em 1977, Berry e Kasarda apresentaram a ecologia urbana contemporânea. Essa nova ecologia urbana integra diversos campos das ciências sociais: sociologia urbana, geografia urbana, ecologia social, ecologia humana e planejamento urbano municipal e regional. Essas várias perspectivas em ecologia urbana ficaram categorizadas como ecologia nas cidades, que tem foco principal nos organismos não humanos no meio ambiente urbano, ou como ecologia das cidades, que considera a cidade toda como um ecossistema (MACLARREN, 1996; WU, 2014).

De acordo com Wu (2014), a evolução do conceito de ecologia urbana ocorreu em cinco diferentes fases: a primeira baseada na sociologia urbana, que estuda o comportamento social

nas cidades apoiado em teorias ecológicas; a segunda com abordagem biológica-ecológica, focada na distribuição de plantas e animais nas cidades; a terceira baseada em sistemas urbanos ou ecossistemas humanos, que considera a cidade toda como um ecossistema, consistindo de componentes naturais e socioeconômicos; a quarta, a que possui abordagem da paisagem urbana, que trata as áreas urbanas como espaços heterogêneos, multiescalares e com sistemas dinâmicos; e a quinta e atual fase, que emerge da abordagem da sustentabilidade urbana e trata as cidades como sistemas ecológico-sociais, com ênfase na relação entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano no território urbano. Isso se vê no quadro a seguir.

Quadro 10 – Perspectivas de evolução e abordagens em Ecologia Urbana



Fonte: Adaptação pela autora de Wu (2014).

Estudos em Ecologia Urbana também foram realizados na Alemanha pelo professor Ekhart Hahn, que definiu os elementos que deveriam ser levados em conta para o desenvolvimento urbano sustentável e propôs as primeiras medidas para alcançá-lo. No início dos anos 1990, foi publicado o relatório alemão “Ökologischer Stadtumbau”, que reuniu pesquisas teóricas e estudos de casos em ecologia urbana e concluiu diretrizes para sua aplicação:

ética e respeito ao ser humano; participação e democratização; organização em redes; retorno à natureza e às experiências sensoriais; uso misto e densidade urbana controlada; respeito ao *genius loci* – espírito do lugar –; ecologia e economia e cooperação internacional (GAUZIN-MÜLLER, 2011).

A discussão em torno da ecologia urbana evoluiu e formou uma série de grupos de estudos. De acordo com Haughton e McGranahan (2006), as questões centrais que passam a envolver a ecologia urbana são a técnica, a sociedade, a economia e a política. Os meios para resolver as múltiplas abordagens da ecologia urbana fazem-se no físico e no social, de forma que tanto planejadores do urbano como ecologistas consideram o comportamento humano e o meio construído na compreensão das dinâmicas dos ecossistemas.

Referindo-se à necessidade de conceituação adequada desse assunto, os autores dizem:

A própria noção de ecologia urbana tornou-se multiescalar, que se estende desde os sistemas urbanos individuais para sistemas de cidades e vilas, e de ecossistemas dentro de assentamentos urbanos, para assentamentos urbanos como os ecossistemas, para as maneiras pelas quais as cidades e vilas formam ecossistemas além bem como dentro de limites urbanos. Nós ainda estamos lutando com a forma de conceituar adequadamente essas questões e traduzi-los em material significativo para os decisores políticos, como vários dos artigos desta edição especial deixar claro (HAUGHTON; McGRANAHAN, 2006, p. 2).

Essa multidisciplinaridade da ecologia industrial levou à formação de grupos de pesquisas denominados *Long-Term Ecological Research*. Eles são, principalmente, das escolas de Baltimore e de Phoenix e têm como linhas de pesquisa as relações entre estruturas espaciais de socioeconomia, características ecológicas e físicas; fluxos de matéria e de energia e a influência do ser humano sobre eles e opções de melhoria para a qualidade do meio ambiente urbano.

Segundo esses grupos, a ecologia urbana considera aglomerações urbanas como sistemas complexos integrados aos subsistemas econômico, social, técnico e ambiental. Ela analisa, por exemplo, condutores socioecológicos para o manejo da terra e as respostas do ecossistema, fluxos de nitrogênio, vulnerabilidade social e saúde pública (RICHTER; WEILAND, 2011).

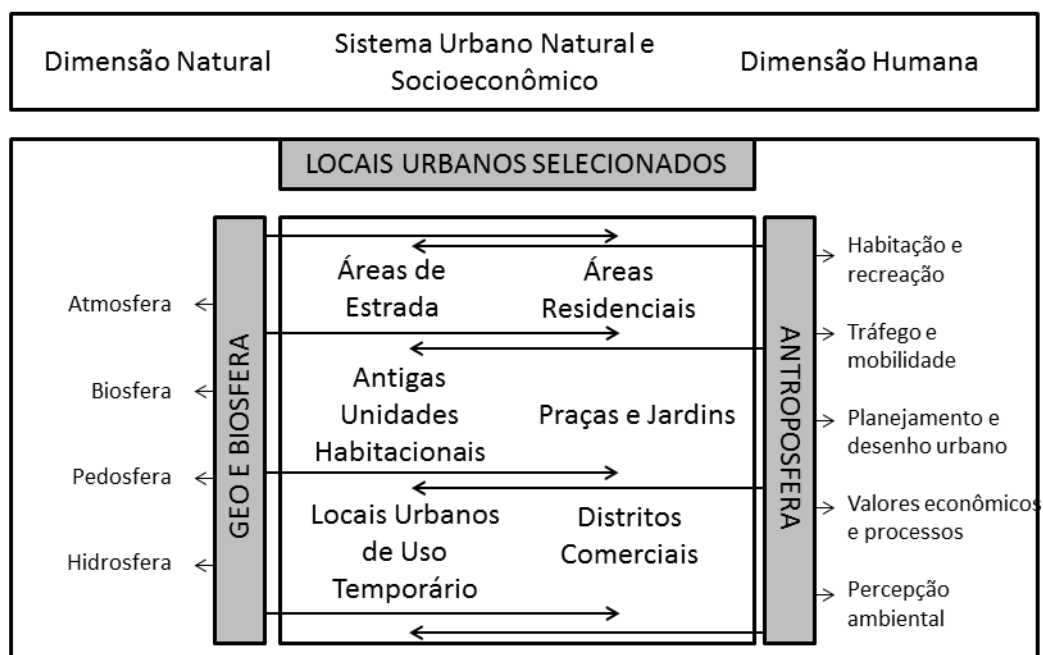
Para Gandy (2006), a ecologia urbana é uma ecologia humana resultante da combinação de natureza e artifícios humanos que produziu o espaço urbano. Pode ser comparada a fragmentos de natureza selvagem em parques ou a pequenas áreas de remanescentes naturais que formam a paisagem urbana. Essa definição é voltada ao tratamento social e econômico de

uma cidade. Quando se fala em técnica, além do social e do econômico, trata-se também das questões de infraestrutura urbana e ambientais.

Se, quando se fala em cidade como um ente vivo, existem a vertente que o traduz como um ecossistema e a vertente que o traduz como uma entidade natural, na ecologia urbana também existem duas perspectivas de definição. As ciências naturais têm a ecologia urbana com parâmetros biológicos e processos ambientais urbanos, sendo ela tratada como uma disciplina da biologia ou da ecologia que estuda e analisa relações entre plantas e animais, tendo a ação humana apenas como influência. Enquanto isso, a perspectiva antropocêntrica tem uma abordagem multidisciplinar acerca da ecologia urbana, vendo-a como uma condição de melhoria das condições de vida urbana e, para isso, agrega aspectos sociais aos biológicos (SKOPP; WITTIG, 1998).

Alberti (2005) compartilha a perspectiva antropocêntrica da ecologia urbana e a considera como uma análise dos serviços ecossistêmicos que estão diretamente associados aos parâmetros de desenvolvimento urbano. Esses serviços ecossistêmicos estão relacionados para além das escalas biológica e geográfica, abrangendo também a escala antropológica. Para Endlicher et al. (2007), o principal foco da ecologia urbana deve ser a dimensão humana e suas interferências no sistema natural urbano. Para isso, a investigação deve ser realizada, simultaneamente, a partir das ciências ambientais e das sociais, no mesmo sítio urbano. A Figura 30 demonstra as escalas dessa investigação.

Figura 30 – Escalas de abrangência da ecologia urbana

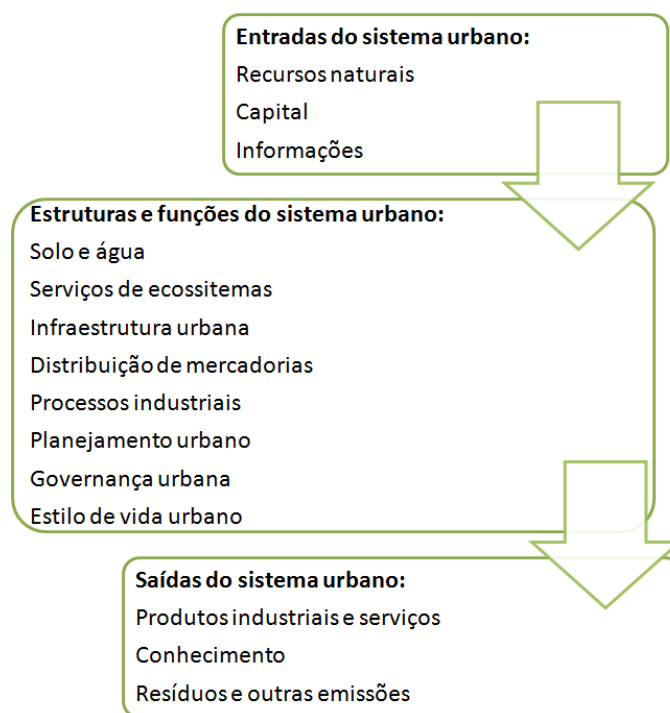


Fonte: Adaptação pela autora de Endlicher et al. (2007).

Considerando as dimensões humanas da ecologia, é possível falar em quatro diferentes componentes essenciais da ecologia urbana: o biológico, o social, o físico e o construído. Cada um desses componentes possui uma complexa coleção: espécies e seus produtos; instituições sociais e suas normas; solo, água e ar; edifícios e suas infraestruturas. Apesar de esses componentes poderem ser analisados separadamente, não podem ser separados uns dos outros, e é essa união que constitui a essência da ecologia urbana (PICKETT; GROVE, 2009).

De acordo com Xuemei Bai e Heinz Schandl (2011), o interesse na pesquisa sobre ecologia urbana no âmbito da pesquisa em ecologia industrial começou no ano 2000, com a análise do impacto ambiental global e regional nas cidades através de ferramentas da ecologia industrial, da produção e do consumo sustentáveis, da pesquisa sobre o metabolismo urbano e como a forma, a densidade, o transporte e as escolhas de traçado urbano podem interferir no fluxo da cidade. Assim como na indústria, nas cidades também existem os fluxos de entrada e de saída, como são demonstrados no Quadro 11.

Quadro 11 – Ecologia Urbana e Sistemas Industriais



Fonte: Douglas et al. (2011).

O grupo liderado pelo professor Perry Yang, do *College of Architecture at the Georgia Institute of Technology*, traz a discussão de que, quando se considera a cidade como um sistema que possui fluxos ecológicos, seu desenho urbano deve articular a forma urbana e os fluxos ecológicos para criar relações simbióticas entre os sistemas urbanos, industriais e naturais. Nesse sentido, a diferença entre a ecologia urbana e o urbanismo ecológico está no fato de que enquanto aquela trata a ecologia na cidade e as formas de preservação e criação de áreas verdes urbanas, este trata a ecologia da cidade e a entende como uma força motriz para a transformação urbana e para a reconstrução do seu ecossistema (YANG, 2010).

Yang et al. (2018) indicam que os desafios da mudança climática e da degradação de recursos ambientais exigem um desenho urbano que integre infraestruturas eficientes de energia e água com formas urbanas compactas e maior experiência humana. Esses requisitos compõem a complexidade dos sistemas urbanos e tornam mais urgente do que nunca o trabalho transdisciplinar entre desenhistas do urbano, de forma a explorar os efeitos sinérgicos dos sistemas urbanos inter-relacionados. Uma abordagem de desenho urbano convencional, que dependa da experiência de um designer e julgamentos heurísticos, produz alternativas e riscos limitados, excluindo opções resilientes e eficientes em termos de energia.

Uma nova abordagem da ecologia urbana para o desenho urbano, de acordo com Yang et al. (2018), pode ser representada pelo Geodesign, que surgiu como uma metodologia de desenho urbano que usa os impactos ecológicos e sociais agregados às informações geoespaciais. A partir dele, é possível compreender a relação e a interdependência entre variáveis de design, de componentes e de sistemas, e compreender os mecanismos subjacentes de mudança.

O Geodesign apresenta o desafio de equilibrar vários critérios de decisão, em termos de experiência humana, uso eficiente de energia e uso da água. Também destaca a importância de entender as compensações entre várias decisões de projeto em relação a múltiplos objetivos de desenho que são significativos para o bem-estar e a sustentabilidade humana. Portanto, uma análise de otimização multiobjetivo deve ser desenvolvida e conduzida por profissionais de diferentes áreas, a fim de criar mecanismos de colaboração e síntese (YANG et al., 2018).

A aproximação da ecologia urbana ao metabolismo urbano também existe na literatura brasileira, quando Ab'Saber (2003) propõe a necessidade da interação e da imbricação entre a ecologia social e as peculiaridades do metabolismo urbano nas aglomerações urbanas para a evolução dos problemas da ecologia urbana. Nesse sentido, o autor expõe que

Pode-se dizer que a nova ecologia urbana compreende o estudo das formas de projeção da sociedade e das funções econômico-sociais sobre o espaço e o ambiente das cidades, envolvendo a funcionalidade do organismo urbano em todos os sentidos. Nessas condições, faz-se necessária uma seriedade maior dos acadêmicos, técnicos e governantes, no conhecimento integrado dos ecossistemas urbanos. De agora em diante, todas as lideranças vinculadas às tarefas de gerenciamento de uma determinada porção do território têm de visualizar o mosaico dos sistemas ecológicos que participam da organização da dinâmica do espaço de sua responsabilidade mais direta. Não se trata de excluir os estudos de ecologia social metropolitana, mas de realizar acréscimos indispensáveis para o entendimento de propostas objetivas destinadas à solução das questões ambientais nas áreas de grandes concentrações de homens e atividades econômicas do mundo urbano-industrial (AB'SABER, 2003, p. 54).

A partir da revisão bibliográfica exposta, foi possível identificar as diretrizes de desenho urbano referentes ao Metabolismo e à Ecologia Urbana e categorizá-las. Para recapitular, a classificação foi feita conforme indicado na abordagem metodológica desta pesquisa: de acordo com escalas urbanas – P, M e G – e de acordo com sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos, conforme pode ser visto no Quadro 12.

REFERÊNCIA	DIRETRIZES DE DESENHO URBANO PARA O METABOLISMO E A ECOLOGIA URBANA	PROVISÃO	REGULAÇÃO	CULTURAL	SUPORTE
Douglas (2011, p. 148; 561-566); Wu (2014, p. 214-217)	Usar infraestruturas urbanas que aumentam a permeabilidade do solo		P		P
Douglas (2011, p. 102; 274; 538); Wu (2014, p. 214-217)	Criar corredores de conectividade de áreas verdes nas cidades	G	G	G	G
Douglas (2011, p. 148; 561-566);	Projetar áreas de absorção, retenção, tratamento biológico e reuso de água pluvial	M	M		M
Bai e Schandl (2011, p. 28), Baccini (1997, p. 58)	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de alto desempenho energético e visando a estabilização do uso de energia derivada de combustíveis fósseis.	P			P
Endlicher et al. (2009, p. 9)	Otimizar funções ecológicas ao longo das rodovias	G	G		G
Endlicher et al. (2009, p. 9)	Reutilizar antigos edifícios e infraestrutura - retrofit	M	M		
Bai e Schandl (2011, p. 28)	Usar princípios da ecologia industrial no desenho urbano	G	G	G	G
Douglas (2011, p. 102; 236); Wu (2014, p. 216-217)	Projetar grandes áreas verdes para melhoria da biodiversidade	G	G	G	G
Baccini (1997, p. 64)	Projetar considerando o ciclo de vida dos materiais da construção	M	M		M
Yang (2018, p. 8)	Projetar infraestrutura urbana com equipe transdisciplinar	G	G	G	G
Yang (2018, p. 3)	Projetar a partir de informações geoespaciais e impactos ecológicos e sociais	G	G	G	G

Fonte: Elaboração da autora.

3.3. Urbanismo Ecológico

O Urbanismo Ecológico tem sua origem na Escola de Urbanismo de Paisagem e também na Escola de Chicago, por apresentar tendências evoluídas da ecologia urbana (STEINER, 2011). Considerando que as bases teóricas da ecologia urbana foram discutidas no item anterior, inicia-se a discussão dessa perspectiva com uma breve explanação sobre o Urbanismo de Paisagem.

Termo cunhado por Charles Waldheim, estudante de arquitetura da Universidade da Pennsylvania na década de 1980, o Urbanismo de Paisagem influenciou James Corner e Ian McHarg, envolvidos em discussões acerca da arquitetura da paisagem. Waldheim identificou um campo comum, que integrava a defesa ecológica de McHarg à visão de desenho urbano de Corner e indicava a paisagem como a base fundamental para o projeto da cidade (WALDHEIM, 2006; STEINER, 2011).

Enquanto Corner propõe um Urbanismo de Paisagem voltado à prática do projeto de parques em grandes áreas urbanas, envolvendo áreas verdes e preservação de espécies, McHarg aborda sistemas urbanos em grandes escalas e que envolvem dinâmicas sociais e ecológicas. Um exemplo do trabalho de McHarg é a estruturação do Plano Diretor de The Woodlands através do sistema de drenagem de águas pluviais. Outros urbanistas que seguem a escola do Urbanismo de Paisagem mantêm o interesse em projetar espaços urbanos para que pessoas e natureza ocupem-no, enfocando as possíveis dinâmicas sociais, culturais e ambientais que possam ocorrer nesses espaços (STEINER, 2011).

Essa evolução do Urbanismo de Paisagem recebe duas diferentes terminologias nos anos 2000: eco urbanismo e urbanismo ecológico. Miguel Ruano (2000) apresenta o termo eco urbanismo, que corresponderia aos primórdios do urbanismo ecológico que se conhece atualmente. O eco urbanismo define o desenvolvimento de comunidades humanas multidimensionais sustentáveis no centro de entornos urbanos edificados equilibrados; é uma nova disciplina que articula múltiplas e complexas variáveis que intervêm sistematicamente no desenho urbano, superando o urbanismo tradicional e apresentando uma visão integrada e unificada do urbano (Ruano, 2000). Em sua obra, Ruano (2000) seleciona 60 projetos urbanos exemplares para o desenvolvimento sustentável, divide-os e apresenta-os em sete variações eco urbanas: mobilidade, recursos naturais, participação, comunidade, eco resorts, revitalização e telepovos. Na explicação da variação participação, em que discute a necessidade de participação da comunidade local no desenvolvimento do projeto e do planejamento urbano da sua região, ele fala sobre visão ecossistêmica do eco urbanismo. A cidade ideal deveria ser considerada um ecossistema em que a comunidade habitada pelos seres vivos, seu entorno e sua estrutura física funcionam como uma unidade ecológica equilibrada, em que serviços ecossistêmicos urbanos tenham equilíbrio entre oferta e demanda e contribuam para a qualidade de vida urbana.

As referências bibliográficas apontam que o termo Urbanismo Ecológico foi usado pela primeira vez em 2003, na conferência da Universidade de Oregon, e posteriormente, em 2006, no artigo de Jeffrey Hou, *Hybrid Landscapes: toward an inclusive ecological urbanism on Seattle's Central Waterfront*. A partir de 2007, o diretor da *Harvard University Graduate School of Design*, Mohsen Mostafavi, iniciou a recente frequência de uso do termo, no capítulo intitulado "Ecological Urbanism", do livro *Intervention Architecture*, editado por Pamela Johnston e Rosa Ainley (2007).

Desde então, Mostafavi começou um projeto de pesquisa na escola em que é diretor. Em 2009, o pesquisador promoveu a conferência "*Ecological Urbanism: alternative and sustainable cities*

of the future”, com a ideia de discutir as possíveis soluções para que o urbanismo seja, de fato, ecológico. Segundo Herzog (2009),

A conferência reuniu um número expressivo de renomados cientistas, pesquisadores, profissionais e estudantes de diversos campos do conhecimento, como: planejadores urbanos e regionais, urbanistas, arquitetos, paisagistas, ecólogos, engenheiros, especialistas em saúde pública e economistas. Participaram também políticos locais (HERZOG, 2009, p. 1).

O fechamento da conferência foi o consenso de que o urbanismo ecológico deve procurar caminhos nos ecossistemas naturais, nas interpelações das paisagens através da interdisciplinaridade (HERZOG, 2009). A busca por soluções urbanas sustentáveis continuou e menos de um ano após a conferência, Mostafavi e Doherty lançaram o livro *Urbanismo Ecológico* (2010).

Este livro assemelha-se ao *Urbanismo Sustentável* de Faar (2013), porque também é um compilado de contribuições de profissionais do mercado de diversas áreas, mas, sobretudo, da arquitetura e do urbanismo, com o objetivo de fornecer um entendimento multidisciplinar, diverso e diferenciado sobre o Urbanismo Ecológico. A proposta é explorar abordagens alternativas entre ecologia e arquitetura, arquitetura da paisagem, planejamento e desenho urbano. Essa exploração é feita através de exemplos de projetos selecionados, que, de acordo com o autor, representam a aplicação da teoria do Urbanismo Ecológico nas cidades.

Na introdução do livro, Mostafavi e Doherty (2010) criticam os maus exemplos de arquitetura sustentável, com o uso de tecnologias inacessíveis para grande parte da população global e indicam que o livro proporciona um referencial de soluções para a complexidade das relações urbanas. Os exemplos explicados ao longo do livro demonstram integração entre as complexidades urbanas, porém são projetos de escritórios de arquitetura consolidados, que recorrem ao uso de alta tecnologia, mantendo a ideia da inacessibilidade global das soluções.

Apesar disso, o *Urbanismo Ecológico* pode ser considerado a perspectiva mais integradora entre as que veem a cidade como um ser vivo. É possível, inclusive, dizer que é a perspectiva que mais se aproxima à visão da cidade como um ecossistema, pois, além de integrar diversas disciplinas e ter a Escola de Chicago e o Urbanismo de Paisagem como bases teóricas, o *Urbanismo Ecológico* prevê a integração dos serviços ecossistêmicos ao território urbano.

O livro é dividido em doze partes e três blocos: prever, colaborar, sentir e curar; produzir, colaborar, interagir, mobilizar; e medir, colaborar, adaptar e incubar. A parte do “prever”

apresenta a questão da necessidade do urbanismo avançar no sentido da engenharia e da política para que se consiga alcançar a sustentabilidade (KOOLHAAS, 2010) e indica que esse avanço pode acontecer quando o urbanista conseguir calcular o tempo ambiental – meio de ação ou veículo da intervenção – que alcança o equilíbrio momentâneo para que ele se torne equilíbrio ambiental ou cenário permanente da sociedade autorreformatora (BECK, 2010) através da linguagem, da paisagem e da relação entre a memória e o presente (BHABHA, 2010).

Esse equilíbrio ambiental não pode ser encontrado ou resolvido em oficinas de sustentabilidade, ambientalismo, pesquisas ou reformulações de políticas públicas, mas deve colocar o destino da humanidade no centro do contexto ambiental. Kwinter (2010) propõe a arquitetura e o urbanismo como instrumentos que funcionam a maneira de um polo organizador das diversas disciplinas e sistemas de conhecimento que podem conectar fins políticos, criativos e formais, uma vez que soluções ecológicas isoladas no tempo e no espaço não fazem das cidades sustentáveis.

O primeiro bloco do “colaborar” está vinculado às atividades transdisciplinares do urbanismo, como trabalhos artísticos que colaboram com: o entendimento da teoria do urbanismo ecológico (BRUNO, 2010); a metáfora da cidade como um organismo vivo (BUELL, 2010); a integração racial e econômica (COHEN, 2010); as transformações espaciais e institucionais (COHEN; NAGINSKI, 2010); as tecnociências como processos contínuos de transformação física e mental (CONLEY, 2010); a revitalização e a eficiência energética das edificações (COTT, 2010) e a agricultura urbana como fomento para geração de renda, mobilização cívica e integração com a natureza e a cultura (CRAWFORD, 2010).

A parte do “sentir” é formada por textos relacionadas aos sentidos que são despertados pelo urbano. Os cheiros são colocados como componentes para a definição e orientação de ambientes e há a sugestão para que sejam considerados nas normativas urbanas, assim como são considerados os níveis de ruído (TOLAAS, 2010). De acordo com Tolaas (2010), as moléculas odoríficas são como moléculas de DNA de um lugar, de forma que, para considerar ou realçar sua identidade, é preciso desenhar enriquecendo as experiências sensoriais.

Os sensores de condições climáticas, qualidade do ar e sonora, de localização e identificação de lixo ou sensores multifuncionais para bicicletas devem ajudar na compreensão das dinâmicas e da saúde de uma cidade e seus cidadãos. Com eles, é possível fazer o monitoramento do desempenho da rede analisada, como por exemplo o rastreamento de embalagens ou o desempenho físico de ciclistas. Um dos desafios do uso de sensores de

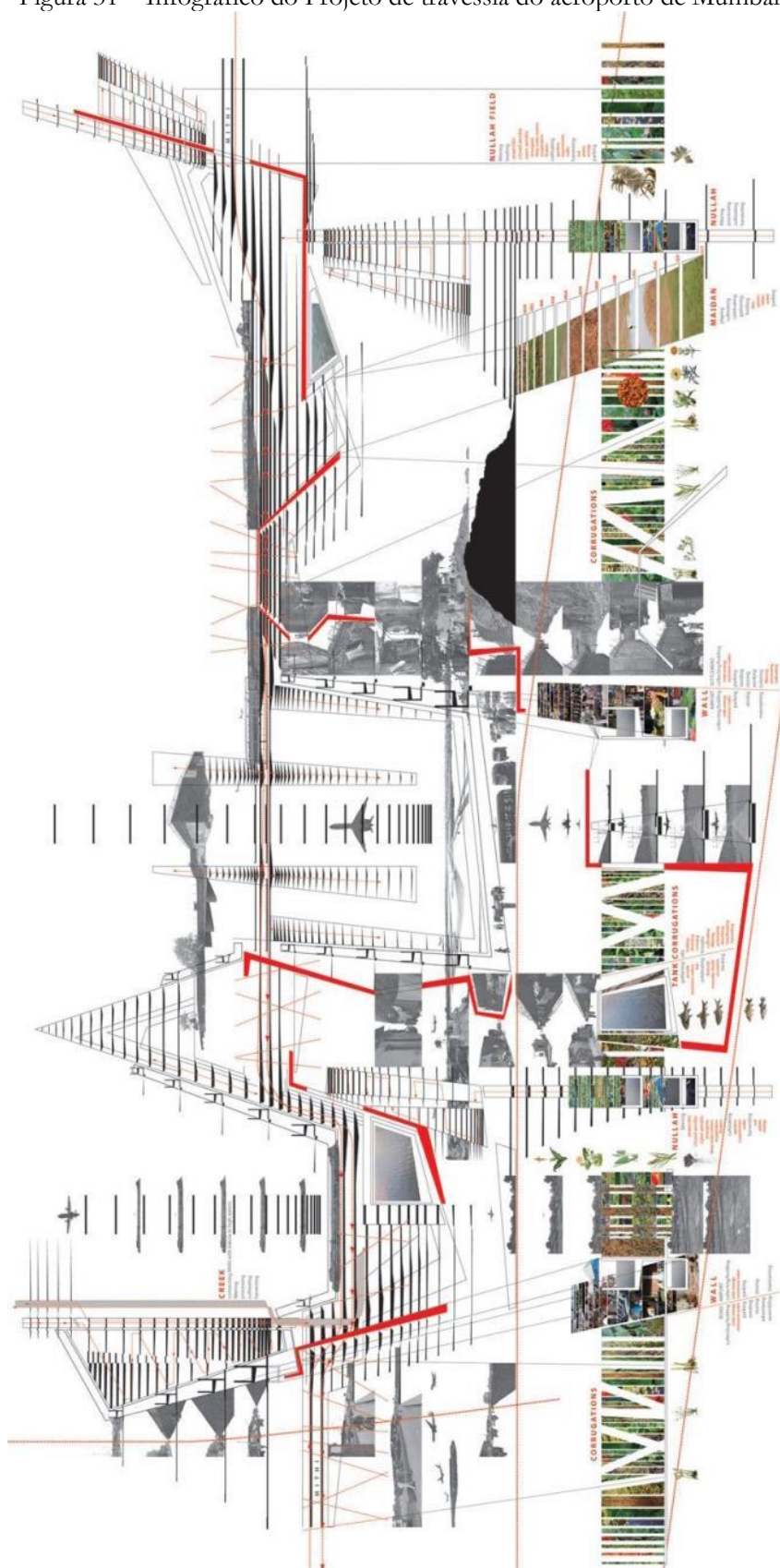
monitoramento é o de conectá-los à infraestrutura com acesso em tempo real, como foi realizado no projeto “CitySense”: conexões sem fio entre sensores e servidor central possibilitam acesso da comunidade acadêmica à plataforma aberta e programável (WELSH; BERS, 2010; OUTRAM; BIDERMAN; RATTI, 2010).

Volgelzang (2010) apresenta o projeto “Urban Eco”, que estuda a distância que o alimento viaja antes de chegar à mesa, e alerta para a necessidade de priorizar o consumo local, através da agricultura urbana. Nesse sentido, Doherty (2010) complementa a diretriz, ressaltando a proximidade das áreas verdes agricultáveis a fontes de água.

No sentido da noção de pertencimento e identidade de um lugar, Jerram (2010) apresenta o projeto “Toque-me, sou teu”, em que objetos são colocados em locais estratégicos, com o objetivo de catalisar a conexão entre desconhecidos. Shapins et al. (2010) apresentam o projeto “Mapeando Main Street”, em que é feito um mapeamento fotográfico da história das mais de mil *main streets* que existem nos Estados Unidos.

A parte do “curar”, Kirkwood (2010) expõe a ideia da criação de uma normativa urbana que dite como os recursos naturais devem ser entendidos e utilizados para que a paisagem cultural de uma cidade possa ser formada a partir da relação equilibrada entre humanos e meio ambiente local. Nesse sentido, Mathur e Cunha (2010) apresentam as paisagens informais de Mumbai, formadas a partir da relação entre o mar e o território: em um local de estuário com monções, devem ser usadas técnicas de prevenção contra enchentes associadas a mecanismos de absorção e de resiliência do fenômeno, como tanques corrugados para filtragem, tratamento da água ou tratamento de esgoto conectado por travessas, como o Projeto da Figura 31.

Figura 31 – Infográfico do Projeto de travessia do aeroporto de Mumbai



Fonte: Mathur e Cunha (2010, p. 206-207).

Na temática dos recursos hídricos, Cingapura é um exemplo de gestão de captação de água pluvial, com projetos ecológicos e áreas de lazer integradas. Para reduzir a velocidade com

que a água de chuva chega no rio, foram adotadas normativas que incentivam os telhados verdes, os jardins pluviais, além da implantação de biótopos, limpadores e filtros e sistemas aquíferos com pontos de encontro e conexão de grupos.

A Figura 32 representa as seções de Cingapura: a primeira, em períodos de seca, e a segunda, em períodos de chuva, com picos extremos de cheia; ambas sem as intervenções projetadas. A terceira e a quarta seções representam o fluxo da água de chuva com velocidade controlada através das infraestruturas verdes. O fluxo deve ser regulado, com picos mais baixos (DREISEITL, 2010).

Figura 32 – Seção de Cingapura



Fonte: Dreiseitl (2010, p. 217).

O escritório Hood Design (2010) apresenta três propostas para do concurso “Center Street Plaza” em Berkeley, Califórnia. A ideia central foi a de explorar o potencial do córrego local, permitindo acesso a veículos comerciais e emergenciais e ao convívio social através do uso

de pavimentos permeáveis e orgânicos. Cada proposta usou a água de uma maneira diferente: como chafarizes e jardins pluviais, com limitação e aberturas do córrego; com piscinas pluviais alternadas e com canalização e trechos abertos, em forma de parque linear.

Hodson e Marvin (2010) indicam que o Urbanismo Ecológico deve propor soluções tecnológicas e estruturas de mercado para avançar em relação às mudanças climáticas e à limitação dos recursos naturais. Para isso, o projeto deve ser espacial e temporal, específico para o local, de modo que a ecologia e a economia combinem-se a favor da ecotectônica autônoma integrada: meio ambiente e infraestrutura que internalizam no empreendimento energia, água, alimentos, resíduos e demais fluxos materiais através do conhecimento de arquitetura, urbanismo, ecologia e tecnologia. Os autores também expõem a segurança ecológica: reconfiguração de cidades e estruturas que visam assegurar a capacidade de garantir os recursos naturais e o descarte de resíduos, para manter o desenvolvimento econômico e social, proteger as cidades dos impactos das mudanças climáticas e da escassez de recursos, desenvolver autarquia para o fornecimento de água, energia e mobilidade.

Também se configura como um processo de cura urbana a ficção científica que localiza com inteligência e criatividade a interseção entre tecnologia e urbanismo, sob o selo da ecologia. As estratégias são projetos para pessoas encaixarem-se simbioticamente em seus entornos naturais, como o projeto “Fab Tree”, em que foi projetada uma casa comestível a partir de fibras vegetais, como pode ser visto na Figura 33 (JOACHIM, 2010).

Figura 33 – Fab Tree Hab

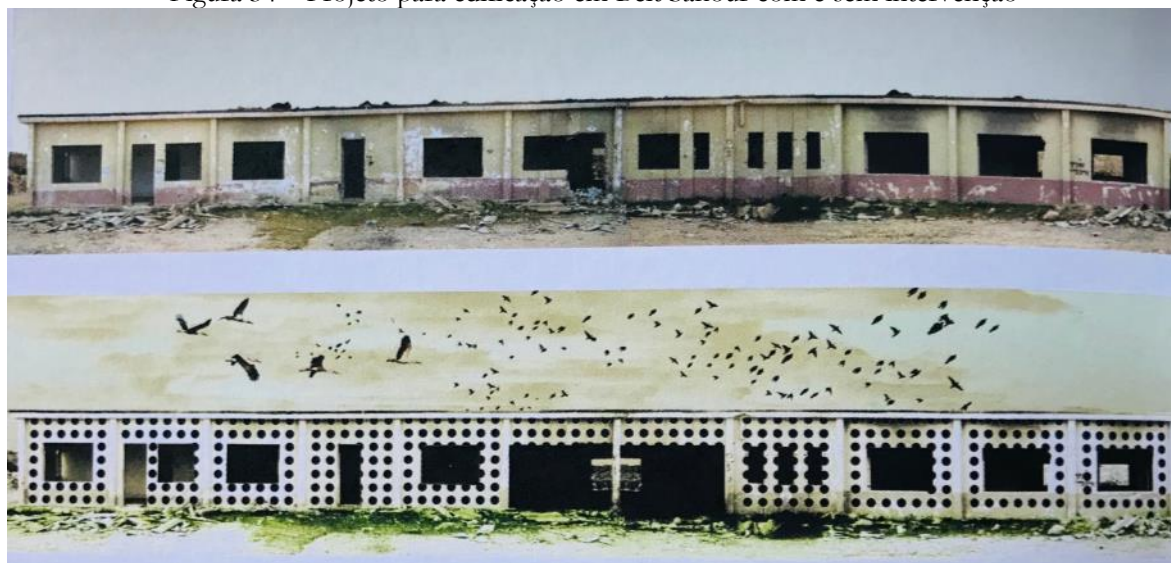


Fonte: <http://www.archinode.com/Arch9fab.html>.

No sentido da simbiose, Hilal, Petti e Weizman (2010) apresentaram o projeto para uma antiga ocupação militar em uma colina da cidade palestina de Beit Sahour, uma área de rota de pássaros. Após desmilitarização da área, os edifícios tiveram um processo acelerado de degradação, com desintegração e invasão de plantas. Então, foi proposta uma intervenção que fez uma série de furos padronizados nas paredes das edificações – Figura 34 – com o objetivo de facilitar a ocupação de aves durante a migração e de espécies locais no restante do ano.

Além de proporcionar a volta do habitat natural desses animais, o projeto também reorganizou a paisagem através do redirecionamento das barreiras fortificadas, de forma a soterrar parte dos edifícios sob o entulho de suas próprias fortificações. Cabe salientar também que existe uma ação judicial em andamento pelos direitos dos pássaros, a fim de viabilizar a concretização desse projeto.

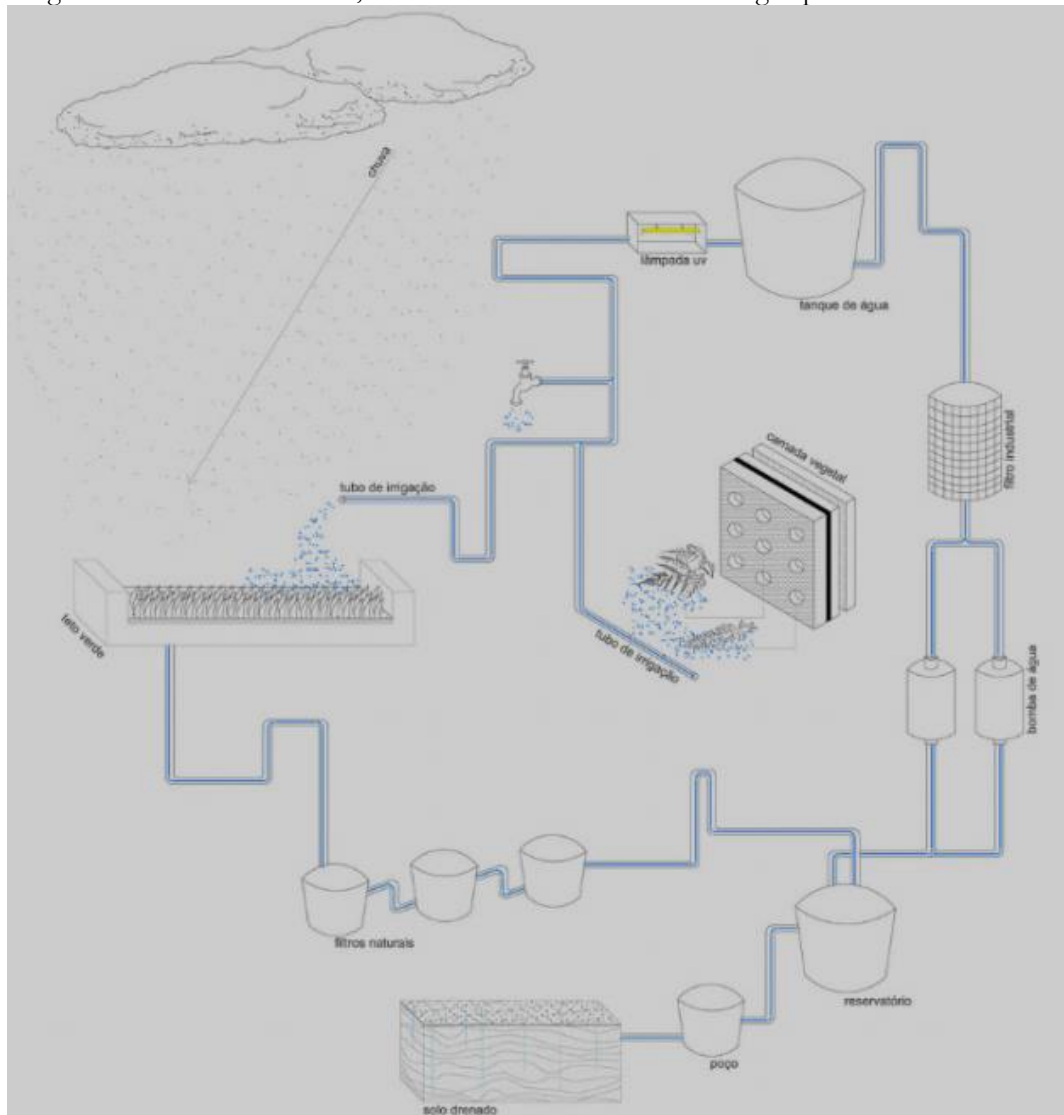
Figura 34 – Projeto para edificação em Beit Sahour com e sem intervenção



Fonte: Hilal, Petti e Weizman (2010, p. 232).

Outro exemplo de um edifício projetado como um organismo vivo é o Harmonia 57, do escritório Triptype. O edifício respira, transpira e modifica-se através das paredes verdes e da coleta de água de chuva, com tratamento e reuso, conforme indicado na Figura 35 (TRIPTYPE, 2010).

Figura 35 – Sistema de coleta, tratamento e armazenamento de água pluvial – Harmonia 57



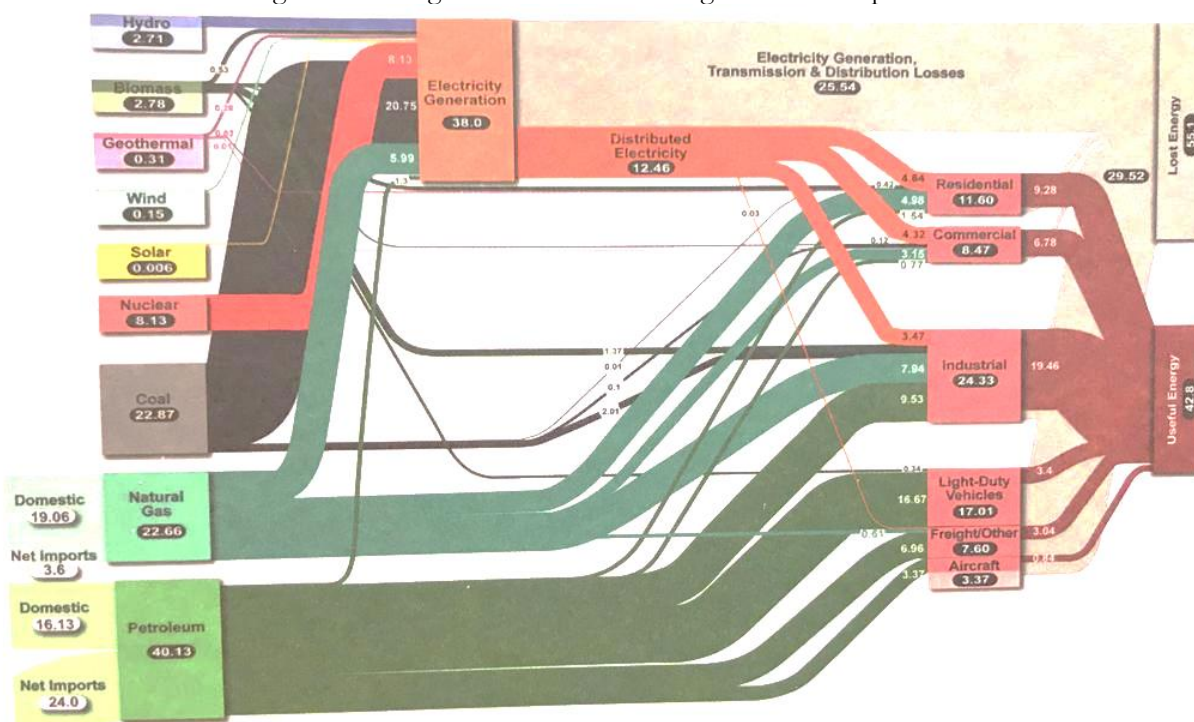
Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-16694/harmonia-57-triptyque>.

Com vistas a melhorar o subsolo da cidade de Helsínki, foi lançado o concurso “Low2No”, que trouxe propostas estratégicas para comunidades emitirem pouco ou nenhum carbono. Uma equipe multidisciplinar propôs um sistema de subsolo fabricado com entulho de construções da cidade a fim de melhorar a condição de vida do ecossistema local (VALKENBURGH, 2010).

A parte do “produzir” começa com a questão das subestruturas, supraestruturas e infraestruturas energéticas de Addington (2010). O autor defende que o empreendimento com neutralidade de carbono não pode ser resolvido na escala do edifício. Em termos energéticos, “[...] é necessário um planejamento abrangente de geração, distribuição e consumo de energia em múltiplas escalas espaciais e por meio de múltiplos sistemas” (ADDINGTON, 2010, p. 244).

Para o projeto urbanístico energeticamente eficiente, aquele autor propõe que devem ser investigados: o mapeamento energético da geração de energia, os sistemas de corrente contínua e consumidores, a otimização das escalas dos sistemas energéticos, os dissipadores de calor e o consumo diferenciado. Essas cinco fronteiras funcionais emanam da ideia da dissociação dos sistemas das geometrias prediais, de forma que os sistemas energéticos e os consumidores são as unidades apropriadas para avaliar o desempenho energético.

Figura 36 – Diagrama de fontes de energia utilizadas e perdas

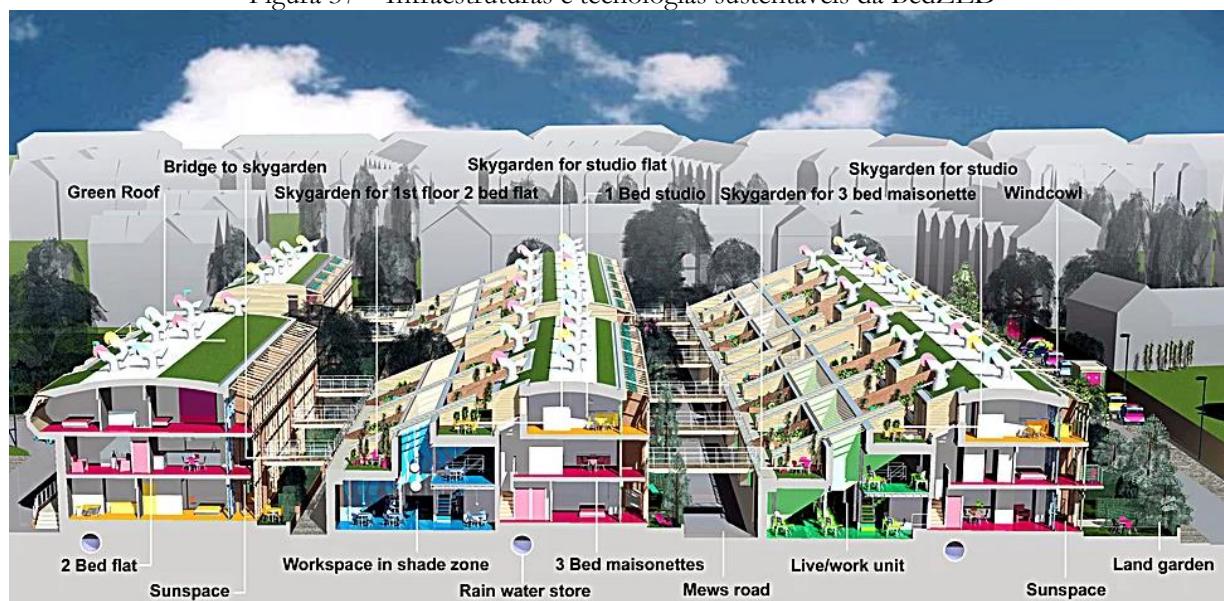


Fonte: Addington (2010, p. 249).

Ainda ao tratar de energia, o projeto “Soft Cities”, do escritório KVA MATx (2010), concebe uma rede de energia limpa que abastece parte da infraestrutura urbana e algumas residências. O sistema mobiliza uma série de sistemas têxteis de captação de energia solar através de um nanomaterial. De acordo com representantes do escritório, a experiência de captar energia com têxteis solares cria uma infraestrutura compartilhada que conecta a extensão urbana horizontal, das coberturas, ao sistema doméstico de circulação vertical.

Dunster (2010) apresenta o projeto da ZEDFactory, representado pelo BedZED (Figura 37), em Londres, que possui sistema de isolamento térmico, aquecimento solar e painéis fotovoltaicos. Nessa comunidade, os moradores não precisam se adaptar às mudanças de estilo de vida, mas serem eles próprios as mudanças. O projeto mostra que é possível aumentar a densidade urbana e produzir melhorias na qualidade de vida.

Figura 37 – Infraestruturas e tecnologias sustentáveis da BedZED



Fonte: <https://www.zedfactory.com/bedzed>.

A ecocidade Logroño, projetada pelo escritório MVRDV (2010), também é focada em energia renovável e compacidade. Toda a energia para abastecer a comunidade é gerada no local, através de uma combinação de energia solar e eólica. Também existe coleta, tratamento e reuso de águas cinzas e veículo elétrico de transporte coletivo.

O escritório Vector Architects (2010) apresenta o CR Land Guanganmen, um *showroom* de tecnologia verde, projetado e construído para permanecer no local por três anos. Nele, foram usados: estrutura em aço, painéis verticais e horizontais para plantação, pensando na forma mais rápida e eficiente de construção, demolição e reaproveitamento de materiais.

Imbert (2010) alerta para a necessidade da produção de alimentos no meio urbano. Os impactos negativos das distâncias que os alimentos percorrem para chegarem até as mesas são muitos e incluem o custo energético e o uso de produtos químicos para conservação dos alimentos. Hortas familiares, hortaliças e árvores frutíferas plantadas em áreas urbanas desocupadas são exemplos de recuperação pontual da agricultura no meio urbano. Existe também o potencial em considerar a agricultura urbana como um método de estruturação do planejamento urbano, em que a paisagem desempenha um papel ecológico estrutural espacial para o desenvolvimento do urbano.

Outro exemplo voltado para a produção urbana e caseira de alimentos é exposto por Lehanneur e Bossche (2010), um equipamento chamado Local River. É um aquário para produção de peixe associado a uma pequena horta irrigada pela própria água do aquário.

Também há o exemplo da La Tour Vivante, uma torre que integra agricultura e produção de energia através de geradores eólicos, painéis fotovoltaicos, captação, tratamento e reuso de água da chuva, cinzas e negras, além de uso de materiais ecológicos (SOA ARCHITECTS, 2010).

Figura 38 – Projeto La Tour Vivante



Fonte: <https://www.soa-architectes.fr/>.

Yu (2010) sugere que, devido ao aumento populacional dos centros urbanos, é preciso adotar duas estratégias para guiar as cidades sustentáveis do futuro. Uma delas é o desenvolvimento urbano baseado na infraestrutura ecológica em diversas escalas. Para isso, a cidade deve ser entendida como um ser vivo e, assim, deve-se reconhecer sua infraestrutura ecológica – rede de paisagem estrutural – que assegura serviços ecossistêmicos: produção alimentar e água limpa; regulação de clima, doenças, enchentes e secas; proteção dos ciclos de nutrientes e habitats naturais e fomento à cultura e recreação.

A outra estratégia de Yu (2010) é usar a estética para permitir a aplicação do urbanismo ecológico. Como exemplos, são citados: os jardins flutuantes de Yongning, o campo de arroz da Universidade de Arquitetura de Shenyang, o parque do estaleiro Zhongshan, as paletas

adaptáveis do parque Qiaoyuan e o Parque Red Ribbon, no rio Tanghe, que pode ser visto na Figura 39.

Figura 39 – Parque Red Ribbon – rio Tanghe



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/>.

Chega-se então na segunda parte do “colaborar”. Para Edmondson (2010), a colaboração urbana está voltada para a integração entre os diferentes especialistas de forma a integrar o conhecimento funcional. O urbanismo ecológico toma forma a partir do aprendizado colaborativo, criando e implementando novas tecnologias e novos contratos sociais voltados para a concretização de suas diretrizes.

David Edwards (2010) apresenta a proposta de um filtro vivo para purificação do ar em ambientes internos que direciona o ar através da água, passando pelas folhas das plantas e pela terra e faz com o que o ar filtrado volte ao ambiente. Nesse exemplo, a colaboração é resultado da integração entre planta, terra, ar e água.

Fainsten (2010) propõe outro tipo de colaboração, em que a Ecologia Urbana deve intensificar a interação entre pessoas e lugares com o objetivo específico de amenizar a tensão existente entre o desenvolvimento imobiliário, a equidade social e a proteção ambiental. De acordo com o autor, as cidades compactas, apesar de trazerem benefícios ambientais

relacionados à redução da emissão de gases de efeito estufa, também são responsáveis pelo aumento do valor dos imóveis em áreas centrais. Isso ocorre principalmente quando a compactidade está em cidades com grande desigualdade social (UN-HABITAT, 2016).

Frug (2010) reconhece a estrutura administrativa da cidade como o problema mais grave da transformação urbana para implementar agendas ecológicas. Uma administração que possui instâncias de permissões que variam entre cidade, estado e federação possui poucas chances de avançar nos objetivos de desenvolvimento sustentável. Por isso, a mudança deve abranger todas as dimensões e todas as escalas urbanas, inclusive a administrativa municipal, estadual e federal.

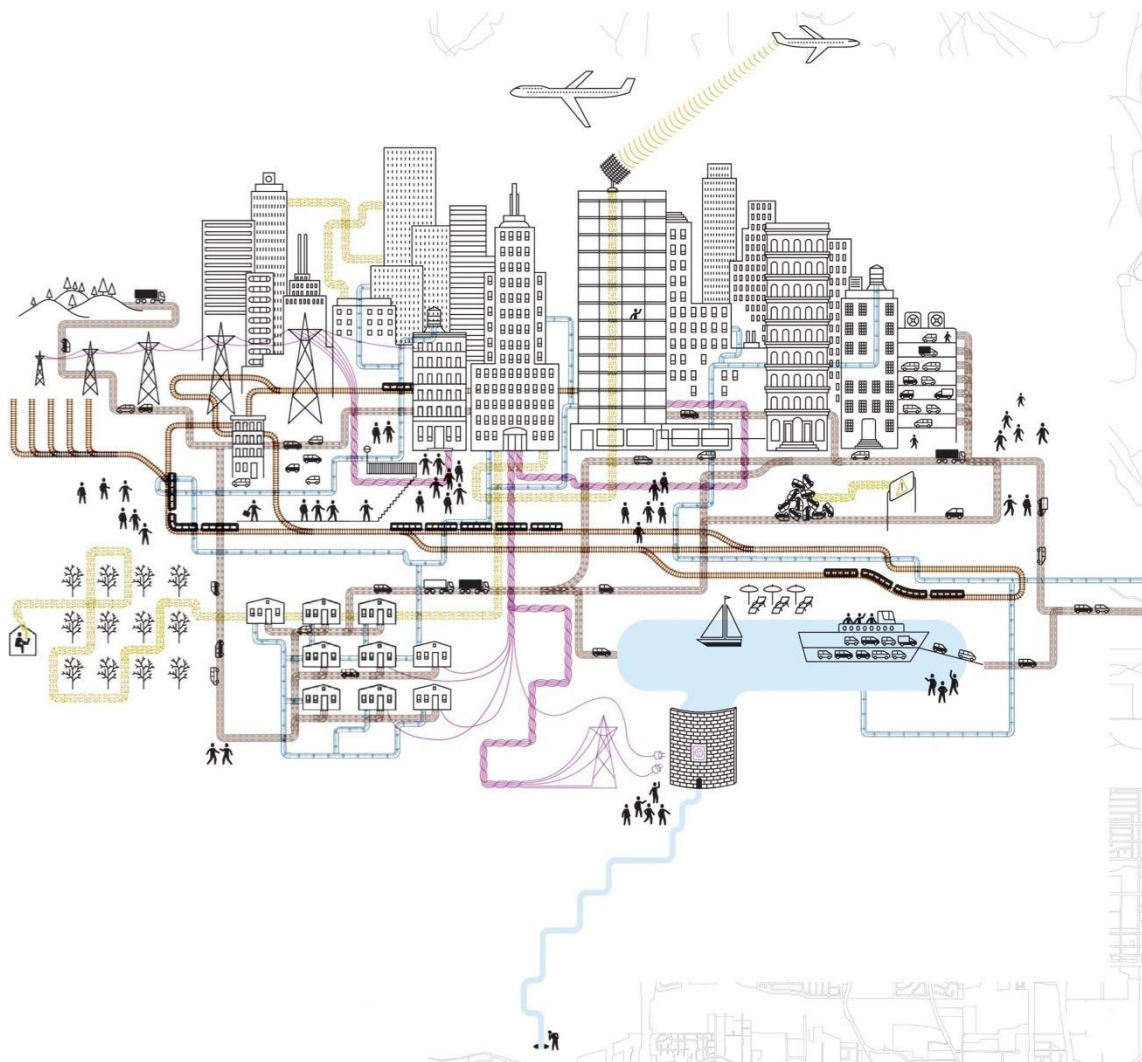
Uma nova ordem urbanística também está em pauta para Ingber (2010), que aponta que, para o urbanismo ecológico ser estabelecido em sua essência, é preciso harmonia entre pessoas, edifícios, cidades e o ambiente natural. Isso é o contrário do que ocorre na atualidade, com edifícios projetados e construídos isoladamente e sem muitas preocupações ambientais. Segundo Ingber (2010), os materiais e a forma usados nas construções são insuficientes para garantir que os recursos naturais e a qualidade de vida para a sobrevivência da espécie humana.

Por isso, as cidades deveriam ser tratadas como os sistemas vivos, que desenvolvem maneiras de mudar suas formas e funções a fim de sobreviverem (INGBER, 2010), assim como acontece na autopoiese com a autorregulação e com a resiliência. A começar pelos edifícios, que, de acordo com o autor, poderiam incorporar mecanismos e materiais inspirados na biologia. Mas, para isso, “É preciso que designers de materiais e produtos trabalhem junto com arquitetos, engenheiros e biólogos de maneiras como nunca fizeram antes” (INGBER, 2010, p. 309).

A parte do “interagir” começa com um texto de Forman (2010) sobre áreas verdes naturais e áreas verdes urbanas e o processo de degradação. Os princípios da ecologia urbana podem trazer intervenções urbanas que recuperem áreas degradadas através de planejamento e desenho urbano.

Outros princípios da ecologia usados no desenho das cidades são: ecologia estruturada, que projeta uma região para ser usada com diversas funções e em diferentes tempos; ecologias análogas, que imitam comportamentos responsivos dos sistemas vivos; ecologias híbridas, que utilizam sistemas que mobilizam dinâmicas e forças humanas e não humanas; e ecologias controladas, que estruturam maneiras de controlar e produzir. A ecologia deve ser um agente que mobiliza as tecnologias, as políticas públicas e as dinâmicas sociais e culturais.

Figura 40 – Infraestrutura da cidade de Nova York



Fonte: Niemann (2010, p. 330-331).

O interessante da ilustração de Niemann (2010), demonstrada na Figura 40, é que a infraestrutura da cidade de Nova York, apesar de aparecer com toda a complexidade associada a organismos vivos, falha nos *outputs*. Não há resíduos, recicladoras, fluxos de trocas ou rejeitos. Resta saber se o ilustrador assim idealizou ou se esse esquecimento faz parte do subconsciente coletivo da atualidade, que ainda não possui a noção da complexidade multidimensional e multiescalar do urbano.

Bélangier (2010) expõe sobre o estado de deterioração da infraestrutura urbana atual e propõe medidas que possam reverter a situação, como métodos de reengenharia ecológica, com projetos flexíveis e operações circulares; sinergias de infraestrutura; redesenvolvimento do

território; planejamento para as situações de risco e projeto tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Felson e Pollak (2010) seguem essa linha e afirmam que existe pouca compreensão do ambiente urbano em termos ecológicos.

Rueda (2010) indica que as disfunções urbanas são abordadas com perspectivas limitadas, pois o planejamento urbano tradicional opera em plano bidimensional – solo e subsolo –, e que a visão holística sobre o urbano pode estimular um desenvolvimento mais sustentável. Uma possibilidade seria operar o planejamento urbano em três níveis – subsolo, solo e nível superior:

Quadro 13 – Planejamento Urbano em três níveis

	Subsolo	Solo	Superior
Biodiversidade	Terra	Árvores	Cobertura Verde
Metabolismo Urbano	Tubulações subterrâneas	Captação de água de chuva	Colete de energia solar, eólica e geotérmica
Serviços e Logística	Tubulações subterrâneas	Plataformas para distribuição de mercadorias	Armazenamento de mercadorias
Mobilidade e Funcionalidade	Transporte coletivo de massa	Ruas, avenidas, corredores, calçadas e ciclovias.	Viadutos e passarelas
Espaço Público		Áreas abertas com funções públicas	
Complexidade Urbana e sociedade	Integração de sistemas de infraestrutura	Cidade compacta	Verticalidade

Fonte: Adaptação pela autora de Felson e Pollak (2010, p. 365-366).

Ainda sobre a necessidade da inovação no desenho das cidades, Vegara et al. (2010) sugerem desenhar a cidade a partir de seus indicadores e de suas competências, com o uso da cartografia. A cartografia crítica revela as relações estruturais e espaciais existentes entre as partes da cidade e a distribuição das atividades urbanas e fatores não físicos, como características demográficas, sociais e econômicas.

Outro exemplo de inovação que o Urbanismo Ecológico traz é o programa Greenmetropolis, que propõe desenhos urbanos sustentáveis em regiões de aglomerações urbanas pós-industriais. Em Düren, esse programa promoveu a transformação de uma mina a céu aberto em um parque linear entre Alemanha e Holanda, o Parque Horse. Assim o programa pretende reabilitar diversas regiões de antigas minas de carvão, assentamentos de mineração e depósitos a céu aberto em áreas residenciais e comerciais, de forma a conectar centros de atividades e paisagens naturais (BAVA et al., 2010).

A parte do “mobilizar” começa com um texto de Sommer (2010), que questiona sobre a conciliação entre o urbanismo ecológico e a cultura da liberdade de movimento e de associação

e sobre a necessidade de mudança na organização e no padrão do desenvolvimento urbano para a sustentabilidade frente a cidade moderna industrial, com seu sistema fragmentado de infraestrutura e desenvolvimento imobiliário. Sommer (2010) sugere que existem outras formas de planejar uma cidade democrática, com mobilidade e responsabilidade ecológica.

Nesse sentido, Mitchell (2010) apresenta algumas mudanças no planejamento da mobilidade urbana que visam à sustentabilidade, com operações integradas e sistemas de energia eficientes e leves, com inteligência digital e controle em tempo real. Motocicletas elétricas, veículos dobráveis e elétricos, que economizam espaço e minimizam ou eliminam a emissão de gás carbônico, sistema de recarregamento, integração entre veículos elétricos e redes elétricas inteligentes e sistemas de mobilidade sob demanda, tudo com suporte computacional, são as diretrizes que Mitchell (2010) propõe para a mudança da mobilidade urbana.

Em contrapartida à cultura da mobilidade particular e individual, Parolotto (2010) afirma que um planejamento e um desenho urbano que priorizem o transporte público, como adensamento populacional e multiplicidade de atividades e serviços, podem ser a solução sustentável para a cidade.

Duany (2010), o mesmo do Urbanismo Sustentável e do Novo Urbanismo, dá sua contribuição no Urbanismo Ecológico no texto “Uma teoria geral do urbanismo ecológico”, em que discorre sobre a necessidade da mudança geral em busca da sustentabilidade. De acordo com o autor, as crises da atualidade – mudanças climáticas, alta do preço do petróleo e evaporação da riqueza nacional – estão diretamente associadas ao estilo de vida – principalmente o norte-americano, que se globaliza – chamado de dispersão suburbana.

Duany (2010) fala sobre um acordo em usar o termo Urbanismo Ecológico, como se o Urbanismo Sustentável estivesse sido englobado. Porém, não há outros registros de que são sinônimos ou de que estão contidos um no outro. Ao mesmo tempo, o autor fala sobre os candidatos ao Urbanismo Ecológico, indicando o Urbanismo Irresponsável de Koolhaas³², o Novo Urbanismo e o Urbanismo de Paisagem como concorrentes ao Urbanismo Ecológico, sob o pretexto de que ainda não existe um consenso de discurso.

O motivo de Duany (2010) manter o Urbanismo Irresponsável como um dos concorrentes ao Urbanismo Ecológico, em sua visão conceitual, é que uma das funções desse último é ser vendável, relativamente barato e fácil de administrar. Ter características econômicas que garantam a viabilidade é, com certeza, um dos pressupostos para garantir o sucesso das

³² Urbanismo Irresponsável foi um termo usado por Rem Koolhaas no livro *Atlanta* (1996).

diretrizes de desenho urbano sustentável. Porém, ser vendável parece entrar em uma esfera de especulação imobiliária que não deve estar relacionada à sustentabilidade urbana e que remete, sem dúvida, ao caráter comercial do Urbanismo Sustentável e do Novo Urbanismo.

Ainda assim, vale expor aqui que Duany (2010) defende que a Teoria do Transecto Rural-Urbano do Novo Urbanismo é elucidativa do Urbanismo Ecológico, porque, em qualquer ponto do transecto, “[...] a densidade agregada da diversidade social e natural após a urbanização deve ser aproximadamente igual ou maior à densidade da diversidade natural antes da urbanização) (p. 410). Dessa forma, para ele, essa equação pode validar se é justa ou não a perda da natureza para dar espaço a uma área urbanizada.

Também é consenso para Robbins (2010) a necessidade de mudança generalizada para alcançar a sustentabilidade urbana. Para esse autor, os primeiros passos em direção a uma cidade mais verde devem ser: definir os critérios para constitui-la e os locais de mudanças, quem irá realizá-las e para quem serão, como serão pagas e quais os conhecimentos ambientais deverão ser considerados. Ou seja, para Robbins (2010), o Urbanismo Ecológico é uma mobilização política.

Schulz et al. (2010) apresentam o modelo SynCity de sistema energético urbano: uma plataforma de modelagem integrada que cria modelos de projetos urbanos e configurações alternativas para otimizá-los, com representações espaciais e temporais dinâmicas das atividades que consomem energia e seus efeitos sobre os sistemas de fornecimento e demanda. Os modelos possuem uma camada para o uso do solo e o layout urbano, uma camada para o sistema de transporte e outra camada para a tecnologia de recursos e rede de serviços, e atuam como uma ferramenta de planejamento e de desenho urbano para simular novas tecnologias.

Viñoly (2010) sugere uma nova tecnologia de transporte, a *upway*, representada na Figura 41, que seria uma via elevada dedicada a veículos elétricos para até dois passageiros, que pode aumentar a capacidade do sistema viário em 40% e diminuir as emissões de carbono do sistema de trânsito em até 30%. As *upways* poderiam ser acessadas em estacionamentos localizados em paradas de ônibus e estações de metrô.

Figura 41 – Projeto The Upway



Fonte: Viñoly (2010, p. 428-429).

Herzog e De Meuron (2010) também visam iniciativas inovadoras de modos de agir sobre as condições locais para estimular oportunidades iguais e autoiniciativas, quando orientam doutorados que exploram facetas da cidade de Nairóbi. Nessas pesquisas, são abordadas questões relacionadas ao viver, trabalhar, comprar, mover-se, aprender e bem-estar.

A parte do “Medir” está relacionada aos indicadores de desenho urbano sustentável e começa com Boeri (2010) explicando sobre políticas públicas urbanas de grande escala que apresentam a ecologia urbana como um modelo inovador de desenvolvimento econômico urbano. Essas políticas públicas têm o objetivo de obrigar autoridades locais a oferecerem fundos para subsidiar intervenções imobiliárias sociais. Com o propósito de evitar que o crescimento urbano avance sobre as reservas naturais e a terra agrícola das periferias urbanas, os autores sugerem que sustentabilidade e democracia sejam políticas que ocorram de forma integrada.

Sayler (2010) apresenta o projeto Canary, que é responsável por coletar a água na estação das chuvas do lago Parón, nos Andes peruanos, e drená-la durante a estação seca, a fim de assegurar os recursos hídricos para o futuro. Esse pode ser um dos exemplos do que Hagan (2014) considera o binário quantidade-qualidade, que está associado às questões naturais e culturais e a como o homem relaciona-se com elas. Um tipo de relacionamento é a análise métrica, que indica as prioridades ambientais.

Cheng e Steemers (2010) estudam a relação entre a Londres urbana e sua região suburbana e rural. O objetivo do estudo é buscar meios para revitalizar e melhorar as aglomerações pós-industriais ao longo do rio Tâmsa em direção ao seu estuário, reconectando moradores com a natureza através de parques. Essa necessidade diagnosticada busca também a agricultura e a promoção da identidade comunitária.

A parte “colaborar” do terceiro bloco começa com dois textos de Alex Krieger (2010) e Nancy Krieger (2010), autores do Novo Urbanismo. Enquanto Alex expõe a responsabilidade social e as tecnologias frente à sustentabilidade ambiental, Nancy aborda a questão da saúde pública, que o urbanismo ecológico e a equidade na saúde devem ser interligados através da melhoria das condições de vida e da distribuição igualitária do poder, do dinheiro e dos recursos.

No sentido da mudança de estilo de vida, Pollalis (2010) indica que a produção de dióxido de carbono é estratificada por classe social. Por isso, planejadores do urbano devem centrar a atenção na promoção da mudança de estilo de vida e na escala urbana em que atuam, assim como no projeto e na tecnologia, ao contrário do que se prega no estilo de vida norte-americano.

Picon (2010) apresenta um estudo feito sobre as infraestruturas urbanas como suporte para circulação de fluxos urbanos e como possíveis promotoras de reavaliação do papel da natureza na cidade. Isso porque o estudo indicou que muitas infraestruturas urbanas em desuso passam a ser habitat de animais em risco de extinção – no caso da Europa.

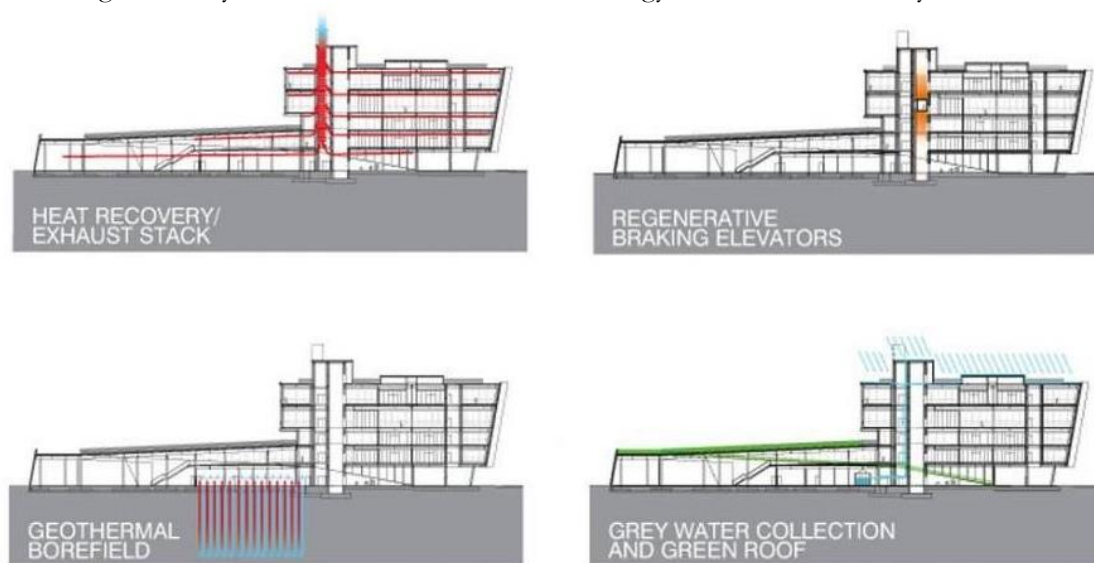
Moore (2010) e Schwartz (2010) discorrem sobre a necessidade de a paisagem urbana ser atraente para ser valorizada pelos cidadãos. Dessa forma, é possível criar vínculos de conexão emocional que fazem com que a paisagem pública possa propiciar de sistemas sociais e naturais funcionarem.

A parte do “adaptar” está voltada à resiliência urbana: “[...] a habilidade de se recuperar da perturbação, ajustar-se às mudanças e funcionar em estado saudável” (LISTER, 2010, p. 539). São apresentadas pesquisas, projetos e implantações de intervenções urbanas que podem promover a adaptação das cidades às questões ecológicas.

A última parte do livro, “incubar”, mostra projetos que se enquadram no urbanismo ecológico e que foram de fato construídos, bem como pesquisas em andamento. Como o *Syracuse Center of Excellence in Energy and Environmental Systems*, que possui um laboratório vivo para tecnologias sustentáveis em Nova York - Figura 42 (MORI, 2010), ou o edifício Jessop West, da Universidade de Sheffield, que reparou o tecido urbano, usou materiais ambientalmente responsivos e assegurou redução no consumo de energia e nas emissões de dióxido de carbono; ou o *Savings Bank* do município de Oberhausen (SAUERBRUCH, 2010).

Outro exemplo de edifício que segue o urbanismo ecológico e contribui não apenas para melhorar a qualidade de vida de seus usuários, como também da vida urbana em geral, é o Bank of America. Localizado em Manhattan, usa tecnologias avançadas para alto desempenho energético e ambiental, com redução de consumo de energia e água (COOK+FOX ARCHITECTS, 2010).

Figura 42 - Syracuse Center of Excellence in Energy and Environmental Systems



Fonte: http://archityperreview.com/project/syracuse-center-of-excellence-in-environmental-and-energy-systemsissue_id994/.

Há ainda o exemplo aplicado na cidade de São Paulo: Cantinho do Céu. É um local de condições complexas, no sentido ambiental e de infraestrutura – o crescimento de uma favela com mais de trinta mil habitantes que devastou uma área de Mata Atlântica. Então, o projeto desenvolveu uma infraestrutura para captar a poluição do lago e filtrar com plantas, a fim de a comunidade ter acesso à água potável (WERTHMANN et al., 2010).

Os exemplos também alcançam escalas regionais, como a região Disez, no Senegal. Lá foram propostos projetos-piloto para cada região topográfica, como a fazenda de algas, exercendo a função de usina de energia, a rotatória que produz integração social e o cinturão verde com processamento de resíduos e geração de energia (ECOLOGICSTUDIO, 2010).

E assim encerra-se o livro. Um misto de teoria e aplicações que integram uma série de perspectivas de desenho urbano sustentável, inclusive o Urbanismo Sustentável.

A partir da revisão bibliográfica exposta, foi possível identificar as diretrizes de desenho urbano referentes ao Urbanismo Ecológico e classificá-las. Mais uma vez recapitulando, a classificação foi feita conforme indicado na abordagem metodológica desta pesquisa: de acordo com escalas urbanas – P, M e G – e de acordo com sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos, conforme pode ser visto no Quadro 14.

Quadro 14 – Diretrizes de Desenho Urbano para Urbanismo Ecológico

REFERÊNCIA	DIRETRIZES DE DESENHO URBANO PARA O URBANISMO ECOLÓGICO	PROVISÃO	REGULAÇÃO	CULTURAL	SUPORTE
Waldheim (2010, p. 82); Glaeser (2010, p. 306); Parolotto (2010, p. 398-401); Ábalos (2010, p. 610-613); Glaeser (2010, p. 306); Felson e Pollack (2010, p. 356-369)	Promover alta densidade urbana em áreas centrais com sistema de infraestrutura integrados	M	M		M
Spirn (2010, p. 16); Mathur e Cunha (2010, p. 194-207); Dreiseitl (2010, p. 218-221)	Usar infraestruturas urbanas que aumentam a permeabilidade do solo		M		M
Spirn (2010, p. 8); COTT (2010, p. 140-141); MVRDV (2010, p. 280); Addington, (2010, p. 244); KVA MATx (2010, p. 270-273); Dunster (2010, p. 274-279); Addington (2010, p. 251); Kerr (2010, p. 554-567); Ween (2010, p. 496-499)	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de alto desempenho energético e visando a estabilização do uso de energia derivada de combustíveis fósseis.	P			P
Spirn (2010, p. 12); Valkenburgh (2010, p. 238-239); MVRDV (2010, p. 280-281)	Usar materiais construtivos recicláveis ou reciclados		M		
Spirn (2010, p. 12)	Usar princípios da ecologia industrial no desenho urbano	G	G	G	G
Spirn (2010, p. 12); Mathur e Cunha (2010, p. 194-207)	Projetar sistemas alternativos de tratamento de esgoto	M			M

Spirn (2010, p. 12); Dreiseitl (2010, p. 219); Mathur e Cunha (2010, p. 194-207); Cucinella (p. 598-599); Mathur e Cunha (2010, p. 194-207), Tripttype (2010, p. 236-237); Forman (2010, p. 312); Werthmann et al. (2010, p. 588-589)	Projetar áreas de absorção, retenção, tratamento biológico e reuso de água pluvial	M	M		M
Spirn (2010, p. 14-16)	Projetar o espaço urbano considerando sua história natural e social	G	G	G	G
Forman (2010, p. 312)	Projetar grandes áreas verdes para melhoria da biodiversidade	G	G	G	G
Bava et al. (2010, p. 374-377); Sommer (2010, p. 381)	Criar corredores de transporte público ao longo das principais vias de circulação		M		
Bava et al. (2010, p. 374-377)	Otimizar funções ecológicas ao longo das rodovias	M	M		M
Hagan (2010, p. 466)	Fomentar a plantação de vegetação nas áreas internas lotes urbanos	M	M		
Valkenburgh (2010, p. 238-239)	Projetar áreas habitacionais próximas às estações de transporte de massa	M	M		M
Koolhaas (2010, p. 56)	Integrar e combinar fontes de energia		M		M
Koolhaas (2010, p. 56); Ween (2010, p. 496-499); Branzi (2010, p. 110-114); Waldheim (2010, p. 114-122); COTT (2010, p. 140-141); Bava et al. (2010, p. 374-377)	Reutilizar antigos edifícios e infraestrutura - retrofit	M	M		
Kwinter (2010, p. 94-105); Rebar (2010, p. 350-355); Ween (2010, p. 496-499)	Projetar redes de reciclagem com recolhimento, separação, venda, revenda e recuperação para reuso	G	G	G	
Kwinter (2010, p. 94-105)	Estabelecer normas de ocupação de acordo com a vocação existente no local			G	G
Kwinter (2010, p. 94-105)	Projetar a rede de mobilidade como atividade integrante do sistema de comunicação e interação social	G	G	G	G
Branzi (2010, p. 110-114); Waldheim (2010, p. 114-122)	Desenhar as transformações urbanas a partir das microestruturas de economias domésticas existentes	G		G	
Branzi (2010, p. 110-114); Spirn (2010, p. 12); Waldheim (2010, p. 114-121); JDS Architects (2010, p. 122); Bélanger (2010, p. 332-349); Reed (2010, p. 324-329)	Projetar edifícios flexíveis e multifuncionais	P	P		
Branzi (2010, p. 110-114); Waldheim (2010, p. 114-122)	Promover a coabitação	M	M		M
Branzi (2010, p. 110-114); Waldheim (2010, p. 114-122)	Criar limiares entre cidade e campo com territórios híbridos, produtivos e que permitam moradias flexíveis e descontínuas	M	M		M
Branzi (2010, p. 110-114); Waldheim (2010, p. 114-122)	Diluir fronteiras através de construções com perímetros permeáveis e fluídos	M	M		
Tolaas (2010, p. 146-155)	Desenhar enriquecendo as experiências sensoriais do local			M	
Welsh e Bers (2010, p. 164-165); Outram et al. (2010, p. 168-173)	Projetar rede sem fio que conecte sensores à servidor central e possibilite o monitoramento de atividades em tempo real		M		

Vogelzang (2010, p. 166-167); Doherty (2010, p. 174-183); Forman (2010, p. 317); Arup (2010, p. 600-605); Imbert (2010, p. 256-267)	Projetar locais destinados à agricultura urbana	M			
Jerram (2010, p. 184-185); Shapins et al. (2010, p. 186-189)	Projetar espaços de catalisação de relações sociais			M	
Kirkwood (2010, p. 190-193)	Criar normas urbanas para entendimento e utilização de recursos naturais	G	G	G	G
Hodson e Marvin (2010, p. 208-217); Mori (2010, p. 572-577)	Projetar considerando a ecologia e a economia para garantir a segurança ecológica	G	G		G
Joachim (2010, p. 224-229); Hilal, Petti e Weizman (2010, p. 230-235), Triptype (2010, p. 236-237)	Projetar espaços que representam simbiose entre natureza e humanidade	G	G	G	G
Hood Design (2010, p. 240-242); Lister (2010, p. 536-547)	Integrar as cidades aos seus rios através da renaturalização	M	M	M	M
Vector Architects (2010, p. 254-255)	Projetar considerando o ciclo de vida dos materiais da construção	G	G		G
Edmondson (2010, p. 296-297)	Projetar infraestrutura urbana com equipe multidisciplinar	G	G	G	G
Ingber (2010, p. 308-309)	Projetar com mecanismos e materiais inspirados na biologia	G	G		
Bélanger (2010, p. 336-349); Carbonell et al. (2010, p. 568-569)	Usar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento	G	G	G	G
Felson e Pollack (2010, p. 356-369)	Projetar de forma a integrar subsolo, solo e pavimentos superiores da cidade		G		
Park e Kim (2010, p. 370)	Projetar parques urbanos acessíveis e próximos a regiões comerciais	G	G	G	G
Vegara et al. (2010, p. 372-373)	Desenhar a cidade a partir de seus indicadores e de suas vocações	G	G	G	G
Vegara et al. (2010, p. 372-373)	Usar a cartografia para determinar o desenho urbano		G		
Mitchell (2010, p. 382-397)	Desenhar sistema de mobilidade para suporte ao uso de veículos elétricos		G		
Parolotto (2010, p. 398-401)	Projetar o modal de transporte público de acordo com a capacidade, a velocidade e o espaço a ser ocupado no local		G	G	
Schulz et al. (2010, p. 416-419); Wasilowski e Reinhart (2010, p. 472-473); Bunschoten (2010, p. 616-621)	Usar ferramentas de simulação de modelos	G	G	G	G
Hagan (2010, p. 459)	Reconfigurar fluxos e fixos em um metabolismo integrado	G	G	G	G
Moore (2010, p. 471); Schwartz (2010, p. 524-525); Carbonell et al. (2010, p. 568-569)	Replantar vegetação natural para agregar valor à paisagem	G	G	G	G
Farrel (2010, p. 482-495); Ravem-Ellison e Askins (2010, p. 85)	Revitalizar regiões através da promoção da identidade comunitária		G	G	
Ween (2010, p. 496-499)	Criar percursos para pedestres e ciclistas mapeados e com aplicativos para dispositivos móveis		G	G	
Vogelzang (2010, p. 166-167); Rankin (2010, p. 502-503)	Promover o consumo local de alimentos	G		G	

Cucinella (2010, p. 598-599; Yu, 2010, p. 285)	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de acordo com a orientação solar, de ventos e de volumetria que resultem em melhor desempenho energético.	P	P	P
---	--	---	---	---

Fonte: Elaboração da autora.

3.4. Simbiose Urbana e Industrial

Na dissertação de mestrado *Por uma indústria mais sustentável: da ecologia à arquitetura* (DALBELO, 2012), as páginas de 44 a 74 trazem uma explanação acerca da ecologia industrial e suas aplicações. Esse conceito surgiu a partir do metabolismo urbano, com o pressuposto de um ciclo de energia e materiais que flui em apenas um sentido, de forma que os rejeitos de um processo industrial sejam insumo de outro, como acontece em um ecossistema biológico (FROSH; GALLOPOULUS, 1989).

Em tal sistema (o industrial), o consumo de energia e materiais é otimizado, a geração de resíduos é minimizada e os efluentes de um processo, como o de catalisação e refino de petróleo, transformam-se em cinzas volantes para geração de energia elétrica ou em recipientes plásticos descartados de produtos de consumo que servem como matéria-prima para um outro processo (FROSH; GALLOPOULOS, 1989, p. 144).³³

A ecologia industrial pode ser aplicada em diferentes formas e escalas e considera abordagens práticas da sustentabilidade, como a otimização do uso de recursos naturais, o fechamento do ciclo de materiais, a desmaterialização de atividades e a redução ou eliminação da dependência de fontes não renováveis de energia. Para isso, são usadas algumas ferramentas de implementação: produção mais limpa, prevenção à poluição, projeto para o ambiente, análise de fluxo de materiais, análise de ciclo de vida, tecnologia de materiais, tecnologia da informação e cogeração de energia (ERKMAN et al., 2005; ERKMAN, 2001; LIMA, 2008; GRAEDEL e ALLENBY, 2010).

³³ Tradução livre de: "In such a system the consumption of energy and materials is optimized, waste generation is minimized and the effluents of one process whether they are spent catalysts from petroleum refining, fly and bottom ash from electric-power generation or discarded plastic containers from consumer products serve as the raw material for another process" (FROSH; GALLOPOULUS, 1989, p. 144).

Chertow (2000) considera três diferentes escalas de aplicação da ecologia industrial: nas instalações das indústrias, entre indústrias de um parque e regional/global, sendo que as duas últimas podem ser consideradas relações de simbiose industrial e ocorrem em ecoparques industriais – EPI. A simbiose industrial “[...] baseia-se na noção de relações biológicas simbióticas na natureza, nas quais pelo menos duas espécies trocam materiais, energia, ou informação em uma solução mutuamente benéfica” (CHERTOW, 2000, p. 314).

Acredita-se que o primeiro ecoparque industrial foi o aglomerado de indústrias do município de Kalundborg, que desde 1961 realiza troca de rejeitos – quando a refinaria Statoil precisava de água para a produção e a prefeitura construiu um encanamento para levar água superficial do lago Tissø até ela (Kalundborg Symbiosis³⁴), a fim de salvar as reservas limitadas de águas subterrâneas. Nesse processo, a prefeitura foi responsável pela construção do oleoduto e a refinaria, no aspecto de financiamento. Além disso, a subestação de energia *Dong Asnaes Power Station*, a fábrica de placas de gesso *Gyproc* e a indústria farmacêutica *Novo Nordisk* também entraram no esquema de trocas, com o compartilhamento de água subterrânea, superficial e residual, vapor e eletricidade, além das trocas de resíduos industriais (CHERTOW, 2000; EHRENFELD; GERTLER, 1997).

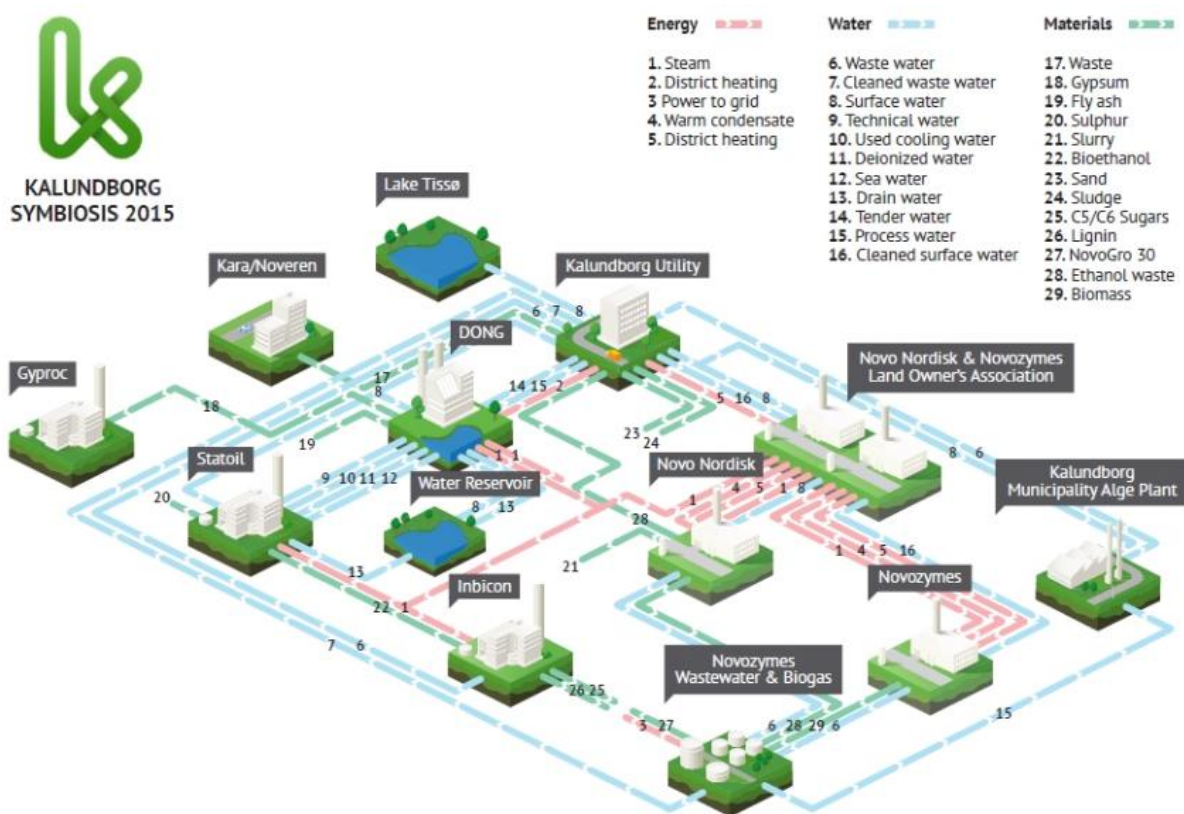
Alguns pesquisadores indicam que a simbiose industrial de Kalundborg surgiu em uma conversa informal entre industriais a partir de um trabalho escolar sobre ecologia, da escola de seus filhos. Essa conversa evoluiu no sentido de entenderem que uma forma de reciclar os resíduos poderia ser através de trocas (*6th Annual Industrial Symbiosis Research Symposium*, 2009). Outros pesquisadores afirmam que a ecologia industrial surgiu espontaneamente não por razões ambientais, mas, sim, pelas claras vantagens econômicas que poderiam ser obtidas a partir do uso de produtos residuais de parceiros industriais para substituir a importação relativamente custosa de energia e material de fornecedores externos (ROBINSON, 2011).

Na década de 1980, após Frosh-Gallopoulos (1989), as participantes do sistema de trocas reconheceram-no como simbiose industrial (EHRENFELD; CHERTOW, 2002), e iniciou-se uma expansão que atualmente conta com as nove principais empresas e mais de trinta trocas de produtos, como mostra o Quadro 15. Essas trocas envolvem diretamente a população, com o sistema de aquecimento do município, recebido do excesso de calor da empresa *Asnas*, além dos benefícios ambientais, econômicos e sociais.

³⁴ Disponível em: <<http://www.symbiosis.dk/en/>>. Acesso em: 20 maio 2018.

Erkman e Ramaswamy (2006) relatam esses benefícios como: a redução do uso de água subterrânea através do abastecimento da estação de energia Dong Asnæs com água gelada usada em processo de resfriamento da refinaria Statoil; a Dong Asnæs abastece a refinaria e a empresa Novo Nordisk com vapor proveniente de seu processo industrial. Além disso, o excesso de gás dos processos da refinaria Statoil é tratado e usado para remover o enxofre, insumo para a fabricação de ácido sulfúrico, e também é fornecido para a estação de energia Dong Asnæs e para a Gyproc como fonte de energia. A empresa Novo Nordisk cria uma grande quantidade de biomassa proveniente dos seus processos sintéticos, que é usada como fertilizante para as fazendas da região. Por isso, é possível considerar que o município de Kalundborg é um exemplo de aplicação de simbiose urbana.

Quadro 15 – Diagrama de trocas industriais em Kalundborg – 2015



Fonte: <http://www.symbiosis.dk/diagram>.

O ecoparque industrial de Kalundborg é um caso em que o fractal pode ser usado para descrever o resultado ecológico no planejamento de uma cidade. Nessa visão ecossistêmica da cidade, sua pegada ecológica pode ser consideravelmente reduzida enquanto há uma melhoria da rentabilidade do complexo. Por isso, os ecoparques industriais, combinados com políticas de

uso misto do solo, podem auxiliar no desenvolvimento do equilíbrio ambiental e saudável de um bairro autônomo (MOUGHTIN et al., 2009).

Um ecoparque industrial não precisa limitar-se ao ecoparque, mas também estender-se para a vizinhança, com os benefícios ambientais, econômicos, comerciais e sociais para toda uma região (CHERTOW, 2000; MIRATE; PEARCE, 2006). O *U. S. President's Concil on Sustainable Development* (PCSD) reconhece a eficiência sustentável de um ecoparque industrial através da cooperação entre as indústrias e com a comunidade local, com a troca de resíduos e o compartilhamento de recursos que conduzem a ganhos econômicos, ambientais e sociais (PCSD, 1997). Quando esses benefícios se estendem para toda uma localidade, ocorre a simbiose urbana.

A ideia da simbiose industrial como a colaboração e as possibilidades de sinergias oferecidas pela proximidade geográfica de Chertow (2000) foi estendida aos resíduos urbanos e a troca de energia de complexos industriais e passou a se chamar simbiose urbana (VAN BERKEL et al., 2009).

Ohnishi et al. (2017) e Dong et al. (2016a) afirmam que as transições sustentáveis podem ocorrer a partir de estratégias e modelos de avaliação apropriados, e que a simbiose industrial e urbana é uma estratégia que pode ser adotada, pois efetivamente pode minimizar o consumo de recursos naturais e a produção de resíduos, encorajando o uso de recursos mais eficientes, de resíduos como recursos de manutenção das qualidades do meio urbano, e promovendo um eficiente e efetivo planejamento, desenho e sistema de manutenção urbano e industrial.

Dong et al. (2016a) e VanBerkel et al. (2009) consideram a simbiose urbana como uma extensão da industrial, em que resíduos urbanos são usados como matérias-primas alternativas ou fontes de energia em operações industriais. Esse processo oferece benefícios para toda a sociedade, economizando recursos ambientais e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa.

Para além do campo industrial, existe outro conceito de simbiose urbana que deve ser compreendido no desenvolvimento desta tese. A simbiose, como conceito ecológico, é a associação entre duas espécies mutualísticas em que exista um claro benefício recíproco, sendo que um indivíduo não depende do outro para sua sobrevivência (MARGALEF, 1974; ODUM, 1985).

No urbanismo, a simbiose começou a ser estudada e conceituada com o arquiteto urbanista metabolista Kisho Kurokawa, em seu livro *A Filosofia da Simbiose* (1997). “A ambição deste livro é sugerir que a simbiose é a palavra-chave para prever e interpretar, a partir de várias

perspectivas, a nova ordem mundial que vai aparecer no século XXI” (KUROKAWA, 1997, p. 15). Para o autor, a simbiose é a filosofia da grande mudança mundial que está ocorrendo no século XXI:

Uma grande revolução conceitual está em andamento em todo o mundo, mas está acontecendo tão silenciosamente que ela não foi detectada. Não é o nascimento de uma nova ideologia, como o capitalismo ou o comunismo; nem é o advento de uma nova filosofia para substituir a de Kant ou Descartes. No entanto, as novas correntes de pensamento que surgem em todo o mundo terão um efeito maior sobre nós do que qualquer ideologia ou filosofia sistemática. Eles estão mudando incontrolavelmente nossa maneira de viver e nossa ideia do que é ser humano. Esta grande e invisível mudança que identifico como a filosofia da simbiose (KUROKAWA, 1997 p. 18).³⁵

Kurokawa (1997) utiliza a origem do termo simbiose mais da filosofia budista da coexistência do que do conceito ecológico. A simbiose tratada em seu livro e em suas pesquisas está diretamente associada à cultura estética e às crenças japonesas, com influência dos pensamentos e da filosofia do oeste, principalmente europeu. A filosofia da simbiose é considerada pelo autor como a única maneira de deduzir o futuro de forma integrada, transcendendo a divisão vertical de trabalho e espaço que emergiu durante o processo de modernização da sociedade (KUROKAWA, 1997).

Na introdução da segunda edição de seu livro, o autor esclarece que a filosofia da simbiose difere dos conceitos de harmonia, coexistência e compromisso e traz as características das relações simbióticas. Primeiramente, constata-se que a simbiose se refere ao novo; é uma relação criativa criada a partir da competição e da tensão. As relações de simbiose também são positivas, porque devem possuir compreensão recíproca sobre as necessidades dos envolvidos. A criatividade dessas relações é tamanha que um participante não conseguiria alcançá-la de forma não compartilhada. A área de atuação dos participantes deve ser compartilhada com respeito à individualidade, ao religioso e ao cultural. E, por fim, a simbiose é o posicionamento da própria existência dentro do esquema biológico maior de dar e receber (KUROKAWA, 1997).

³⁵ Tradução livre de: “A great conceptual revolution is underway across the world, but it is taking place so quietly that it has gone largely undetected. It is not the birth of a new ideology, like capitalism or communism; nor is it the advent of a new philosophy to replace that of Kant or Descartes. Yet the new currents of thought that are arising around the world will have a greater effect on us than any ideology or systematic philosophy. They are unarguably changing our way of living and our idea of what it is to be human. This great, invisible change I identify as the philosophy of symbiosis” (KUROKAWA, 1994, p. 18).

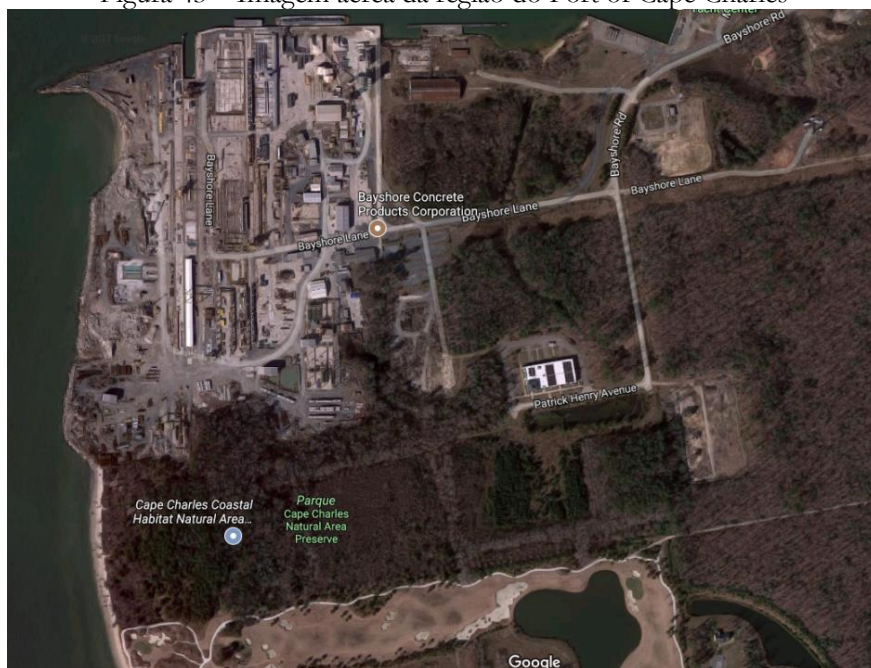
A simbiose de Kurokawa não estabelece relações diretas e referenciais com a simbiose industrial ou urbana dos pesquisadores e das indústrias dos processos ecologia industrial, mas o conceito do metabolismo urbano é a base para ambas. Por isso, é possível dizer que o conceito profético da simbiose de Kurokawa pode ter tido seu início real com a simbiose industrial dos ecoparques, passando pela simbiose urbana para, no futuro, expandir-se para toda a rede urbana, estabelecendo relações de trocas com outros setores que não apenas o industrial.

O exemplo da simbiose urbana de Kalundborg influenciou diversas indústrias, e desde 1989 até os dias de hoje muitos ecoparques industriais surgiram. Entre eles, o primeiro dos Estados Unidos, em Eastville, *Port of Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park*, projetado pelo arquiteto William McDonough, foi incorporado em uma área de população de baixa renda e tinha como objetivo qualificar mão-de-obra local, proteger os recursos naturais e culturais da região, além de apoiar o desenvolvimento comercial e industrial, aumentando a receita sem aumentar os impostos (GIBBS; DEUTZ, 2007).

Sua sede é patrimônio histórico nacional da cidade de Cape Charles, e o parque possui 0,84km² de reserva natural, correspondendo a 36% de sua área total. Esse ecoparque industrial também conta com sistema de distribuição de água reciclada entre os lotes industriais e análise do potencial dos subprodutos das indústrias (COHEN-ROSENTHAL et al., 2001).

Apesar dos investimentos em projeto, pesquisa e divulgação, hoje em dia não é possível encontrar informações precisas sobre as instalações nesse ecoparque. A Figura 43 mostra que as instalações do parque industrial começaram, porém não foram finalizadas e, aparentemente, não estão em uso.

Figura 43 – Imagem aérea da região do Port of Cape Charles



Fonte: Google Maps – 2017.

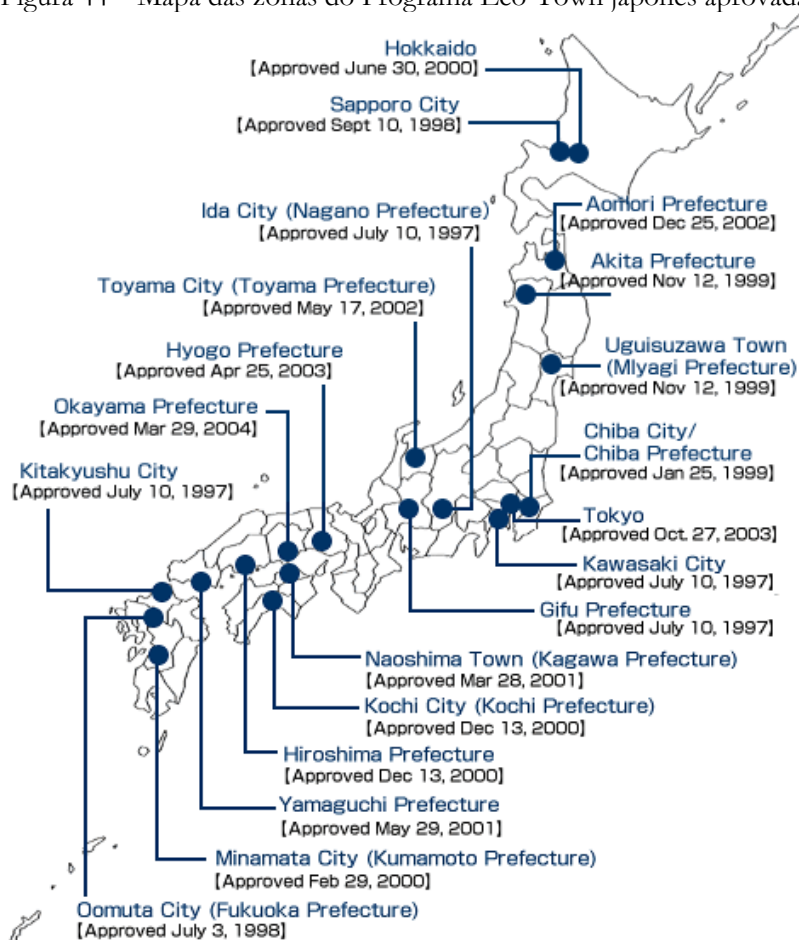
No Japão, o conceito de simbiose urbana é especialmente adequado, pois os sistemas de separação de fonte para resíduos sólidos municipais estão bem estabelecidos. O EPI Fujisawa - EBARA Corporation – é um dos primeiros a desenvolver a simbiose industrial. Com tecnologias e recursos de conservação de energia e fontes de energia renovável, tratamentos de águas residuais e sua reutilização, e reutilização e reciclagem de subprodutos, o parque é apoiado por um centro de emissão zero, por um escritório ambiental e por um centro de logística (COTÈ; COHEN-ROSENTHAL, 1998).

Além dele, o programa Eco-Town, que começou como um experimento de redesenho de uma área industrial de forma que os impactos ambientais fossem minimizados através da reciclagem, uniu 23 cidades japonesas, conforme indica a Figura 44, em busca de sustentabilidade industrial, ambiental e socioeconômica, com foco em conservação de energia, desenvolvimento de materiais sustentáveis e integração de gestão de resíduos (OHNISHI et al., 2016). Berkel et al. (2008) analisam o programa Eco-Town japonês e expõem que:

O termo Simbiose Urbana é introduzido aqui como uma extensão para Simbiose Industrial. Ele refere-se especificamente à utilização de subprodutos (resíduos) de cidades (ou áreas urbanas) como matérias-primas alternativas ou fonte de energia nas operações industriais. Semelhante a Simbiose Industrial, a Simbiose Urbana baseia-se na oportunidade sinérgica decorrente da proximidade geográfica das fontes de resíduos urbanos e potenciais utilizadores

industriais através da transferência de recursos físicos (“materiais de resíduos”) para benefícios ambientais e econômicos (BERKEL et al., 2008, p. 1545).³⁶

Figura 44 – Mapa das zonas do Programa Eco-Town japonês aprovadas.



Fonte: http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/english/3r_policy/ecotown.html.

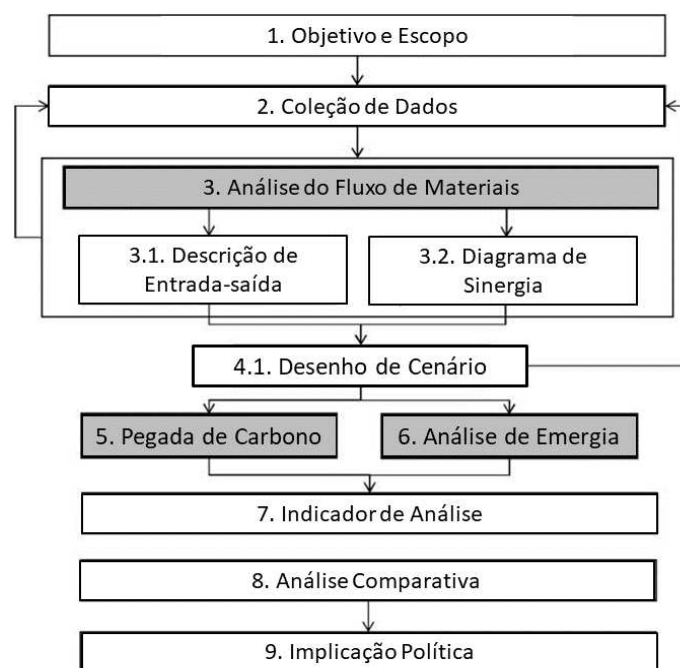
Na Kawasaki Eco-Town, houve a implementação da simbiose urbana e industrial através de uma pesquisa acadêmica que mapeou os fluxos de materiais e criou um sistema de georreferenciamento. O mapeamento classificou os materiais em: resíduos sólidos municipais; resíduos industriais; produtos ou combustíveis reciclados e indústrias que utilizam combustíveis, produtos ou subprodutos reciclados, com a localização, a quantidade e a qualidade dos resíduos (OHNISHI et al., 2017).

Ohnishi et al. (2017) analisaram a Kawasaki Eco-Town a partir de três diferentes métodos: análise de fluxo de materiais; pegada de carbono e análise de energia, conforme mostra a Figura 45. Aspectos econômicos e sociais não foram considerados. Os resultados

³⁶ Tradução livre de: “The term Urban Symbiosis is introduced here as an extension for Industrial Symbiosis. It refers specifically to the use of by-products (wastes) from cities (or urban areas) as alternative raw materials or energy source in industrial operations. Similar to Industrial Symbiosis, Urban Symbiosis is based on the synergistic opportunity arising from the geographic proximity of urban waste sources and potential industrial users through the transfer of physical resources (‘waste materials’) for environmental and economic benefit” (BERKEL et al., 2008, p. 1545).

mostram que o peso dos subprodutos e resíduos trocados através da simbiose urbana e industrial não necessariamente se correlaciona diretamente com a contribuição relativa para melhorias ambientais.

Figura 45 – Estrutura Integrada de Análise de Simbiose Urbana e Industrial



Fonte: Ohnishi et al. (2017, p. 520).

Na perspectiva energética, os gastos da economia emergente são grandes se não for considerada a energia para gerenciar o sistema da simbiose urbana e industrial. Embora o maior contribuinte relativo para a redução geral da pegada de carbono seja a reciclagem de aço, o principal fator que contribui para a redução da energia é a utilização de escória de alto forno. O principal contribuinte para as reduções nas análises de pegada de carbono e energia são as trocas de subprodutos entre as empresas, e a quantidade de resíduos envolvidos é relativamente baixa. Do ponto de vista da eficiência, a reciclagem de resíduos de papel e plásticos é altamente eficaz. A estrutura proposta para analisar a característica física da simbiose urbana e industrial poderia apoiar uma tomada de decisão abrangente para o desenvolvimento urbano de baixa emissão de carbono e independência de recursos naturais (OHNISHI et al., 2017).

Na China, a simbiose industrial e urbana está presente desde 2001, quando o país começou a se destacar na quantidade de resíduos industriais que gerava. Atualmente 80% dos resíduos sólidos municipais são destinados a aterros e apenas o restante é reutilizado. A

reutilização de resíduos sólidos em processos industriais ou em fluxos urbanos é um atrativo para indústrias particulares e para a promoção da economia do país (DONG et al., 2016b).

Os EPI chineses são em grande quantidade e estão diretamente associados à sustentabilidade nas cidades, com diretrizes presentes no Programa Eco-Town chinês. De acordo com Geng et al. (2008), as diretrizes de um EPI, para este ser estabelecido na China, são: transporte público para população; fontes alternativas de energia, arquitetura sustentável – LEED ou outras certificações; valorização econômica do local; diversidade de setores representados pelas indústrias; conexão entre as indústrias; coleta seletiva e sistemas de decomposição de orgânicos; tratamento de resíduos sólidos e tratamento e armazenamento de água pluvial e de água residual.

Guang-fu Lui e Fei-da Chen (2013), pesquisadores chineses que usam o conceito de simbiose urbana de Berkel et al. (2008), em uma comparação entre o Programa Nacional de Simbiose Industrial do Reino Unido (NISP) e os ecoparques chineses, considerando as diretrizes utilizadas no NISP - pesquisa de origem; mecanismo de formação; estrutura organizacional e quadro operacional -, apontam para a construção de uma rede de simbiose urbana que poderia ser implantada na China. Os autores afirmam que essas diretrizes permitem a construção de uma estrutura organizacional de rede com responsabilidades dos membros participantes, em que os demais serviços de uma dada região poderiam interagir juntamente com insumos e resíduos industriais.

Dessa forma, Lui e Chen (2013) propõem uma rede de simbiose urbana em que são explorados os mecanismos de coordenação entre os serviços urbanos e são analisadas as competências e responsabilidade de cada departamento de gestão. A partir desse estudo, são incluídos os participantes gerais e suas funções – governo, organizações públicas e privadas, empresas, universidades, comércio e comunidade – e é estabelecida a estrutura do sistema (LUI; CHEN, 2013).

Figura 46 – Imagem do projeto para a Suzhou Eco-Town



Fonte: <http://www.jtp.co.uk/projects/suzhou>.

No Brasil, a primeira iniciativa à implantação da ecologia industrial se deu através do Programa Rio Ecopolo, em 2002, liderado pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA). Foi feita uma seleção de indústrias que estavam localizadas próximas umas às outras e que se dispunham a realizar a experiência com a ajuda da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Essas indústrias deveriam seguir as diretrizes do Programa: participar do projeto Ecopolo; buscar a excelência ambiental; desenvolver um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA); praticar a produção mais limpa; buscar melhorias contínuas - ambientais, sociais e econômicas; contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente local; apoiar e participar em ações e projetos comunitários na sua área de influência (FEEMA, 2002).

Assim, foram criados quatro ecopolos, formalizados através de termo de compromisso entre a FEEMA e as indústrias integrantes, certificando essas indústrias como pertencentes aos ecopolos. Cada uma das indústrias apresentou seu plano de gestão e a implantação das propostas, que caberia às próprias indústrias, adequando suas características (FEEMA, 2002). De acordo com Fragomeni (2005, p.78),

Não foi estipulado pelo órgão ambiental um modelo padronizado, ou critérios específicos a serem seguidos para sua formulação. O intuito era que objetivos e metas conjuntas fossem definidas a partir do mapeamento e da priorização de interações potenciais a serem estabelecidas entre as empresas.

Os quatro Ecopolos criados em 2002 estão demonstrados no Quadro 16:

Quadro 16 – Ecopolos – Programa Rio Ecopolo – 2002

Nome	Qtd. de ind.	Município
Distrito Industrial de Santa Cruz	14	Rio de Janeiro
Distrito Industrial de Campos Elíseos	12	Duque de Caxias
Fazenda Botafogo	13	Rio de Janeiro
Paracambi	03	Paracambi

Fonte: Adaptação pela autora de Veiga (2007).

Os três primeiros ecopolos do quadro são distritos industriais em operação. Paracambi, além de se diferenciar pela parceria estado-município, enquanto os demais que têm parceria estado-empresas, é o único que foi planejado desde o início como um ecoparque (VEIGA, 2007).

De acordo com Veiga (2007), o governo do estado do Rio de Janeiro não deu continuidade ao desenvolvimento do programa devido às mudanças políticas na liderança do estado. Porém, nos ecopolos Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo, as próprias indústrias conduzem as características do programa (VEIGA, 2007).

Os exemplos de simbiose industrial e urbana apresentados atrelam política, iniciativas públicas e privadas, incentivos financeiros e fiscais e apoio social, contando com atores políticos, sociais e empresariais, em prol de benefícios ambientais, sociais e econômicos. Quando um dos atores deixa de ter interesse no desenvolvimento do modelo, o colapso é certo. Para manter o fluxo contínuo de materiais e energia, é preciso que a produção seja constante, ainda que possam ocorrer substituições de fornecedores ou receptores. Por isso, Kalundborg, Cape Charles e os Programas Eco-Town do Japão e da China contam com o apoio constante daqueles três atores, que, por vezes, são embasados em pesquisas acadêmicas.

No Brasil, os atores sociais pouco souberam sobre a existência do Programa Rio Ecopolo, o que, somado ao desinteresse político na época, levou ao seu fracasso. Apesar de alguns ecopolos manterem o compromisso com as diretrizes do programa, a falta de apoio governamental impede o crescimento e divulgação, que faria com que mais indústrias e cidades tivessem interesse no desenvolvimento do programa.

Quanto ao planejamento urbano e ao projeto das instalações, existem poucas referências sobre soluções sustentáveis na implantação de simbiose industrial e urbana no território. Schlarb (2001) apresenta algumas diretrizes que devem ser consideradas no projeto, nas instalações, na

seleção dos materiais e dos equipamentos para a construção de um EPI, além de premissas urbanistas (Quadro 17).

Quadro 17 – Diretrizes para projeto urbano e construção de um EPI

PROJETO DAS INSTALAÇÕES	Orientação das instalações considerando o micro clima local, como a direção dos ventos, a temperatura e o nível de precipitações
	Planejamento das instalações considerando a direção de maior incidência de luz natural
	Planejamentos das instalações considerando as melhores opções de conforto ambiental: insolação, ventilação, acústica do entorno e materiais de construção
	Avaliação do desempenho ambiental da construção através de ACV
	Consideração sobre a possibilidade de co-geração de energia ou adaptação do sistema de energia em cascata
	Consideração sobre a possibilidade de reuso de água e captação de água pluvial
	Consideração sobre ACV dos materiais de construção no momento da sua escolha
SELEÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	Utilização de materiais de baixo impacto
	Utilização de materiais recicláveis
	Utilização de sistemas flexíveis de ventilação, aquecimento e condicionamento
PROJETO URBANO	Preservação os ecossistemas locais
	Incorporação do ecossistema ao projeto urbano e de infraestrutura
	Preservação de espécies nativas
	Consideração da orientação solar do terreno e do micro clima
	Utilização de espécies vegetais que possam apresentar melhorias climáticas para o ambiente

Fonte: Adaptação pela autora de Schlarb (2001, p. 33).

Um pouco mais direcionados às instalações e à implantação de um EPI, Coté et al. (1994) estabelecem 38 diretrizes para projeto e construção, considerando aspectos gerais urbanos. Os autores direcionam para o processo de design ecológico de um ecoparque industrial novo ou para um retrofit de um parque industrial existente (COTÉ et al., 1994).

Quadro 18 – Diretrizes de design ecológico para um EPI

1	Considerar funções e atribuições do ecossistema, principalmente os relacionados ao fluxo de água;
2	Preservar zonas alagadiças para fornecer áreas de habitat natural, filtrar águas de superfície, tratar a água residual e material orgânico do esgoto;
3	Replantar vegetação natural para agregar valor à paisagem, proteção contra os ventos e sombras;
4	Orientar as estruturas para terem acesso à exposição ao sul para ganho solar passivo; ³⁷
5	Planejar a área de forma que o desenho urbano facilite a orientação dos edifícios a fim de maximizar o acesso solar de um lado e a proteção contra o vento de outro lado;
6	Colocalizar edifícios e empresas para fazer um uso mais efetivo do calor residual, água e outros recursos;
7	Incentivar a flexibilidade e o planejamento do local de forma a considerar as variações de uso ao longo do tempo;
8	Manter as formas e características da paisagem que dão o suporte ecológico às funções e à eficiência energética;
9	Manter a forma do terreno e outras características de paisagem que suportam funções ecológicas e eficiência energética;

³⁷ Nesse caso, deve-se considerar que, para o hemisfério Norte, a orientação Sul é a que possui maior incidência de luz solar, enquanto que, para o hemisfério Sul, a orientação Norte é a que possui maior incidência de luz solar.

10	Reduzir a quantidade de terras interrompidas para o desenvolvimento local, como a instalação de edifícios, infraestrutura e áreas de estacionamento;
11	Designar locais para hortas em parques, que podem ser usadas por funcionários ou restaurantes locais;
12	Quando não existirem zonas alagadiças no local, construir ecossistemas aquáticos que usam luz solar, bactérias e plantas para tratar o material orgânico do esgoto;
13	Fazer biotratamento de água cinza proveniente de restaurantes e processos alimentícios com filtragem e sistema solar aquático de purificação;
14	Considerar a natureza e a composição dos materiais de construção para reduzir as emissões de gás carbônico no ambiente de trabalho;
15	Isolar os edifícios das condições climáticas locais com tecnologias e práticas não prejudiciais;
16	Desenhar os edifícios para reduzir as perdas de calor, como grandes áreas com marquises ou longe de ventos de inverno; ³⁸
17	Usar calor residual de processos para aquecimento de ambientes dos edifícios locais;
18	Pequenos edifícios devem considerar o uso de painéis solares e sistemas fotovoltaicos para sistemas de aquecimento de água;
19	Usar calor geotérmico e ventiladores de recuperação de calor para aquecimento e troca de ar;
20	Coletar água de chuva para reserva incêndios, irrigação, descargas e outros processos;
21	Instalar chuveiros, torneiras e válvulas de descarga com baixo fluxo de água;
22	Padronizar materiais de construção o quanto for possível para reduzir o desperdício durante a construção e estimular o reuso dos materiais;
23	Construir com produtos pré-fabricados e técnicas de encaixe que não utilizem pregos, para facilitar a flexibilidade do layout e o reuso dos materiais;
24	Incentivar o reuso de materiais de construção, estabelecendo normas que exijam materiais duráveis e que possam ser reutilizados;
25	Usar veículos e máquinas elétricas o máximo possível;
26	Incentivar a recuperação, o reuso e a reciclagem de resíduos químicos e metálicos;
27	Evitar o máximo possível o uso de substâncias perigosas ou reduzir os volumes estocados;
28	Reduzir o uso de substâncias tóxicas e produtos químicos persistentes;
29	Incentivar o uso de substâncias não tóxicas e produtos de limpeza e de abastecimento não perigosos;
30	Incentivar o uso de materiais que possam ser facilmente reciclados, no EPI e no meio urbano;
31	Incentivar o estabelecimento de empresas de reparação, manutenção e condicionamento de produtos;
32	Exigir a separação do lixo para incentivar o reparo, o reuso e a reciclagem;
33	Incentivar a compostagem e outros usos para os resíduos orgânicos;
34	Instalar centros de reciclagem nos edifícios para facilitar a coleta e a transferência de materiais;
35	Adotar instrumentos econômicos que incentivem a produção limpa, ao mesmo tempo em que penalizam a geração de resíduos;
36	Construir um sistema de informação e incentivo à atração de empresas que podem usar materiais residuais;
37	Apoiar cooperativas de aquisição e gerenciamento de resíduos; e
38	Desenvolver estações locais de trigerção para produção de eletricidade, vapor de água e água quente e fria para aquecimento ou resfriamento.

Fonte: Adaptação pela autora de Coté et al. (1994, p. 56-58).

Segundo Coté et al. (1994, p. 59),

Um parque industrial planejado com os princípios da ecologia industrial requer um planejamento aberto do espaço. As amenidades naturais e as vantagens de lazer do local oferecem atributos exclusivos que os planejadores de parques industriais devem reconhecer e confirmar. Uma sociedade industrial não precisa destruir o meio ambiente, mas deve trabalhar para criar paisagens significativas (COTÉ et al., 1994, p. 59).³⁹

³⁸ A redução de perda de calor é condicionada ao clima local da implantação.

³⁹ Tradução livre de: "An industrial park planned on the principles of industrial ecology requires an open space plan. The natural amenities and recreational advantages of the site offer unique attributes which industrial park planners should

Para os autores, planejadores de parques industriais devem considerar a aplicação de princípios ecossistêmicos e planejar pelo todo, e não apenas pelo lote industrial, de forma a incentivar a troca de subprodutos e serviços entre as indústrias. Assim, é possível falar em simbiose urbana, que integra o metabolismo urbano ao industrial e cria oportunidades de trocas sustentáveis através do planejamento de sua rede de participantes. Considerando que cada um dos participantes está localizado em determinado território e essa localização está diretamente associada ao desempenho da rede, é preciso que sua planificação e planejamento urbano sejam realizados. Por isso é importante que as diretrizes de simbiose urbana estejam integradas às diretrizes de desenho urbano sustentável.

Como já mencionado, a partir da revisão bibliográfica exposta foi possível identificar as diretrizes de desenho urbano referentes à Simbiose Industrial e Urbana e classificá-las. A classificação foi feita conforme indicado na abordagem metodológica desta pesquisa: de acordo com escalas urbanas – P, M e G – e de acordo com sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos, conforme pode ser visto no Quadro 19.

Quadro 19 – Diretrizes de Desenho Urbano para Simbiose Urbana e Industrial

REFERÊNCIA	DIRETRIZES DE DESENHO URBANO PARA A SIMBIOSE URBANA E INDUSTRIAL	PROVISÃO	REGULAÇÃO	CULTURAL	SUPORTE
Schlarb (2001, p. 33); Cotè et al. (1994, p. 56).	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de acordo com a orientação solar, de ventos e de volumetria que resultem em melhor desempenho energético	M	M		M
Schlarb (2001, p. 33); Cotè et al. (1994, p. 57).	Projetar áreas de absorção, retenção, tratamento biológico e reuso de água pluvial	M	M		M
Schlarb (2001, p. 33); Cotè et al. (1994, p. 57).	Considerar o ciclo de vida na escolha dos materiais de construção	M	M	M	M
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Projetar sistemas alternativos para tratamento de esgoto	G	G		G
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Replantar vegetação natural para agregar valor à paisagem	M	M	M	M
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Incentivar a flexibilidade e o planejamento do local de forma a considerar as variações de uso ao longo do tempo	P	P		P
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Manter a forma do terreno e outras características de paisagem que suportam funções ecológicas e eficiência energética	M	M		M
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Designar locais para hortas em parques, que podem ser usadas por funcionários ou restaurantes locais	P	P	P	
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Usar calor residual de processos para aquecimento de ambientes	P	P		
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Incentivar a recuperação, o reuso e a reciclagem de resíduos industriais	M	M		M

acknowledge and affirm. An industrial society need not obliterate the environment, but should work it to create meaningful landscapes” (COTÈ et al., 1994, p. 59).

Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Projetar a separação de resíduos para incentivar o reparo, o reuso e a reciclagem	M	M	M
Cotè et al. (1994, p. 56-58)	Incentivar a compostagem e outros usos para os resíduos orgânicos	M	M	M

Fonte: Elaboração da autora.

3.5. Cidade Integral

Os primeiros trabalhos que aplicaram a Teoria Integral de Wilber (2000 a, b) ao campo específico do Desenho Sustentável foram: *Integral Sustainable Design: transformative perspectives* (DEKAY, 2011) e *A Model for Integral Sustainable Design Explored Through Daylighting* (DEKAY; GUZOWSKI, 2006). De acordo com Dekay (2014), essa teoria auxilia no ensino e na compreensão da complexidade do Desenho Sustentável. A abordagem integral do desenho é um desafio no sentido de que apresenta múltiplas perspectivas simultâneas e aborda diferentes níveis de consciência no desenvolvimento humano e, por isso, pode ajudar educadores e profissionais a reconhecer o alcance, a amplitude e os aspectos multifacetados da sustentabilidade. A Teoria Integral desenvolvida por Wilber (2000 a, b) é baseada em uma comparação chamada de intercultural, que ocorre entre conhecimento, experiência e investigação humana.

O conhecimento é global: todo o conhecimento acumulado pela humanidade ao longo do tempo deve ser acessível a todos. A partir desse pensamento, o autor sugere a construção de um mapa integral que compõe os melhores elementos da tradição de desenvolvimento espiritual, psíquico e social das culturas humanas. O mapa compreensivo das potencialidades humanas usa todos os sistemas e modelos de crescimento humano conhecido e destila seus componentes em cinco fatores simples, que são entendidos como elementos essenciais para facilitar a vida humana. Esses cinco elementos podem ser considerados quadrantes – como é mais comum na bibliografia existente –, níveis, linhas, estados e tipos, e não são apenas conceitos teóricos; “[...] eles são aspectos de sua própria experiência, contornos de sua própria consciência” (WILBER, 2005, p. 3).⁴⁰

O uso do Mapa Integral ajuda a confirmar o uso de todas as bases, independente do campo disciplinar trabalhado, garantindo a utilização de toda a gama de recursos para qualquer

⁴⁰ Tradução livre de: “[...] they are aspects of your own experience, contours of your own consciousness” (WILBER, 2005, p. 3).

situação. Além disso, quando uma pessoa aprende a detectar os cinco elementos em sua própria consciência, pode acelerar seu crescimento pessoal (WILBER, 2005).

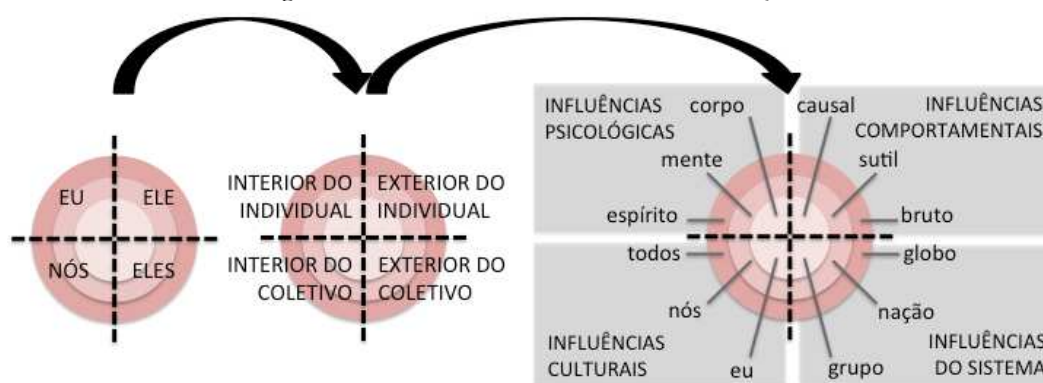
O Mapa Integral tem como ferramenta o Sistema Integral de Operação, que funciona como um sistema que executa qualquer programa. Esse sistema permite indexar quaisquer atividades e integrá-las ou fazê-las interagir e comunicar-se (WILBER, 2005).

Wilber (2005) também esclarece que, na Abordagem Integral, existem entre oito e dez estágios de desenvolvimento da consciência. Esses estágios significam marcos progressivos e permanentes ao longo do caminho evolutivo. Nesse sentido, o uso do Sistema Integral de Operação implica a verificação contínua da inclusão de todos os aspectos de cada estágio percorrido. Não necessariamente é preciso dominar todos os aspectos, mas, sim, estar ciente da existência de todos eles.

O que a Abordagem Integral e o Sistema Integral de Operação têm de diferente em relação às demais abordagens metodológicas de solução de problemas é a detecção de padrões comuns que conectam todos os aspectos. Esses padrões são chamados de AQAL – abreviação de todos os quadrantes, todos os níveis, todas as linhas, todos os estados, todos os tipos (WILBER, 2005).⁴¹

De acordo com Wilber (2005), os quadrantes são representados por: a pessoa de fala - eu, o conjunto de pessoas de fala – nós, a pessoa a quem se fala – você, e a pessoa de quem se fala – ele, representando a individualidade e a coletividade nos lados interno e externo. Além disso, cada um dos quadrantes pode expandir-se para uma série de representações, como a que pode ser vista na Figura 47. O interior do individual é representado pela mentalidade individual; o exterior do individual, pelas ações do individual; o interior do coletivo, pelos valores e pela visão compartilhados; e o exterior do coletivo, pelas ações e estruturas compartilhadas.

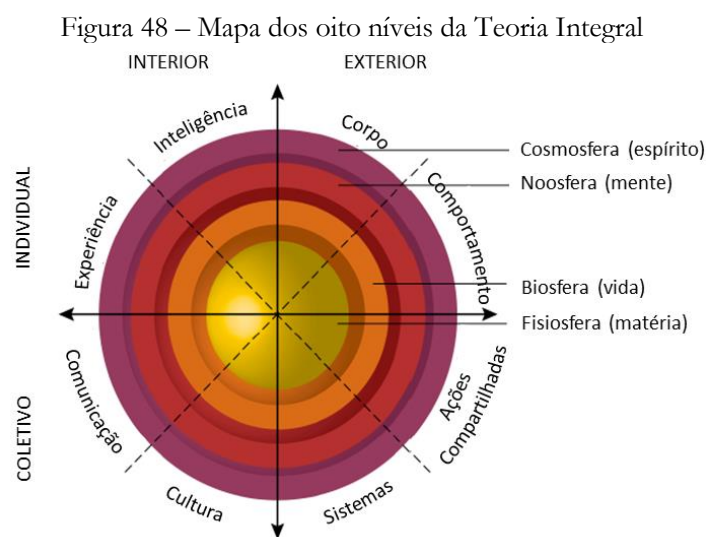
Figura 47 – Padrões comuns de conexão AQAL



Fonte: Elaboração da autora.

⁴¹ Tradução livre de: *all quadrants, all levels, all lines, all states, all types*.

O AQAL pode ser aplicado à perspectiva da sustentabilidade. Brown (2007) indica que o AQAL auxilia na organização do conhecimento acumulado sobre a sustentabilidade, porque os quadrantes são escaláveis e podem organizar uma dinâmica de um ato de reciclagem através de uma disciplina, e até mesmo podem organizar a ecologia como um todo. O AQAL pode ser aplicado de várias maneiras sob os temas gerais da organização, do diagnóstico e da prescrição.



Fonte: Dekay (2014, p. 2).

Essa organização também auxilia a identificação das forças de influências, de impedimento e de criação. O arquiteto Mark Dekay usou o AQAL para visualizar uma possível solução para a arquitetura verde (BROWN, 2007), como pode ser observado na Figura 49.

Figura 49 – A abordagem integral para a arquitetura verde de Mark Dekay

	SUBJETIVO	OBJETIVO
INDIVIDUAL	EXPERIÊNCIAS Dar forma para produzir experiência. - Fenomenologia do ambiente; - Experiências de ciclos, processos e forças naturais; - Estática de desenho verde.	COMPORTAMENTO Dar forma para maximizar o desempenho. - Eficiência de energia, água e materiais; - Energia zero e emissões do edifício; - Sistema de certificação LEED; - Edifícios de alta performance.
COLETIVO	CULTURA Dar forma para manifestar o significado. - Relacionamento com a natureza; - Éticas de desenho verde; - Culturas de edifícios verdes; - Mitos e rituais.	SISTEMAS Dar forma para guiar o fluxo. - Adaptável ao local e ao contexto; - Funcionalismo eco-efetivo; - Edifícios como ecossistemas; - Edifícios vivos.

Fonte: Adaptação pela autora de Dekay (2014, p. 3).

Dekay (2014) afirma que o desenho sustentável não possui uma rede coletiva de representação unida o suficiente para transcender à fragmentação que ocorre na ideologia prática e acadêmica. Para o autor, abordagem integral é a única capaz de unificar a beleza, através da arte do design; a bondade, através da ética; e a verdade, através da ciência do desenho.

A partir da abordagem integral para a arquitetura verde, Dekay (2014) listou princípios para o desenho sustentável de edifícios verdes de acordo com cada um dos quadrantes e estabeleceu um princípio principal: “Desenhar para a sustentabilidade considerando os múltiplos níveis de desenvolvimento da complexidade nos domínios interseccionados de si mesmo, da cultura e da natureza” (DEKAY, 2014, p. 4).⁴²

Quadro 20 – Princípios de desenho a partir das quatro perspectivas da Teoria Integral

EXPERIÊNCIAS	- Projetar experiências profundas de processos naturais e um mundo vivo, acessando múltiplos sentidos. - Projetar para acessar as conexões psicológicas humanas aos espaços, em múltiplos níveis, de arquétipos ao transpessoal. - Desenhar locais centralizadores conducentes à transformação autoconsciente com níveis elevados de consciência da natureza.
COMPORTAMENTO	- Projetar edifícios de alto desempenho que maximizam a eficiência do uso de água, energia e materiais, minimizando o desperdício e a poluição. - Projetar com recursos renováveis de insolação, ventilação e iluminação do local. - Projetar para criar locais seguros e saudáveis, com valor a longo prazo, eliminando toxinas para as gerações do presente e do futuro.
SISTEMAS	- Design em três níveis da holografia: construir um todo maior, criar um todo e organizar conjuntos mais pequenos. - Projetar sistemas vivos usando a ecologia como modelo. O ajuste flui para sistemas renováveis locais, além de apoiar ecossistemas tecnoindustriais. - Soluções de design adequadas a locais específicos, considerados como local, vizinhança e região.
CULTURA	- Design baseado na ética ambiental elevada e consciente em que a humanidade e a natureza prosperam em ecossistemas humanos regenerativos. - Design para colocar as pessoas em relacionamentos significativos com a Natureza, tornando visível a forma como a cultura está interligada com os sistemas vivos. - Design para comunicação cultural usando as linguagens simbólicas de design para evidenciar o significado de sistemas ecológicos.

Fonte: Adaptação pela autora de Dekay (2014, p. 4).

Brown (2007) cita outros exemplos do uso da Teoria Integral para a composição do conhecimento acerca de determinado tema voltado à sustentabilidade. Entre eles, também cabe destacar Marilyn Hamilton, fundadora da Cidade Integral, e suas ferramentas para transformar as cidades em ecorregiões de habitats sustentáveis e resilientes.

A teoria da Cidade Integral tem uma visão planetária da cidade, em que os cidadãos

⁴² Tradução livre de: “Design for sustainability by considering multiple levels of developing complexity in the intersecting domains of self, culture and Nature” (DEKAY, 2014, p. 4).

contribuem para a evolução junto ao planeta através da ecologia resiliente. Marylin (2008)⁴³ associa a cidade a uma colmeia humana, um órgão vivo de Gaia, que evolui como um ecossistema inteligente a serviço do bem-estar geral. As visões da Cidade Integral incluem:

- Apreciar valores, história, tradições e cultura;
- Entender as vocações e como elas agregam valor à economia, à pesquisa e à inovação;
- Integrar educação e treinamento com empresas e sociedade civil através de respeito e trabalho em equipe;
- Projetar o sistema de informação que dá suporte ao plano de sustentabilidade da cidade;
- e
- Responder ao estresse – econômico, cultural, físico, social ou psicológico – em todos os níveis, para criar uma cidade resiliente e colaborativa.

Para Hamilton (2008), a Cidade Integral deve ser uma evolução dos estágios tradicional, inteligente e resiliente das cidades e que, para alcançá-la, é preciso viver o Código Mestre: cuidar de si mesmo, cuidar uns dos outros, cuidar dos lugares, cuidar do planeta. Além disso, também é preciso reconhecer as quatro vozes da cidade: cidadãos, sociedade civil, gestores e desenvolvedores.

Os cidadãos representam o “eu” e a mente da cidade, a cultura e as vocações; a sociedade civil representa o “nós” e o coração da cidade, as cooperativas, fundações, instituições e organizações; os gestores representam o cérebro da cidade e incluem os sistemas de justiça, educação, segurança, suprimentos, transporte, energia, cultura, economia e saúde a nível municipal, e, por fim, os desenvolvedores, que representam o corpo da cidade, a execução dos projetos com ordem, flexibilidade e fruição, focados na sustentabilidade.

Figura 50 – As 12 inteligências da Cidade Integral

⁴³ O site <http://integralcity.com/> traz informações atualizadas em relação à publicação de 2008.



Fonte: Adaptação pela autora de <http://integralcity.com/voices-intelligences>.

A Cidade Integral possui um sistema de posicionamento global baseado nessas doze inteligências, resumidamente explicadas no quadro a seguir.

Quadro 21 – Inteligências Integradas

INTELIGÊNCIAS INTEGRAIS		
Inteligência Evolutiva		Capacidade de transcender e incluir as inteligências no contexto histórico, considerando mudanças e adaptações para a evolução.
Inteligências Contextuais	Integral	Usa os quatro mapas essenciais da cidade: quadrantes, holarquia ⁴⁴ dos sistemas humanos; relação fractal escalar dos sistemas humanos micro, médio e macro e complexas estruturas adaptativas de mudança.
	da Vitalidade	Relacionada ao alinhamento da vitalidade de cada cidadão com a vivacidade da cidade em todos os estágios do ciclo de vida.
	da Ecoesfera	Capacidade de responder às realidades do clima e do ambiente da cidade através de adaptação da infraestrutura e de soluções tecnológicas que envolvem o fluxo de matéria, energia e informação, inclusive por meio do retorno de alguns recursos ao ambiente.
	Emergente	Responsividade da cidade: sobrevivência, adaptação e regeneração; é uma característica de sistemas vivos que ressoam junto com o ambiente.
Inteligências Estratégicas	Investigativa	Relacionada a metassabedoria da cidade: segurança; relacionamentos sociais; expressividade individual; ordenamento; organização; diversidade; conexões ecológicas e visão global.
	da Navegação	Monitora e revela o bem-estar e as condições gerais da cidade através de indicadores de mudanças climáticas, saúde ambiental, respostas da sociedade aos problemas ambientais, relações econômicas e vizinhança.
	da Malha	Cria uma malha através da integração entre o sistema de auto-organização e o sistema de estruturas hierárquicas, tendo como resultado o alinhamento entre as complexas estruturas responsivas, sistemas

⁴⁴ “Holarquia é um termo usado para descrever uma relação entre holóns, unidades que são completas, mas ao mesmo tempo são parte de um todo maior” (holacraciabrasil.com/glossario/holarquia/).

		flexíveis e fluxos urbanos.
Inteligências Coletivas	Social ou Estrutural ⁴⁵	É a matéria da cidade: todo o sistema de infraestrutura urbana que gerencia matéria, energia e informação.
	Cultural ou da História ⁴⁶	Representa os valores dos cidadãos; é a conexão entre as identidades e a informação, formando a rede de relacionamentos, trocas e o surgimento de novas inteligências; é a expressão das quatro vozes da cidade.
Inteligências Individuais	Externa	É o espaço biológico dos cidadãos, onde existe ar, água, energia e as demais necessidades básicas; é o ambiente urbano.
	Interna	É o espaço individual de cada cidadão, o estado de bem-estar e a intenção particular para o coletivo; é a inteligência da cidadania.

Fonte: Elaboração da autora.

Ao falar em infraestrutura de matéria, energia e informação, Hamilton (2008) assume o metabolismo urbano. Também é possível afirmar que, no caso de inteligência da ecoesfera, o retorno de recursos ao ambiente funciona como a ecologia industrial, em que ocorre troca de resíduos por matérias-primas.

A inteligência da emergência pressupõe que a sobrevivência da cidade integral está vinculada aos comportamentos, intenções, relações e sistemas bio-psico-culturais-sociais de seus cidadãos. A adaptação é dada através da diferenciação e da integração nas respostas às condições de vida urbana, como um reflexo dos ciclos de desenvolvimento bio-psico-cultural-social de seus cidadãos. A regeneração ocorre através da reprodução biológica e da renovação interna, com aprendizagem compartilhada através da acumulação, exploração, distribuição e redistribuição de recursos. Nesse sentido, a sustentabilidade abrange o planejamento estratégico, o compartilhamento e a sistematização.

A inteligência integral usa quatro mapas essenciais da vida na cidade. O mapa 1 é o mapa dos quadrantes e níveis, elaborado tendo como referência os trabalhos de Ken Wilber e Don Beck⁴⁷, com a ideia de dar a compreensão da cidade como um sistema e enquadrar o contexto de cada uma das inteligências por quadrante. A pesquisa de Tim Winton, com os padrões integrais dinâmicos, é aplicada aos padrões integrais polarizados nesse mapa.

O mapa 1 da Figura 51 também representa as sete qualidades identificadas na linguagem dos padrões dinâmicos⁴⁸ através da polarização: expansão e contração; concentração e difusão; *input* e *output*; fluxos e armazenamentos; ordem e caos; competição e cooperação; e masculino e

⁴⁵ Enquanto no livro de 2008, essa é a inteligência da Construção: criando estruturas que se flexibilizam e fluem na colmeia humana. No site, atualizado em 2017, essa é a inteligência Social (<http://integralcity.com/>).

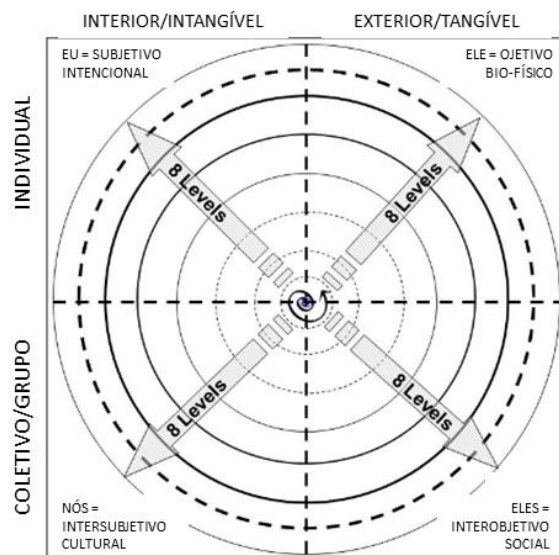
⁴⁶ Enquanto no livro de 2008 essa é a inteligência da História - alimentando uns aos outros na colmeia humana, no site, atualizado em 2017, essa é a inteligência Cultural (<http://integralcity.com/>).

⁴⁷ Sobre Don Beck e o Movimento "Spiral Dynamics Integral": <http://www.spiraldynamics.net/>.

⁴⁸ A linguagem de Padrões Dinâmicos de Tim Winton usa sete padrões que permitem uma exploração dinâmica na natureza e na cultura de: ritmo, polaridade, estrutura, permuta, criatividade, dinâmica e pesquisa.

feminino. Na cidade integral, quando se fala em polarização, pressupõe-se que os opostos mantenham uma exigência mútua que os fortaleça e uma mudança constante que garanta a sobrevivência da cidade.

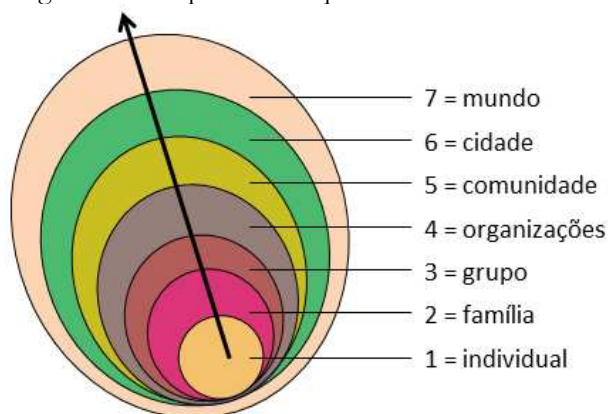
Figura 51 – Mapa 1: 4 Quadrantes e 8 Níveis da Cidade Integral



Fonte: Adaptação pela autora de <http://integralcity.com/2013/02/07/integral-city-map-1-loving-the-polarities-in-the-city/>.

O mapa 2 da Cidade Integral, a holarquia do sistema humano, mostra como os sistemas humanos na cidade relacionam-se através de um jardim de relacionamento em que uns encaixam-se nos outros, incluindo uma paisagem de relacionamentos complexa. A paisagem da cidade cria o habitat para os jardins em cascata, que incluem comunidades, organizações, grupos, famílias e indivíduos, como pode ser visto na Figura 52.

Figura 52 – Mapa 2: Holarquia do Sistema Humano



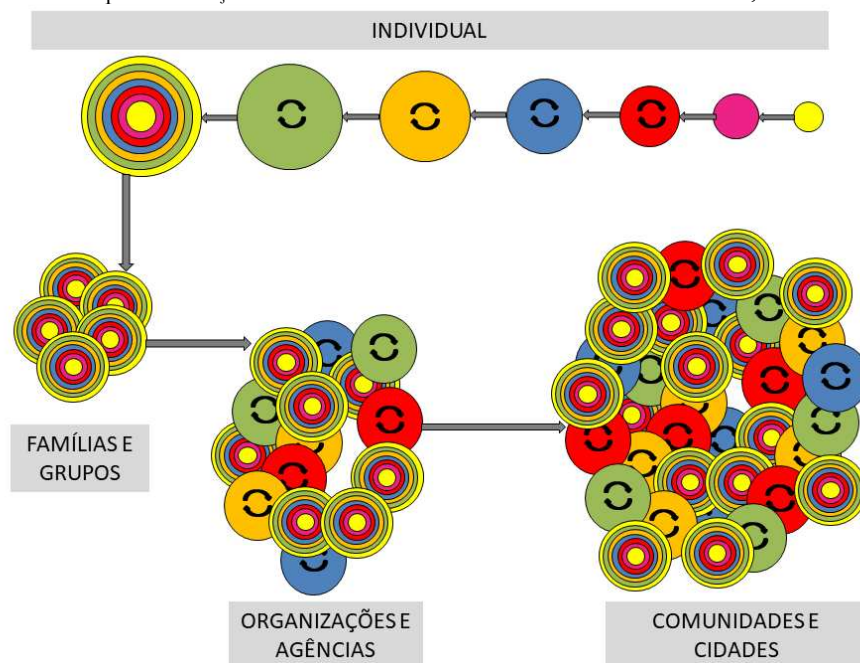
Fonte: Adaptação pela autora de <http://integralcity.com/2013/02/12/integral-city-map-2-evolving-gardens-of-creativity/>.

De acordo com Hamilton (2008), do ponto de vista do design, o arquiteto Christopher Alexander (1965) já trazia a teoria de que cada ser vivo possui um centro de força que interconecta e dá suporte aos demais seres vivos, através de uma simbiose que cria ecossistemas. Na holarquia do sistema urbano, esses ecossistemas sustentam o bem-estar de cada jardim e criam um efeito cascata de relacionamentos na cidade.

Dessa forma, o mapa 2 como um todo captura as inteligências integrais evolutiva, da vitalidade e da ecoesfera, com ligação com as inteligências individual, coletiva e estrutural. Nele também é possível identificar alguns padrões dinâmicos de Tim Winton, com destaque para o padrão da criatividade, que mostra como a inovação e a adaptação surgem da emergência da cidade, evoluindo-a. Como em um jardim, a inovação em uma cidade é plantada, amadurece, poliniza-se e responde adaptativamente às condições de vida (HAMILTON, 2008).

O mapa 3 trata dos ciclos que fluem através do ecossistema urbano. Na Figura 53 é possível identificar o cluster micro ou individual, que varia do egocêntrico ao etnocêntrico; o cluster familiar; o cluster médio, ou das organizações; e o cluster macro, ou da comunidade. É nesses clusters que ocorrem as mudanças: um indivíduo desenvolve determinada habilidade; então, passa para sua equipe e para sua comunidade através da interação, que pode ser chamada de troca auto-organizada (HAMILTON, 2008).

Figura 53 – Mapa 3: Relação fractal escalar dos sistemas humanos micro, médio e macro



Fonte: Adaptação pela autora de <http://integralcity.com/2013/02/15/integral-city-map-3-relating-change-to-exchange/>.

O mapa 3 está relacionado às inteligências integrais: interna, externa, cultural, social, da

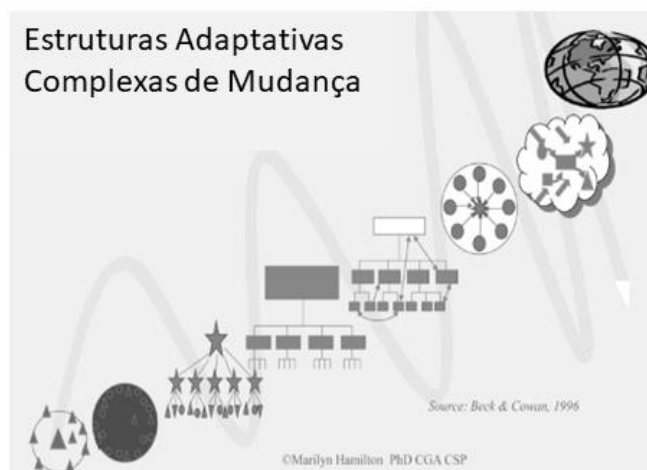
vitalidade e da ecoesfera. Nele também existem associações aos padrões dinâmicos de Tim Winton, com destaque para o padrão da troca, que mostra como os sistemas humanos produzem capacidade para seu próprio benefício e para o benefício dos sistemas que interagem através da troca de energia, material e informação que flui pela rede do cérebro, da economia, da ecologia e dos sistemas humanos. A chave para a sustentabilidade da cidade é que essas trocas entre os sistemas humanos e seu ambiente ocorrem em ciclos que criam um metabolismo contínuo por todo o sistema (HAMILTON, 2008).

Por fim, o mapa 4 (Figura 54) traz as complexas estruturas adaptativas de mudança, através de formas organizacionais que mostram as funções que servem à complexidade da vida na cidade: a partir da organização do lar familiar, passando pelo círculo de clãs, pelo castelo territorial, pela hierarquia burocrática, pela rede industrial e social, pela ecologia sistêmica e chegando à noosfera global (HAMILTON, 2008). É como se as organizações ganhassem complexidade operando na cidade.

A associação desse mapa com as demais inteligências integrais se dá na inteligência da vitalidade, emergente, da malha e da navegação. Hamilton (2008) também compara esse mapa a um dos padrões de Tim Winton: o da estrutura. Esse padrão está voltado às estruturas do sistema humano, como fronteiras, padrões internos e propósitos e como os sistemas as modificam para sobreviver e prosperar.

O Mapa 4 coloca em foco os níveis de complexidade que estão embutidos nos extratos do Mapa 1. O Mapa 4 revela as estruturas organizacionais que estão aninhadas como hólons na holarquia do Mapa 2. Finalmente, os padrões estruturais do Mapa 4 mostram os contextos organizacionais dentro dos quais as trocas de relacionamento do Mapa 3 se normalizam e emergem. Em última análise, sem as estruturas do Mapa 4, uma cidade não seria capaz de sustentar sua economia, vida social, institucional ou cultural (HAMILTON, 2008).

Figura 54 – Mapa 4: Complexas estruturas adaptativas de mudança



Fonte: Adaptação pela autora de <http://integralcity.com/2013/02/19/integral-city-map-4-shape-shifting-structures-that-fit/>.

Os mapas da inteligência integral traçam os sistemas da cidade como um todo através de associações com os sistemas humanos. Nesse sentido, Hamilton (2008) apresenta três regras para a aplicação dessa inteligência:

- Mapear o território integralmente: horizontalmente, nos quatro quadrantes; verticalmente, nos oito níveis de desenvolvimento; diagonalmente, através dos estados de mudança; e relacionalmente, através das holarquias dos sistemas.
- Criar e manter um sistema de mapeamento integral adequado às capacidades da gestão da cidade.
- Atualizar os mapas frequentemente.

A inteligência da vitalidade está relacionada aos ciclos de vida dos cidadãos – desde o sustento biofísico até a saúde psicológica, passando pela cultura e pelos aspectos sociais – e à sua associação aos ciclos de vida da cidade, ao estabelecimento das condições de vida que a sustentam e à contribuição da cidade para o desenvolvimento local, regional e global. Retornando ao mapa 2, da holarquia do sistema humano, a vitalidade da cidade está diretamente associada ao alinhamento dos hólons em diferentes estágios do ciclo de vida e em diferentes níveis de escala. A qualidade de vida na microescala reflete a qualidade de vida na média e na macroescalas. Por isso todos os hólons devem estar em serviço uns dos outros, a fim de manter a vida saudável na cidade.

Nesse sentido, de acordo com Hamilton (2008), os princípios de sistemas vivos elencados por Elisabet Sahtouris representam a orientação para a cidade saudável. Sahtouris (1999) afirma que a internet revolucionou o modelo de negócios através da possibilidade de solução de problemas à distância. Isso foi possível porque a internet usou todos os princípios

organizacionais e operacionais dos sistemas vivos saudáveis – células, corpos, comunidades, ecossistemas ou a economia (SAHTOURIS, 1999, p. 369):

- Autocriação ou autopoiese;
- Complexidade ou diversidade das partes;
- Imersão em hólons de grandezas maiores e a relação de dependência entre eles ou holarquia;
- Autorreflexividade ou autognóstico e autoconhecimento;
- Autorregulação e automanutenção ou autonomia;
- Capacidade de resposta para estresse interno ou externo ou mudança;
- Entrada e saída de matéria, energia e informação para outros hólons;
- Transformação de material, energia e informação;
- Comunicações entre todas as partes;
- Empoderamento, pleno emprego de todas as partes dos componentes;
- Coordenação de peças e funções;
- Balanço de interesses negociados entre as partes, em todos os níveis da holarquia;
- Reciprocidade de partes em contribuição e assistência mútuas;
- Conservação do que funciona bem; e
- Inovação - mudança criativa do que não funciona bem.

No desenho urbano, as inteligências integrais estabelecem algumas diretrizes (HAMILTON, 2008):

- Cuidar-se; cuidar dos outros; cuidar da cidade/planeta;
- Responder a contextos críticos situando a cidade em sua ecorregião como um sistema humano vivo no planeta Terra;
- Criar o clima bio-psico-cultural-social para construir capacidades individuais;
- Desenvolver habitats para a prosperidade do coletivo;
- Integrar estratégias que conectam e mesclam setores; e
- Desenvolver continuamente inteligências que integram condições ótimas para a emergência da cidade e para a sustentabilidade ecorregional;

Para além da questão ecorregional, a teoria de Hamilton (2008) indica um planeta de cidades integrais em que exista consciência da contribuição individual para a evolução de Gaia, como se os indivíduos fossem as células, as organizações fossem as organelas e as cidades integrais fossem os órgãos do sistema de Gaia. Nesse sentido, a autora enquadra o planeta das

idades integrais em: cosmosfera, como o planeta que orbita no sistema solar; biosfera, como a Gaia de Lovelock, que emergiu expressões e padrões de informação cosmológica e biológica e evoluiu, e antroposfera, como as cidades sendo o habitat coletivo dos seres humanos.

A partir dessa teoria, Hamilton criou a Rede de Cidades Integrais, uma constelação global de comunidades que praticam as inteligências da cidade integral. A rede foi criada em 2005 e hoje conecta cidades no Canadá, Estados Unidos, Holanda, Rússia, México e África do Sul.

As diretrizes de desenho urbano presentes na Teoria da Cidade Integral foram analisadas e classificadas. O Quadro 22 também foi elaborado com base na abordagem metodológica adotada nesta pesquisa (escalas urbanas – P, M e G – e sua relação com os serviços ecossistêmicos urbanos).

Quadro 22 – Diretrizes de Desenho Urbano para a Cidade Integral

REFERÊNCIA	DIRETRIZES DE DESENHO URBANO PARA A CIDADE INTEGRAL	PROVISÃO	REGULAÇÃO	CULTURAL	SUORTE
DEKAY, 2014	Projetar espaços naturais interativos	G	G	G	G
	Projetar locais centralizadores como marcos para transformação autoconsciente e ambiental	P	P	P	P
	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de acordo com a orientação solar e a volumetria que resultem em melhor desempenho energético	P	P		P
	Projetar infraestrutura urbana e edifícios de alto desempenho energético e visando a estabilização do uso de energia derivada de combustíveis fósseis	P	P		P
	Projetar de forma a apoiar ecossistemas tecnoindustriais	P	P		P
	Projetar para criar locais seguros e saudáveis	M	M		
	Considerar soluções de design adequadas aos locais específicos, nas escalas local, de vizinhança e regional	G	G	G	G
	Considerar soluções de design para ecossistemas humanos regenerativos	G	G	G	G
HAMILTON, 2008; DEKAY, 2014.	Revitalizar e projetar regiões através da promoção da identidade comunitária		G	G	
HAMILTON, 2008	Projetar o sistema de informação que dá suporte ao plano de sustentabilidade da cidade.		G		
	Usar tecnologias de georreferenciamento para alinhar os tipos de cidades, suas vozes, as fontes de energia mais relevantes e seus propósitos com os indicadores de bem-estar.	G	G	G	G
	Projetar infraestrutura adaptada ao clima e meio ambiente local, com fluxo e retorno de matéria, energia e informação.	G	G	G	G
	Projetar interligação entre estruturas responsivas, sistemas flexíveis e fluxos urbanos.	G	G		G
	Desenvolver habitats para a prosperidade do coletivo.	G	G		G
	Integrar estratégias que conectam e mesclam setores.	G	G	G	G

Fonte: Elaboração da autora.

[illegible]

Projetar o sistema de informação que dá suporte ao plano de sustentabilidade da cidade.									G									
Criar percursos para pedestres e ciclistas mapeados e com aplicativos para dispositivos móveis							G						G					
MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE																		
Projetar o bairro de acordo com o tamanho ideal para o pedestre, considerando raio de 400m para deslocamento entre os principais destinos						P				P								
Criar distritos com habitações em que é proibido o uso de automóveis.						M									M			
Reduzir a quantidade de estacionamentos particulares e incentivar o uso de automóveis compartilhados						M									M			
Projetar ciclovias e ciclofaixas nas principais vias urbanas						M				M								
Projetar bolsões de estacionamento nas áreas centrais						M												
Projetar vias que atendam a todos os modais de transporte.						M									M			
Desenvolver projetos de acessibilidade aos passeios públicos e aos edifícios						M				M								
Projetar parques urbanos dentro do limite de deslocamento para pedestres.	M					M				M					M			
Projetar a rede de mobilidade como atividade integrante do sistema de comunicação e interação social			G					G					G				G	
Desenhar sistema de mobilidade para suporte ao uso de veículos elétricos								G										
RECICLAGEM																		
Projetar considerando o ciclo de vida dos materiais da construção				M			M	M	M					M				M
Projetar redes de reciclagem com recolhimento, separação, venda, revenda e recuperação para reuso			G					G					G					
Projetar a separação de resíduos para incentivar o reparo, o reuso e a reciclagem				M					M									M
Incentivar a compostagem e outros usos para os resíduos orgânicos				M					M									M
RETROFIT																		
Reutilizar antigos edifícios e infraestrutura - retrofit		M	M				M	M										
ESPORTE E RECREAÇÃO																		
Criar áreas de convívio público nos bairros com equipamentos necessários de acordo com a demanda.										P					P			
Projetar áreas verdes comunitárias nos bairros.	P					P				P					P			
Seguir normas para o projeto de parque: área mínima, segurança e limitação.	M					M				M					M			
Projetar espaços de catalisação de relações sociais													M					
Projetar parques urbanos acessíveis e próximos a regiões comerciais			G					G					G				G	
PERTENCIMENTO E IDENTIDADE																		

Criar um centro identificável com marcos visuais para o pedestre											P								
Revitalizar e projetar regiões através da promoção da identidade comunitária							G	G					G	G					
Desenvolver habitats para a prosperidade do coletivo.				G					G										G
VOCAÇÃO																			
Projetar a diversidade de uso de um bairro de acordo com sua localização e vocação	P					P					P					P			
Reservar terrenos de localização estratégica para uso cívico, praças e parques	P					P					P					P			
Desenhar enriquecendo as experiências sensoriais do local													M						
Desenhar a cidade a partir de seus indicadores e de suas vocações			G					G					G					G	
RELEVO E HIDROGRAFIA																			
Projetar a partir de informações geoespaciais e impactos ecológicos e sociais		G					G					G					G		
Usar a cartografia para determinar o desenho urbano								G											
Manter a forma do terreno e outras características de paisagem que suportam funções ecológicas e eficiência energética				M					M										M
INFRAESTRUTURA																			
Usar ferramentas de simulação de modelos			G					G					G					G	
Reconfigurar fluxos e fixos em um metabolismo integrado			G					G					G					G	
Usar calor residual de processos para aquecimento de ambientes				P					P										
Usar tecnologias de georreferenciamento para alinhar os tipos de cidades, suas vozes, as fontes de energia mais relevantes e seus propósitos com os indicadores de bem-estar.					G					G					G				G
Projetar infraestrutura adaptada ao clima e meio ambiente local, com fluxo e retorno de matéria, energia e informação.					G					G					G				G
Projetar interligação entre estruturas responsivas, sistemas flexíveis e fluxos urbanos.					G					G									G
ORDENAMENTO TERRITORIAL																			
Estabelecer normas de ocupação de acordo com a vocação existente no local													G					G	
Projetar edifícios flexíveis e multifuncionais			P					P											
Criar limiares entre cidade e campo com territórios híbridos, produtivos e que permitam moradias flexíveis e descontínuas				M					M					M					
Diluir fronteiras através de construções com perímetros permeáveis e fluídos				M					M										
Usar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento				G					G				G					G	
Projetar de forma a integrar subsolo, solo e pavimentos superiores da cidade									G										
Considerar soluções de design adequadas aos locais específicos, nas escalas local, de vizinhança e regional					G					G					G				G

Incentivar a flexibilidade e o planejamento do local de forma a considerar as variações de uso ao longo do tempo				P					P									P
TRANSDISCIPLINARES																		
Projetar infraestrutura urbana com equipe multidisciplinar	M	G	G			M	G	G			M	G	G			M	G	G
Projetar o espaço urbano considerando sua história natural e social			G					G					G				G	
Considerar soluções de design para ecossistemas humanos regenerativos				G					G					G				G
Integrar estratégias que conectam e mesclam setores.				G					G					G				G

Fonte: Elaboração da autora.

Iniciando a análise pelas escalas urbanas de abrangência, é possível dizer que a escala P é a menos representativa, o que indica que as diretrizes estão voltadas a soluções que atendem o ecossistema urbano como um todo, e não apenas de forma pontual. Enquanto que as escalas M e G apresentam representação semelhante e quantidade relativa.

A perspectiva do Urbanismo Sustentável apresenta diretrizes apenas nas escalas P e M, pois trabalha com edificações, quadras, parte de bairros, bairros – todos na escala P desta pesquisa – e corredores – o único representante da escala M nesta pesquisa. Em compensação, todas as perspectivas apresentadas possuem diretrizes na escala P apenas quando se remetem a edifícios, com poucas diretrizes representativas.

Ao total, foram levantadas 82 diretrizes, sendo 17 na escala P, 38 na escala M e 36 na escala G. A discrepância da somatória ocorre pelo fato de que algumas diretrizes foram classificadas com diferentes escalas de acordo com o contexto da perspectiva analisada. Isso ocorreu sete vezes.

Ainda analisando estatisticamente, foram classificados 77 serviços de provisão, 88 de regulação, 53 culturais e 69 de suporte. Os serviços culturais foram os menos representados, enquanto os de regulação foram os mais representados, como é o esperado, posto que o ODS 11, diretamente relacionado às cidades sustentáveis, encontra-se no âmbito dos serviços de regulação.

Cada uma das perspectivas possui um foco ou uma linha de pensamento que faz com que haja maior concentração em determinados serviços ecossistêmicos urbanos do que em outros. A perspectiva de Urbanismo Ecológico possui muitas diretrizes, porque os autores são atuantes na área de pesquisa ou de mercado e possuem uma série de especificidades para indicar. Ainda assim, existem lacunas, principalmente nos serviços culturais e de suporte.

Dentro das constituintes dos serviços ecossistêmicos urbanos, ainda de acordo com o Quadro 23, não foram identificadas diretrizes relacionadas aos serviços de saúde pública e educação no grupo de provisão, patrimônio e arte e espiritualidade no grupo de cultural, nem fauna, flora e clima no grupo de suporte. No grupo de suporte, a falta de representação desses serviços nas diretrizes de desenho urbano pode-se tornar uma questão de saúde pública.

Nessa perspectiva, os serviços de provisão - saúde pública e educação – e culturais – patrimônio e arte e espiritualidade – também deveriam estar presentes nas diretrizes de desenho urbano sustentável a fim de completarem os fluxos metabólicos do ecossistema urbano. Acredita-se que a tendência de esses serviços não estarem no escopo direto do desenho urbano esteja relacionada à especificidade de projetos arquitetônicos dessas áreas.

As perspectivas de Metabolismo e Ecologia Urbana e de Simbiose Urbana e Industrial são as que demonstram maior potencial para promoção de integração de sistemas e de ciclagem de energia, matéria e informação, e, ao mesmo tempo, são as que possuem menos diretrizes identificadas. Isso ocorre porque essas são perspectivas tecnológicas relacionadas aos processos de produção e, por isso, não estão diretamente voltadas aos processos de projeto urbano.

Há uma simplificação na complexidade do ecossistema urbano para que as perspectivas de desenho urbano sustentável alcancem o máximo possível dos ideais globais dos ODS, principalmente os relacionados às comunidades e cidades sustentáveis. As diretrizes identificadas nas perspectivas são lineares e agem de forma pontual e específica para cada um dos serviços ecossistêmicos aos quais foram relacionadas, o que faz com que seja impossível acompanhar a dinâmica do urbano.

O contexto em que as perspectivas de desenho urbano sustentável tiveram suas teorias e aplicações elaboradas e desenvolvidas tem na sustentabilidade urbana a busca por um cenário futuro ideal estimulado por uma mudança de hábitos da sociedade, que assume atingir os dezessete ODS. As 82 diretrizes para o desenho urbano sustentável do Quadro 23 apontam para cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. Atualmente, esse é um processo em transição que nem todos entendem como paradigmático. De acordo com GEELS (2002), as diretrizes do desenho urbano sustentável podem ser consideradas como inovadoras por não terem sido totalmente aceitas, ou seja, ainda são transições sociotécnicas que carregam as possíveis soluções para os problemas ambientais da atualidade (GEELS, 2011).

Na perspectiva da transição sociotécnica, Geels (2010) e Frantzeskaki et al. (2017) afirmam que é nas cidades que ocorrem as pressões pelas transições para o baixo carbono nos

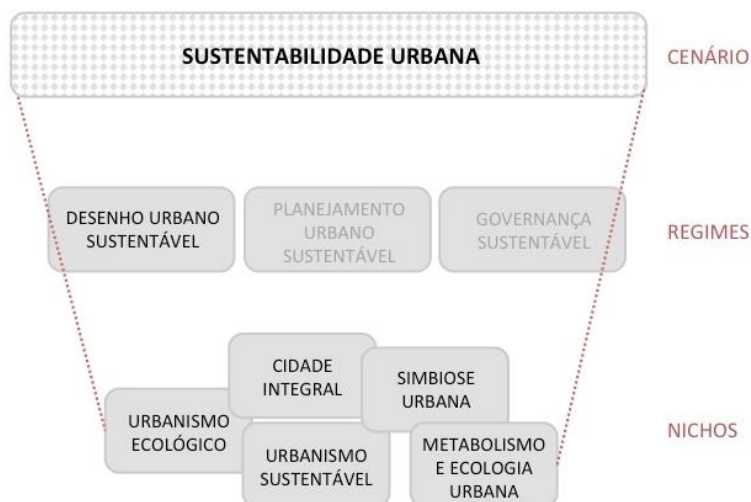
sistemas de infraestrutura e para solucionar problemas ambientais, de mudança climática, biodiversidade e esgotamento de recursos. Por isso, ao se considerar a insustentabilidade urbana um problema ambiental, a governança, o planejamento urbano e o desenho urbano sustentáveis podem ser a solução.

Os problemas ambientais da atualidade requerem soluções que envolvem não apenas as tecnologias, mas também a sociedade urbana, sua infraestrutura, cultura, estilo de vida, governança e política e redes institucionais. São realinhamentos que não são lineares e requerem processos complexos e profundos de mudança, com inovação e experimentação (GEELS, 2010; FRANTZESKAKI et al., 2017).

A transição para a sustentabilidade urbana envolve o alinhamento de recursos e atores através de domínios em um local geográfico específico, onde a multiplicidade de dimensões é concomitante. Com isso, Frantzeskaki et al. (2017) afirmam a necessidade de mudança conceitual e metodológica em relação aos modelos usuais a fim de garantir as transições.

Dessa forma, conforme apresenta a Figura 55, as perspectivas de desenho urbano sustentável podem ser colocadas como nichos para o cenário da sustentabilidade urbana, porque é nelas que estão as ideias inovadoras e são as diretrizes delas que estão passando pelo processo de aceitação pelo mercado e pela sociedade, pela indústria, pela política, pela tecnologia, pela cultura e pela ciência a fim de alcançar o regime do desenho urbano sustentável de forma global.

Figura 55 – Perspectiva Multinível aplicada para o regime de Desenho Urbano Sustentável



Fonte: Elaboração da autora.

Apesar dessa falta de um cenário de sustentabilidade urbana pré-estabelecido e das discrepâncias entre as perspectivas analisadas, muitas das suas diretrizes já passaram pela aprovação das sete dimensões do regime sociotécnico – tecnologia, mercado, infraestrutura, indústria, política e ciência –, ou porque estão em documentos de acordos internacionais – Agenda 21, Agenda 2030 –, ou porque estão em processos de certificações – LEED, BREEAM e Aqua, entre outros –, ou ainda porque já são utilizadas em muitas cidades que visam a sustentabilidade.

As perspectivas trabalham com o desenho como meio para alcançar a sustentabilidade. Por isso, o desenho urbano sustentável é considerado nesta tese como o regime sociotécnico capaz de atingir o cenário da sustentabilidade.

Ingber (2010), Frug (2010), Glaser (2010), Mitchell (2010) e Duany (2010), seguidores do Urbanismo Ecológico, e Hamilton (2008), principalmente quando usa os princípios da Sahtouris (1999) para orientar a cidade saudável, são claros na ideia de que, para alcançar a sustentabilidade urbana, é necessário que o sistema sofra mudanças em todas as dimensões e escalas. Uma mudança em nível de quebra de paradigma: o que é a sustentabilidade urbana ideal ou como é um ecossistema urbano completo.

Assim, as perspectivas analisadas poderiam alcançar o desenho urbano sustentável através da união das suas diretrizes, se tivessem um único cenário de sustentabilidade urbana. Porém, sem dinâmica e integração de sistemas, ainda não é possível às necessidades do ecossistema urbano como um todo. Nessa perspectiva, o urbano ainda não seria capaz de ser sustentável. Esta tese continua em busca de um cenário para a sustentabilidade urbana ideal, que envolva uma transição de paradigma.

4. Autopoiese: da ecologia às cidades

O regime sociotécnico do desenho urbano sustentável influencia o cenário da sustentabilidade urbana. Quando se assume a Nova Agenda Urbana e os ODS, profissionais que trabalham com o urbano tendem a pensar mais nas Cidades e Comunidades Sustentáveis do ODS 11, porém os objetivos devem ser pensados de forma integrada (RUTKOWSKI; DALBELO, 2017). Após a análise das diretrizes de desenho urbano sustentável sugeridas na bibliografia das perspectivas apresentadas no capítulo três desta tese, é possível afirmar que não existe integração entre os serviços ecossistêmicos urbanos e o desenho urbano.

Essa integração pode representar o alcance dos ODS na esfera do urbano, mas só pode ser viabilizada a partir do reconhecimento do ecossistema urbano completo, que reconhece as indústrias como parte constituinte do metabolismo urbano. De acordo com a teoria da transição de Geels (2002, 2010, 2011), há necessidade de alterações dos nichos da transição sociotécnica para a sustentabilidade urbana através de inovação. Essa percepção de alteração de trajetória visa à mudança para o paradigma da cidade como um ecossistema dinâmico e integrado, diferente do que se propunha até então, com as perspectivas de desenho urbano sustentável.

A autopoiese é uma perspectiva científica que estuda os sistemas como entidades em contínua interação entre elas e o meio ambiente, que não isola fenômenos em contextos únicos e que globaliza conceitos ecológicos para outras disciplinas. Por isso, esta tese reconhece o papel da autopoiese como chave da transição para o novo paradigma urbano.

Aqui não se pretende usar metáfora ou homonímia para estabelecer relações entre a ecologia e os estudos do meio urbano. A fim de estruturar essas relações, são expostas situações de comparações ambientais, sociais e econômicas que estão para a organização dos seres vivos assim como para as estruturas e redes urbanas. A autopoiese urbana, nesse sentido, se apresenta como uma inovação a fim de alcançar o regime do desenho urbano autopoietico e, por fim, o novo cenário da sustentabilidade urbana regida pelos ODS.

De acordo com Bertalanffy (1968), o mundo pós-Segunda Revolução Industrial é forçado a pensar em sistemas devido à complexidade e à mescla de disciplinas envolvidas na solução de problemas que surgiram com a tecnologia dessa fase. De acordo com o autor, considerar fatores como componentes interdependentes de um sistema total não é apenas uma tendência tecnológica de fazer coisas maiores e melhores, mas uma mudança nas categorias

básicas de pensamento científico, em que a complexidade é uma das manifestações mais importantes.

Os sistemas precisam ter capacidade de percepção e monitoramento a fim de estabelecer a relação com o meio através de comunicação e aprendizagem. Eles são inteligentes e autorregulantes, partindo de padrões que guiam as operações. Se o meio está em frequente mudança, o sistema deve acompanhá-lo através de processos de aprendizagem e inovação (MORGAN, 1996). Quando esses processos são analisados através da perspectiva de um observador, surge um tipo de cibernética de segunda ordem, a autoprodução do sistema assistida pelo observador do observador: a teoria da autopoiese.

4.1. Origem do conceito

O segundo ensaio incluído neste livro foi escrito em 1972, como uma expansão da sessão sobre “sistemas vivos” na “biologia da cognição”. A escrita deste ensaio foi de fato desencadeada por uma conversa em que Francisco Varela e eu tivemos e na qual ele disse: "Se de fato a organização circular é suficiente para caracterizar os sistemas vivos como unidades, então deve ser possível colocá-los em termos mais formais". Eu concordei, mas disse que uma formalização só poderia vir depois de uma descrição linguística completa, e nós imediatamente começamos a trabalhar com a descrição completa. Nós ainda estávamos descontentes com a expressão “organização circular”, e nós queríamos uma palavra que por si só transmitisse a característica central da organização da vida, que é a autonomia. Foi nessas circunstâncias que um dia, enquanto conversava com um amigo (José Bulnes) sobre um ensaio de Dom Quixote de la Mancha, em que ele analisou o dilema de seguir o caminho do brasão de Dom Quixote (práxis, a ação) ou o caminho das letras (poiesis, criação, produção), e sua eventual escolha pelo caminho da práxis, adiando qualquer tentativa de poiesis, entendi pela primeira vez o poder da palavra “poiesis” e inventei a palavra que precisávamos: autopoiese. Essa era uma palavra sem uma história, uma palavra que pode significar diretamente o que toma o lugar na dinâmica da autonomia adequada para os sistemas vivos. Curiosamente, mas não surpreendentemente, a invenção dessa palavra provou ser de grande valor. Ela simplificou enormemente a tarefa de falar sobre a organização da vida, sem cair na armadilha sempre escancarada de não dizer nada de novo, porque a língua não permite isso. Não poderíamos escapar de sermos imersos em uma tradição, mas com uma linguagem adequada, poderíamos nos orientar de forma diferente e, talvez, a partir da nova perspectiva gerar uma nova tradição (MATURANA; VARELA, 1972, p. xvii).

Retomando a introdução desta tese, o conceito de autopoiese⁴⁹ foi desenvolvido pelos biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela ao questionarem-se sobre “Qual é a organização que os define [os seres vivos] como classe?” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 84) e usarem seus conhecimentos mesclados por epistemologia, antropologia e sociologia, embasados no pensamento sistêmico⁵⁰, para desenvolverem a Teoria da Autopoiese, que explora seu conceito e, ao fazer isso, gera a fenomenologia.

Basicamente, a autopoiese pode ser considerada como uma organização de fluxos metabólicos em que matéria, energia e informação são criadas e recicladas ciclicamente. Nas palavras dos criadores:

[...] a organização do ser vivo se explicava a si mesma ao ser vista como um operar circular fechado de produção de componentes que produziam a própria rede de relações de componentes que os gerava [...] (MATURANA; VARELA, 1995, p. 39).

A Teoria da Autopoiese propõe, principalmente, a inseparabilidade entre o ser, o fazer e o conhecer, de forma a criar os aforismos chave da teoria: “[...] todo fazer é conhecer e todo conhecer é fazer” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 68) e “[...] tudo aquilo que é dito, é dito por alguém” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 69). Esses aforismos levam ao pensamento de que o processo do conhecimento é realizado em todos os momentos e em todas as dimensões da vida.

Assim, a resposta ao questionamento proposto pelos autores acerca do que define o ser vivo como classe é: “[...] os seres vivos se caracterizam por, literalmente, produzirem-se continuamente a si mesmos – o que indicamos ao chamarmos a organização que os define de organização autopoietica” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 84-85). As relações que definem essa organização são explicitadas pelos autores no nível celular, considerando que os componentes de uma unidade autopoietica estão “[...] dinamicamente relacionados numa continua rede de interações” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 85) – a rede do metabolismo celular. A unidade autopoietica possui uma membrana que limita a extensão da sua rede e que também participa dela.

O ser vivo, como uma unidade autopoietica, garante sua autonomia através do processo contínuo de ser, fazer e conhecer, que permite a especificidade de suas próprias leis. Segundo os autores, para entender a autonomia do ser vivo é preciso conhecer a organização que o define

⁴⁹ Autopoiese: do grego *autós* [a si próprio] + *poiesis* [criação, geração].

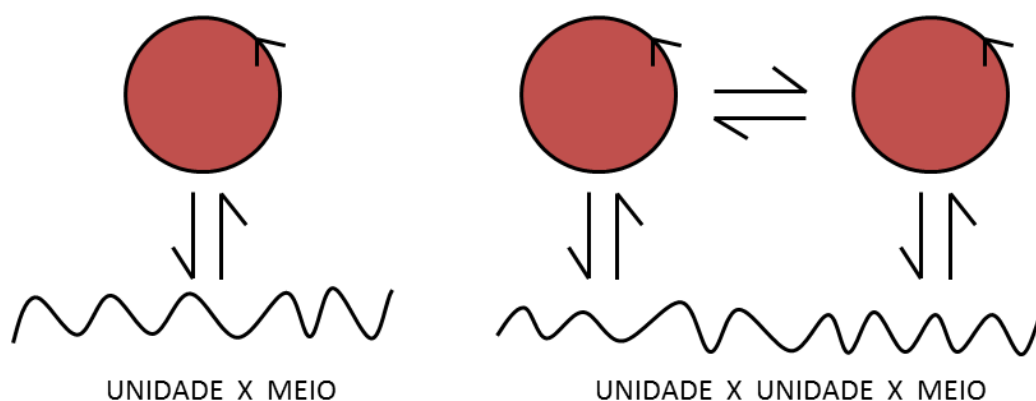
⁵⁰ Pensamento sistêmico é “[...] a compreensão de um fenômeno dentro do contexto do todo maior” (CAPRA, 2001, p. 39).

como unidade. Essa organização é sua estrutura, ou seja, os componentes e relações que constituem concretamente uma unidade particular. A estrutura de uma unidade pode ser alterada sem que se perca sua organização, processo denominado ontogenia.

A ontogenia é a história da mudança estrutural de uma unidade sem que esta perca sua organização. Esta contínua mudança estrutural ocorre na unidade a cada momento, desencadeada por interações com o meio onde se encontra como resultado de sua dinâmica interna (MATURANA; VARELA, 1995, p. 112).

Existe também a situação em que a ontogenia ocorre entre duas ou mais unidades, conforme mostra o diagrama da Figura 56.

Figura 56 – Diagrama de ontogenia



Fonte: Adaptação pela autora de Maturana e Varela (1995).

É possível dizer que a ontogenia entre duas unidades e o meio é acoplada, pois as interações adquirem um caráter recorrente ou muito estável, o qual constitui perturbações recíprocas. Nesses casos, a estrutura do meio desencadeia as mudanças estruturais das unidades autopoieticas e, como resultado, tem-se uma “[...] história de mudanças estruturais mútuas, desde que a unidade autopoietica e o meio não se desintegram” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 113) e, então, fala-se em acoplamento estrutural. Nele, ocorrem as relações entre as partes e o todo, com troca de matéria, energia e/ou informação.

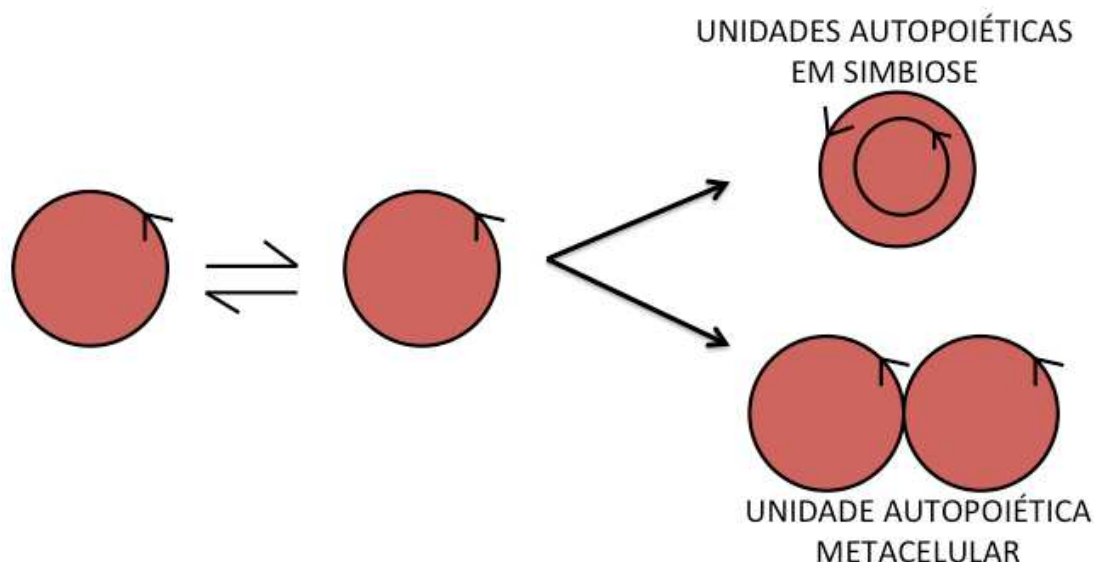
Unidade e meio passam por transformações recíprocas no acoplamento estrutural. Nesse processo, para que ocorra manutenção dos sistemas dinâmicos, é necessário que ocorra adaptação. Caso contrário, as interações tornam-se destrutivas e há tendência à desintegração. “Em outras palavras, a ontogenia de um indivíduo é uma deriva de mudanças estruturais com

conservação de organização e adaptação” (MATURANA; VARELA, 1995, p. 137).

Essa organização é a estrutura celular, ou seja, os componentes e relações que constituem concretamente uma unidade particular. Quando duas células associam-se para realizarem suas ontogenias, originam as unidades metacelulares ou de segunda ordem. Nelas, a organização da estrutura como unidade é feita através da coordenação da interação entre as unidades, que pode ser em simbiose, quando ocorre a sobreposição de fronteiras entre duas unidades, ou o acoplamento, em que as unidades conservam seus limites individuais ao mesmo tempo em que estabelecem uma nova coerência, conforme exemplificado na

Figura 57.

Figura 57 – Unidades autopoiéticas em simbiose e metacelular



Fonte: Adaptação pela autora de Maturana e Varela (1995).

Existem também as unidades de terceira ordem, aquelas que se originaram a partir do surgimento de organismos com sistema nervoso que participaram de interações recorrentes e que possuem maior plasticidade, porque estão em contínua transformação, congruente com as transformações do meio. Assim, um sistema autopoiético opera de forma a selecionar as mudanças estruturais que lhe permitem continuar operando sem se desintegrar. A isso se dá o nome de aprendizagem adequada (MATURANA; VARELA, 1995).

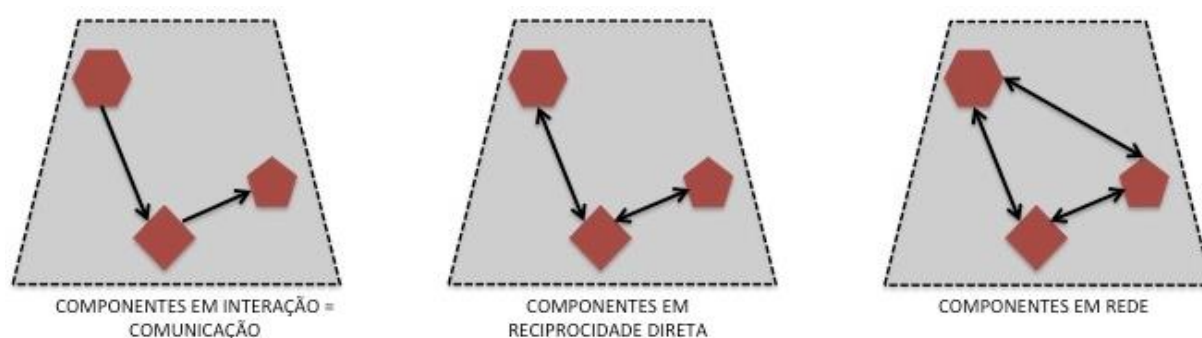
Os fenômenos sociais são exemplos de associação das unidades de terceira ordem. Segundo os autores,

[...] as unidades resultantes dos acoplamentos de terceira ordem, ainda que

transitórias, geram uma fenomenologia interna particular, em que organismos participantes satisfazem suas ontogenias individuais, fundamentalmente, segundo seus acoplamentos mútuos na rede de interações recíprocas que formam ao constituir as unidades de terceira ordem (MATURANA; VARELA, 1995, p. 216).

Assim, os fenômenos sociais pressupõem um acoplamento estrutural entre indivíduos em que há uma conduta de coordenação recíproca, chamada comunicação. A comunicação é mutuamente desencadeada entre os membros de uma unidade social. Por conseguinte, os comportamentos ontogenicamente adquiridos na dinâmica de uma determinada unidade social e que conseguem estabilidade ao longo de gerações são chamados culturais. O estabelecimento ontogênico de um domínio de condutas comunicativas pode ser descrito como associável a termos semânticos. Isso porque, quando ocorre intersecção entre cultura e comunicação, é possível falar em domínio linguístico (MATURANA; VARELA, 1995). De acordo com a Teoria da Autopoiese, não há separação entre o físico, o biológico e o social; todos os seres vivos desenvolvem suas ontogenias de maneira integrada e recursiva. Existe uma cadeia de interação nas redes de componentes de um sistema e “[...] não pode haver autopoiese sem componente interagindo ativamente” (ZELENY, 2015, p. 186).

Figura 58 – Componentes interagindo ativamente



Fonte: Elaboração da autora.

Para que ocorra a interação entre os componentes de um sistema, é preciso que eles se comuniquem de forma a trocarem informações e estimulem-se mutuamente para que ajam em reciprocidade. Essa ação engendradora conecta os componentes em rede. A reiteração desse processo faz com que as redes se tornem mais estáveis, previsíveis e autônomas, o que traz regras de padrões comportamentais, as quais caracterizam o próprio fundamento da vida, seja

celular ou social. Em um sistema social, a interação entre seus componentes forma uma sociedade (ZELENY, 2015).

Considerando a possibilidade de organismos metacelulares serem unidades de primeira ordem dentro dos sistemas sociais que integram, o sociólogo Niklas Luhmann criou a Teoria de Sistemas Sociais Autopoiéticos. Em sua obra *Essays on Self-Reference* (1990), o autor estende a autopoiese para a sociologia, além da biologia, com o objetivo de defender a ideia de que a sociedade é a comunicação; dessa forma, o indivíduo não faz parte do sistema social pela sua individualidade ou coletividade, mas, sim, pela comunicação. Isso porque é a comunicação que faz e produz sentido, seleciona possibilidade de experiência vital e ajuda a estruturar o sistema social (LUHMANN, 1984).

Luhmann considera que se as unidades de terceira ordem são fenômenos para que sistemas vivos mantenham sua autopoiese, então não é possível negar o uso do termo para os sistemas sociais apenas por não conseguirem separar as dimensões físicas e sociais (LUHMANN, 1990). Assim, no ponto de vista da semiótica, as comunicações entre organismos são as unidades elementares do sistema social.

A comunicação é uma operação genuinamente social (e a única verdadeiramente social). É genuinamente social, porque, embora pressuponha uma multiplicidade de sistemas de consciência participante, não pode ser atribuída (por essa razão) a qualquer consciência individual (LUHMANN, 2012, p. 42).⁵¹

O sistema social é passível de autorreprodução quando seleciona elementos do ambiente que podem ser assimilados à sua complexidade. Essa seleção é realizada sob a forma de códigos binários, denominados diferenças diretrizes, que formam a identidade do sistema, gerando sua diferenciação em relação ao ambiente (LUHMANN, 1990). Após a seleção dos elementos, ocorre o acoplamento estrutural; então, elementos do ambiente externo ao sistema são incorporados a ele. Na teoria de Luhmann, um dos principais exemplos de acoplamento estrutural é o que ocorre com o elemento linguagem, entre os sistemas psíquico e social, conforme Figura 59.

Figura 59 – Acoplamento entre sistemas psíquico e social

⁵¹ Tradução livre de: “Communication is a genuinely social operation (and the only genuinely social one). It is genuinely social in that, although it presupposes a multiplicity of participating consciousness systems, it cannot (for this very reason) be attributed to any individual consciousness” (LUHMANN, 2012, p. 42).



Fonte: Elaboração da autora.

A teoria dos sistemas autorreferentes de Luhmann (1984) indica como princípio básico a distinção entre o sistema estruturalmente orientado para o meio ambiente e o meio ambiente, que não pode viver sem o sistema. A partir dessa diferenciação, cria-se a relação entre a unidade e as partes e a relação de causalidade exposta no meio urbano.

Dando continuidade ao estudo, Luhmann (1990) propõe uma análise sistêmica da realidade social, abrindo espaço para a construção de outros subsistemas teóricos e subjetivos através da globalidade e da interdependência dos fenômenos sociais. Considerando que o território urbano é o plano para fenômenos sociais, esta tese apoia-se também na teoria de Luhmann para suas definições teóricas.

Existe ainda outra teoria baseada na autopoiese de Maturana e Varela (1972) e desenvolvida por Fleischaker (1990), que afirma que, entre as ramificações da origem da vida, a autopoiese é a que define um sistema funcional que se autoproduz a partir do metabolismo de suas partes. A autopoiese considera que o que é único para os sistemas vivos é a organização unitária das interações de energia e matéria em “[...] uma rede de processos cujo resultado é a produção de todos os componentes do sistema, incluindo os constituintes da sua estrutura fronteira” (FLEISCHAKER, 1990, p. 128). Nessa rede, há uma contínua transformação molecular na produção e na criação de componentes do sistema.

A organização unitária que constitui a autopoiese pressupõe uma continuidade de operação de um sistema metabólico em que a função da rede energética-metabólica é de um fluxo contínuo: os produtos de uma reação servem como insumos para outras reações e são por elas estimulados. Nesse sentido, moléculas incorporadas em uma estrutura determinam a organização do sistema, que gera um fluxo que produz estruturas moleculares, e esse fluxo mantém-se dinamicamente, incorporando moléculas. A estrutura possui os componentes

efetivos e mantém a dinâmica contínua acoplada ao meio. “O auto, da autopoiese, é a continuidade ativa desta operação circular unitária” (FLEISCHAKER, 1990, p. 129).

Figura 60 – A circularidade do “self” na auto-produção autopoietica



Fonte: Adaptação pela autora de Fleischaker (1990).

Assim, para o sistema ser considerado autopoietico, deve possuir três características: autodelimitação, em que a entidade tem um interior e uma fronteira constituída por componentes distintos; autogeração, em que todos os componentes – do interior e da borda – são produzidos por transformações contínuas; e autoperpetuação, em que todas as transformações dos componentes são determinadas pelas relações entre suas propriedades de forma contínua e acoplada ao meio (FLEISCHAKER, 1990).

A teoria da autopoiese é um mecanismo heurístico. Quando esse mecanismo funciona, gera toda a fenomenologia que o ser que é caracterizado como autopoietico exhibe, o que a caracteriza como uma teoria explicativa ou gerativa. Tanto quanto uma visão sistêmica, que trata fenômenos dinâmicos e complexos, a teoria da autopoiese também é posta em funcionamento para gerar a fenomenologia dos seres autopoieticos.

4.2. Autopoiese Urbana

A partir da construção de subsistemas teóricos embasados na autopoiese e na interdependência de fenômenos sociais, pesquisadores criaram aplicações no meio urbano. Essas aplicações variam desde autorrevitalização de áreas verdes urbanas, autonomia ativa, resiliência, autorregulação e auto-organização de sistemas urbanos até modelagem de fluxos metabólicos e estrutura urbana. As teorias que são apresentadas neste item usam a autopoiese urbana, mas divergem em aspectos da teoria biológica inicial e na forma de aplicação de seus processos.

A arquiteta Camila Berdague (2004) elabora um modelo a partir de um ponto de vista espacial, resultando um sistema teórico territorial formado a partir da junção entre “[...] a visão de cidade como na ótica dos urbanistas e a visão que aqui se propõe, baseada na Teoria da Autopoiese e sua aplicação a sistemas sociais” (BERDAGUE, 2004, p. 54). Berdague (2004) considera a autopoiese urbana em seu modelo por este estar embasado na conexão teórica entre autopoiese, semiose e urbanização. De acordo com a autora, a forma urbana passa a ser a estrutura do sistema autopoietico e a relação entre o homem e essa estrutura é considerada na ontogenia do seu acoplamento, passando a ter uma definição diferenciada da hegemonia. “Disso resultou o urbano em todas suas possíveis estruturas e configurações regionais, mesmo admitindo-se que algumas delas estão condenadas à desintegração” (BERDAGUE, 2004, p. 60).

A autora, ao aplicar a teoria da autopoiese no contexto urbano, assume a ontogenia no processo contínuo de ordenamento da evolução das cidades:

[...] é o processo cognitivo de urbanização, onde as discontinuidades ou mudanças estruturais são desencadeadas pelas transformações nos acoplamentos que conformam o espaço urbano. Este processo contínuo de ser e fazer constitui, enfim, a deriva histórica das cidades (BERDAGUE, 2004, p. 59).

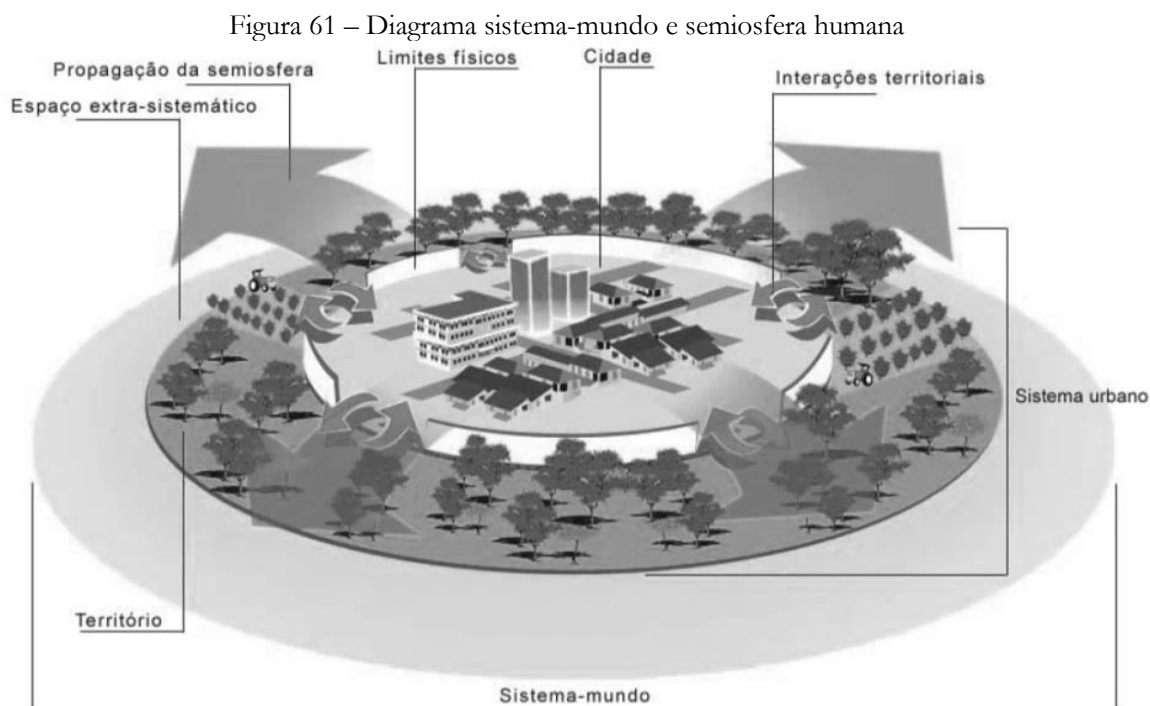
Assim, considera que o urbano é um subsistema ou semiosfera da sociedade humana, que gera e é gerado pela cultura e pela identidade urbana, de forma que apresenta domínio sobre seus fluxos em uma rede de interações metabólicas. Ela traz a teoria de Luhmann (1990) para esse contexto, considerando que as cidades armazenam e transmitem linguagem de forma acoplada com sistemas psíquicos e sociais.

O urbano é autocriativo (produz continuamente a si próprio), autolimitado (opera distinções que conformam uma fronteira) e autopetpetuador (é capaz de desenvolver sua própria filogenia). O seu processo de formação e expansão

– urbanização – é um processo autopoietico, um contínuo ser e fazer por cujo intermédio distingue-se do meio natural (BERDAGUE, 2004, p. 64-65).

A pesquisa de Berdague (2004) desenvolve-se argumentando que o urbano autopoietico se caracteriza por uma rede dinâmica de interações metabólicas, o sistema-mundo (Figura 61) que faz com que o meio físico urbano responda a estímulos de forma temporal e espacial, diferente dos sistemas psíquicos e sociais que o habitam.

No diagrama, o sistema-mundo compreende o espaço extra-sistemático, o território e o sistema urbano. As interações entre cidade e território, indicadas pelas setas menores, são relações mais próximas; enquanto a propagação da semiosfera, indicada pelas setas maiores, se estende por todo o território e pode afetar o espaço extra-sistemático (BERDAGUE, 2004, p. 63).⁵²



Fonte: Adaptação pela autora de Berdague (2004).

Dessa forma, o tempo de resposta de cada um dos sistemas acoplados na formação do urbano a esses estímulos corresponde à sua obsolescência ou à sua renovação. A obsolescência gera o processo de degradação e a renovação, o processo de revitalização urbana. A degradação urbana é tida como uma falha na comunicação entre os elementos do sistema urbano, causando “[...] inquietação, apatia e anomia social” (BERDAGUE, 2004, p. 111), enquanto a revitalização

⁵² As setas podem ser vistas na Figura 61.

é quando os elementos urbanos, dotados de resiliência, tornam-se “[...] capazes de adaptar-se às novas conjunturas do sistema” (BERDAGUE, 2004, p. 111).

A pesquisa de Berdague (2004) é finalizada com a apresentação de uma perspectiva de aplicação de um sistema para revitalização de cursos d'água urbanos, com inclusão do rio na teia de interações sociais urbanas, pois se considera a importância dos rios no processo de desenvolvimento urbano e suas reações geomorfológicas. Dessa forma, apoia-se no postulado: “[...] a ontogenia de uma cidade é desencadeada por eventos e perturbações, que fazem com que o complexo urbano funcione de maneira semelhante à autopoiese orgânica” (GRIFFITH; BERDAGUE, 2006, p. 5).

A conclusão de Berdague (2004) pode ser comparada à concepção de Swynghedouw (2001), da cidade como um *cyborg*. Nela, natural e social, mecânico e orgânico, real e fictício são diferentes domínios que interagem, nos quais natureza e sociedade se transformam, de forma que o processo de urbanização passa a ser híbrido. Para exemplificá-lo, o autor cita a circulação da água urbana como fio condutor da teia de relações sociais, políticas, espaciais e ecológicas. Em ambos os casos, a autopoiese urbana está condicionada a regeneração de sistemas naturais a partir de sistemas desenhados, sem haver integração entre os processos autopoieticos e o desenho urbano.

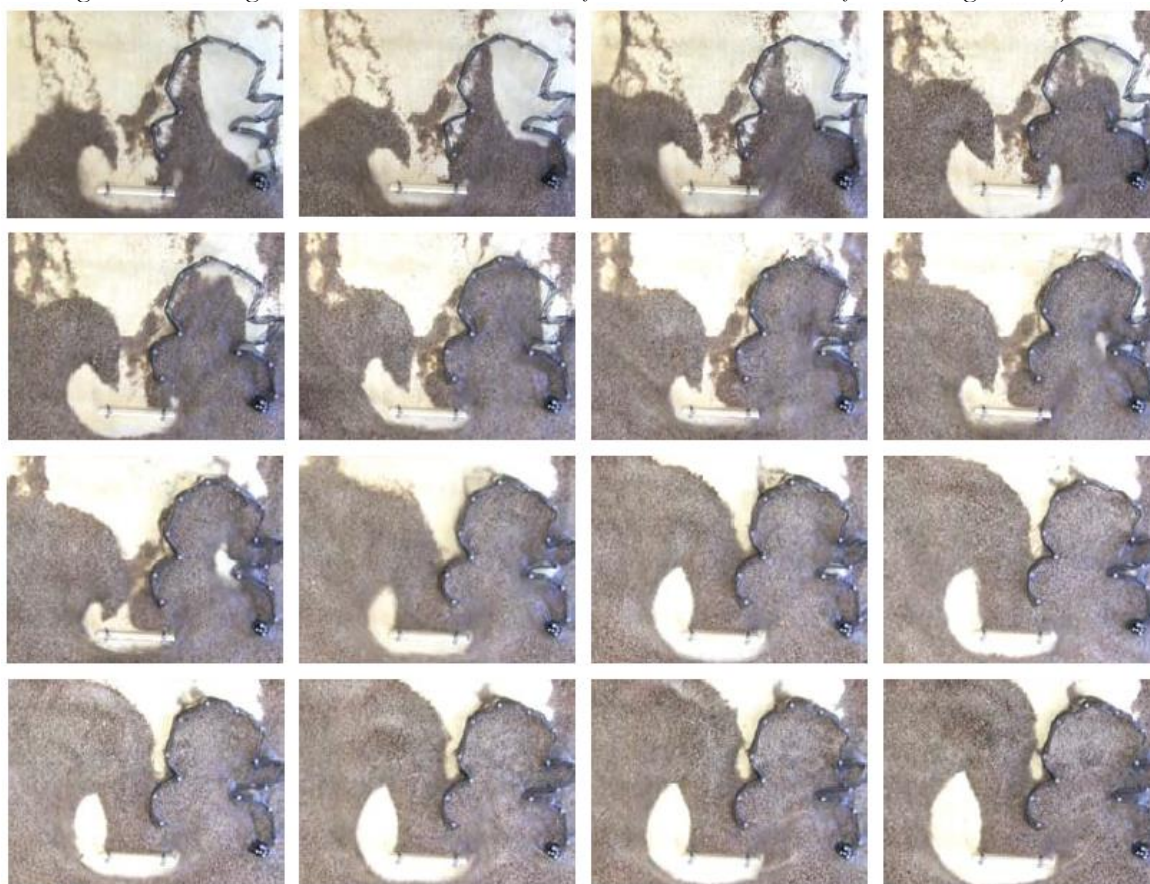
Outra referência feita à autopoiese urbana está na dissertação de mestrado *Songdo: Urban Autopoiesis*, de Meaghan Hunter (2010). Para esse autor, as cidades existem em um estado de fluxo e, quando ocorrem eventos inesperados, que alteram o equilíbrio desse fluxo, há uma situação de resiliência, em que a cidade se assimila, alterando as próprias condições ao longo do tempo. A cidade adapta-se, muda e altera a si própria, possibilitando novas condições de emergência ou reestruturação. A dissertação explora as noções de fenômenos e os comportamentos emergentes resultantes de situações de desequilíbrio através de fotografia, ilustração, simulação e experimentação, para compor uma metodologia de desenho urbano capaz de criar uma condição urbana flexível (HUNTER, 2010).

O pressuposto de Hunter (2010) é que se os organismos trocam suas partes, substituindo componentes químicos sem perder a identidade, então, a cidade como um ser vivo deve ser capaz dessa mesma propriedade. Quando Hunter (2010) tenta exemplificar essa propriedade, faz uso da metáfora, baseando-se na relação entre o mar e a areia, em que cada entidade tem seu próprio conjunto de componentes e propriedades, e que, quando contextualizados juntamente, interagem, respondendo um ao outro através da mudança de correntes de água e padrões de

sedimentação. Durante essa interação, as entidades ainda mantêm as características essenciais que são usadas para defini-las (HUNTER, 2010).

O experimento de Hunter (2010) consistiu em fazer imagens e fotografias da zona costeira de Songdo, na zona de economia livre de Incheon, costa ocidental da Coreia do Sul, a fim de observar a concatenação de eventos sociais e/ou ecológicos e esculturas deixadas na areia pelo ritmo da água, que criam padrões temporários. Depois disso, fez experiências de laboratório para reproduzir a relação entre esses fluidos. Os estudos empíricos foram realizados em Winnipeg, na Universidade de Manitoba, no Laboratório de Engenharia Hidráulica, com o objetivo de entender os dados físicos da relação entre areia e água: como uma entidade pode afetar a outra, bem como quais os tipos de implicações e/ou fenômenos resultantes quando entidades adicionais - alguns objetos, como arames e pregos - são introduzidas no sistema (Figura 62).

Figura 62 – Fotografias observacionais das reações resultantes da relação areia, água e objetos



Fonte: Hunter (2010, p. 51).

Esses estudos foram realizadas em pequena escala e não representarem os sistemas naturais complexos; ao contrário, usam metáfora para reproduzir a ideia da autopoiese no

urbano com a explicação da relação entre matéria, areia e água, capaz de produzir ideias referentes ao processo de implantação e desenho de lotes urbanos na cidade de Songdo. De acordo com o autor, o sistema flutuante da costa de Songdo, a sedimentação e a infraestrutura urbana estabelecem, em determinado momento, uma relação capaz de induzir uma mudança nos lotes urbanos (HUNTER, 2010), semelhante ao conceito de autopoiese de Maturana e Varela.

Baseado nos experimentos metafóricos de laboratório e nas fotografias de Songdo, Hunter (2010) criou imagens renderizadas que representam um plano topográfico especulativo para explorar noções de autopoiese urbana nos possíveis cenários. O resultado da pesquisa é a proposta de um projeto de arquitetura e de adaptação da infraestrutura urbana para locais com mudança de nível da água, demonstrado na Figura 63, e navegação através de sistemas que indicam a presença de construções submersas. Hunter (2010) tenta transpor o sistema desenhado para o sistema natural, mas por serem sistemas distintos, a transposição acaba sendo apenas metafórica.

Figura 63 – Exemplo de projeto de arquitetura funcional para as marés altas e baixas



Fonte: Hunter (2010, p. 75).

Como conclusão, Hunter (2010) afirma que, mesmo com as adaptações da infraestrutura urbana propostas na dissertação, o terreno apresentado não é o final. O terreno é uma situação de mudança que vai adaptar-se quando confrontada com perturbações externas e interações entre marés, plantas, animais e seres humanos, configurando o equilíbrio para o sistema atingir um grau de resiliência e autorreferência através da autopoiese. Para ele,

Desenhar autopoieticamente é projetar com uma estrutura flexível, em que um fenômeno inesperado pode tornar-se um componente integral do processo de design. Esses fenômenos apresentam alternativas que causam desvios do caminho do design. Esses desvios podem ser vistos como oportunidades, revelando e descobrindo métodos alternativos e ideias para seguir na busca de uma composição de design (HUNTER, 2010, p. 87).⁵³

Apesar da aplicação metafórica da autopoiese no urbano, Hunter (2010) é assertivo ao estabilizar padrões de comportamento possíveis de serem distinguidos no exame da deriva histórica de um sistema. Esses padrões de comportamento são construídos no decorrer da história de interações entre o sistema desenhado, o sistema natural e os sistemas sociais.

A cidade de Songdo, atualmente, está com o desenho urbano implantado, estabelecido através da relação entre as possibilidades que o terreno oferecia e o investimento imobiliário para o local. Como zona de livre comércio, os usos estão mais voltados para indústrias de montagem de equipamentos, sedes empresariais, universidades de base tecnológica e moradia para os trabalhadores dessa região. Como é possível observar na Figura 64, as áreas verdes e os canais de água, que formam as áreas públicas, foram construídos de forma artificial. A adaptabilidade da infraestrutura urbana de acordo com a sazonalidade das marés, pesquisada por Hunter (2010) não foi considerada como possibilidade na busca da resiliência para essa área da cidade. O resultado, além de artificial, implica em grandes investimentos para construção e manutenção da infraestrutura urbana.

⁵³ Tradução livre de: “To design autopoietically is to design with a flexible framework where an unexpected phenomenon can become an integral component in the design process. These phenomena present alternatives causing deviations from the set design path. These deviations can be seen as opportunities, revealing and uncovering alternate methods and ideas to follow in the pursuit of a design composition” (Hunter, 2010, p. 87).

Figura 64 – Imagem de Songdo em 2018



Fonte: Arquivo pessoal

O desenho urbano autopoietico também é visto como uma ação que ocorre a cada dia na participação da construção do urbano, como um elemento de feed-back da autopoiese urbana ou como um efeito consensual de interação em diferentes níveis de participação sistêmica (ARLT, 2001; WOLF, 2004). De acordo com Wolf (2004), um exemplo disso é o previsto colapso do sistema de transporte, que nunca ocorreu. Isso aconteceu porque houve um processo de autorregulação, e não porque foi impedido por um planejamento de transporte (WOLF, 2004; BRUGGEMANN, 1999). O autor fala sobre a existência de uma falha entre a participação no cotidiano das cidades e as estratégias traçadas por profissionais do urbano. Isso ocorre porque a realidade urbana é construída no cotidiano da cidade, sendo que os problemas urbanos podem configurar-se, primeiramente, como um problema de comunicação (WOLF, 2004). Nesse sentido, Wolf (2004) estabelece a relação entre o planejador urbano e o sociólogo,

trazendo a teoria dos sistemas de Luhmann (1984) e seus princípios, representada no Quadro 24.

Quadro 24 – Relação entre o planejador urbano e o sociólogo

	Princípios e conceitos da Teoria dos sistemas autorreferentes de Luhmann
Sistema e ambiente	Os sistemas são estruturalmente orientados para o meio ambiente e não podem existir sem ele.
Diferenciação – unidade e partes	A diferenciação de um sistema como a distinção entre a unidade e suas partes é obrigatoriamente derivada: repete a criação do sistema dentro do sistema.
Causalidade	A fronteira entre o sistema e o ambiente corta conexões casuais em diferentes pontos de vista.
Elemento e relação	São unidades e trabalham como uma distinção.
Condições	Regras no relacionamento de elementos dos sistemas – restrições.
Complexidade	A complexidade está relacionada a determinada quantidade de elementos conectadas em determinado tempo.
Limite	Os limites dividem elementos, mas não necessariamente dividem relações. Eles dividem eventos, mas não deixam as causas-efeitos passarem.
Sistema e Complexidade	Existe uma complexidade que não é sistema.
Autorreferência	Autorreferência significa a unidade que um elemento, um processo, um sistema tem dele mesmo.
Múltipla constituição ou contingência dupla	É uma necessidade para, pelo menos, dois complexos com perspectivas divergentes para condicionar qual trabalha como unidade no sistema.
Operação	No nível operacional, processos acontecem apenas entre elementos de adequada similaridade.
Relação – sistema de autorreferência	Em uma relação de sistema de autorreferência há a possibilidade de uma enorme propagação de limites da habilidade de adaptação estrutural e de comunicação inter sistema.

Fonte: Adaptação pela autora de Wolf (2004).

A conclusão do autor ao analisar a Teoria de Luhmann (1984) é a de que “[...] a cidade é um sistema em evolução com a autorreferência” (WOLF, 2004, p. 194). Isso significa que a cidade constitui seus elementos e suas operações elementares referindo-se a si mesma. Para fazer isso, os sistemas devem ser capazes de configurar e usar suas próprias descrições, usando o sistema de ambiente-distinção como orientação e princípio para a criação da informação; o sistema deve ter consciência de si mesmo, assimilando as influências do ambiente como causas de suas ações e compreendendo os feed-backs de suas consequências.

De acordo com Wolf (2004), o planejamento urbano convencional tem uma função de autopercepção, segundo a necessidade ou a análise de desenvolvimento; os dados são concentrados sobre o que está à vista das questões de planejamento, e não no que a cidade usa como autorreferência. Quando se usa a abordagem teórico-sistêmica, o planejamento urbano passa a ter uma importância não apenas política, com a capacidade de canalizar o processo, mas, também, em uma estratégia visionária para que cada ator urbano consiga se reconhecer no processo e agir sobre ele (WOLF, 2004).

Nessa linha de pensamento, Bus, Treyer e Schmitt (2017) tratam a cidade como uma entidade autônoma, com metabolismo vivo adaptável a forças e dinâmicas (BOYER, 2015), que se comporta como uma rede metabólica (BATTY, 2014; BACCINI, 2014), e entendem que:

O conceito de autopoiese abrange o modo como a estrutura urbana é criada, transformada, distribuída ou redistribuída, montada, organizada, reconfigurada e processada. A implementação do paradigma da autopoiese em sistemas urbanos visa compreender características mais complexas da cidade dentro do discurso do desenho urbano contemporâneo, em particular, tendências de padrões para crescer ou decair de acordo com os requisitos dos habitantes, fluxos de distribuição de energia, custos, bens, serviços ou conectividade de redes da cidade (virtual, física ou social) relacionadas a um metabolismo urbano completo (BUS; TREYER, SCHMITT, 2017, p. 696).⁵⁴

O objetivo da pesquisa desses autores é discutir dinâmicas internas de uma região de Cingapura, a fim de auxiliar processos de tomada de decisão de especialistas no urbano. As discussões são feitas através de uma metodologia de participação da população local, em que uma plataforma de simulação combina requisitos técnicos determinados pelos urbanistas e demandas da comunidade local em um sistema de modelagem com visualização intuitiva.

Os autores embasam-se na ideia de que a participação da comunidade local é responsável pelo feedback contínuo que auxilia o processo da transmissão, da recepção e da interrupção da informação na organização complexa urbana. Essa participação é feita através de interação contínua coletiva em um ambiente de colaboração aberto que incorpora fontes de dados urbanos e conexões com outras interfaces ou aplicativos.

Para isso, desenvolvem o canal de gerenciamento da distribuição da comunicação entre camadas urbanas metabólicas modeladas e dados dinâmicos de diferentes interfaces modeladoras, representadas por padrões urbanos pré-definidos e distribuídos em um modelo de gerenciamento dinâmico. Esse canal recebe o nome de *Lightweight Urban Computation Interchange* – LUCI.

LUCI é responsável por combinar demandas espaciais da comunidade local no que se refere a distâncias acessíveis, elementos e funções urbanas. Não é escopo da pesquisa de Bus,

⁵⁴ Tradução livre de: “The concept of autopoiesis covers the way how the urban structure is created, transformed, distributed or redistributed, assembled, organised, reconfigured and proceeded. The implementation of the autopoiesis paradigm into urban systems aims to grasp more complex characteristics of the city within the contemporary urban design discourse, in particular, tendencies of patterns to grow or decay according to inhabitants’ requirements, distribution flows of energy, costs, goods, services or city networks connectivity (virtual, physical or social) related to an entire urban metabolism” (BUS; TREYER; SCHMITT, 2017, p. 696).

Treyer e Schmitt (2017) a modelagem de todas as camadas metabólicas urbanas, como mobilidade, capacidade de transformação, energia e fluxos de resíduos. Porém, há a descrição de uma base para a estrutura de modelagem em que esses aspectos podem ser incorporados posteriormente através da LUCI.

A aplicação dessa pesquisa é feita em Tanjing Pagar Water Front, Cingapura. Desenhistas urbanos definem cenários espaciais, os dados são enviados à LUCI e disponibilizados em visualizadores e o usuário é convidado a observar o crescimento urbano e modificar os cenários, em tempo real. Essas modificações também são armazenadas e processadas na LUCI.

De acordo com os autores, essa metodologia permite que o crescimento urbano seja simulado de acordo com critérios de acessibilidade, densidade, espraiamento de tipologias e posição dos usuários. Assim, os padrões urbanos que refletem as preferências dos usuários podem ser acoplados ao processo de desenho e ajustes podem ser feitos. Como os desenhos urbanos são feitos pelo ser humano, a comunidade tem um importante papel na saúde do sistema porque é capaz de alterá-la (BUS, TREYER e SCHMITT, 2017).

O sistema proposto integrou algoritmos de formação de padrões urbanos que tratam apenas de massa e volume e apenas para as camadas de distâncias e elementos urbanos. Por isso, o modelo é limitado a prover o desenho de configurações urbanas apenas para vias de acesso e a considerar apenas requisitos espaciais, e não aspectos de borda do metabolismo urbano.

Devido a essas limitações, Bus, Treyer e Schmitt (2017) propõem que um trabalho futuro seja realizado, em que arquitetos, urbanistas e planejadores do urbano devam identificar os processos mais significativos que influenciam as mudanças urbanas e que contribuem para a autonomia, autorreferência e autorregulação, os quais podem ser caracterizados como processos de autopoiese urbana. Esse sim, será um importante direcionamento à autopoiese urbana.

A autopoiese urbana também é objeto de estudo para Philippopoulos-Mihalopoulos (2007). O autor pesquisa as considerações ecológicas de proteção do meio ambiente sob a visão da lei e da cidade e entende a autopoiese como uma teoria de relevância que captura a transdisciplinaridade de forma mais efetiva do que outras teorias conceituais, que não oferecem soluções, apenas descrições.

A leitura da autopoiese adotada é aquela que descreve o mundo na forma de uma contínua ruptura, de forma que o resultado não é a clausura ou a abertura, mas o movimento entre os dois. Para entender as leis ambientais e a cidade sob a autopoiese é necessário abstrair a noção

de cidade e estender seu entendimento para a percepção de que a cidade se encontra em uma relação peculiar com seu meio ambiente e representa o local de intensificação dos problemas ambientais e da aplicação da lei (PHILIPPOPOULUS-MIHALOPOULUS, 2007).

Cidade e ambiente são abstrações no sentido de que se separam no pensamento, mas não podem existir isoladamente. Na autopoiese, cada objeto de análise é um sistema, e um sistema é definido pela sua distinção em relação ao meio ambiente. O ambiente é o outro lado da identidade ou sua distinção - a distinção entre a humanidade e a natureza. Philippopoulos-Mihalopoulos (2007) justifica a necessidade de unir as leis ambientais à cidade de forma autopoética devido a três razões:

- A autopoiese oferece o acervo inicial de necessidade da estabilidade para uma disciplina legal relativamente nova e não testada, que continua procurando seu lugar nas margens do sistema legal e na sua contextualização na topologia urbana. O mesmo acontece na cidade que, apesar de ser estabilizada e cristalizada, apresenta novos riscos e tratamentos ecológicos que escapam da contextualização e são invisíveis no ambiente construído. Nesse sentido, a autopoiese traz ferramentas para a contextualização de assuntos ecológicos diferente da discussão de antropocentrismo versus ecocentrismo.

- A autopoiese descreve o mundo e oferece possibilidades de mudança. Na autopoiese, toda mudança começa e finaliza na descrição de um sistema.

- Teoria da lei ambiental de Luhmann: conhecimento da incongruência existente entre os problemas ambientais e as categorias legais e a consequente arbitrariedade nas decisões relacionadas ao meio ambiente.

Os arquitetos e pesquisadores do urbano Aquilué, Lekovic e Ruiz Sánchez (2014) estudaram os casos da batalha de Mogadishu (Somália), em 1993, e do cerco de Sarajevo (Bósnia-Herzegovina), entre 1992 e 1995, e entenderam que as cidades em situações de conflito tornam-se laboratórios urbanos, porque as mudanças em suas estruturas refletem propriedades intrínsecas difíceis de serem notadas em situações estáveis. A condição de conflito implica a destruição das redes espaciais e sociais, a remoção da memória do espaço e o prejuízo da história e do futuro da cidade.

Os autores afirmam que o trauma de um conflito é um elemento constitutivo da organização da cidade, em que o sistema urbano precisa reinventar-se para não desaparecer. Nessa reinvenção, a auto-organização atua como uma especificidade que ocorre

espontaneamente e reproduz padrões organizacionais não-lineares através da interação de elementos do sistema.

Na interação, a quantidade de possíveis estados que um sistema pode adotar é o que indica sua complexidade (AQUILUÉ et al., 2014). Nesse sentido, vale citar que Luhman (1984, 1990) expõe que, para o sistema social, a complexidade é dada pela multiplicidade de possíveis representações do mundo, e que o sistema social cria orientações comportamentais que direcionam a seleção das possíveis representações. Esse direcionamento seria um fator redutor para a complexidade do sistema, de acordo com o pensamento de Luhmann. E é exatamente esse pensamento que traz uma das discussões em relação a Habermas (1981), para quem o fator redutor da complexidade do sistema não deve existir, já que sua sobrevivência o entende como uma ameaça, e não como uma tentativa de voltar ao estado inicial, pois exclui aquelas possibilidades e alternativas de representações.

É possível dizer que as possibilidades de estado no sistema urbano descrito por Aquilué et al. (2014) não foram excluídas, porque foram tidas como possibilidades de sobrevivência em situações de trauma, ainda que isso implicasse o aumento da complexidade do sistema urbano. O que faz pensar que essa complexidade traz mais possibilidades de sobrevivência do que a do sistema social, pois, enquanto no sistema urbano situações de trauma podem ser revertidas, no sistema social certas situações podem representar diminuição de performance e de decisão em todas as situações.

No complexo sistema urbano, a organização da cidade é a integração e a interação de elementos diferentes, frequentemente conflituosos e complementares. Para evitar a degradação urbana, é preciso que essas relações sejam mantidas de forma estável através de processos de auto-organização (AQUILUÉ et al., 2014).

Por sua vez, os autores também afirmam que a autorregulação de um sistema embasado na autoprodução é um processo de autopoiese que rege o sistema para reproduzir, organizar e manter-se enquanto preserva sua autonomia do ambiente; é parte da organização não linear do sistema que faz com que ele mude e evolua. Os elementos de um sistema autopoietico formam a rede de ações que produz suas próprias unidades espaciais e são observadas por elas. As mudanças no ambiente implicam a auto-organização do sistema através de uma série de processos que podem causar mudanças, mas sem perder a identidade.

Um sistema autopoietico é caracterizado por:

- Autonomia: integração das mudanças na manutenção da organização do sistema;

- Autorreferência: sistema autopoiético mantém sua identidade independente das ações entre sistema e ambiente;
- Autodelimitação: dos limites do sistema; e
- Abstenção ou especificidade: de relações de input e output que regem a autonomia.

Entre os estudos de caso apresentados pelos autores, a batalha de Mogadishu estimulou sobremaneira o sistema urbano, fazendo com que seu curso estável fosse abandonado em prol da sua sobrevivência. O estímulo ambiental, que modificou os fluxos de matéria, energia e informação, também causou bifurcações que mantiveram o sistema longe do seu estado de estabilidade, direcionando-o a um estado excepcional em que não apenas a sobrevivência da individualidade, mas também a sobrevivência do todo estava em jogo. Essa excepcionalidade levou a um processo de mudança significativa na sua essência - aquela que envolve a mudança na estrutura do sistema.

Assim, o sistema entrou em equilíbrio com o estado instável de múltiplas possibilidades de interação entre os elementos autônomos de produção e organização e, seguindo um caminho não previsível, procedeu à autonomia. Então, a cidade replicou o aumento da incerteza ambiental com um aumento dos estados disponíveis da sua identidade, seus subsistemas ou facetas da mesma identidade, e, através de componentes relacionais e topológicos, ativou a autorreferência e a auto-organização. Por isso, os autores afirmam que “[...] quanto mais heterogêneo, diverso e complexo o espaço é, melhor é a chance de sobrevivência de uma multidão” (AQUILUÉ et al., 2014, p. 70).

Na cidade de Sarajevo, em outro estudo de caso dos autores, um dos determinantes das mudanças estruturais foi a alteração dos padrões de suprimento e de mobilidade no início do cerco. As redes de distribuição de gás, água e eletricidade assim como os acessos à cidade foram interrompidas, resultando em uma modificação no sistema estrutural desses fluxos e, consequentemente, uma mudança de paradigma na vida urbana (AQUILUÉ et al., 2014).

Essa modificação estrutural de redes gerou novos padrões de autorreferência, dirigidos por elementos sociais e espaciais, criando uma nova morfologia de fluxos urbanos. Houve mudança no significado do território, que implicou variações do uso público e auto-organização do espaço através das opções de estado disponíveis oferecidas pela estrutura, resultando em novos usos e considerando a autorreferência do sistema social com o propósito da sobrevivência do sistema urbano.

Os dois casos de trauma causaram interrupção das funções do sistema urbano que ativou mecanismos de resiliência com o objetivo da sobrevivência. Assim, os mecanismos da autopoiese urbana de auto-organização, autorreferência e aumento da complexidade do sistema foram capazes de reestabelecer ligações entre o espaço e a memória coletiva após situações de rupturas e descontinuidades. Os insurgentes de Mogadishu e a abertura de Sarajevo geraram campos relacionais autorreferenciados de trauma induzidos através de processos complexos, causados pelas possibilidades de estado às quais os sistemas estavam sujeitos (AQUILUÉ et al., 2014).

Dessa forma, os autores concluem que “[...] a aceleração dos elementos, produzida pelo trauma, modifica os estados estáveis do sistema e, então, determina seus estados possíveis, causando diversos futuros urbanos, sujeitos à condição pós-traumática” (AQUILUÉ et al., 2014, p. 75).⁵⁵

A questão da identidade urbana, observada e/ou analisada pelos autores da autopoiese urbana, tem embasamento na Teoria dos Sistemas Sociais de Luhmann (1990). Para ele, sistema não existe sem meio e vice-versa, porque há um limite que os define e delimita. O acoplamento estrutural, resultado das interações recorrentes e estáveis entre sistema e meio, é um processo de autorreferência, uma vez que o sistema seleciona os elementos da troca para se tornar único, com uma estrutura particular e com identidade própria.

A identidade é a cláusula autorreferencial, a decisão que permite a autorreprodução de modo que o sistema possa responder pressões ambientais sem ser diluído no meio. Esse sistema organiza-se de tal forma que desenvolve a capacidade de responsividade ao ambiente e manutenção de sua identidade. Porém, o ambiente também tem função nessa relação e a codependência entre eles gera a recursividade: “[...] um processo é chamado recursivo quando ele usa o resultado de suas próprias operações como base para outras operações subsequentes [...] tais processos usam seus próprios resultados como entradas” (LUHMANN, 2002, p. 139).

Dessa forma, quando se afirma que a “[...] autopoiese descreve um sistema flexível que muda, movimenta, e se transforma, sem nunca perder a sua identidade a persistir através de condições de temperamento” (HUNTER, 2010, p. 42), é possível observar a questão da resiliência, mas, além dela, a sustentabilidade. É através da identidade que o urbano desenvolve-se e é capaz de autorreproduzir-se sem perder seu caráter originário.

⁵⁵ Tradução livre de: “The acceleration of the elements, produced by the trauma, modifies the system’s stable states, and thus determines its possible states, causing divergent urban futures, subjected to the post traumatic condition” (AQUILUÉ et al., 2014, p. 75).

Berdague (2004, p. 43) afirma que “[...] os sistemas sociais, como concebidos por Luhmann (1990), são, do ponto de vista interno, uma operação recursiva que produz realidade e identidade sob a forma de distinção”. Assim, quando o urbano como um sistema diferencia-se do meio geral ou do ambiente externo ao qual está inserido e seleciona elementos que farão parte ou não de sua constituição através das diferenças diretrizes, é formada sua identidade.

Os arquitetos urbanistas também foram em busca da identidade das cidades. O valor do “locus” que Aldo Rossi (1995, p. 147) define como “[...] aquela relação singular mas universal que existe entre certa situação local e as construções que se encontram naquele lugar” é a identidade urbana. Há uma noção de individualidade da cidade em que a particularização do lugar, determinada pelo espaço, pelo tempo e pela forma, pode ter sido sede de acontecimentos antigos e novos e faz parte da memória do lugar. É essa noção que faz criar um elo entre a ecologia e a psicologia. Sem discutir questões ecológicas, o autor fala sobre a pesquisa de Max Sorre: a influência do ambiente sob o homem e do homem sobre o ambiente. Nesse sentido, quando ocorre um fato em uma cidade, a memória passa a ser coletiva.

O fato é a porção individual da cidade, enquanto a memória coletiva dos povos é a própria cidade, o “lócus”;

E, como os fatos fazem parte da memória, novos fatos crescem juntos na cidade [...]. Enfim, a memória coletiva se torna a própria transformação do espaço, a cargo da coletividade; uma transformação que é sempre condicionada por aqueles dados materiais que se opõem a essa ação (ROSSI, 1995, p. 198).

Dessa forma, a memória coletiva torna-se o fio condutor da complexidade urbana, unindo arquitetura, geografia, história, sociologia e economia na morfologia e na tipologia da cidade.

Natureza coletiva e individualidade dos fatos urbanos dispõem-se agora como a própria estrutura urbana. A memória, no interior dessa estrutura, é a consciência da cidade; trata-se de uma ação em forma racional cujo desenvolvimento está em demonstrar com máxima clareza, economia e harmonia, algo já aceito (ROSSI, 1995, p. 199).

Nesse sentido, há que pesar também o lugar. “Lugares são essencialmente focos de intenção, que têm usualmente uma localização fixa e traços que persistem em uma forma identificável” (RELPH, 1976, p. 43). A identidade, uma das características do lugar, provém das intenções e experiências intersubjetivas, que geram ligações detalhadas e estabilidade (RELPH, 1976; TUAN, 1974). Quando as pessoas definem e dão significado ao lugar, estabelecem relações de trocas, direções e distâncias que o fixam de algum modo, gerando a identidade urbana (HOLZER, 1999).

De forma geral, os autores da autopoiese urbana apresentados nesta tese identificam seus processos, que acontecem ou deveriam acontecer no urbano para que este seja considerado um sistema vivo e, dessa forma, autopoietico. A identidade urbana está direta ou indiretamente associada a todos esses processos e faz parte da sobrevivência do ecossistema urbana. O Quadro 25 traz uma síntese da autopoiese urbana de acordo com as teorias analisadas.

Quadro 25 – Síntese das teorias sobre a Autopoiese Urbana

AUTORES	ANO DA PUBLICAÇÃO	VISÃO SOBRE O URBANO	RELAÇÃO CIDADE X MEIO AMBIENTE	RESPOSTA A ESTÍMULOS	PROCESSOS AUTOPOIÉTICOS APLICADOS	APLICAÇÃO
Berdague e Griffith	2004	Forma urbana como estrutura de um sistema autopoietico. Urbano como subsistema da semiosfera da sociedade urbana que gera e é gerado pela cultura e identidade urbana.	O contínuo ser e fazer do urbano distingue-se do meio natural.	O domínio de fluxos da rede de interações metabólicas é o sistema mundo, que faz com que o meio físico responda a estímulos. O tempo de resposta corresponde a degradação ou revitalização urbana.	Cidades são autorreprodutoras e definem seus próprios limites. Urbano autolimitado e autoperpetuador.	Inclusão de um rio urbano na teia de interações sociais urbanas.
Wolf	2004	Cidade é um sistema em evolução com autorreferência: constitui seus elementos e suas operações elementares.	Os sistemas são estruturalmente orientados para o meio ambiente e não podem existir sem ele. Há uma fronteira entre sistema e ambiente.	O sistema deve ter consciência de si mesmo, assimilando as influências do ambiente como causas de suas ações e compreendendo os feedbacks de suas consequências.	Autonomia fez com que o colapso no sistema de transporte urbano não ocorresse.	Planejamento urbano para autopercepção com uso de dados sobre processos de autorreferência da cidade.
Philippopoulos-Mihalopoulos	2007	Cidade como local de intensificação dos problemas ambientais e da aplicação da lei.	Cidade e ambiente são abstrações no sentido de que se separam no pensamento, mas não podem existir isoladamente.	Não identificada.	Estabilidade para implantação de leis ambientais e ferramentas para a contextualização de assuntos ecológicos.	Leis ambientais.
Hunter Meaghan	2010	Cidade como um organismo que substitui componentes químicos sem perder a identidade.	O sistema flutuante da costa de Songdo, a sedimentação e a infraestrutura urbana estabelecem uma relação capaz de induzir uma mudança no desenho dos lotes urbanos.	Cidades existem em estado de fluxo. Em eventos inesperados, ocorre: assimilação, adaptação e mudança para possibilitar novas condições de emergência ou reestruturação.	A autonomia ativa garante a identidade urbana. A cidade adapta-se, muda e altera a si própria para possibilitar novas condições de emergência ou reestruturação	Desenho de lotes urbanos feito através do resultado do ensaio com sedimentação de areia para a cidade de Songdo.
Aquilué et al.	2014	Cidades são laboratórios urbanos, porque as mudanças em suas estruturas refletem propriedades intrínsecas complexas.	As mudanças no ambiente implicam na auto-organização do sistema através de processos que podem causar mudanças, mas sem perder a identidade. Sistema autopoietico mantém sua identidade independente das ações entre sistema e ambiente.	Trauma de conflito como elemento da organização da cidade. A cidade deve reinventar-se para não desaparecer. Isso ocorre através da auto-organização, que reproduz padrões organizacionais não-lineares através da interação de elementos do sistema.	Auto-organização: estabilidade de processos de integração e interação de diferentes elementos urbanos. Autonomia: rege a reprodução, a organização e a manutenção do sistema e preserva sua autonomia do ambiente, garantindo mudança e evolução. Resiliência com ativação da auto-organização, autorreferência e aumento da complexidade - ligações entre espaço e memória coletiva.	Estudo de caso da batalha de Mogadishu e do cerco em Sarayevo.
Bus, Treyer e Schmitt	2017	Cidade como unidade autônoma, com metabolismo vivo adaptável a forças e dinâmicas que formam uma rede metabólica.	Não identificada.	Não identificada	Compreensão de processos mais complexos da cidade dentro do desenho urbano: tendências de padrões para crescer ou decair de acordo com os requisitos dos habitantes, fluxos de distribuição de energia, custos, bens, serviços ou conectividade de redes da cidade (virtual, física ou social).	Participação da comunidade, com interação contínua coletiva sobre as dinâmicas de uma região da Singapura através de uma plataforma de simulação virtual aberta que combina requisitos

						técnicos e demandas da comunidade local.
--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaboração da autora.

Quando os sistemas independentes urbanos interagem através de dispositivos de autonomia e de diferenças diretrizes a fim de solucionar perturbações e garantir a plasticidade, a autopoiese urbana acontece. Considerando as pesquisas analisadas nesta tese para aplicar a teoria da autopoiese no meio urbano, chega-se a definição que integra esses conhecimentos em busca da transição para a sustentabilidade urbana: **a autopoiese urbana é o processo de interação entre sistemas de soluções sustentáveis para o urbano, de modo que matéria, energia e informação estejam em constante fluxo, com a menor quantidade possível de resíduos/ruídos e mantendo a identidade urbana, de forma a promover o equilíbrio na estabilidade dinâmica do ecossistema.**

Retomando a autopoiese da biologia – o eterno ser, fazer e conhecer –, na autopoiese urbana seria o equivalente ao ciclo de matéria, energia e informação. A autopoiese urbana, como fenômeno holístico, deve integrar a complexidade do ecossistema urbano, reconhecer seu metabolismo e garantir sua identidade, em um processo contínuo de manutenção do urbano.

4.3. Desenho Urbano Autopoiético

O desenho urbano autopoiético considera os serviços ecossistêmicos urbanos através de suas formas, funções, fluxos e identidades urbanas operando os processos da autopoiese urbana para alcançar a sustentabilidade urbana. O desenho urbano autopoiético incorpora elementos dos processos autopoiéticos ausentes nas diretrizes do desenho urbano sustentável.

O Quadro 26 traz a descrição dos processos autopoiéticos a partir da revisão bibliográfica realizada no item anterior.

Quadro 26 – Descrição de Processos de Autopoiese Urbana

PROCESSOS	DESCRIÇÃO
AUTORREPRODUÇÃO	O urbano produz continuamente a si próprio. É o processo que mantém o ecossistema urbano vivo, com o funcionamento de suas redes de fixos e fluxos e da sua identidade.
AUTORREGULAÇÃO	Rege o urbano para reproduzir, organizar e manter-se enquanto preserva sua autonomia em relação aos ambientes externos. É parte da organização não linear que faz com que o urbano mude e evolua. É a abstenção ou a especificidade das relações de entrada e saída de fluxos.

AUTORREFERÊNCIA	Refere-se à unidade que o urbano tem dele mesmo. É o processo responsável por manter a identidade do urbano independente das ações com ambientes externos, através da adaptabilidade.
AUTO-ORGANIZAÇÃO	Reproduz padrões organizacionais não-lineares através da interação de elementos do urbano.
AUTONOMIA	O processo em que organismos trocam suas partes, substituindo componentes sem perder a identidade e integrando as mudanças na manutenção da organização do urbano.
AUTOLIMITAÇÃO	Opera as distinções que conformam a própria fronteira do urbano.
AUTOPERPETUAÇÃO	O urbano é capaz de desenvolver sua própria história evolutiva.

Fonte: elaboração própria

A ativação dos processos autopoieticos urbanos é feita através dos serviços ecossistêmicos urbanos e aplicada no território através das diretrizes de desenho urbano que deixam de ser padronizadas e pontuais, como nas perspectivas analisadas no capítulo 3 desta tese e passam a ser específicas para o local e conectadas com todo o ecossistema urbano. Isso implica que, para alcançar a sustentabilidade urbana, o desenho autopoietico deve seguir as diretrizes de desenho urbano sustentável correlacionadas com os respectivos serviços ecossistêmicos urbanos considerados através dos processos de autopoiese urbana.

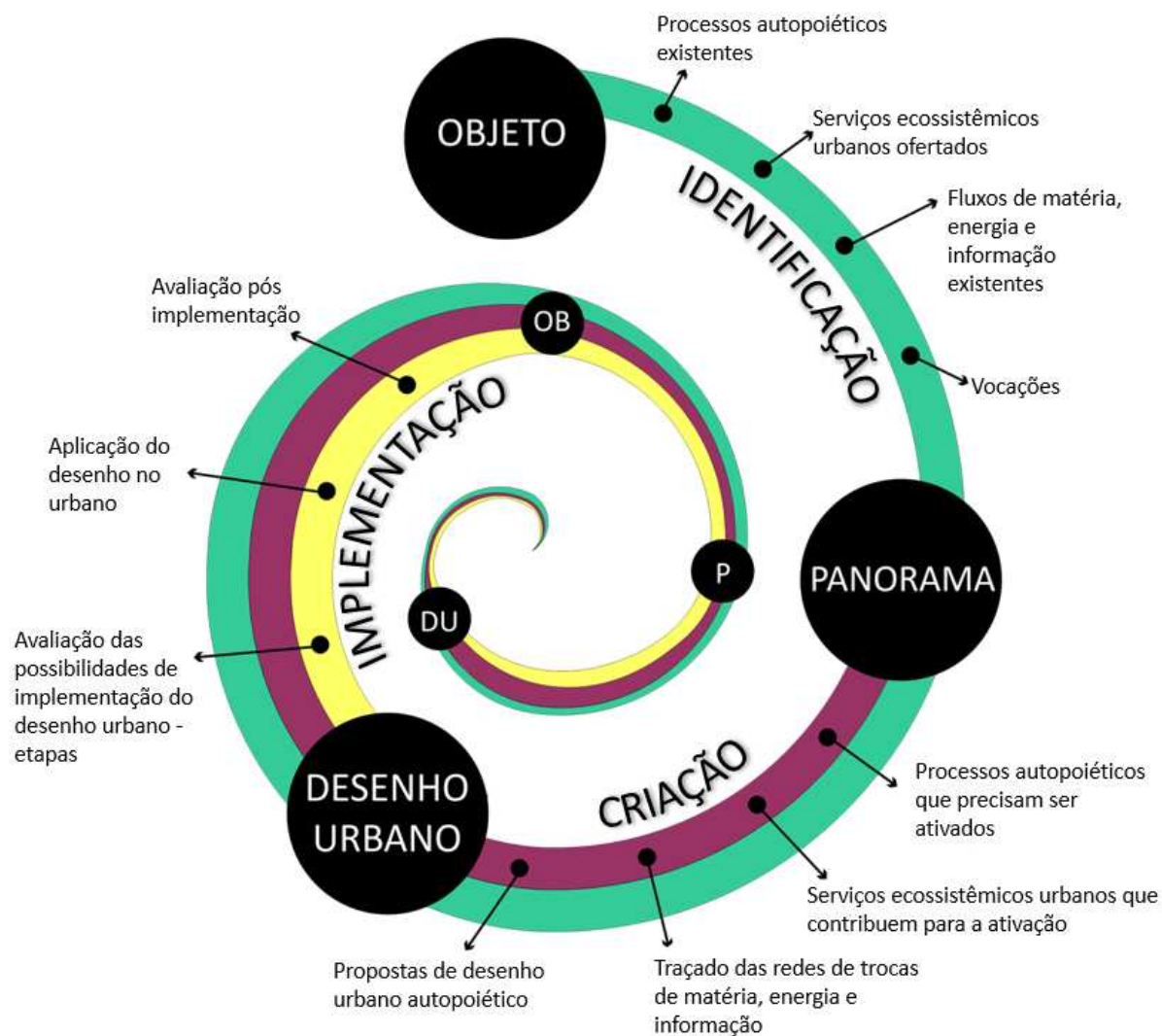
Quadro 27 – Correlação entre processos autopoieticos, serviços ecossistêmicos urbanos e ODS

PROCESSOS DE AUTOPOIESE URBANA	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	ODS	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS URBANOS	
AUTO-ORGANIZAÇÃO	CULTURAL	16 17	PATRIMÔNIO E ARTE ESPORTE E RECREAÇÃO ESPIRITUALIDADE PERTENCIMENTO E IDENTIDADE VOCAÇÃO	↔
AUTOPERPETUAÇÃO AUTONOMIA	REGULAÇÃO	10 11 12 13 14 15	BIOCLIMA PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO ORDEM PÚBLICA COMUNICAÇÃO MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE RECICLAGEM RETROFIT	↔
AUTORREPRODUÇÃO AUTORREGULAÇÃO	PROVISÃO	6 7 8 9	PRODUÇÃO DRENAGEM E SANEAMENTO SAÚDE PÚBLICA HABITAÇÃO EDUCAÇÃO ENERGIA ECONOMIA	↔
AUTORREFERÊNCIA AUTOLIMITAÇÃO	SUORTE	1 2 3 4 5	RELEVO E HIDROGRAFIA FLORA E FAUNA CLIMA INFRAESTRUTURA ORDENAMENTO TERRITORIAL	↔

Fonte: elaboração própria

A elaboração do desenho urbano autopoietico deve englobar fases de desenvolvimento para a identificação do local, para a criação do desenho e para sua implementação, através de uma equipe transdisciplinar e com colaboração de todos os atores envolvidos nos processos. Os processos autopoieticos urbanos devem estar relacionados desde a identificação do objeto – espaço, área, bairros, cidade ou região –, passando por todas as demais etapas do desenho urbano autopoietico. O panorama deve ser seguido durante as demais etapas, a partir da definição do início da criação; já o desenho urbano, resultado das fases anteriores, segue pela fase da implementação. Esse ciclo em espiral ascendente é retroalimentado a cada avaliação e recriado, conforme mostra a Figura 65.

Figura 65 – Esquema de elaboração do Desenho Urbano Autopoietico



Fonte: Elaboração da autora.

O levantamento da área de estudo para o desenho urbano autopoiético se inicia com a identificação dos processos urbanos autopoiéticos e os serviços ecossistêmicos urbanos associados, bem como os fluxos de entrada e de saída de matéria, energia e informação. Também são identificadas as vocações para novos possíveis processos e serviços na área de estudo. Essa fase tem como produto o panorama do objeto, que está presente na fase da criação. Através dele é possível definir os processos autopoiéticos e os serviços ecossistêmicos urbanos necessários para que a autopoiese se desenvolva. Então, são listadas as possibilidades de trocas de fluxos de entrada e de saída de matéria, energia e informação, considerando que os novos processos e serviços e a rede de fixos e fluxos que os conecta são traçados na área de estudo, criando as propostas de desenho urbano autopoiético.

Na fase de implementação, a sobreposição das propostas dos agentes sociais interessados permite delinear a proposta de Desenho Urbano Autopoiético, que será

submetida a avaliação de viabilidade por meio de estudos como os de impacto e suas mitigações. Após a implementação, o monitoramento contínuo em uma dinâmica cibernética de segunda ordem reconhece a autogeração do sistema em uma dimensão acima, com o conhecimento acumulado, de forma a manter a contínua autogeração.

4.4. Transição Sociotécnica para a Sustentabilidade Urbana

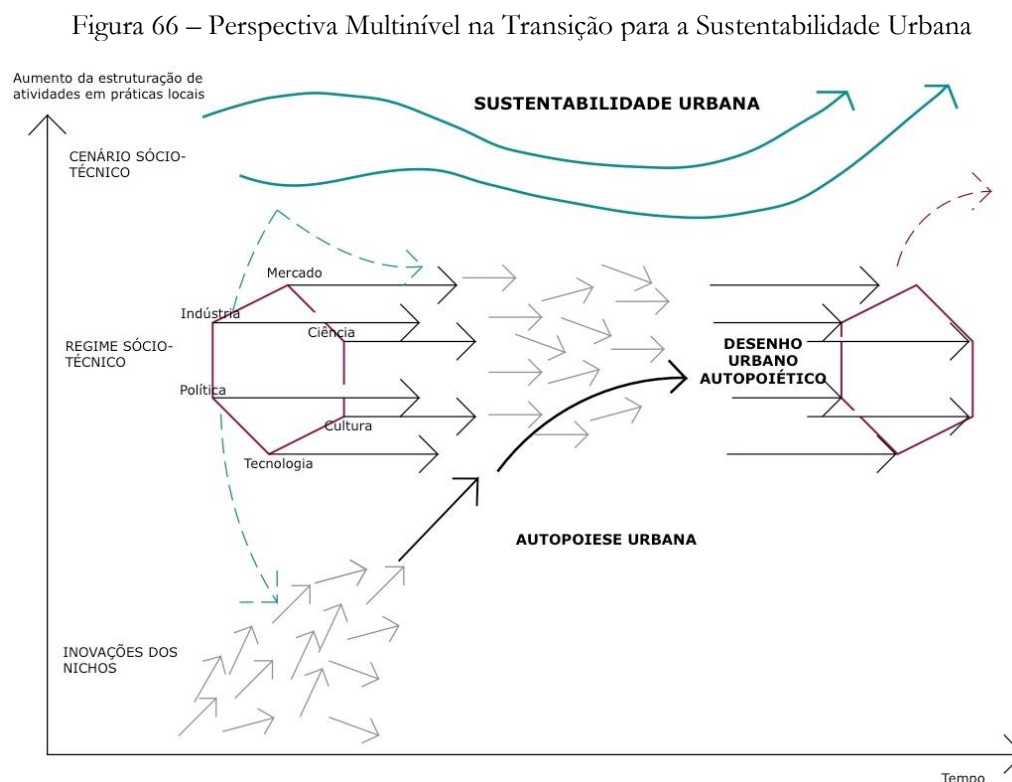
Seguindo a teoria da transição de Geels (2002, 2005), o desenho urbano autopoietico está longe de alcançar a estabilidade de um regime. Porém, sua capacidade de integrar formas, funções e fluxos direciona para o alcance do cenário da sustentabilidade urbana ideal: aquela que reconhece o urbano como um ecossistema antrópico completo, que depende do fluxo de energia, matéria e informação para sintetizar a oferta e a demanda de serviços ecossistêmicos e, assim, garantir a qualidade de vida e a identidade territorial. Então, a oportunidade para as inovações está lançada através da autopoiese urbana.

Hamilton (2008), da Cidade Integral, é um exemplo dessa inovação quando discorre sobre o sistema de auto-organização e estruturas hierárquicas e relaciona os princípios de Sahtouris (1999) com as inteligências integrais. Wilber (2005), também da perspectiva do Desenho Integral, é outro exemplo quando afirma que “[...] onde os estados de consciência são temporários, os estágios da consciência são permanentes. Passando, os estados foram convertidos para traços permanentes” (p. 6), fazendo uma alusão ao processo de autorreferência.

Quando as inovações da autopoiese urbana alinharem-se no desenho urbano autopoietico e passarem pela avaliação da indústria, do mercado, da ciência, da cultura, da tecnologia e da política, então será possível estabelecer o novo regime sociotécnico, capaz de fazer o urbano voltar ao equilíbrio com a industrialização. Para isso, o cenário da sustentabilidade urbana não estará embasado em objetivos lineares, mas, sim, na dinâmica e na complexidade do ecossistema urbano e nos ODS.

A Figura 66 mostra a perspectiva multinível da transição para esse cenário. Nela, as setas pequenas representam os nichos de inovações, que aqui são os processos de autopoiese urbana, nos quais estão as ideias inovadoras que estabelecem a autopoiese urbana, que passará pelo processo de aceitação pelos diversos segmentos da sociedade: mercado, sociedade organizada, setor produtivo, política, tecnologia, cultura e ciência, a fim de alcançar

o regime do desenho urbano autopoietico de forma global. A seta preta, mais espessa e curva, representa a estabilidade dinâmica das inovações do nicho da autopoiese urbana, que se beneficia das oportunidades de inovações e estabiliza o regime sociotécnico do desenho urbano autopoietico. As setas verdes curvadas representam o cenário sociotécnico da sustentabilidade urbana, nesse caso, a ideal.



Fonte: Elaboração da autora.

A autopoiese urbana enquadra-se como a transição necessária para a sustentabilidade urbana; uma nova perspectiva oferecida pelo urbanismo a fim de alcançar a complexidade e a estabilidade dinâmica do ecossistema urbano sem perder sua identidade.

5. Considerações Finais

A teoria da transição e sua perspectiva multinível expõe a complexidade da problemática da sustentabilidade urbana. Os cenários atuais propostos pela literatura, na perspectiva do desenho urbano sustentável, se distanciam da sustentabilidade urbana ideal porque não estabelecem um cenário único a priori e favorecem soluções pontuais e padronizadas, sem a integração dos processos urbanos no desenho.

Esta tese aponta a linearidade com que a complexidade do ecossistema urbano é tratada nos dias atuais – desde os nichos das inovações, com as perspectivas de desenho urbano sustentável, até o cenário da sustentabilidade urbana – como uma das mais prováveis causas da insustentabilidade. Esse cenário pode colocar em risco, inclusive a tentativa do regime de desenho urbano sustentável existente.

Para modificar esse efeito, esta tese aponta a proposta da autopoiese urbana como uma mudança de paradigma. A vantagem heurística de se aplicar o conceito da autopoiese ao urbano está no alcance da sustentabilidade urbana. Para isso, três elementos devem ser considerados:

- o reconhecimento do urbano como um ecossistema que contém o sistema natural, o sistema antrópico e o sistema social, com seus fluxos de matéria, energia e informação e sua identidade;
- a integração entre esses sistemas através da oferta e da demanda de serviços ecossistêmicos urbanos; e
- a aplicação dos processos autopoieticos no desenho urbano.

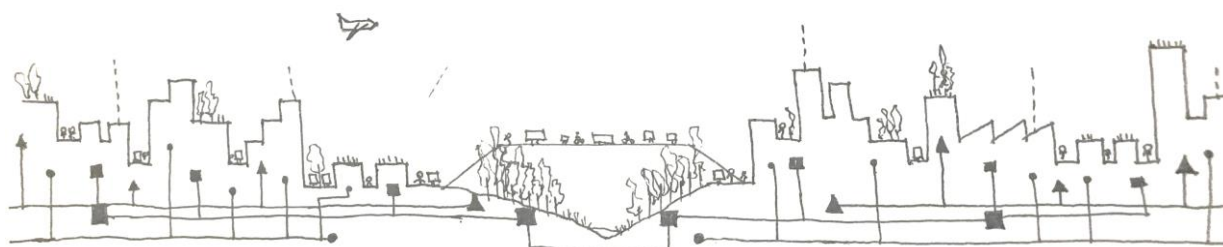
Quando o urbano é tratado como um ecossistema, reconhecendo seus processos metabólicos e sua identidade, o desenho urbano pode ser realizado a partir de processos autopoieticos que consideram a oferta e a demanda dos serviços ecossistêmicos urbanos. Essa mudança de paradigma direciona para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. A autonomia do urbano se baseia na interdependência de suas formas, funções e fluxos como vetor definidor do processo de tomada de decisões. Quanto maior for a reutilização dos recursos apropriados, seja matéria, energia e/ou informação, menor será a exploração de novos recursos. Desse modo é possível que produção seja mais direcionada e internalizada.

O conceito da autopoiese para a sustentabilidade urbana é reconhecido no caráter dinâmico e sistêmico do urbano e no envolvimento de uma equipe multidisciplinar formada por todos os grupos interessados com os planejadores, capaz de intervir em todo o ecossistema urbano, desde as atividades humanas e os territórios que as suportam até os fluxos e suas infraestruturas de circulação. A plasticidade do urbano é sua resiliência; as perturbações são as interferências humanas no meio; os dispositivos de autonomia, que absorvem as perturbações e transformam-nas em operações próprias do sistema, são as

soluções sustentáveis; e as diferenças diretrizes são as soluções que funcionam de acordo com a vocação do sistema e geram a aprendizagem adequada.

O desenho urbano, como o processo que permite implantar a autopoiese no ecossistema urbano, possibilita entender que as diretrizes de desenho do Urbanismo Sustentável, da Ecologia e Metabolismo Urbano, do Urbanismo Ecológico, da Simbiose Industrial e Urbana e da Cidade Integral não alcançam a sustentabilidade ideal pela incapacidade de integrar as interações. Elas são tratadas de forma pontual e padronizada, inviabilizando a transformação das perturbações em operações do sistema, resultando em resíduos/ruídos ou de energia ou de matéria ou de informação em sua atividade. Por outro lado, a interação entre os serviços ecossistêmicos urbanos e os resíduos/ruídos de um serviço como insumos para outro, permitem transformar as perturbações em operações do sistema urbano, tornando possíveis os processos autopoieticos no urbano.

Esse processo de elaboração para o desenho urbano autopoietico ainda é propositivo e necessita mais estudos e simulações. Por isso, como encaminhamento futuro desta pesquisa, fica a aplicação do desenho urbano autopoietico através de seus processos, com as fases de elaboração da identificação, criação e implementação, de forma a avaliar a sustentabilidade urbana que pode ser alcançada, inclusive com a utilização de indicadores especificamente elaborados para esse fim. E, para além disso, fica o desafio para o ensino e a pesquisa na temática da autopoiese urbana, que poderiam se voltar às possibilidades e aos limites da aplicação da sustentabilidade urbana ideal no desenho das cidades existentes.



6. Referências

- AB'SABER, Aziz N. **A sociedade urbano-industrial e o metabolismo urbano**. Coleção Princípios, Edição 71, nov. 2003.
- ÁBALOS, Iñaki. Verticalismo. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- ABERCROMBIE, Patrick Leslie. **Plan for Bath**: the report prepared for the Bath and district joint planning committee. Cook Hammond and Kell. Westminster, 1945.
- ACSELRAD, Henry. **Discursos da Sustentabilidade Urbana**. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano Regional – IPUR, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1997.
- ADDINGTON, D. Michelle. Subestruturas, supraestruturas e infraestruturas energéticas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- Agenda 21 Brasileira. **Bases para discussão**. W. Novaes (coord.). Brasília: MMA/PNUD, 2000.
- AHERN, Jack; CILLIERS, Sarel; NIEMELA, Jari. **The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design**: a framework for supporting innovation. Landscape and Urban Planning. Vol. 25, Maio de 2014.
- ALBERTI, M. **Advances in Urban Ecology**. Springer Science. New York, 2008.
- ALBERTI, M. The effects of urban patterns on ecosystem function. **International Regional Science Review**, 28 (2), 2005.
- ALEXANDER, Christopher. **A City is not a Tree**. Architectural Forum, Nova Iorque, abril/maio, 1965.
- ALEXANDER, Christopher. **Notes on the synthesis of form**. Harvard University Press. Cambridge, 1964.
- ALEXANDER, Christopher; ISHIKAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray; JACOBSON, Max; FIKSDAHL-KING, Ingrid; ANGEL, Shlomo. **A Pattern Language**: Towns – Buildings – Construction. Oxford University Press, New York, 1977.
- ALEXANDER, Christopher; NEIS, Hajo; ANNINOU, Artemis; KING, Ingrid. **A New Theory of Urban Design**. Oxford University Press, New York, 1987.
- ALMEIDA, Reginaldo M. **'Uma Cidade Industrial' de Tony Garnier**: repensando a gênese do urbanismo progressista, no centenário de sua publicação. Revista de Morfologia Urbana, Rede Lusófona de Morfologia Urbana, n.5 (1), p. 15-26, 2017.
- APPLEYARD, Donald; JACOBS, Allan. **Toward an Urban Design Manifesto**. Working Paper n. 384, Institute of Urban and Regional Development. University of California, Berkeley, 1982.
- APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. Editora Atlas, São Paulo, 2004.
- AQUILUÉ, Inés; LEKOVIC, Milica; RUIZ SANCHES, Javier. **Urban Trauma and Self-organization of the City**: Autopoiesis in the Battle of Mogadishu and the Siege of Sarajevo. Urban – Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. NS08-09, p. 63-76, 2014.
- BACCINI, P. **A city's metabolism**: Towards the sustainable development of urban systems. Journal of Urban Technology, 4(2), 1997.
- BACCINI, P. Understanding and Designing the Metabolism of Urban Systems. In: IBANEZ, D.;

KATSIKIS, N. (eds.). **New Geographies 6: Grounding Metabolism**. Harvard University Press, 2014.

BACCINI, P. **Understanding regional metabolism for a sustainable development of urban systems**. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 3, 1996.

BACCINI, P.; BRUNNER, P. H. **Metabolism of the anthroposphere**. Springer-Verlag, Berlin, 1991.

BARDET, Gaston. **El urbanismo**. Editora Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 1959.

BARNETT, Jonathan. **The Way We Were, the Way We Are: the Teory and Praticce of Designing Cities since 1956**. Harvard Design Magazine, n.24, 2006.

BARROS, Aidil J. P.; LEHFELD, Neide A. S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. Editora Makron Books, 2ª. Edição, São Paulo, 2000.

BARROS, Raquel; KOWALTOWSKI, Doris. **Do Projeto Urbano ao Detalhe Construtivo: “A Pattern Language Finalmente Traduzida”**. Revista eletrônica Vitruvius, 12 de maio de 2013. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/12.137/4734>.

BATTY, M. **The New Science of Cities**. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England. 2013.

BAVA, Henri; BEHRENS, Erik; CRAIG, Steven; WALL, Alex. Greenmetropolis. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

BAY, Xuemei; ROBERTS, Brian; CHEN, Jing. **Urban Sustainability Experiments in Asia: patterns and pathways**. Environmental Science and Policy n. 13, 2010.

BEATLEY, T. **Biophilic Cities: Integrating Nature into Design and Planning**. Island Press, Washington, 2011.

BECK, Ulrich. Desigualdade social e mudanças climáticas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

BÈGUIN, François. As maquinarias inglesas do conforto. **Revista Espaço & Debates** n. 34, Neru. São Paulo, 1992 [1979]

BÉLANGER, Pierre. Redefinindo infraestrutura. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

BENEVOLO, Leonardo. **História da Arquitetura Moderna**. Ed. Perspectiva, 3ª Edição. São Paulo, 2001.

BENEVOLO, Leonardo. **História da cidade**. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2009.

BENTLEY, Ian et al. Responsive Environments: a manual for designers. **Architectural Press**, London, 1985.

BERDAGUE, Camila da Silva. **A Autopoiese Urbana: degradação e revitalização da cidade**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

BERKEL, Rene Van; FUGITA, Tsuyoshi; HASHIMOTO, Shizuka; GENG, Yong. Industrial and urban symbiosis in Japan: Analysis of the Eco-Town program 1997–2006. **Journal of Environmental Management**, 2008.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **General System Theory. Foundations, deevlopment and applications**. George Braziler, New York, 1968.

- BHABHA, Homi K. Mumbai em minha mente: reflexões sobre sustentabilidade. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- BIRCH, Eugenie L.; WACHTER, Susan M. **Growing Greener Cities: urban sustainability in the twenty-first century**. University of Pennsylvania Press, 2008.
- BOERI, Stefano. Cinco desafios ecológicos para a cidade contemporânea. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- BOLEA, Maria Teresa Estevam. **Avaliação do impacto ambiental produzido pela indústria**. Saúde Operacional e Segurança, no. 20, p. 18-28, 1985.
- BOLUND, Per; HUNHAMMAR, Sven. Ecosystem Services in Urban Areas. **Ecological Economics**, n. 29, pp. 293-301, 1999.
- BOYER, M. C. On Modeling Complexity and Urban Form. **AD Architectural Design**, no. 85, p/ 54-59, 2015.
- BRADSHAW, A. D. **Natural ecosystems in cities: a model for cities**. In BERKOWITZ, A. R., NILON, C. H., HOLLWEG, K. S. Understanding Urban Ecosystem. Springer, New York, 2003.
- BRADSHAW, A. D.; SOUTHWOOD, R.; WARNER F. **The treatment and handling of wastes**. Chapman and Hall, London, 1992.
- BRANZI, Andrea. A metrópole fraca. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010b.
- BRANZI, Andrea. Para um pós-ambientalismo: sete sugestões para uma “Nova Carta de Atenas”. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010a.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.
- BRASIL. **Constituição**, 1988.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997.
- BRASIL. **Lei no. 10.257**, de 10 de julho de 2001;
- BRASIL. **Lei no. 6.803**, de 2 de julho de 1980. Vide Lei no. 7.804, de 18 de julho de 1989.
- BRASIL. **Política Nacional dos Recursos Hídricos**. Lei no. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Brasília, DF, 1997.
- BRESCIANI, Maria Stella Martins. **Permanência e ruptura no estudo das cidades**. In: FERNANDES, Ana; GOMES, Marco Aurélio. Cidade & História. FAU-UFBA. Salvador, 1992.
- BROWN, Barrett C. **The Four Words of Sustainability: drawing upon four universal perspectives to support sustainability initiatives**. Integral Sustainability Center, 2007.
- BROWN, Lindsay. **Habitat '76**. Black Dog Publishing, 2017.
- BROWN, M.; SOUTHWORTH, E. Managing climate change through green buildings and Smart growth. **Environment and Planning A**, 40, págs 653-675, 2008.
- BRUGGEMANN, U., et al. **Akteure im Spannungsfeld sozialwissenschaftlicher und systemanalytischer Denkweisen**. (Actors in the Tension Field of Social-Scientific and System-analytic Thinking). In: Stadtökologische Forschung – Theorien und Anwendung. (Urban Ecological Research – Theory and Application), Stadtökologie 6, Berlin, 1999.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our Common Future**. United Nations World Commission on Environment and Development, 1987.

BRUNO, Giuliana. O campo de trabalho da arte. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

BUCHANAN, Richard. **Wicked Problems in Design Thinking**. Design Issues, Vol. 8, no. 2, p. 5-21, 1992.

BUELL, Lawrence. Urbanismo Ecológico e/como metáfora urbana. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

BURDEN, Dan. **Vias e redes permeáveis ao pedestre**. In: FARR, Douglas. Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

BURDETT, Ricky; SUDJIC, Deyan. **Living in the Endless City**. Phaidon Press, 2011.

BURGESS, E. W. The Growth of the City: An Introduction to a Research Project. In: MARZLUFF, J. M., SHULENBERGER, E., ENDLICHER, W. **Urban Ecology**. Springer US, Boston, 1925.

BUS, Peter; TREYER, Lucas; SCHMITT, Gerhard. **Urban Autopoiesis: Toward Adaptive Future Cities**. In: JANSSEN, .; LOH, P.; RAONIC, A.; SCHNABEL, M. A. (eds.). Protocols, Flows and Glitches. Proceedings of the 22nd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA). Hong Kong, 2017, p. 695-705.

CANTER, David R. **The Psychology of Place**. Architectural Press, London, 1977.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma compreensão científica dos sistemas vivos**. Editora Cultrix, São Paulo, 1996.

CARDOSO, Ana Cláudia D.; VENTURA NETO, Raul da Silva. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos socioambientais. **Cadernos Metrópole**, São Paulo. Volume n.15, págs. 55-75, jan/jun, 2013.

CARMONA, Matthew. The Place-shaping Continuum: a Theory of Urban Design Process. **Journal of Urban Design**, Vol. 19, Issue 1, 2014.

CARMONA, Matthew; TIESDELL, Steve; HEATH, Tim; OC, Taner. **Public Place – Urban Spaces: the dimensions of urban design**. 2ª. Edição, Architectural Press – Elsevier. Oxford, Reino Unido, 2010.

CARPENTER, Steve R.; PINGALI, Prabhu L.; BENNETT, Elena M.; ZUREK, Monika B. Ecosystems and Human Well-being. **Scenarios**, Volume 2. Findings of the Scenarios Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, London, 2005.

CASTELLS, Manuel. **A Questão Urbana**. Coleção Pensamento Crítico, vol. 48, 3ª. Edição. Editora Paz e Terra, 1983.

CASTELLS, Manuel; HALL, Peter. **Tecnópolis del mundo: La formación de los complejos industriales Del siglo XXI**. Alianza Editorial, Madrid, 2001.

CATERINO, Jennifer. **Green Industrial**. Architect – The AIA Magazine, ProQuest Central, Janeiro de 2011.

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment – CSTB. **City-related Sustainability Indicators – CRISP**. Paris, 2003.

CHALIFOUX, Alan. **O impacto do planejamento no consumo de energia de uma edificação**.

In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

CHAMBERS, H., SIMMONS, C., WACKERNAGEL, M. **Sharing Nature's Interest: Ecological Footprint as an Indicator of Sustainability**. Earthscan, London, 2001.

CHENG, Vicky; STEEMERS, Koen. A percepção da densidade urbana. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

CHERTOW, Marian R. **Industrial Symbiosis: a multi-firm approach to sustainability**. Greening of Industry Network Conference - Best Practice Proceedings, 1999.

CHERTOW, Marian R. **Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy**. Annu. Rev. Energy Environ, 2000.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo: utopias e realidades, uma antologia**. Editora Perspectiva. São Paulo, 1998 [1965].

CLANTON, Nancy; GIVLER, Todd. **Escuridão Pública**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

CLAUSEN, Christian H. **The role cities in developing radical innovations: An analysis of niche-development in urban areas based on the Multi-Level Perspective**. Bachelor of Science in Development Studies. Lund University, 2015.

CNU – Congress for the New Urbanism. **Charter of the New Urbanism**. 1999. Disponível em: <http://www.cnu.org/charter>

CODOBAN, Natalia; KENNEDY, Christopher. **Metabolism of Neighborhoods**. Journal of Urban Planning and Development, n. 134, págs. 21-31, 2008.

COHEN, Adam; SHAHEEN, Susan. **Planning for Shared Mobility**. UC Berkeley, California Digital Library. University of California, 2018.

COHEN, Lizabeth. Preto e branco em cidades verdes. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

COHEN, Preston S.; NAGINSKI, Erika. O retorno da natureza. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

COHEN-ROSENTHAL, Ed; MCGALLIARD, Tad; BELL, Michelle. **Designing Eco Industrial Parks – The North American Experience**. Disponível em <http://www.cfe.cornell.edu/WEI/design.html>, 2001.

Committee on Regional Plan of New York and Its Environs. **Regional Plan of New York and Its Environs – The Regional Graphic Plan**. Volume One. WM. F. Fell Co. Printers. Philadelphia, 1929.

Confederação Nacional de Municípios – CNM. **Guia para integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos Municípios Brasileiros**. CNM. Brasília, 2017.

CONLEY, Verena A. Práticas urbanas ecológicas: as três ecologias de Félix Guattari. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

CONZEN, Michael Robert G. Alnwick, Northumberland: A Study in Town-Plan Analysis. **The Institute of British Geographers**, Publication n°27. London, 1960.

COSTA, Márcio Macedo. **Princípios de Ecologia Industrial aplicados à Sustentabilidade Ambiental e aos Sistemas de Produção de Aço**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

COTÈ, Raymond e COHEN-ROSENTHAL, Ed. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. **Journal of Cleaner Production**, nº5, 1998.

COTÈ, Raymond e HALL, J. Industrial parks as ecosystems. **Journal of Cleaner Production**, nº3, 1995.

COTÈ, Raymond; ELLISON, Robert; GRANT, Jill; HALL, Jeremy; KLYNSTRA, Peter; MARTIN, Michael; WADE, Peter. **Designing and operating industrial parks as ecosystems**. Artigo do projeto: The industrial park as an ecosystem. Dalhousie University's School For Resource and Environmental Studies, Halifax, Nova Scotia, 1994.

COTT, Leland D. Renovar a cidade. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

CRAWFORD, Margaret. Ambientes urbanos produtivos. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

CUCINELLA, Mario. Projeto bioclimático. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

CULLEN, Gordon. **Townscape**. The Architectural Press. London, 1961.

CURRIEN, N.; GENSOLLEN, M. Réseaux de télécommunications et aménagement de l'espace. **Revue Géographique de L'est**, nº 1, p.47-56, 1985.

CUTHBERT, Alexander. Urban Design: Requiem for an era – review and critique of the last 50 years. **Urban Design International**, 12, pp. 177-223, 2007.

CUTLER, Lawrence; CUTLER, Sherry. **Recycling Cities for People: The Urban Design Process**. Van Nostrand-Reinhold, Nova Iorque, 1983.

DALBELO, Thalita S. **Por uma indústria mais sustentável: da ecologia à arquitetura**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP. Campinas, 2012.

DALBELO, Thalita S.; FREIRE, Rodrigo A; RUTKOWSKI, Emília W.; MONTEIRO, Evandro Z. **Conceitos, princípios e ferramentas para um ambiente urbano-industrial mais sustentável**. 3rd International Workshop – Advances in Cleaner Production – Cleaner Production initiatives and challenges for a sustainable world. São Paulo, 18 a 20 de maio de 2011. Disponível em http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5A/5/Dalbelo_TS%20-%20Paper%20-%205A5.pdf

DALBELO, Thalita S; RUTKOWSKI, Emília W. O Desenho Urbano e a Sustentabilidade. In: XVI ENANPUR, Seção Temática 4, Belo Horizonte-MG, 2015. **Anais...** Belo Horizonte, 2015. Disponível em: http://xvienanpur.com.br/anais/?wpfb_dl=370

DAVIDSON, Forbes; PAYNE, Geoffrey. **Urban Projects Manual: a guide to preparing upgrading and new development projects accessible to low income groups**. Liverpool Planning Manual 1. Overseas Development Administration, Liverpool University Press, Liverpool, 1983.

DEKAY, Robert Mark. **Integral Sustainable Design: Transformative Perspectives**. Earthscan. New York, 2011.

DEKAY, Robert Mark. **The four Sustainable Design Perspectives**. 30th International PLEA Conference. CEPT University, Ahmedabad. 16-18 December, 2014

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento**. Editora Pini, São Paulo, 1990.

DELANO, Frederic; et al. **Regional Plan of New York and its Environs**. WM F. Fell Co. Printers, Philadelphia, 1929.

DEMANTOVA, Graziella Cristina; RUTKOWSKI, Emília Wanda. **A sustentabilidade urbana: simbiose necessária entre a sustentabilidade ambiental e a sustentabilidade social**. Revista eletrônica Arquitectos, 088.07, ano 08, setembro de 2007. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/08.088/210>

DIEHL, Astor Antonio. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. Ed. Practice Hall, São Paulo, 2004.

DOCK, Fred. **Ruas Completas** In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

DONG, H.; FUJITA, T.; GENG, Y.; DONG, L.; OHNISHI, S.; SUN, L.; DOU, Y.; FUJII, M. **A review on eco-city evaluation methods and highlights for integration**. Ecological Indicator. n. 60, 2016a.

DONG, L.; FUJITA, T.; DAI, M.; GENG, Y.; REN, J.; FUJII, M.; WANG, Y.; OHNISHI, S. **Towards preventative eco-industrial development: an industrial and urban symbiosis case in one typical industrial city in China**. Journal of Cleaner Production, v. 114, p. 387-400, 2016b.

DOUGLAS, Ian. **The city as an ecosystem**. Progress in Physical Geography 5 (3), 1981.

DOUGLAS, Ian; GOODE, David; HOUCK, Michael & WANG, Rusong. **The Routledge Handbook of Urban Ecology**. Routledge Handbooks, New York, 2011.

DOVER, Victor; KING, Jason. **A definição de bairro**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

DRACK, M.; SCHWARZ, G. **Recent developments in general system theory**. System Research and behavioral Science, n. 27, pp. 601-610, 2010.

Dreiseitl, Herbert. Paisagens Aquíferas em Cingapura. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

DREISEITL, Herbert. Paisagens Aquíferas em Cingapura. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

DREXHAGE, John; MURPHY, Deborah. **Sustainable Development: from Brundtland to Rio 2012**. International Institute for Sustainable Development (IISD). United Nations Headquarters, New York, 2010.

DUANY, Andrés. Uma teoria geral do urbanismo ecológico. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

DUANY, Andrés; TALEN, Emily. **Landscape Urbanism and its Discontents: Dissimulating the Sustainable City**. New Society Publishers. Island, Canada, 2013.

DUNHAM-JONES, Ellen; WILLIAMSON, June. **Retrofitting Suburbia: urban design solutions for redesigning suburbs**. John Wiley & Sons, New Jersey, 2011.

DUNSTER, Bill. ZEDFactory. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.).

Urbanismo Ecológico. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

DUVIGNEAUD, P., DENAYEYER-DE SMET, S. **L'Ecosystème Urbs, in L'Ecosystème Urbain Bruxellois, in Productivité en Belgique.** In: DUVIGNEAUD, P., KESTEMONT, P. Travaux de la Section Belge du Programme Biologique International, Bruxelles, 1977.

EDMONDSON, Amy C. Desafios de gestão na transformação urbana: organizar para aprender. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

EDWARDS, David. Purificação do ar em cidades. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

EHRENFELD, J. e CHERTOW, Marian R. **Industry ecology: the legacy of Kalundborg.** In AYRES, R. e AYRES, L. Handbook of Industrial Ecology. United Kingdom, 2002.

ELKINGTON, J. **Canibais com Garfo e Faca.** Makron Books, São Paulo, 2001.

EMELIANOFF, Cyria. **Les Villes Durables: L'émergence de nouvelles temporalités dans de vieux espaces urbains.** Ecologie Politique, n.13, Printemps, págs 37 à 58, 1995.

ENDLICHER, Wilfried; et al. **Urban Ecology – definitions and concepts.** In: LANGNER, Marcel; ENDLICHER, Wilfried. Shrinking Cities: Effects on Urban Ecology and Challenges for Urban Development. Peter Lang, Frankfurt, 2007.

ENNIS, Thomas. **O tratamento de esgoto ao ar livre.** In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza.* Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

ERICKSON, Bill; LLOYD-JONES, Tony. **Design Problems.** In: ROBERTS, Marion; GREED, Clara. Approaching Urban Design: The Design Process. Pearson Education Limited, New York, 2001.

ERKMAN, Suren e RAMASWAMY, Ramesh. **Industrial ecology: an introduction.** In GREEN, Ken e RANGLES, Sally - Industrial ecology and spaces of innovation, UK, 2006.

ERKMAN, Suren. **Industrial Ecology: a new perspective on the future of the industrial system.** President's lecture, Assemblée annuelle de la Société Suisse de Pneumologie, Genève, 30 mars 2001.

ERKMAN, Suren; FRANCIS, Colin; RAMASWAMY, Ramesh (Orgs.) **Ecologia industrial: uma agenda para a evolução no longo prazo do sistema industrial.** Cadernos de Proposições para o Século XXI, 12, São Paulo, Instituto Pólis, 2005.

EVANS, Steve; BERGENDAHL, Margareta; GREGORY, Mike; RYAN, Chris. **Towards a sustainable industrial system - With recommendations for education, research, industry and policy.** University of Cambridge Institute for Manufacturing, Department of Engineering, Cambridge, UK, 2009.

FABRE, Elin A. **Local Implementation of the SDGs & the New Urban Agenda: towards a swedish national urban policy.** Global Utmaning, 2017.

FAINSTEIN, Susan S. Justiça social e urbanismo ecológico. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

FARR, Douglas. **Setting the stage for sustainable urbanism.** In: KATS, Greg. Greening our built environment: costs, benefits and strategies. Island Press. Washington, DC, 2009.

FARR, Douglas. Sustainable Nation – Urban Design Patterns for the Future. John Wiley & Sons. New Jersey, 2018.

- FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.
- FARRELL, Sir Terry. A região do estuário de Londres. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Programa Rio Ecopolo: ABC do Programa**. 2002.
- FELSON, Alexander J.; POLLAK, Linda. Experimentos urbanos ecológicos em espaços públicos. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- FERRÃO, Paulo; FERNANDEZ, John E. *Sustainable Urban Metabolism*. MIT Press, Cambridge, USA, 2013.
- FERRIOTTI, Maria de Lourdes. **Colcha de retalhos: costurando diferenças e tecendo cidadania**. In: PÁDUA, Elisabete M. M.; MAGALHÃES, Lilian V. Casos, memórias e vivências em terapia ocupacional. Editora Papirus, Campinas, 2005.
- FISCHER-KOWALSKI, M. & HÜTTLER, W. **Society's Metabolism: The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part II, 1970-1998**. *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), 1998.
- FITZGERALD, Joan. **Emerald Cities: urban sustainability and economic development**. Oxford University Press, 2010.
- FONSECA, João José S. **Metodologia da pesquisa científica**. Editora UEC, Fortaleza, 2002.
- FORMAN, Richard T. Ecologia urbana e distribuição da natureza nas regiões urbanas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- FORMAN, Richard, T. T. Ecologia Urbana e distribuição da natureza nas regiões urbanas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- FOSTER, J.B. **Marx's Theory of Metabolic Rift: Classical Foundations for Environmental Sociology**. *American Journal of Sociology*, 105(2), 1999.
- FRAMPTON, Kenneth. **História crítica da arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- FRANTZESKAKI, Niki; BROTO, Vanesa C.; COENEN, Lars; LOORBACH, Derk. **Urban Sustainability Transitions**. Routledge, 2017.
- FROSCH, Robert A. **Industrial ecology: a philosophical introduction**. PNAS – Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America. 3th Ed., Volume 89, 1992.
- FROSCH, Robert A.; GALLOPOULUS, Nicholas E. **Strategies for manufacturing**. *Scientific American* 261(3):144-152, 1989.
- FRUG, Gerald E. Como administrar a cidade ecológica. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- GABER, John. **Reasserting the importance of qualitative methods in planning**. *Landscape and Urban Planning*, n. 26, págs. 137-148. 1993.
- GALISON, Peter. Futuro subterrâneo. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

GANDY, Matthew. **Urban nature and the ecological imaginary**. In: HEYNEN, N.; KAIKA, M.; SWYNGEDOUW, E. *In the Nature of Cities – urban political ecology and the politics of urban metabolism*. Routledge, New York, 2006.

GARNIER, Tony. **Une cite industrielle: é tude pour la construction des villes**. Architectural Press, Nova Iorque, 1989 [1917].

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. Editora SENAC, São Paulo, 2011.

GCCP – Global Compact Cities Programme. **A framework for translating the Global Compact Principles into day-to-day urban governance and management**. 2014. Disponível em: <http://citiesprogramme.com/aboutus/the-cities-programme>

GEDDES, Patrick. **Cities in Evolution**. Willians & Norgate, London, 1915.

GEELS, Frank W. **Technological Transitions as Evolucionary Reconfiguration Process: a multi-level perspective and a case study**. Research Policy n. 31, 2002.

GEELS, Frank. **Technological Transitions and System Innovations: a co-evolucionary and socio-technical analysis**. Edward Elgar. Cheltenham, 2005.

GEELS, Frank. **The role of the cities in technological transitions: analytical clarifications and historical examples**. In BULKELEY, W. et al. *Cities and Low Carbon Transitions*. Routledge, London, 2010.

GEELS, Frank; SCHOT, J. **Typology of Sociotechnical Transition Pathways**. Research Policy n.36, 2007.

GENG, Yong; ZHANG, Pan; COTÈ, Raymond; FUJITA, Tsuyoshi. **Assessment of the National Eco-Industrial Park Standard for Promoting Industrial Symbiosis in China**. Journal of Industrial Ecology, Volume 13, 2008.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 2009.

GIBBS, David; DEUTZ, Pauline. **Reflections on implementing industrial ecology through eco-industrial park development**. Journal of Cleaner Production, volume 15, 2007.

GIBBS, Robert J. O comércio de bairro. 2013. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas, 4ª. edição, São Paulo, 2007 [1997].

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Editora Atlas, 5ª. edição, São Paulo, 1999.

GIRARDET, Hebert. **The Gaia Atlas of the Cities: new directions for sustainable urban living**. Gaia Books Limited, Londres, 1996.

GLAESER, Edward. Temperado e limitado. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; BARTON, David N. **Classifying and Valuing Ecosystem Services for Urban Planning**. Ecological Economics n. 83, pp. 235-245, 2013

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; GREN, Asa; BARTON, David N.; LANGEMEYER, Johannes; McPHEARSON, Timon; O'FARRELL, Erik Andersson; HAMSTEAD, Zoé; KREMER, Peleg. **Urban Ecosystem Services**. In: ELMQVIST, Thomas et al. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. A Global Assessment. A Part of the Cities and Biodiversity Outlook Project*. Springer. Dordrecht, Heidelberg, New York, London, pp. 175-251,

2013.

GONZÁLEZ, Graciella Carrillo. **Una revisión de los principios de La Ecología Industrial**. Revista Nueva Epoca, nº 59, México, 2009.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial Ecology and Sustainable Engineering**. Prentice Hall, 2010.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial Ecology**. 1a. Edição, Prentice-Hall, New Jersey, 1995.

GRIFFTH, James Jackson; BERDAGUE, Camila da Silva. **Autopoiese Urbana e Recuperação Ambiental**. Revista Saneamento Ambiental, volume 16, n.120, págs. 65-70, 2006

GUIMARÃES, Roberto P. **Desenvolvimento Sustentável: da retórica à formulação de políticas públicas**. In: BECKER, Bertha K.; MIRANDA, Mariana. A geografia política do desenvolvimento sustentável. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

HAECKEL, Ernst. **Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der Organischen Formen – Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte descendenztheorie**. Verlag Von Georg Reimer. Berlin, 1866.

HAGAN, Susannah. “Desempenhabilidade”: sistemas de medição ambientais e planejamento urbano. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

HAGAN, Susannah. “Desempenhabilidade”: sistemas de medição ambientais e planejamento urbano. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

HALL, Peter. **Cidades do Amanhã - Uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos no século XX**. São Paulo, Perspectiva, 1995.

HALL, Peter. **Modelling the Post-industrial City**. Futures, vol. 29, n.4/5, p. 311-322. Great Britain, 1997.

HAMILTON, Marilyn. **Integral City: Evolutionary Intelligences for the Human Hive**. New Society Publishers, 2008

HAMILTON, Marilyn. **Meta-Framework for Security in the Human Hive: Integrally Aligning Sustainability Responses to Trajectory of Evolutionary Threats**. Systems Research and Behavioral Science n. 31, 614–626, 2014.

HAMILTON, Marilyn; DOUGLAS, Diana; SANDERS, Beth. **Integral City Inquiry & Action: Designing Impact for the Human Hive**. Integral Publishers, 2017.

HAMILTON-BAILLIE, Bem. **Shared Space: Reconciling People, Place and Traffic**. Built Environment (1978), vol. 34, n. 2. People plus Technology: New Approaches to Sustainability Mobility, p. 161-181. Alexandrine Press, 2008.

HANYA, T., AMBE, Y. **A Study on the metabolism of cities**. Science for a Better Environment – Science Council of Japan, 1976.

HART, Stuart e MILSTEINS, Mark. **Criando valor sustentável**. Revista Especial A.M.E. vol.3, nº2, maio/junho, 2004.

HARVEY, D. **Espaços de Esperança**. Edições Loyola, 2a. ed. São Paulo, 2006.

HARVEY, David. **Espaços de esperança**. Edições Loyola, 2a. Edição. São Paulo, 2006.

HAUGHTON, Graham; McGRANAHAN, Gordon. **Editorial: Urban Ecologies**. Environment and Urbanization, Vol. 18, 2006.

- HENDERSON, Susan Rose. **The Work of Ernst May, 1919-1930**. University Microfilms, 1990.
- HERZOG, Cecilia P. **Green Infrastructure as a strategy to reinstate resilience into urban watershed in Rio de Janeiro, Brazil**. I World Congress on Cities and Adaption to Climate Change. Resilient Cities 2010. Bonn, 28-30 de maio de 2010. Disponível em: <http://resilientcities.iclei.org/bonn2010/program/sunday-30-may/parallel-sessions-g/#c194>
- HERZOG, Cecilia P. **Urbanismo Ecológico: tema de conferência internacional na Universidade de Harvard**. Revista Arquitectos, 109.00, ano 10, junho de 2009. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/10.109/43>
- HERZOG, Jacques; DE MEURON, Pierre. Pesquisa GSD: seminário Nairóbi. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- HILAL, Sandi; PETTI, Alessandro; WEIZMAN, Eyal. Retorno à natureza. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- HINSHAW, Mark. **New Commons Plan Builds On Seattle's Heritage**. The Seattle Times. 12 de maio, 1996. Disponível em: <http://community.seattletimes.nwsources.com/archive/?date=19960512&slug=2328908>
- HODSON, Mike; MARVIN, Simon. Ecocidades transcendentais ou segurança ecológica urbana? In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- HOFFMEYER, J. **Signs of meaning in the universe**. University of Indiana Press, Bloomington, 1996.
- HOLZER, Werther. **O lugar na Geografia Humanista**. Revista Território, Rio de Janeiro, ano IV, n.7, p.67-68, jul/dez, 1999.
- Hood Design. Center Street Plaza. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- HOPKINS, Rob. **The Transition Handbook: from oil dependency to local resilience**. Green Books, 2008.
- HOWARD, Ebenezer. **Cidades-Jardins de Amanhã**. Tradução de Dacio Ottoni. Annablume Editora, São Paulo, 1996 [1918].
- HUAN, Zhang. Elevar o nível da água em um viveiro de peixes. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- HUANG, Shu-Li, HSU, Wan-Ling. **Materials flow analysis and energy evaluation of Taipei's urban construction**. Landscape and Urban Planning, n. 23, p. 61-74, 2003.
- HUNTER, Meaghan. Songdo: Urban Autopoiesis. Dissertation of Faculty of Graduate Studies. University of Manitoba, Winnipeg, 2010.
- IBGE. **Cidades**. 2014. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350950>
- ICLEI – International Council for Local Environmental Initiatives. **ICLEI Biennial Report – May 1993 – July – 1995**.
- IMBERT, Dorothée. Às fazendas, cidadãos. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

INGBER, Donald E. Arquitetura Bioinspirada adaptável e sustentabilidade, In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

IRÁZABAL, Clara. **Da Carta de Atenas à Carta do Novo Urbanismo – Qual seu significado para a América Latina?** Arquitectos 019.03 ano 02, dezembro de 2001. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/02.019/821>

IRÁZABAL, Clara. **Da Carta de Atenas à Carta do Novo Urbanismo: qual seu significado na América Latina?** Revista Arquitectos 019.03, ano 02, dez. de 2001.

JACOBS, Jane. **The death and life of great american cities**. Random House. New York, 1961.

JDS Architects. De “sustentar” a “habilidade”. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

JERRAM, Luke. Toque-me, sou teu. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

JOACHIM Mitchell. Imaginando cidades ecológicas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

JOHNSTON, Pamela; AINLEY, Rosa. **Intervention Architecture**. Aga Khan Award for Architecture. IB Tauris & Co, Nova York, 2007.

KASHI, Ed. Os campos de petróleo do delta do Níger. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

KATS, Greg. **Greening our built environment: costs, benefits and strategies**. Island Press. Washington, DC, 2009.

KELLERT, S.; HEERWAGEN, J.; MADOR, M. **Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life**. John Wiley, New York, 2008.

KENNEDY, C., PINCETL, S., BUNJE, P. **The Study of Urban Metabolism and Its Application to Urban Planning and Design**. Journal of Environmental Pollution, 2010.

KENNEDY, C.A., CUDDIHY, J., ENGEL YAN, J. **The changing metabolism of cities**. Journal of Industrial Ecology, 2007.

KIER, Léon. **The Reconstruction of the European City**. In: "Léon Krier: Drawings", Archives d' Architecture Moderne, Brussels, 1980, pages xxv-xxxi. Revised version in: Architectural Design, volume 54 (1984), nov/dec pages 16-22. 

KIHSLINGER, Rebecca; WILKINSON, Jessica; MCELISH, James. **Corredores de biodiversidade**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

KIRKWOOD, Niall. Para uma cura dos recursos. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

KÖHLER, Jonathan; GEELS, Frank; KERN, Florian; ONSONGO, Elsie; WIECZOREK, Anna. A Research Agenda for the Sustainability Transitions Research Network. STRN, December, 2017. Disponível em: https://transitionsnetwork.org/wp-content/uploads/2018/01/STRN_Research_Agenda_2017.pdf

- KOHLSDORF, Maria Elaine. **Breve histórico do espaço urbano como campo disciplinar**. In *O Espaço da Cidade*, (org.) FARRET, Ricardo et al. Editora Projeto, São Paulo, 1985.
- KOKOLA, Carolee. **Espaços Abertos**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.
- KOOLHAAS, Rem. Avanços versus Apocalipse. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- KRIEGER, Alex. Conforto e pegada de carbono. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- KRIEGER, Alex; SAUNDERS, William S. **Urban Design**. Harvard Design Magazine, 2009.
- KRIER, Rob. **Urban Space**. Academy Editions, Londres, 1979.
- KUROKAWA, Kisho. **Each One a Hero – The Philosophy of Symbiosis**. Kodansha International Ltd. Tokyo, 1997.
- KVA MATx. Soft Cities. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- KWINTER, Sanford. Notas sobre a terceira ecologia. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- LAMAS, José M. R. Garcia. *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2000.
- LE CORBUSIER. **A Carta de Atenas**. Tradução de Rebeca Scherer. Hucitec/Edusp, São Paulo, 1993 [1933].
- LEFEBVRE, Henry. **A Revolução Urbana**. Editora da UFMG, Belo Horizonte, 1999.
- LEFEBVRE, Henry. **O Direito à Cidade**. Editora Centauro, São Paulo, 2001.
- LEHANNEUR, Mathieu; BOSSCHE, Anthony van den. Rio Local: guarda-peixes doméstico com horta. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- LIMA, Juliana Chaves Fontes. **Abordagens Industriais Ambientais: solucionar problemas de poluição ou buscar sustentabilidade ambiental?** Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, arquitetura e Urbanismo - UNICAMP. Campinas, 2008.
- LISTER, Nina-Marie. Ecologia insurgentes: (re)tomar espaço em paisagismo e urbanismo. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- LIU, Guang-fu; CHEN, Fei-da. **NISP – based Research on the System Structure of Urban Symbiosis Network in China**. Applied Mechanics and Materials, vol. 427-429, págs. 2923-2927, 2013.
- LOUKAITOU-SIDERIS, Anastasia. **Addressing the Challenges of Urban Landscapes: Normative Goals for Urban Design**. Journal of Urban Design, 17:4, págs. 467-484, 2012.
- LOVELOCK, James. **A Vingança de Gaia**. Editora Intrínseca. Rio de Janeiro, 2001.
- LOZANO, Rodigo. **Collaboration as a Pathway for Sustainability**. Sustainable Development, n.15, 370-381, 2007.

- LUCCHESI, Maria Cecília. **O planejamento urbano em Londres (1943 – 1947)**. Risco: Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, n.15, p. 67-81, 2012.
- LUEDERITZ, Christopher; BRINK, Ebba; GRALLA, Fabienne; HERMELINGMEYER, Verena; MEYER, Moritz; NIVEN, Lisa; PANZER, Lars; PARTELOW, Stefan; RAU, Anna-Lena; SASAKI, Ryuei; ABSON, David J.; LANG, Daniel J.; WAMSLER, Christine; WEHRDEN, Henrik V. **A Review of Urban Ecosystem Services: six key challenges for future research**. Ecosystem Services, n. 14, pp. 98-112, 2015.
- LUHMANN, Niklas. **Essays on Self-reference**. Columbia University Press. Columbia, 1990.
- LUHMANN, Niklas. **Social Systems**. Stanford University Press. Stanford, 1995 [1984].
- LUHMANN, Niklas. **Theory of Society**. Stanford University Press, Vol. 1. Stanford, 2012.
- LYLE, J. **Regenerative Design for Sustainable Development**. John Wiley and Sons, New York, 1994.
- LYNCH, Kevin. **A Theory of Good City Form**. MIT Press, Massachusetts, 1981.
- LYNCH, Kevin. **The Image of the City**. MIT Press, Massachusetts, 1960.
- MACEDO, Adilson Costa. **A Carta do Novo Urbanismo Norte-americano**. Arquitextos 082.03 ano 07, março de 2007. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.082/262>
- MACLAREN, Virginia W. **Urban Sustainability Reporting**. Journal of the American Planning Association, Vol. 62, No. 2, págs. 184-202, Spring, 1996.
- MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. Editora Atlas, 5ª. Edição, São Paulo, 2003.
- MARCOTULLIO, P. J.; BOYLE, G. **Defining an ecosystem approach to urban management and policy development**. United Nations University Institute of Advanced Studies, Tokyo, 2003.
- MARGALEF, Ramón. **Ecologia**. Ed. Omega, Barcelona, 1974.
- MATHUR, Anuradha; CUNHA, Dilip. O mar e a monção interna: um manifesto de Mumbai. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento – as bases biológicas do entendimento humano**. Tradução: Jonas Pereira dos Santos. Editorial Psy II, Campinas – SP, 1995.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **De Maquinas y Seres Vivos**. Editorial Universitaria S. A. Chile, 1972.
- McHARG, Ian. A cidade. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- McKIM, Robert M. **Experiences in Visual Thinking**. Brooks/Cole Publishing Company. 1973
- MCLOUGHLIN, J. Brian. **Urban & Regional Planning: a systems approach**. Faber and Faber. London, 1969.
- MEADOWS, D.; MEADOWS, D.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. **Limites do Crescimento: um relatório para o projeto do Club de Roma sobre o dilema da humanidade**. Editora Perspectiva, São Paulo, 1973.
- MERLIN, Pierre. **L'urbanisme**. Editora Presses Universitaires de France, Paris, 1996.
- Mickael van Valkenburgh Associates. Fundamentos para uma estratégia urbana sustentável. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University

Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MIRATA, Murat e PEARCE, Richard. **Industrial symbiosis in the UK**. In GREEN, Ken e RANGLES, Sally: *Industrial ecology and spaces of innovation*. UK, 2006.

MISOCZKY, Maria Ceci A. **Da abordagem de sistemas abertos à complexidade: algumas reflexões sobre seus limites para compreender processos de interação social**. Cadernos ENABE.BR – FGV – Vol. 1; n. 1, 2003.

MITCHELL, William J. Mobilidade urbana sustentável através de veículos elétricos leves. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Local**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-local>

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis: Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira**. Brasília, 2000.

MONTANER, J. M. **Depois do Movimento Moderno: arquitetura da segunda metade do século XX**. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 2001.

MONTE-MOR, Roberto Luís. **O que é o Urbano, no Mundo Contemporâneo**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, n. 111, p. 09-18. Curitiba, julho/dezembro de 2006.

MOORE, Kathryn. A cultura da natureza. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MORGAN, G. **Images of organization**. Ed. Sage, London, 1996.

MORI, Toshiko. Equilíbrios e desafios da prática integrada. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2000.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Instituto Piaget, 2ª. Edição, Lisboa, 1995.

MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Ecological Urbanism**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MOUGHTIN, Cliff; CUESTA, Rafael; SARRIS, Christine; SIGNORETTA, Paola. **Urban Design: Method and Techniques**. Architectural Press – Butterworth-Heinemann. Oxford, Reino Unido, 1999.

MOUGHTIN, Cliff; MOUGHTIN, Kate M.; SIGNORETTA, Paolo. **Urban Design: Health and the Therapeutic Environment**. Architectural Press. New York, 2009.

MOUTHIN, Cliff; SHIRLEY, Peter. **Urban Design: Green Dimensions**. Architectural Press. Burlington, 1996.

MUMFORD, Lewis. **The Culture of Cities**. Harcourt Brace. New York, 1938.

MVRDV. Ecocidade Logoño. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

MVRDV. **Ecocidade Logroño**. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). *Ecological Urbanism*. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

- MYERS, M. D. **Qualitative Research in Information Systems**. MIS Quarterly. MISQ Discovery, archival version, June 1997. Disponível em: <www.misq.org/misqd961/isworld/>.
- NEWCOMBE, K., KALMA, J., ASTON, A. **The metabolism of a city: the case of Hong Kong**. Ambio, 1978.
- NEWMAN, Doug; THORNTON, Robert. **Grandes sistemas de geração de energia na escala do distrito**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.
- NEWMAN, Peter. **Sustainability and cities: extending the metabolism model**. Landscape and Urban Planning 44, 1999.
- NEWMAN, Peter; JENNINGS, Isabella. **Cities as sustainable ecosystems – principles and practices**. Island Press, Washington, 2008.
- NIEMANN, Christoph. A infraestrutura da cidade de Nova York. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- NOVAK, Hélio. **Os outros nomes do urbanismo: planejamento, projeto e desenho urbanos**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 13, n. 14, págs. 127-146, Belo Horizonte, 2006.
- ODUM, Eugene. **Ecologia**. CBS College publishing/Editora Guanabara. Tradução de Christopher Tribe. Rio de Janeiro, 1985.
- OHNISHI, S.; FUJII, M.; FUJITA, T.; MATSUMOTO, T.; DONG, L.; AKIYAMA, H; DONG, H. **Comparative analysis of recycling industry development in Japan following the Eco-Town program for eco-industrial development**. Journal of Cleaner Production, vol. 114; Fev. 2016.
- OHNISHI, Satoshi; DONG, Huijuan; GENG, Yong; FUJII, Minoru; FUJITA, Tsuyoshi. **A comprehensive evaluation on industrial & urban symbiosis by combining MFA, carbon footprint and emergy methods – Case of Kawasaki, Japan**. Ecological Indicators. n.73, 2017.
- OMA. Zeekracht. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- OSWALD, F.; BACCINI, P. **Netzstadt: Designing the urban**. Basel, Birkhäuser, 2003.
- OTTONI, Dacio A. B. **Cidade Jardim: formação e percurso de uma ideia**. In: HOWARD, Ebenezer. *Cidades-Jardins de Amanhã*. Tradução de Dacio Ottoni. Annablume Editora, São Paulo, 1996.
- OUTRAM, Christine; BIDERMAN, Assaf; RATTI, Carlo. Ecologias autoconstruídas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- PALAZZO, D. **Pedagogical traditions**. In: BANERJEE T.; LOUKAITOU-SIDERIS, A. Companion Urban Design. Routledge, London, 2011.
- PARK, Robert E., BURGESS, E. W., MACKENZIE, R. D., WIRTH, L. **The city**. The University of Chicago Press, Chicago, 1925.
- PARK, Yoonjin; KIM, Jungyoon. O novo sistema de parques de Gwanggyo. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.
- PARKER, Simon. **Urban Theory and Urban Experience: encountering the city**. Routledge, reprinted for 1964, New York, 2004 [1964].
- PAROLOTTI, Federico. Mobilidade sustentável em ação. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of

Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

PARSONS, Kermit C. **Collaborative Genius: The Regional Planning Association of America**. Journal of the American Planning Association, Vol. 60, issue 4, p. 462-482. 1994.

PATCHETT, Jim; PRICE, Tom. **Sistemas de gestão de água pluvial**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

PCSD – U. S. President's Council on Sustainable Development. **Eco-industrial park workshop proceedings**. Washington - DC, 1997.

PECK, J. S. W. **Industrial Ecology: from theories to practice**. Peck & Associates. Ontario, Canada, 2000.

PEEMOELLER, Lynn; SLAMA, Jim; MORGAN, Cathy. **A produção de alimentos**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

Pelamis WAVE POWER. Parque das ondas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

PEREIRA, A. S.; LIMA, J. C. F.; RUTKOWSKI, E. W. . **Ecologia Industrial no Brasil: uma discussão sobre as abordagens brasileiras de simbiose industrial**. In: IX Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2007, Curitiba/PR. Anais do IX Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2007a.

PEREIRA, A. S.; LIMA, J. C. F.; RUTKOWSKI, E. W. . **Industrial Ecology, Production and Environment: a discussion about interconnectivity of production**. In: 1st International Workshop: Advances in Cleaner Production, 2007, São Paulo/SP. Proceedings of the 1st International Workshop on Advances in Cleaner Production. São Paulo, SP: Editora da UNIP, 2007b.

PEREIRA, Alessandro S.; DALBELO, Thalita S. **Impactos ambientais e sustentabilidade**. Editora Senac. São Paulo, 2018. No prelo.

PHILIPPOPOULUS-MIHALOPOULUS, Andreas. **Absent environments: theorising environmental law and the city**. A GlassHouse Book – Routledge-Cavendish, New York, NY, 2007.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; MCGRATH, B. **Resilience in Ecology and Urban Design: linking theory and practice for sustainable cities**. Springer, New York and London, 2013.

PICKETT, S. T. A.; GROVE, J. M. **Urban ecosystems: what would Tansley do?** Urban Ecosystem, n. 12, 2009.

PICON, Antoine. Natureza, infraestrutura e condição urbana. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

POPPER, Karl S. **A lógica da pesquisa científica**. Editora Cultrix, 2ª. edição, São Paulo, 1975.

POTICHA, Shelley. **A integração entre transporte, uso do solo e tecnologia**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

QUINN, D. J. **Modeling the resource consumption of housing in New Orleans using System Dynamics**. Thesis – Massachusetts Institute of Technology, Boston, 2008.

RANKIN, Bill. Paisagens de especialização. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller

Publishers, 2010.

RAPOPORT, Amos. **Human Aspects of Urban Form**. Pergamon Press, Oxford, 1977.

RAPOPORT, Elizabeth. **Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism – a review of the literature**. UCL Environmental Institute Working Paper, 2011.

RAVEN-ELLISON, Daniel. Planeta urbano: Cidade do México. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

RAVEN-ELLISON, Daniel. Planeta urbano: Londres. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

RAVEN-ELLISON, Daniel; ASKINS, Kye. Planeta Urbano: Mumbai. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

Rebar. Urbanismo gerado pelo usuário. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

REED, Chris. A agência da ecologia. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

REGIER, Bernard. **Seattle Commons, or Park Ave? - The Seattle Commons seems like a great idea, but as the plans go forward the park shrinks, the price tag goes up, and the Commons increasingly looks like a playground for the wealthy**. The Washington Free Press Organization. Número 15, Abril/Maio, 1995.

RELPH, Edward. **Place and Placelessness**. Pion, Londres, 1976.

RICHARDS, Lynn. **A água e o debate da densidade**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

RICHTER, Matthias; WEILAND, Ulrike. **Applied Urban Ecology: a global framework**. Environmental Scientist, Publicist and University Lecturer, Germany, 2011.

RIFKIN, Jeremy. Re(e)volucionar a arquitetura. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

ROBBINS, Paul. A ecologia política do urbanismo ecológico. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

ROBINSON, Darren. **Computer Modelling for Sustainable Urban Design – physical principles, methods & applications**. Earthscan. New York, 2011.

ROLNIK, Raquel. **O que é cidade**. Editora Brasiliense, São Paulo, 1988.

ROSANELI, Alessandro Fila. **Learning from Seattle**. Arquitectos 100.06 Ano 09, Setembro de 2008. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/09.100/113>

ROSSI, Aldo. **A Arquitetura da Cidade**. Editora Martins Fontes, tradução Eduardo Brandão, 1a. edição. São Paulo, 1995.

ROUSSEAU, D.; WILBY, J. M. **Moving from disciplinarity to transdisciplinarity in the service of thriving systems**. System Research and behavioral Science, n. 31, pp. 666-677, 2014.

ROUSSEAU, David. **General Systems Theory: Its Present and Potential**. System Research and

behavioral Science, n. 32, pp. 522-533, 2015.

RUANO, Miguel. **Ecourbanismo: entornos humanos sostenibles: 60 proyectos**. Editora Gustavo Gili, 2ª. Edição, Barcelona, 2000.

RUEDA, Salvador. Uma visão holística do fenômeno urbano. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

RUTKOWSKI, Emília W. **Desenhando a Bacia Ambiental: subsídios para o planejamento das águas doces metropolitan(izad)as**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

RUTKOWSKI, Emília W.; DALBELO, Thalita S. Sustentabilidade na Cidade: da Bacia Ambiental ao Lixo Zero. In: I Seminário de Paisagem Urbana e Sustentabilidade. **Anais...** Goiania: Editora Gráfica UFG, 2017. Disponível em: https://www.cegraf.ufg.br/up/688/o/ebook_sepas_2018.pdf

SAHTOURIS, Elisabet. **EarthDance: Living Systems in Evolution**. University Press, 1999.

SANDERS, Jeffrey Craig. **Seattle and the Roots of Urban Sustainability – Inventing Ecotopia**. University of Pittsburgh Press. 2010.

SANTOS, Boaventura de S. **Um discurso sobre as ciências**. Editora Afrontamento. Porto, Portugal, 2002.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. Editora Hucitec. São Paulo, 1996.

SANTOS, Milton. **Espaço e método**. Editora Nobel, Coleção espaços. São Paulo, 1997.

SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo, Globalização e Meio Técnico-Científico-Informacional**. Editora Hucitec, São Paulo, 1994.

SASSEN, Saskia. **A Sociology of Globalization**. W. W. Norton, Nova York, 2007.

SAYLER, Susannah. O projeto Canary. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SCHLARB, Mary. **Eco-industrial Development: A Strategy for Building Sustainable Communities**. United States Economic Development Administration, Cornell University, Washington, DC, 2001.

SCHROEPFER, Thomas; HEE, Limin. **Emerging Forms of Sustainable Urbanism: Case Studies of Vauban Freiburg and solarCity Linz**. Journal of Green Building. Vol. 3, n. 2, pp. 65-76. Spring, 2008.

SCHULZ Nies et al. O modelo SynCity de sistema energético urbano. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SCHWARTZ, Martha. O urbanismo ecológico e a paisagem. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SECCHI, Bernardo. **Primeira Lição de Urbanismo**. Editora Perspectiva. São Paulo, 2006.

SERRELLI, Emanuele; TEMKIN, Ilya. **Ecology and Evolution: neither separate nor merged**. In: ELDREDGE, Niles et al. Evolutionary theory: a hierarchical perspective. The University of Chicago Press. Chicago, 2016.

SHAPINS, Jesse; OEHLER, Kara; HEPPERMAN, Ann; BURNS, James. Mapeando Main Street. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard

University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SHIRVANI, Hamid. **The Urban Design Process**. Ed. Van Nostrand Reinhold, Nova Iorque, 1985.

SILVA, Marcos Virgílio da. **Naturalismo e biologização das cidades na constituição da ideia de meio ambiente urbano**. Dissertação de mestrado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SIMMONS, Melanie; MCLEOD, Kathy; HIGHT, Jason. **Bairros Saudáveis**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

SIMON, Herbert A. *The Sciences of the Artificial*. The MIT Press, 3a. Edition, Cambridge, 1996 [1969].

SITTE, Camillo. **A construção das cidades segundo seus princípios artísticos**. Editora Ática, São Paulo, 1992 [1889].

SMITH, Eleanor. **A acessibilidade básica e universal às moradias**. In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza*. Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

Soa Architects. *La Tour Vivante: ecotorre*. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SOMMER, Richard. **Mobilidade, infraestrutura e sociedade**. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). *Ecological Urbanism*. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SOMMER, Richard. *Mobilidade, infraestrutura e sociedade*. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico**. Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

SOUZA, Carlos Leite de; AWAD, Juliana Di Cesare Marques. **Cidades Inteligentes, cidades sustentáveis – desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Editora Bookman, 2012.

SOUZA, Gisela Barcellos de. **A repetição operativa do discurso do Novo Urbanismo Europeu**. In: *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. Belo Horizonte, vol. 13, n. 14, p. 95-108, 2006.

SPIRN, Anne Whiston. **Ecological urbanism: a framework for the design of resilient cities**. *MIT Press*, Dezembro, 2011.

STANHILL, G. **An urban agro-ecosystem: the example of nineteenth-century Paris**. *Agro-Ecosystems*, 1977

STEINER, Frederick. **Landscape Ecological Urbanism: origins and trajectories**. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 100 – págs. 333-337, 2011.

SUZIGAN, Wilson. **Estado e industrialização no Brasil**. *Revista de economia política*, volume 8, nº4, 1988.

SWYNGEDOUW, Eric. **A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e urbanização-ciborgue**. In: ACSELRAD, Henri. *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. DPA, Rio de Janeiro, 2001.

THOMPSON, William Irwin [organizador]. **Gaia – Uma Teoria do Conhecimento**. Editora Gaia, 3a. Edição. São Paulo, 2001.

THORNBUSH, Mary; GOLUBCHIKOV, Oleg; BOUZAROVSKI, Stepan. **Sustainable Cities Targeted by Combined Mitigation-adaptation Efforts for Future-roofing**. *Sustainable Cities*

and Society n.9, 2013.

THORPE, David. **The World's Most Successful Model for Sustainable Urban Development?** Sustainable Cities Collective. Fevereiro de 2014.

TILLEY, D. R. **Industrial ecology and ecological engineering: opportunities for symbiosis.** Journal of Industrial Ecology. Volume 7, Issue 2, 2008.

TOLAAS, Sissel. A cidade sob a perspectiva do nariz. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

TORRES, Roseli B.; ADAMI, Samuel F.; COELHO, Ricardo M. **Atlas Socioambiental da Bacia do Ribeirão das Anhumas.** Pontes Editores, Campinas, 2014.

Triptyque. Harmonia 57. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

TUAN, Yi-Fu. **Space and Place: humanistic perspective.** In: GALE, S.; OLSSON, G. Philosophy in Geography. Progress in Geography, p. 211-252, 1974.

TUMLIN, Jeffrey. **A gestão da demanda de transporte (TDM).** In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza.* Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013.

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development. **Agenda 21 - Program of Action for Sustainable Development: Rio Declaration on Environmental and Development.** United Nation Conference on Environment and Development, June 1992, Rio de Janeiro, Brazil. New York: United Nations, 1992.

UN-HABITAT. **Cities and Climate Change – Global Report on Human Settlements.** 2011.

UN-HABITAT. **International Guidelines on Urban and Territorial Planning.** 2015b.

UN-HABITAT. **Nova Agenda Urbana.** 2016a.

UN-HABITAT. **Sustainable Development Goal 11 – Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable.** 2016b.

UN-HABITAT. **The Vancouver Declaration on Human Settlements.** 1976

UN-HABITAT. **Urban Planning and Design at UN-Habitat.** 2015a.

United Nations. **Report of United Nations Conference on the Human Environment.** Stockholm, 5-16 June, 1972.

United Nations. **SDG 11 Synthesis Report. Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements.** High Level Political Forum. New York, 2018b.

United Nations. **The Millennium Development Goals Report.** New York, 2015a.

United Nations. **The Sustainable Development Goals Report 2018.** New York, 2018a.

United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.** A/RES/70/1. 2015b.

United Nations. **United Nations Millennium Declaration.** 8 September, 2000.

United Nations. **World Population Prospects: the 2017 Revision.** Volume II: Demographic Profiles. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017.

VALE, Cláudia Câmara. **Teoria Geral do Sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem.** Revista Entre-Lugar, Dourados – MS, ano 3, n. 6, páginas 85-108, 2012.

VAN BERCKEL, R.; FUJITA, T.; HASHIMOTO, S.; GENG, Y. **Industrial and Urban Sysmbiosis in Japan: analysis of the Eco-Town program 1997-2006.** Environmental Management. n. 90, 2009.

Vector Architects. CR Land Guanganmen: showroom de tecnologia verde. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

VEGARA, Alfonso; DWYER, Mark; KELLEY, Aaron. Uma metodologia para inovação urbana. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

VEIGA, José Eli da. **A desgovernança mundial da sustentabilidade.** Editora 34, São Paulo, 2013.

VIÑOLY, Rafael. The upway. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

VOLGELZANG, Marije. Eat love. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

VOLK, Laurie; ZIMMERMAN, Todd. **Habitação no bairro.** In: FARR, Douglas. *Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza.* Tradução de Alexandre Salvaterra. Bookman, Porto Alegre, 2013

WACQUANT, Loïc. Sustentar a cidade diante do avanço da marginalidade. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

WALDHEIM, Charles. Obra fraca: “A metrópole fraca” de Andrea Branzi e o potencial de projeto fo “urbanismo ecológico”. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

WALDHEIM, Charles. **On Landscape, Ecology and others Modifiers to Urbanism.** Topos 71: Landscape Urbanism, 2010.

WALDHEIM, Charles. **The Landscape Urbanism Reader.** Princeton Architectural Press, Nova York, 2006.

WASILOWSKI, Holly A.; REINHART, Christoph F. Investigando a importância de parâmetros personalizados de modelagem energética: um estudo do Gund Hall. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

WATTS, Michael. Cidade do petróleo: paisagens petrolíferas e futuros sustentáveis. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

WELSH, Matt; BERS, Josh. CitySense: uma rede de sensores em escala urbana. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

WILBER, Ken. **Introduction to Integral Theory and Practice – IOS BASIC AND THE AQAL MAP.** AQAL, Spring, Vol. 1, No. 1, 2005.

WOLF, Eckard. **A System-Theoretical Approach to Urban Planning.** In: FRANZÉN, Mats;

HALLEUX, Jean-Marie. Dynamics: European Cities Insights and Outskirts. COST Action C10, p. 187-201, 2004.

WOLFRAM, Marc. **Cities Shaping Grassroots Niches for Sustainability Transitions: conceptual reflections and an exploratory case study.** Journal of Cleaner Production n.173, 2018.

WOLMAN, Abel. **The metabolism of cities.** Scientific American, 1965.

WU, Jianguo. **Urban Ecology and Sustainability: the state-of-the-science and future directions.** Revista Landscape and Urban Planning n.125, 2014.

XUEMEI, Bai e HEINZ Schandl. **Urban ecology and industrial ecology.** In Douglas et al. The Routledge Handbook of Urban Ecology. Routledge Handbooks, New York, 2011.

YANG, Perry P.; CHI, Cheryl S.; WU, Yihan.; QUAN, Steve J. **A Geodesign Method of Human-Energy-Water Interactive Systems for Urban Infrastructure Design: 10Km² Near-Zero District Project in Shanghai.** Engineering. Abri, 2018.

YANG, Perry. Ecological Urbanism: scale flow and design. Palestra. CoA Research Forum – Georgia Institute for Technology, 2010. Disponível em: <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/35129>

YU, Kongjian. A revolução pé grande. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DOHERTY, Gareth (Eds.). **Urbanismo Ecológico.** Harvard University Graduate School of Design. Ed. Lars Muller Publishers, 2010.

ZEILER, Wim. **Multidisciplinary Master Zero Energy Building Design Project based on Workshops for Preprofessionals.** In: BODART, Magali e EVRARD, Arnaud. Architecture & Sustainable Development, vol. 1. PLEA 2011 - 27th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Belgium, 2011.

ZEILER, Wim; SAVANOVIC, Perica. **General Systems Theory Based Integral Design Method.** Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED'09. Stanford University, Stanford, CA, USA, 24-27 aug., 2009.

ZEILER, Wim; SAVANOVIC, Perica; HARKNESS, Duncan. **Integral Design Method in the Context of Conceptual Sustainable Building Design.** Design Research Society - International Conference Design and Complexity. Montreal, July, 7-0, 2010.

ZELENY, Milan. **Autopoiesis Applies to Social Systems Only.** Constructivist Foundations, Vol. 10, no. 02, pp. 186-189, Jan. 2015.

ZHANG, Y., YANG, Z., YU, X. **Evaluation of urban metabolism based on energy synthesis: a case study for Beijing.** Ecological Modelling, 2009.

ZUCCHETTO, J. **Energy, economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature. Case study, the urban region of Miami.** Ecological Modelling, 1975.

ZWART, Rein; KAMPHOF, Ries; HOLLANDER, Koen; IWAARDEN, Anneloes. **Activities of the European Union on sustainable urban development – a brief overview.** EMI – European Metropolitan Network Institute, 2012.