Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Pedro Henrique N. V. dos Santos

Orientação: Regina M. Prosperi Meyer

LONGE DO EQUILÍBRIO:

Complexidade urbana - discussão e análise de abordagens
contemporâneas

PEDRO HENRIQUE N. V. DOS SANTOS

Exemplar revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade do autor e anuência da orientadora. A versão original, em formato digital, ficará arquivada na biblioteca da faculdade.

São Paulo, 13 de Julho de 2021

LONGE DO EQUILÍBRIO: Complexidade urbana - discussão e análise de
abordagens contemporâneas

Dissertação apresentada para a obtenção do
título de Mestre no Programa de Pós-
graduação da Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Área de Concentração: Projeto, Espaço e
Cultura

Orientação: Regina M. Prosperi Meyer

São Paulo
2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

E-mail: pedrovadasantos@gmail.com

Catálogo na Publicação Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Santos, Pedro H. N. V.

LONGE DO EQUILÍBRIO: Complexidade urbana - discussão e análise de abordagens contemporâneas / Pedro Henrique Neves Viana Dos Santos; orientadora Regina Maria Prosperi Meyer. -

São Paulo, 2021.

101 f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Projeto, Espaço e Cultura.

1. Urbanismo. 2. Complexidade. 3. Projeto Urbano. I. Meyer, Regina Maria Prosperi, orient. II. Título.

Para meus pais Celeste e Celso
e Marina, por sua essencial presença na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À **Regina**, por toda paciência e dedicadas orientações.

À **Marta Lagreca, Pedro Sales, Marianna Boghosian, Joana Mello, Ana Castro e Giselle Beiguelman** por colaborações, mesmo que indiretas, a esse trabalho

Aos amigos **docentes** e **discentes** da Escola da Cidade pelas trocas sempre incríveis.

À Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e todos **funcionários** e **funcionárias** do Programa de Pós-Graduação.

À **Célia, Mário, Luiz Otávio, João Paulo, Kizzy e Myriam**, pelos acolhimentos constantes e sempre necessários.

Aos **amigos** e **amigas** que, sempre que possível, estiveram muito perto.

À **Livia Pedreira**, por todo o imenso carinho.

À **Marina**, pela atenciosa e dedicada leitura e por nossas infinitas conversas, tão imprescindíveis para o trabalho.

E, por fim, a **todas** e **todos** que, de alguma forma, estão **lutando** contra essa barbárie que assola nosso país.

RESUMO

Santos, Pedro H. N. V. **LONGE DO EQUILÍBRIO: Complexidade urbana - discussão e análise de abordagens contemporâneas**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2021.

A presente pesquisa visa explorar alguns pressupostos com os quais a complexidade opera e proporciona abordagens mais flexíveis para o urbanismo. Para isso, foram analisadas produções teóricas e estratégias projetuais contemporâneas que escapam de lógicas muito deterministas e generalizantes, permitindo assim a possibilidade de caracterizar as cidades como um sistema longe do equilíbrio. Diante de tal condição, foram definidas, sem contornos muito claros, algumas propriedades inerentes à natureza complexa das cidades. Uma indicação – ou um agenciamento – que possibilite compreender alternativas de atuar na cidade, não de forma imperativa, mas reconhecendo suas indeterminações como ferramentas de projeto.

Palavras-chave: Complexidade, Projeto Urbano, Cidades.

ABSTRACT

Santos, Pedro H. N. V. **FAR FROM EQUILIBRIUM: Urban complexity - Discussion and analysis of contemporary approaches**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2021.

This research aims to explore some assumptions about how complexity operates more flexible approaches to urbanism. To this end, were analyzed theoretical productions and contemporary design strategies that eschew very deterministic and generalizing logics, thus admitting the possibility of characterizing cities as a system far-from-equilibrium. After characterizing such condition, some properties inherent to the complex nature of cities were defined, without very clear outlines. An indication – or arrangement - that makes possible to understand some alternatives of acting in the city, not in an imperative way, but recognizing its indeterminacies as project tools.

Keywords: Complexity, Urban Design, Cities.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Bases para a Complexidade	9
2.1. Sistemas e Complexidade.....	11
2.2. Longe do equilíbrio.....	31
2.3. A cidade como sistema complexo	45
3. Urbanismo e Complexidade	57
3.1. Incertezas e instabilidades	59
3.2. Interações, Devir e Entropia.....	75
3.2.1. Interações	77
3.2.2. Devir	84
3.2.3. Entropia.....	91
4. Conclusões	97
5. Bibliografia.....	100

1. INTRODUÇÃO

A busca por reflexões sobre a cidade contemporânea invariavelmente esbarra no enfrentamento de suas dinâmicas e quais focos nossas análises e propostas oferecem. Nesse sentido, é comum depara-se com a natureza do controle humano sobre o conhecimento, principalmente reproduzido por métodos científicos rígidos ou estáticos assumindo estados e trajetórias ideais de algum determinado fenômeno. Essa mesma lógica reducionista é algo que, já há muito tempo, vem dominando o urbanismo com perspectivas ansiosas ou simplificadoras, construídas principalmente sobre as bases racionais da ordem, e da busca por teorias facilmente replicáveis, que estrategicamente excluem as contradições e incertezas.

Os métodos colocados pelo urbanismo do Movimento Moderno buscaram a ordem e o equilíbrio inalcançáveis, explicitando a ânsia de controle da forma urbana. Tal atitude foi consequência do desconhecimento do funcionamento das cidades, ligada essencialmente à metáfora da *máquina* da revolução industrial. Uma espécie de sistema preciso, que funcionasse através de um conjunto de regras universais, ditada pelos urbanistas, que pretendiam guiar a cidade rumo ao equilíbrio como estado usual, e não temporário. Essas determinações tiveram, e têm até hoje, muita força, principalmente em abordagens generalistas e hierárquicas. Mas, a partir dos anos 1960, começam a figurar entre os teóricos da cidade algumas críticas e discussões que se arriscavam romper com as tendências reducionistas, em busca de alguns instrumentais a fim de encarar as cidades como organizações sistêmicas e não mais como objetos isolados.

Nesse sentido, a *complexidade* nos dá ferramentas conceituais para conceber as dinâmicas urbanas em perspectivas mais abrangentes, que considerem a diversidade e

pluralidade. Nos possibilita escapar da sede de controle e perceber que a cidade está em constante e complexa transformação. Tendo em vista tais questões, esta pesquisa se propõe a investigar possibilidades de interpretação das dinâmicas urbanas a partir dos pressupostos com os quais a *complexidade* opera. Evitando a elaboração de um levantamento histórico ou uma extensa revisão crítica, o trabalho visa discutir algumas ideias para a formulação de figuras conceituais que nos permitam atenuar olhares deterministas.

No primeiro capítulo, portanto, elabora-se a contextualização de dois conceitos essenciais para o desenvolvimento da pesquisa – *sistemas* e *complexidade* – através de apontamentos históricos que evidenciam o surgimento das críticas ao reducionismo científico, principalmente sobre os problemas do *equilíbrio* e do *controle*. Para melhor compreensão dos sistemas complexos e sua condição *longe do equilíbrio*, procura-se organizar uma reflexão sobre alguns pressupostos fundamentais colocados pelo químico russo Ilya Prigogine (1917-2003), como as qualidades das interações desse sistema, suas relações locais, e sua capacidade de auto-organização. Ao final desse capítulo, apresenta-se algumas articulações que evidenciem as cidades como um processo em evolução e não um objeto estático, ou seja, como sistemas complexos, de dinâmicas não-lineares e previsões totalmente limitadas

No capítulo *Urbanismo e Complexidade* explora-se algumas atualizações que ampliam as capacidades do campo descritivo, analítico e projetual do urbanismo, que procuram revisar os anseios pelo controle da forma urbana, em função, principalmente, da compreensão sobre a imprevisibilidade do mundo real. Considerando os pressupostos sobre a complexidade, pretende-se neste capítulo o entendimento de algumas condições que aproximam as teorias da complexidade com o pensamento urbanístico contemporâneo. São exploradas perspectivas sobre *incertezas* e *instabilidades* como ferramentas para as diversas críticas que

surgem ao urbanismo do Movimento Moderno, para, a partir disso, elaborar algumas figuras conceituais – *interações*, *devir* e *entropia* – construídas em uma espécie de arranjo combinatório entre algumas propriedades dos sistemas complexos e estratégias projetuais contemporâneas, visando delinear possibilidades de ação no espaço urbano ou modos de agir *a partir* das dinâmicas das cidades.

Portanto, o empenho aqui não está no estudo de técnicas específicas de análise e descrição das cidades, próprias do planejamento urbano, nem de modelos estatísticos para criação de cenários, mas sim na identificação de características que possam amparar operações e olhares menos reducionistas e simplificadores das dinâmicas urbanas e que colaborem para a compreensão de como lidar com um ambiente tão incerto.

2. BASES PARA A COMPLEXIDADE

Não se pretende neste trabalho fazer um levantamento histórico – por mais que sejam necessários alguns resgates – nem uma extensa revisão crítica dos conceitos a serem apresentados, para tal seriam necessários muitos outros autores e autoras que fatalmente estarão ausentes nessa pesquisa. Busca-se então uma interpretação, uma preparação de base teórica que dará fundamentos para os argumentos do capítulo seguinte. A discussão aqui colocada sobre *complexidade* e *sistemas* não foi encarada como a definição de um método para abordagens sobre o meio urbano, mas como maneiras de formular características e figuras conceituais que nos ajude a escapar de olhares deterministas.

Dessa forma, procura-se no primeiro item a caracterização dos conceitos sobre sistemas e complexidade e apresentar um breve histórico do desenvolvimento científico, algumas questões que permearam os problemas do reducionismo científico, do *equilíbrio* e

controle, tão controverso para a realidade contemporânea. De maneira introdutória pretende-se explorar premissas que recusam as descrições simplificadoras, necessárias para entender a relação entre cidades e sistemas complexos.

No item seguinte, com base nos trabalhos de Ilya Prigogine e Isabelle Stengers, procura-se organizar uma reflexão que permita entender com mais clareza as principais propriedades sobre complexidade colocadas anteriormente. Para isso, são pormenorizadas importantes características de um sistema complexo, tais como: *heterogeneidade* de elementos; *interações não-lineares*, que negam a previsibilidade do mundo determinista; *auto-organização* dos elementos por meio de *interações locais*; *emergência* de padrões decorrentes dessa auto-organização; a capacidade de *adaptação* e incorporação contínua de novas informações; *comportamento escalar* dos elementos do sistema, que influenciam de alguma forma a evolução no tempo; e a *sensibilidade às perturbações*, capaz de provocar constantes reconfiguração e novos estados.

No último item desse capítulo, apresenta-se uma pequena justificativa/ hipótese de trabalho sobre as possibilidades e alguns desdobramentos da postura que assume a cidade como um sistema complexo. Para isso serão articulados os conceitos analisados nos itens anteriores, a crítica aos procedimentos simplificadores concebidos no Movimento Moderno e as questões contemporâneas colocadas por Michael Batty, entre outros, inaugurando assim a discussão proposta para o capítulo seguinte.

2.1. SISTEMAS E COMPLEXIDADE

De maneira geral, as ciências têm o encargo de criar teorias e modelos que expliquem ou que tentem representar o funcionamento de fenômenos do mundo. Essa busca passa, mais recentemente, pelo empenho em reorientar certas perspectivas, revisar paradigmas e relativizar as leis universais, muito deterministas e reducionistas. Com o objetivo de construir descrições mais próximas das dinâmicas reais do mundo, novas teorias mostram a necessidade de incorporar novos elementos, propriedades e parâmetros que geralmente são excluídos por seu caráter as vezes vago ou cheio de indeterminações. O que interessa aqui são as teorias que discutem as abordagens por meio de uma visão sistêmica, inicialmente a Teoria Geral dos Sistemas e sua aplicação no campo urbanístico e depois algumas considerações sobre a complexidade, mais especificamente sobre figuras conceituais que sirvam de base para a construção de uma visão mais abrangente dos fenômenos urbanos.

A partir do Renascimento, o mundo ocidental – e eurocentrado – viveu revisões significativas que contrapunham as descrições do universo elaboradas a partir da religião, principalmente cristã, onde as causas dos fenômenos eram interpretadas e centralizadas em favor de entidades oniscientes. Tais revisões, como explicam Batty e Marshall (2012), discutem, sobretudo, a natureza do controle humano sobre o conhecimento. Métodos científicos rígidos são estabelecidos e orientados a entender o mundo através de suas partes divisíveis e compreensíveis, unidades “atômicas” que são isoladas em séries causais, a partir da qual depois são reconstituídas a fim de descrever o todo (BERTALANFFY, 1968). O todo é, nessa perspectiva, apenas a soma de suas partes.

Esses procedimentos – enunciados primeiramente por Galileu (1612) e Descartes (1637), mas que avançam até hoje – foram desenvolvidos a partir de uma visão determinista

do mundo. O conceito de determinismo, aqui referido, é o princípio segundo o qual todo fenômeno é explicado por relações fortes de causalidade e, conseqüentemente, definido em leis universais redutoras, que excluem fatos desconhecidos em prol daqueles que se possui certeza. Para isso, o controle do pensamento científico clássico opera com três instrumentos: a *ordem*, que não coexiste com desordem; *separabilidade*, a decomposição dos fenômenos em elementos simples para serem analisados de forma isolada; e a *razão*, onde indução e dedução excluem as contradições e incertezas (FIEDLER-FERRARA, 2003). O resultado é um mundo mecanicista, descrito de tal forma que uma entidade, como o demônio sugerido por Laplace (1814), detentora do completo conhecimento sobre o estado presente do universo, poderia facilmente descrever seu passado e futuro. Ou seja, *“apenas a fraqueza do nosso entendimento nos impede de conceber, na sua plenitude, o universal, impecável, inalterável e irrevogável determinismo.”* (MORIN, 1977, p. 38).

Sem ignorar ou descartar os avanços das ciências clássicas, mas questionando o caráter redutor de suas leis, diversos campos da ciência (por vezes, simultaneamente) começam a elaborar alternativas possíveis para descrições mais próximas das dinâmicas reais. Ou seja, descrições não definidas por modelos simplificadores, mas que dão conta das semelhanças, sem excluir as diferenças, que reconhecem o caráter evolutivo do mundo ao invés de idealizar ordem e equilíbrio, ou ainda, que consideram a possibilidade da existência de dinâmicas complexas e não-lineares, permitindo quebras das rígidas hierarquias. Aponta-se aqui, particularmente, os modelos conceituais construídos a partir de abordagens sistêmicas e, posteriormente, do campo conhecido como complexidade.

A definição comumente encontrada sobre *sistema* descreve um conjunto de elementos, concretos ou abstratos, inter-relacionados e que cooperam ou trabalham conjuntamente de alguma forma. Um sistema pode ser fechado – isolados de interações com

ambiente externo – ou abertos – que recebem informações e interagem com o ambiente onde se encontra. Essa é uma definição pouco profunda, porém, oferece alguns argumentos suficientes para a elaboração de alguns caminhos. O biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy (1901-1972) em sua Teoria Geral dos Sistemas¹, critica os processos deterministas e redutores anteriormente mencionados. Ele considera que o procedimento analítico – que opera por decomposição das partes – proposto na ciência clássica depende de duas condições para que suas descrições sejam efetivamente assertivas. A primeira é observar que as interações dos elementos – ou partes – de um determinado sistema sejam fracas o suficiente para serem ignoradas. Para a maior parte dos fenômenos observados na física clássica, se faz necessário isolar suas unidades “atômicas” a fim de dissecar e esgotar matemática e logicamente suas funções, para então reuni-las e assim descrever o todo do sistema. Caso contrário, se as interações são fortes e complexas, se cada parte inter depender de suas conexões, o processo de isolamento falha e exclui informações importantes. Perde a exatidão e simplifica. A segunda condição é que essas interações sejam lineares, que tenham relações simples de proporcionalidade. Em um sistema linear, pequenas mudanças causam pequenos efeitos e equações da mesma natureza podem ser utilizadas tanto para descrever o todo e como também o comportamento de suas partes.

Partindo desses argumentos, Bertalanffy indica a necessidade de uma nova abordagem, na qual o problema metodológico consista em *“preparar-se para resolver problemas que, comparados aos problemas analíticos e somatórios da ciência clássica, são de natureza mais geral.”* (BERTALANFFY, 1968, p. 40). O biólogo entendia que uma teoria mais geral, não de um ou outro sistema específico, pudesse apresentar formulações aplicáveis para

¹ Desenvolvida em trabalhos publicados de 1950 a 1968 e complicada em 1968 no livro *General System Theory: Foundations, Development, Applications*.

todos os sistemas (físicos, naturais ou sociais), como uma possibilidade de criar intercâmbios entre as disciplinas, aproveitando suas potencialidades e especificidades. Um certo atravessamento vertical nos domínios disciplinares, ou fio condutor, que pudesse orientar uma possível integração das ciências, que, segundo Bertalanffy, seria útil para objetivar as pesquisas de campos não-físicos, especialmente as ciências sociais.

Sua maior ambição com a Teoria Geral dos Sistemas é, explicitamente, unificar em uma teoria geral, métodos que consigam abarcar isomorfismos entre os diferentes campos científicos, semelhanças nas estruturas conceituais e correspondências de princípios que governam fenômenos totalmente diferentes.

“Contudo, a lei matemática é a mesma. Ou ainda, há sistemas de equações que descrevem a competição das espécies animais e vegetais na natureza. Mas parece que os mesmos sistemas de equações aplicam-se a certos campos em físico-química e em economia também. Esta correspondência é devida ao fato das entidades consideradas poderem ser interpretadas, sob certos aspectos, como ‘sistemas’, isto é, complexos de elementos em interação.” (BERTALANFFY, 1968, p. 58)

Bertalanffy caracteriza a ciência moderna como sendo muito especializada, com enorme heterogeneidade de métodos particulares, dividida em inúmeras disciplinas e subdisciplinas encapsuladas em seus universos privados e com pouquíssima interação entre si, mas que, mesmo isoladas, mostram caminhos coincidentes. Nesse contexto, o autor apresenta como exemplo o caso da biologia “organísmica” que, ao contrário da visão mecanicista preocupada com fenômenos vitais físico-químicos ou moleculares, vê como necessário estudar não somente as partes menores de um organismo em processos isolados,

mas também os problemas de organização na ordem que os unifica, resultante de interações não triviais (BERTALANFFY, 1968). Quando analisada no contexto de agrupamentos, os comportamentos das partes ganham outras camadas de complexidade. O biólogo explica ainda que a mesma discussão acontece, por exemplo, na psicologia da Gestalt que mostrou a existência de totalidades psicológicas, em que para se entender as partes é necessário compreender antes o todo, contrariando a corrente teórica associacionista que tenta resolver fenômenos mentais elementares, da apreensão de partes simples para então conceber o todo complexo.

De fato, abordagens que consideram organizações em sistemas permeiam diversos campos científicos, e no urbanismo não é diferente. Vale citar três exemplos dos mais conhecidos: Patrick Geddes² (1854–1932), que explora, fundamentado na teoria de Charles Darwin (1809-1882), um modelo de cidade como um organismo evolutivo (Figura 1) ; Jane Jacobs (1916-2006) que, observando o trabalho de Warren Weaver³(1894-1978), enfatiza a necessidade de entender a cidade a partir da interação de suas partes como um jogo complexo e diverso de incontáveis decisões individuais; e Christopher Alexander (1936-) que questiona o desenho de cidade a partir da metáfora da árvore, rígida e com poucas interações, propondo uma estrutura semirreticulada (Figura 2), organizada a partir de seus múltiplos relacionamentos e conexões. Porém, de forma mais pragmática – talvez até demais

² Biólogo evolucionista escocês conhecido como um dos pioneiros do planejamento urbano britânico. Contribuiu para as definições de *região* e *conturbação*. Para Geddes, a cidade é algo 'orgânico', seja interpretado como um organismo em desenvolvimento ou 'em evolução' em relação ao seu ambiente.

³ Importante matemático estadunidense coautor do livro Teoria Matemática da Comunicação, junto com Claude Shannon. Jane Jacobs utiliza em seu livro ideias colocadas no discurso de Weaver (1948) à Fundação Rockefeller, no qual ele argumentou que o maior desafio era lidar com sistemas de complexidade organizada, sistemas que tinham a complexidade dos organismos humanos, não a esterilidade seca dos sistemas físicos estatísticos, ela moldou sua argumentação em torno de ideias que eram inteiramente consistentes com a evolução (BATTY, 2009).

– uma abordagem sistêmica para o urbanismo foi enunciada em 1969 pelo estadunidense J. Brian McLoughlin.

Figura 1 - Secção do Vale⁴ de Patrick Geddes - 1915

Figura 2 - diagramas de estrutura semirreticulada (a) e árvore (b)⁵- Christopher Alexander.

⁴ Em *Cities in Evolution. An Introduction to the town planning movement and to the study of civics*, Patrick Geddes propõe sua noção de que as cidades evoluem através de uma seção de vale idealizada que é tanto uma seção transversal geográfica quanto uma série temporal; à medida que as cidades crescem, elas se sobrepõem às cidades do passado e historicamente se tornam maiores.

⁵ O urbanista e matemático austríaco, em *A city is not a tree* (1965), oferece a concepção de dois princípios que ordenariam as cidades, sistemas em árvores e semirreticulados. Os dois sistemas são, segundo o autor, formas de pensar a enorme quantidade de sistemas que se interagem e formam o ambiente urbano. O primeiro diz ser

Em *Urban and Regional Planning – A System Approach* (1969), McLoughlin busca organizar uma estrutura que relacione ferramentas de outros campos do conhecimento com os problemas de planejamento das cidades, apresentando métodos para compreensão e ação baseados em princípios gerais da teoria dos sistemas, bem como estratégias de análise e controle. Segundo o autor, o primeiro passo para que tal abordagem seja possível é reconhecer que vivemos em um *ambiente ecológico*⁶, no qual é preciso lidar com enormes problemas éticos de escolhas e decisões que afetam as relações entre pessoas, grupos e todas as outras formas de organização da vida. Porém, essa perspectiva nos leva a ter que entender a natureza de todas essas relações – outro problema – a fim de criar controles mais eficazes e favoráveis sobre o ambiente. (MCLOUGHLIN, 1969).

Diante disso, é possível destacar dois pontos importantes para esse trabalho. O primeiro refere-se à compreensão das relações ecológicas presente nas cidades, que ressalta as interações e interdependências entre seus elementos. Buscando argumentos em Bertalanffy, mas não só, McLoughlin traça estratégias metodológicas para definir a cidade como um sistema, identificando as atividades humanas como sendo as principais partes dele.

“Dentro da vasta gama de atividades humanas, há uma gradação contínua entre aquelas atividades que são muito fortemente “relacionadas ao local” e aquelas que são totalmente aleatórias em relação ao local. Por

característico das *cidades artificiais*, “*deliberadamente criada por planejadores*”, que separam os subsistemas por funções, dificultando sua comunicação. Já as cidades naturais, que surgiram mais ou menos espontaneamente durante vários anos, apresentam uma configuração semirreticulada, ou seja, com sobreposições de subsistemas, interconexões entre funções e relações, próprias da vida urbana. “*Não há virtualmente nenhum grupo fechado de pessoas na sociedade moderna. A realidade da estrutura social atual é cheia de sobreposições.*” Alexander defende que as enormes diversidade e sobreposições são índices que mostram a complexidade de uma estrutura semirreticulada, se comparada com as estruturas simples como a das árvores. É justamente a falta dessa complexidade estrutural “*que está arruinando nossos conceitos de cidade*” (ALEXANDER, 1965, p. 5).

⁶ McLoughlin explora o conceito de *ambiente ecológico* como um sistema de sistemas interdependentes. Ou seja, uma complexa rede de interações que cria ciclos de evolução, onde a vida humana está intrinsecamente conectada com a “rede da vida” do planeta, provocando reações nas mais diversas escalas.

exemplo, a vida familiar, a educação e o cuidado das crianças, o acolhimento dos amigos, são fortemente relacionados ao lugar; em contraste, um hobby como tirar fotografias, onde todos locais podem ser propícios, é, por si só, muito fracamente relacionado ao lugar. Embora haja uma gradação entre os extremos, ocorrem mudanças consideráveis. ” (MCLOUGHLIN, 1969, p. 77. tradução nossa)

As interações entre as partes ficam a cargo da comunicação entre pessoas.

“As conexões entre essas partes são as comunicações humanas e, mais uma vez, nossa preocupação é principalmente com aquelas que são recorrentes e agrupadas espacialmente (em 'canais') [...]. A comunicação envolve muitos tipos de interação: o fluxo de bens materiais, de pessoas, de mensagens e de percepções recebidas pelos sentidos - da visão, do som e do olfato. É útil distinguir o transporte como um subsistema de comunicação preocupado com a interação material (bens e pessoas). Assim como as atividades podem estar mais ou menos relacionadas com o lugar, assim também com as comunicações. ” (MCLOUGHLIN, 1969, p. 77. tradução nossa)

O segundo ponto de destaque na abordagem de McLoughlin é a premissa do controle. Explorando a cibernética do matemático estadunidense Norbert Wiener (1894-1964), o autor encontra estratégias para formular o ambiente urbano não apenas como sistema, mas também como um ambiente passível de controle a partir de mecanismos de regulação.

Em seu livro *Cibernética e Sociedade - O uso humano de seres humanos* (1954), Wiener pontua a importante contribuição que a matemática estatística representa no trato de

sistemas que leis universais seriam incapazes de lidar, ou seja, a compreensão do mundo das probabilidades. Isso permitiu que ele desenvolvesse, a partir de interlocuções com Claude Shannon⁷ (1916-2001) e Warren Weaver, um trabalho especulativo sobre a comunicação de humanos e máquinas, mais especificamente na organização de técnicas de linguagem para tornar eficaz a troca e interpretação de informações e, conseqüentemente, o controle de determinado sistema. A compreensão dos conceitos de comunicação e informação de Wiener – assim como os de Shannon e Weaver – é de suma importância para melhor entendimento de sua significativa contribuição, mas nos interessa aqui discutir as questões em torno do controle e *feedback*, uma vez que McLoughlin se apropria de certos métodos para propor o planejamento urbano como ferramenta para tal objetivo.

*Tal controle da máquina com base no seu desempenho **efetivo** em vez de no seu desempenho **esperado** é conhecido como realimentação (feedback) e envolve membros sensórios que são acionados por membros motores e desempenham a função de **detectores** ou **monitores** – isto é, de elementos que indicam um desempenho. A função desses mecanismos é a de controlar a tendência mecânica para a desorganização; em outras palavras, de produzir uma inversão temporária e local da direção normal da entropia. (WIENER, 1954, p. 24 - grifo do autor)*

O controle para Wiener é justamente a luta contra a entropia⁸. Ele, assim como Bertalanffy e McLoughlin, entendem a entropia como uma força destrutiva, essa “*tendência*

⁷ Importante matemático estadunidense que, com seu artigo publicado em 1948 sobre a Teoria Matemática da Comunicação, inaugura um campo de estudos sobre o que conhecemos hoje como Teoria da Informação.

⁸ A noção de entropia será melhor desenvolvida ao longo do trabalho, mas de uma maneira geral podemos entendê-la como um índice probabilístico de evolução ou a medida de configurações possíveis que determinado sistema pode alcançar. A Segunda Lei 2ª da Termodinâmica determina a entropia como um processo natural de degradação energética de um sistema e, por conta disso, a entropia é muitas vezes associada à desordem ou

da Natureza de degradar o orgânico e destruir o significativo” (WIENER, 1954, p. 17). A preocupação de Wiener é específica sobre a perda qualitativa de informação que sofrem os processos de comunicação, nesse caso, talvez seja uma preocupação plausível considerando que seu objeto é a comunicação entre homem e máquina, mas veremos que em diversos outros tipos de sistemas a entropia não será associada a degradação ou desordem. No empenho contra a degradação, Wiener estabelece mecanismos de controle por *feedback* negativos, ou seja, fluxos de informações, mensagens e interpretações sobre erros de percurso, e que tem por objetivo orientar ações corretoras, para deixar o sistema operando de acordo com o desejado, em equilíbrio.

Fazendo coro à crítica sobre a *cidade-máquina*, McLoughlin propõe entende-la como um sistema dinâmico, um conjunto de estruturas conectadas entre subsistemas e componentes que interagem e evoluem no tempo. Mas descreve esse sistema como algo que, assim como a máquina de Wiener, tende a degradação. Dessa forma, para evitar a entropia, recomenda que devemos conhecer – ou tentar prever – quais caminhos possíveis a cidade pode tomar no futuro.

“Quando buscamos controlar qualquer sistema dinâmico, devemos tentar prever como esse sistema poderia evoluir – como se desenvolveria caso fosse deixado drasticamente sozinho, e também quais seriam os resultados de muitos tipos diferentes de estímulos e intervenções. Qualquer pessoa que procure controlar qualquer coisa deve perguntar: ‘o que aconteceria se...?’. O controle efetivo deve ser baseado na compreensão e

degradação. Ilya Prigogine propõe, como veremos, a revisão dessa lei e se opõe a essa noção de entropia destrutiva.

muitas vezes é obtido através do aprendizado por experiência.”

(MCLOUGHLIN, 1969, p. 81. tradução nossa)

Cabe então, segundo McLoughlin, aos urbanistas – assim como os “timoneiros” – garantir que os erros de percurso sejam analisados e o sistema reorientado, de forma a reconduzir a rota a uma situação de equilíbrio. O controle e a luta contra a degradação passam por nossa capacidade de criar modelos e cenários e “experimental” futuras – ou possíveis – configurações da cidade. Nesse sentido, os planos e projetos urbanos devem ser decorrentes de uma extensiva busca de dados, de análise e interpretação de informações – interações – para então apontar os passos pelos quais a cidade deve passar, descrevendo passo-a-passo como ela deve evoluir. Uma espécie de guia definidor do curso, que fornece ferramentas para a manutenção de variações do objetivo final dentro de limites permitidos (MCLOUGHLIN, 1969).

Inspirado em Ashby⁹, McLoughlin esquematiza (Figura 3) os princípios gerais de *controle de erro*, um mecanismo de tomada de decisões alimentado por informações sobre o estado atual e comparado com o estado pretendido. O controle é composto por quatro componentes: o sistema a ser controlado, o estado ou estados pretendidos do sistema, um dispositivo para medir o estado real do sistema e, portanto, seu desvio em relação ao estado pretendido e um meio de fornecer influências corretivas para manter a sistema dentro dos limites estabelecidos.

“Em nossa situação, a cidade, naturalmente, é o sistema que desejamos controlar, os estados desejados são expressos no plano, medimos

⁹ William Ross Ashby (1903-1972) foi um psiquiatra inglês pioneiro nos estudos sobre comunicação e controle de máquinas, contribuindo com os estudos da Cibernética. Construiu em 1951 o primeiro homeostato, um tipo de dispositivo eletrônico que funciona com autorregulação por *feedback*.

o estado real a qualquer momento por todas as formas de levantamento e podemos assim comparar as condições reais com aquelas pretendidas pelo plano. Até agora, tudo bem, mas, e quanto às influências corretivas para manter o sistema no curso? [...] a evolução da cidade pode ser influenciada pela regulamentação do fluxo de adições, remoções e alterações no uso do solo e nas comunicações (McLoughlin, 1965). Isto pode ser observado de duas maneiras: primeiro, através da realização direta de mudanças e aqui pensamos na ampla gama de influência pública sobre hospitais, escolas, habitações, serviços públicos, estradas, ônibus, ferrovias, estacionamento, aeroportos e assim por diante; e em segundo lugar, indiretamente, regulando o fluxo de mudanças propostas por outros através de todos os processos de controle de desenvolvimento – o poder de dizer ‘sim’ ou ‘não’ a uma gama muito ampla de propostas privadas (e algumas públicas) (Llewelyn-Davies, 1967)”.¹⁰ (MCLOUGHLIN, 1969, p. 85-86. tradução nossa)

¹⁰ “In our own situation, the city of course is the system we wish to control, the desired states are expressed in the plan, we measure the actual state at any time by all forms of survey and can thus compare the actual conditions with those intended by the plan. So far, so good, but what about the correcting influences to keep the system on course? [...] the evolution of the city can be influenced by regulating the flow of additions, removals and alterations to land uses and communications (McLoughlin, 1965). This can be done in two ways: first by directly carrying out changes and here we think of the very wide range of public over hospitals, schools, housing, utilities, roads, bus services, railways, car parking, airports and so on; and second, indirectly, by regulating the flow of changes proposed by others through all the processes of development control-the power to say ‘yes’ or ‘no’ to a very wide range of private (and certain public) proposals (Llewelyn-Davies, 1967).”

The Guidance and Control of Change

4.2 Error-controlled regulation

Figura 3- Diagrama de regulação para controle de erro – (MCLOUGHLIN, 1969 p. 86)

Tal modelo pensado por McLoughlin procura negar a “metáfora da máquina”, mas aquela da revolução industrial, o sistema exato e preciso, simples e totalmente compreensível pelo humano. Contudo, ao interpretar a cidade como um sistema, que tende ao equilíbrio, que pode ser controlado e que funciona a partir de sistemas reguladores, que pode ser pilotada¹¹, parece não fugir tanto assim da metáfora anterior. Sua proposta aumenta a complexidade, claro, mas a ânsia por controle e equilíbrio é determinante, como em qualquer outra máquina.

Vale destacar que, ainda que mecanicista, as teorias sobre sistemas enfatizam a importância de unidades individuais e suas interações, no entanto, sustentam a noção de que

¹¹ É interessante colocar que Norbert Wiener atribui o termo “Cibernética” como derivação da palavra grega *kubernetes* – piloto, governar, controlar.

essas interações tinham como finalidade manter os sistemas funcionando perfeitamente, através de uma estrutura de mecanismos de controle. Essas determinações tiveram, e têm até hoje, muita força, principalmente em abordagens que orientam o equilíbrio, nas quais a entropia atua como força destrutiva da ordem. Nos sistemas onde o equilíbrio é considerado um estado usual, seu arranjo é centralizado pois obedece a uma hierarquia e ordenação *top-down*.

O problema do equilíbrio e da entropia são discutidos na parte seguinte desse trabalho, mas, para o momento, é possível fazer uma comparação entre um organismo biológico e um ecossistema. O organismo é finito, tem sua função bem definida e é estável por isso, tende ao equilíbrio, se transforma de maneira razoavelmente previsível (de acordo com um “plano” de desenvolvimento). Já o ecossistema, constituído por muitos organismos e subcomponentes, é indefinido em sua extensão, nunca está em equilíbrio, mesmo que estável a curto prazo, é imprevisível a longo prazo, justamente por conta da quantidade de partes, em interação, que o compõe (BATTY e MARSHALL, 2012).

Assim, novos modelos conceituais são criados para pensar sobre uma extensa categoria de fenômenos que não tendem ao equilíbrio. As ciências que estudam a complexidade, a não-linearidade, estabelecem técnicas necessárias para a descrição desses fenômenos, em que simples sistemas dão origem a comportamentos complexos com explosões de estruturas inesperadas e eventos evolutivos. O simples agregado das partes já não explica sua totalidade – sim, as teorias de sistemas já nos ensinaram isso – contudo, simplificaram a importância das interações em função dos supostos controle e equilíbrio.

Figura 4 - O Movimento Moderno buscou construir representações de um novo mundo possível a partir de ideais que pregavam a ordem racional, a eficiência e controle – Hochhausstadt – Ludwig Hilberseimer (1954) – ((Disponível em: <https://www.metalocus.es/en/news/urbanism-bauhaus-ludwig-hilberseimer> - Consulta: 27/05/2021)

Uma das propriedades dos sistemas complexos são as interações que ocorrem de forma emergente, a partir de informações e relações locais e, principalmente, não obedecem a uma ordem superior nem uma finalidade definidora. Para analisá-los, é preciso escapar desses panoramas pré-determinados de equilíbrio e permitir a leitura dos estratos, das camadas (FIEDLER-FERRARA, 2010).

Para Batty e Marshall (2012), os estudos e abordagem a partir da *complexidade* começam, lentamente, a ganhar corpo a partir dos anos 1950 com as ideias sobre inteligência artificial e humana, envolvendo técnicas de evolução e aprendizagem adaptativa. Mas é a partir dos anos 1970, que os autores entendem que alguns trabalhos terão significativa contribuição para entendermos a complexidade como um campo de atuação. Eles destacam, por exemplo, o trabalho do físico estadunidense Philip Anderson (1923-2020), que, em seu

artigo "More is Different" (1972) critica o reducionismo na ciência, ponto essencial no pensamento de sistemas em que o todo é maior que a soma das partes, e os padrões e a ordem emergem de baixo para cima. Ilya Prigogine também é mencionado, principalmente por sua pesquisa que identifica processos de auto-organização em alguns sistemas termodinâmicos, contrariando a ideia de entropia destrutiva. Ou ainda, a importante fundação do Instituto Santa Fé em 1984, nos Estados Unidos, que é quando a complexidade começa a ganhar popularidade, principalmente nas teorias baseadas na Física e na Economia. Mas também é possível verificar desdobramentos e esforços de abordagens menos simplificadoras em muitas outras áreas do conhecimento, principalmente quando falamos de objeções mais significativas daqueles que vão propor uma outra perspectiva, mais abrangente.

“[Na obra do] grego Heráclito, já está presente a necessidade de associar um conjunto de termos contraditórios para afirmar uma verdade. Em Pascal, nos seus ‘Pensamentos’, o filósofo francês afirma: ‘Toda coisa, sendo ajudada e ajudante, causada ou causadora, eu tenho por impossível conhecer o todo sem conhecer as partes e conhecer as partes sem conhecer o todo’. Kant coloca em evidência os limites ou ‘aporias da razão’. Spinoza já considerava a autoprodução do mundo por ele mesmo. Hegel, com sua dialética, anuncia a dialógica. Nietzsche levanta a primeira crise nos fundamentos da certeza. Adorno, Horkheimer e Lukács, da Escola de Frankfurt, trazem elementos da crítica da razão clássica, também ingredientes de um pensamento da complexidade. (FIEDLER-FERRARA, 2003, p. 09)

Porém, para Batty, o grande passo acontece quando a termodinâmica estatística, que tem Prigogine como um dos grandes personagens, demonstra que conhecimento a partir da certeza já não cabe na descrição da realidade. Uma vez que a subdivisão infinita e isolamento da matéria já não são suficientes para sua compreensão, os esquemas hierárquicos e rígidos devem ser substituídos por aqueles em que as instabilidades são incorporadas e suas definições ganham caráter de probabilidade, do “mais provável” (BATTY, 2009).

“ Paralelamente a estas especulações sobre a natureza dos sistemas, uma série de modelos e técnicas surgiram a partir dos anos 60 que se confrontaram com a natureza intrínseca da incerteza. Os sistemas gerais tendiam a ser representados como estruturas estáticas, sistemas hierárquicos ordenados de peças e seus elementos que existiam em equilíbrio e, portanto, podiam ser otimizados em termos de seu projeto de funcionamento. Esta imagem de um sistema, embora seja um bom ponto de partida, é profundamente falsa, pois é relevante apenas para uma fração muito pequena de sistemas mecânicos com a mais simples dinâmica que os mantém em equilíbrio através de feedback negativo. A maioria dos sistemas, certamente sistemas biológicos e humanos, estão sujeitos a um feedback positivo que pode empurrar sua dinâmica para tipos de ordem e regime inteiramente novos que não podem, em nenhum sentido, ser considerados como estando em equilíbrio. ” (BATTY e MARSHALL, 2012, p. 34. tradução nossa)

Batty relativiza, portanto, o poder destrutivo da entropia e a tendência persistente do equilíbrio e considera fundamental entender as dinâmicas e interações como combustível das transformações constantes. Nesse sentido, ele aponta três avanços para o desenvolvimento

de modelos conceituais que formaram o arcabouço teórico da complexidade: primeiro são modelos que lidam com a heterogeneidade de dinâmicas ao mesmo tempo; segundo, aqueles que permitem entender que diferentes padrões emergem de dinâmicas originadas de baixo para cima, com interações em níveis locais; e terceiro, modelos que reconhecem as relações entre os elementos que compõem esses padrões e as dinâmicas articuladas na forma de redes.

Os modelos que avançam nesse sentido, são capazes de compreender uma das características fundamentais de um sistema complexo, a não-linearidade. A busca por linearidade é a busca pela capacidade de prever o comportamento desse sistema. Se fosse possível formalizar interações com equações da matemática linear, obtendo isomorfismos com o mundo real, tal modelo seguiria para experimentos controlados e, assim, seria possível descrever com certa exatidão os caminhos futuros a serem seguidos pelo sistema. Consequentemente, poderíamos projetar o mundo real e fazê-lo trabalhar da maneira que desejarmos. Essa vontade é um dos fundamentos da modernidade (BYRNE, 1998). Acontece que o mundo real não funciona desse modo.

Figura 5 - Broadacre City (1935-1958) - Frank Lloyd Wright -(Disponível em: <https://images.lib.ncsu.edu/luna/servlet> - Consulta: 27/05/21).

A maior parte das dinâmicas sociais e da natureza não exibem interações lineares. São incertas e com capacidade de previsão limitada. Sistemas complexos são compostos por um número muito grande de elementos heterogêneos que interagem entre si e com o ambiente. Suas propriedades emergem dessas interações, e suas partes se auto-organizam a partir de informações locais, com pouca ou nenhuma codificação preestabelecida. São sistemas instáveis e qualquer pequena perturbação ou mudança pode causar enormes transformações, ramificações em sua trajetória, resultando em múltiplos e distintos caminhos possíveis. A não-linearidade é o conjunto de transições constantes de estado, onde tendências são, essencialmente, incertas (FIEDLER-FERRARA, 2003), e as interações locais fazem com que a quantidade de configurações possíveis do sistema cresça exponencialmente. Trata-se aqui de aspectos do mundo real, no qual propriedades e

características não são definidas em função do todo, aparecem com a evolução no tempo, e seus processos são fundamentalmente históricos. Ao assumir essas características, o compromisso com a realidade exige então aceitarmos nossos limites na capacidade de compreender um sistema complexo. Não significa, no entanto, que seja necessário simplificá-lo em partes conhecidas, mas obriga incluir em nossos modelos conceituais a influência das instabilidades e incertezas, e entender que a relação de controle ou equilíbrio, conforme colocada anteriormente, será uma ilusão.

Ao mesmo tempo, vale considerar que a crítica sobre o determinismo e o controle caminha menos para aceitar um mundo totalmente desconhecido, irracional ou *acausal*, e mais para o campo das probabilidades, do *devir*, aquilo que possivelmente o mundo pode ser. Não se trata do pessimismo científico ou de abandonar o racionalismo, mas sim sobre uma abordagem que capacita a construção de um conhecimento mais abrangente e de ferramentas que propicie administrar e interpretar grandes quantidades de informações (BYRNE, 1998). Sendo assim, é importante notar que a ideia do mundo irracional, de ausência da ordem, intangível e obscuro não se refere ao seu comportamento caótico, uma vez que, para as teorias que trabalham no campo da complexidade, o *caos* é a condição de algo que concentra imensos conjuntos de informação extremamente complexa.

Nesse trabalho busca-se delinear caminhos que explorem, a partir dessas transformações nas perspectivas científicas, propriedades que possam facilitar a compreensão da cidade real. O urbanista italiano Bernardo Secchi (1934-2014) assinala a necessidade de criar um novo olhar para o entendimento da cidade, mais complexo, que ofereça, ao mesmo tempo, um maior nível de abstração e de precisão indispensáveis para a ação, isso é, o projeto (SECCHI, 2006). A complexidade, colocada por Secchi não carrega exatamente o mesmo significado abordado nas discussões sobre sistemas complexos, mas

ênfatiza sua preocupação com esquemas simplificadores próprios do urbanismo praticado pelo Movimento Moderno.

2.2. LONGE DO EQUILÍBRIO

“A vida só é possível num universo longe do equilíbrio.”

(PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 18)

Os estudos sobre sistemas complexos são de natureza multidisciplinar e nos fez admitir incursões por áreas que não pertencem ao domínio técnico da arquitetura e urbanismo, como, por exemplo, a termodinâmica e a física. Ao longo do processo da revisão bibliográfica, o químico Ilya Prigogine aparece como referência fundamental e de reconhecido destaque por seus estudos sobre sistemas *longe do equilíbrio*. Com isso, procura-se evitar aqui o debate técnico físico-matemático, e sim o melhor entendimento de alguns caminhos conceituais propostos pelo químico¹².

Prigogine e Stengers, em seu livro *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza* (1996) discutem sobre o papel do *tempo* no universo e o problema da reversibilidade. Para a física clássica, o tempo é reversível, o que significa dizer que um sistema em condições ideais, após determinada evolução, poderia voltar ao seu estado inicial. Ele é simétrico¹³ e em detrimento do espaço, serve, por exemplo, para medir a distância percorrida por um objeto. Prigogine, no entanto, defende que a condição para que o tempo seja simétrico e reversível

¹² Foram utilizados nesta pesquisa três publicações. São elas: *A nova aliança - Metamorfose da Ciência* (1991), publicado originalmente em 1978; *O fim das certezas – Tempo, Caos e as Leis da Natureza* (1996) e *As leis do Caos* (2002), publicado originalmente em 1993. Sendo os dois primeiros escrito em colaboração com Isabelle Stengers (1949 -).

¹³ A simetria temporal criticada por Prigogine descreve processos reversíveis, ou seja, as equações formuladas são invariantes frente à inversão do tempo, não é atribuída uma flecha que indique o sentido da evolução de determinado fenômeno.

é própria de um mundo ideal, onde um ambiente totalmente controlado e isolado em perfeitas condições poderia ser concebido com uma precisão infinita. Afirma ainda que assumir a irreversibilidade do tempo é importante para descrever com maior detalhe os complexos fenômenos do mundo real, que evolui no tempo. Para o químico, a incorporação do tempo nos esquemas da física desde Galileu foi *“um triunfo do pensamento humano”*, mas que, de Newton à Einstein, a concepção simétrica não admite distinção entre passado e futuro (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 10).

Ao declarar *“o fim das certezas”*, Prigogine e Stengers discorrem sobre o problema do determinismo da física clássica que assume, por meio de leis fundamentais, a explicação do universo. Para sustentar essa crítica, os autores pontuam o papel do tempo e sua dimensão fundamental em nossa existência, descrevem a pesquisa de Prigogine sobre processos termodinâmicos que negam a reversibilidade do tempo, imposta pelos esquemas da física clássica e que, ao propor suas leis em ambientes perfeitamente condicionados, desconsideram ou controlam perturbações (flutuações) do sistema como, por exemplo, o atrito e a gravidade.

Sem desconsiderar a importância de processos reversíveis e a enorme contribuição da física clássica, ao contrário, os autores propõem uma certa aliança entre reversível e irreversível, determinismo e imprevisibilidade, estável e instável na busca das conexões com o mundo real.

“Achava que negar toda pertinência da física no que diz respeito ao tempo era pagar um preço muito alto. Afinal, a ciência é um exemplo único de diálogo frutuoso entre o homem e a natureza. Não foi porque a ciência clássica se restringira ao estudo de problemas simples que ela pôde reduzir

o tempo a um parâmetro geométrico? Quando tratamos de um pêndulo sem fricção, não cabe ampliar esse conceito de tempo. Mas quando a ciência encontrasse sistemas complexos, não seria obrigada a modificar sua concepção do tempo? ” (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 62)

E, avançam explicando que, enquanto na mecânica clássica o tempo é simétrico, não tem uma direção específica, na termodinâmica já foi provado que em processos de transformação de calor em trabalho há perdas energéticas no sistema que são irreversíveis. Esse fato contrapõe a noção de reversibilidade e mostra uma direção prioritária para a evolução do sistema. A assimetria e irreversibilidade temporal são a base da crítica de Prigogine e Stengers, que pretendem descolar a noção do tempo como parâmetro subordinado ao espaço. Dessa forma, os autores mostram o caráter evolutivo dos fenômenos e, portanto, um universo de realidades possíveis, e não absolutas.

A noção do tempo reversível foi questionada pelo físico austríaco Ludwig Boltzmann no século 19 ao tentar, sem sucesso, uma descrição evolucionista dos fenômenos físicos que mostra imprescindível identificar uma direção, uma flecha do tempo que distinguisse essencialmente passado e futuro (PRIGOGINE e STENGERS, 1996). A irreversibilidade significa, para Prigogine e Stengers, aproximar a física da natureza, e confrontar a “*expressão de um conhecimento ideal, objetivo e completo*”, favorecendo a construção de modelos mais flexíveis para a descrição da complexidade.

“ A questão do tempo e do determinismo não se limita às ciências, mas está no centro do pensamento ocidental desde a origem do que chamamos de racionalidade e que situamos na época pré-socrática. Como conceber a criatividade humana ou como pensar a ética num mundo determinista?

Esta questão traduz uma tensão profunda no interior de nossa tradição, que se pretende, ao mesmo tempo, promotora de um saber objetivo e afirmação do ideal humanista de responsabilidade e de liberdade. A democracia e as ciências modernas são ambas herdeiras da mesma história, mas essa história levaria a uma contradição se as ciências fizessem triunfar uma concepção determinista da natureza, ao passo que a democracia encarna o ideal de uma sociedade livre. Considerarmo-nos estrangeiros à natureza implica um dualismo estranho à aventura das ciências, bem como à paixão de inteligibilidade própria do mundo ocidental. [...] Pensamos situar-nos hoje num ponto crucial dessa aventura, no ponto de partida de uma nova racionalidade que não mais identifica ciência e certeza, probabilidade e ignorância. ” (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 14)

A reversibilidade, criticada por Prigogine e Stengers, atribui um caráter subjetivo ao tempo, *“por toda parte o que se vê é o espaço reinando soberano em detrimento do tempo, relegado à consciência do observador que teima em ver uma sequência irreversível onde não há.”* (DUNAJEW, 2000, p. 16). O que limitaria, portanto, os objetivos científicos a uma *“discriminação entre o que, na natureza, se supõe corresponder a uma realidade ‘objetiva’, e o que é considerado ilusório, ligado à nossa própria subjetividade”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1991, p. 07). Para o filósofo e matemático britânico Alfred Whitehead (1861-1947), citado pelos autores, o possível deveria ser a categoria primordial de análise dos fenômenos do universo, ao contrário da ciência clássica que atribui *“falaciosamente”* um caráter concreto à uma abstração, algo que *“proíbe atribuir um sentido à noção de ‘criatividade’”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 61).

Levando em consideração os problemas causados pelo reducionismo e a revisão do conceito de tempo proposta, que abre possibilidades para novos níveis de descrição e análise de fenômenos, Prigogine e Stengers demandam a responsabilidade da física para além de comportamentos analisados em ambientes perfeitamente controlados, estáveis e previsíveis. Anunciam, assim, uma “nova ciência” capaz de interpretar os comportamentos evolutivos que escorregam entre as “malhas da rede científica” e leva em conta as incertezas e diversidades da natureza e seus eventos complexos, por vezes considerados, aos olhos deterministas, transitórios e sem importância.

“A física de não-equilíbrio estuda os processos dissipativos, caracterizados por um tempo unidirecional, e, com isso, confere uma nova significação à irreversibilidade. Precedentemente, a flecha do tempo estava associada a processos muito simples, como a difusão, o atrito, a viscosidade. Podia-se concluir que esses processos eram compreensíveis com o auxílio simplesmente das leis da dinâmica. O mesmo não ocorre hoje em dia. A irreversibilidade não aparece mais apenas em fenômenos, tão simples. Ela está na base de um sem-número de fenômenos novos, como a formação dos turbilhões, das oscilações químicas ou da radiação laser.”

(PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 11)

Assume-se aqui a definição de *equilíbrio* como um sistema em estado estacionário – onde os valores de suas propriedades são constantes – e homogêneo (NERY e BASSI, 2011). Em equilíbrio e isolado – fechado, sem interação ou efeito de perturbações externas – o sistema tem seu potencial de troca minimizado e a entropia é máxima, ou seja, sua capacidade energética para criar novas configurações é nula. Ao contrário, quando longe do equilíbrio, o sistema é “sensível” às condições reais do ambiente – é aberto – e se modifica a

partir de qualquer pequena interferência, apresentando assim a entropia sempre crescente. Em um sistema em equilíbrio ou perto do equilíbrio, podemos falar que as leis da natureza são universais, mas *longe do equilíbrio*, essas leis se tornam específicas, pois *“a matéria adquire novas propriedades em que as flutuações, as instabilidades desempenham um papel essencial: a matéria torna-se mais ativa”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 68).

Sistemas longe do equilíbrio apresentam um caráter evolutivo, assumem as flutuações do ambiente como combustível para se transformar em algo mais complexo. Quando em equilíbrio e isolado, os sistemas apresentam linearidade e previsibilidade em suas trajetórias, mas a partir do momento em que as flutuações são consideradas, verifica-se que a linha previsível dá lugar a uma série de quebras e ramificações que conduzem o sistema à uma cadeia de sucessivos eventos inesperados e não-lineares.

Esse comportamento é explicado por Prigogine e Stengers, a partir do experimento sobre convecção térmica proposto pelo físico francês Henri Bénard (1874 – 1939), conforme elucidado por Dunajew (2000):

“Em uma fina camada líquida é imposta uma diferença de temperatura entre as superfícies inferior e superior. A superfície inferior é permanentemente aquecida, enquanto que a superior é mantida em uma temperatura menor, em contato com o meio externo. Essa assimetria passa a caracterizar, então, um fluxo da superfície inferior para a superior. Se antes dessa indução de calor o mesmo propagava-se por difusão - o que caracterizava o estado estacionário do líquido - a diferença de temperatura imposta dá início a uma instabilidade desencadeadora do fenômeno de convecção. É a partir desse momento,

pois, que se instaura no sistema um movimento altamente ordenado entre as moléculas do líquido, duplicando o transporte de calor e, por consequência, também a entropia do mesmo. A estes sistemas que existem a custo do aumento de entropia dá-se o nome de estruturas dissipativas. Com efeito, o sistema que encontrava-se em equilíbrio termodinâmico; ou seja, cujo comportamento era linear, encontra-se agora longe do equilíbrio. ” (DUNAJEW, 2000, p. 20)

É importante ressaltar que, como no caso acima, quando estável e homogêneo, o todo do sistema se torna compreensível a partir da descrição de uma pequena parte. Depois da instabilidade criada pela diferença de temperatura, a estabilidade dá lugar para uma nova organização da matéria que, agora ativa, assume movimentações aleatórias, e a compreensão do todo pelas partes já não é possível. Prigogine propõe então que analisemos o fenômeno a partir de suas interações, dos comportamentos, das flutuações e dos momentos em que o sistema se transforma ou seja, quando sua trajetória bifurca e abre novas possibilidades. A homogeneidade acontece porque as partes estão independentes entre si, interagem pouco e apenas com suas vizinhas, estão estáticas. Mas longe do equilíbrio a comunicação entre as partes é ativa e de longa distância, se organizam em formas inesperadas e heterogêneas.

Nessa configuração, a comunicação e a sensibilidade são parâmetros indispensáveis para analisar a efetividade das interações, e, segundo Prigogine, é essa a relação de causa e efeito as quais o sistema está condicionado. No equilíbrio as flutuações são anuladas, não há comunicação com o ambiente, mas longe dele a atividade do sistema integra essas flutuações em seu próprio funcionamento e ganha propriedades que podem gerar novas estruturas. Longe do equilíbrio, o sistema é definido por sua atividade e está totalmente condicionado a sua capacidade de reagir. Dessa maneira, segundo o químico russo, não se trata de mais de

um sistema manipulável, como ocorre para o caso que está em equilíbrio, já que as condições do ambiente não são mais controladas. Há então uma outra noção promovida pela sensibilidade, em que não se pode mais descrever qualquer sistema longe do equilíbrio sem considerar o todo como um conjunto de relações determinadas por sua própria atividade. (DUNAJEW, 2000).

Prigogine explica que o “conhecimento completo e a certeza” dos ambientes totalmente condicionados, da física clássica, proporcionam a tão almejada previsibilidade, mas uma vez que as instabilidades são incorporadas, as explicações de fenômenos ganham um caráter de probabilidade. Essa constatação é muito clara ao se considerar a necessidade de uma descrição mais próxima do real, já que não seria concebível dominar todas as variantes de um sistema. Longe do equilíbrio, as possibilidades, os devires definem e descrevem o comportamento do sistema e não mais uma lei universal.

“Tornemos um pêndulo e estudemos seu movimento, levando em conta a existência de uma fricção. Suponhamo-lo, a princípio, imóvel no equilíbrio. Sabemos que sua energia potencial apresenta ali seu valor mínimo. Uma pequena perturbação será seguida de um retorno ao equilíbrio. O estado de equilíbrio do pêndulo é estável. Em compensação, se conseguirmos fazer que um lápis fique de pé sobre sua ponta, o equilíbrio será instável. A menor perturbação o fará cair para um lado ou para o outro. Há uma distinção fundamental entre os movimentos estáveis e os instáveis. Em suma, os sistemas dinâmicos estáveis são aqueles em que pequenas modificações das condições iniciais produzem pequenos efeitos. Mas para uma classe muito extensa de sistemas dinâmicos, essas modificações se amplificam ao longo do tempo. Os sistemas caóticos são

um exemplo extremo de sistema instável, pois as trajetórias que correspondem a condições iniciais tão próximas quanto quisermos divergem de maneira exponencial ao longo do tempo. ” (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 32)

O caráter caótico citado acima não está relacionado à desorganização, mas sim à um sem número de trajetórias possíveis de um sistema. Ao se distanciar do equilíbrio, o sistema deixa de ser estável e começa a apresentar padrões não-lineares, caracterizados por efeitos das flutuações que forçam pontos críticos e o surgimento de ramificações. Neste momento são apresentadas ao sistema alternativas de funcionamento, conforme mostra a Figura 6, em que podemos identificá-las no momento em que o sistema passa do regime linear para o não-linear ao “escolher” ir para o estado b_1 ou b_2 e conseqüentemente para o c_1 ou c_2 e c_3 ou c_4 .

Figura 6 - Bifurcações sucessivas num sistema de não equilíbrio. (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 73)

Prigogine afirma que, se há trajetórias possíveis, há escolhas e os sistemas complexos apresentam muitas delas. Nesse caso, como a entropia é sempre crescente, percebe-se que

as instabilidades em distâncias críticas do equilíbrio produzem um novo conjunto de fenômenos, correlações e estruturas.

“Em suma, a distância do equilíbrio é um parâmetro essencial para descrever o comportamento da matéria, como o é a temperatura para sistemas no equilíbrio. Quando abaixamos a temperatura, observamos uma sucessão de transições de fase que põem em cena os diferentes estados físicos da matéria. Da mesma forma, no não-equilíbrio, podemos observar uma sucessão de regimes de atividade da matéria, cuja variedade é muito maior do que a dos estados físicos gasoso, líquido e sólido.”

(PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 71)

As noções de caos, instabilidades e ramificações, conferem para as ciências um intrínseco caráter probabilístico que permite estudar a força criativa da natureza e seu potencial de organizar estruturas complexas (PRIGOGINE e STENGERS, 1996). Uma vez que esses sistemas já não operam através de leis universais e não são controláveis, as descrições dos eventos requerem um mapeamento de suas ramificações, algo como um sequenciamento genético que aponta quais cenários, entre todos aqueles possíveis, são mais próximos da realidade. No exemplo da Figura 4, ao verificar que um determinado sistema se encontra no estado d_2 , é possível perceber o fator histórico, evidenciado por sua passagem pelos estados b_1 e c_1 (PRIGOGINE e STENGERS, 1991).

Ainda sobre o tempo, Prigogine e Stengers explicam que o problema da irreversibilidade foi introduzido na termodinâmica por meio do conceito de entropia, definido pelo físico e matemático alemão Rudolf Clausius (1822-1888) como o índice de diminuição da capacidade de transformação de trabalho em calor. A segunda lei da termodinâmica

determina que um sistema isolado – sem ação de energia externa – tende a evoluir no tempo até alcançar sua entropia máxima. Nesse estado, o sistema esgota sua capacidade de mudança, é homogêneo e suas moléculas estão desordenadas. Por conta dessa formulação, muitas vezes a entropia é associada negativamente a um processo irreversível de degradação, desordem, aleatoriedade e perda de informação. Mas, como já enunciado por Prigogine, as leis da física tradicional “*descrevem um mundo idealizado, um mundo estável e não o mundo instável, evolutivo, em que vivemos*” e recusa a aceitar que a irreversibilidade do tempo, aqui expressa pela entropia, seja “*apenas um aumento da desordem*” (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 29). Para rebater essa associação, os autores descrevem certo experimento com um dispositivo para termodifusão, que contém uma mistura de hidrogênio e gás sulfídrico. Quando isolados e com temperatura interna uniforme, os dois gases se acomodarão uniformemente até sua entropia máxima. Porém, ao aquecer uma das partes e resfriar a outra, veremos que o sistema evoluirá para um estado ordenado de concentração de hidrogênio na parte quente e de gás sulfídrico na parte mais fria Figura 7.

Figura 7 - Esquema que ilustra a diferença de temperatura entre os dois recintos e a concentração de moléculas mais elevada no da esquerda (difusão térmica). (PRIGOGINE e STENGERS, 1996)

Neste caso a entropia acaba com a homogeneidade da mistura de gases e serve como processo gerador de novas ordens. De forma geral é possível caracterizar a entropia ao

observar os fluxos internos e externos da evolução de um sistema e determiná-la a partir do grau de liberdade dessas moléculas, ou seja, de quantas maneiras possíveis essas moléculas podem se distribuir. Ainda, quando longe do equilíbrio, a progressão do tempo (irreversível) leva ao mesmo tempo à desordem e à ordem. O químico russo entende que deve-se abandonar a ideia de que o universo tende a entropia máxima, no qual nenhuma transformação será possível e sua degradação é o estágio final.

Considerando que a entropia é sempre crescente em sistemas longe do equilíbrio, é possível imaginar que sua evolução irá apresentar comportamentos e estados extremamente variados, de previsibilidade limitada e auto-organizados. Como Prigogine e Stengers insistem em afirmar, uma vez que se fala de um mundo real onde a *“natureza apresenta-nos, de fato, a imagem da criação, da imprevisível novidade. Nosso universo seguiu um caminho de ramificações sucessivas: poderia ter seguido outros.”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 75). É preciso entender então, a intrínseca imprevisibilidade da vida, bem como avançar na descrição de um universo caótico, dominado por incessantes ramificações causadas por pequenas interferências.

O caos não é considerado um estado de falta de informação ou de ordem, mas sim um fenômeno que sugere níveis mais complexos de estruturas em sequências aleatórias, que une ordem e desordem e assim *“torna-se o aspecto criativo, base de todos os fenômenos em que a complexidade da natureza se desdobra”* (DUNAJEW, 2000, p. 43). Sem cair no erro que seria determinar ou simplificar esses comportamentos, resta verificar possibilidades de caminhos e ramificações que são caracterizados por comportamentos locais e específicos.

Dada a insuficiente capacidade descritiva da física clássica, Prigogine e Stengers buscam formulações mais flexíveis e coloca uma *“nova racionalidade”* que não identifica

certezas, mas o caráter evolutivo e caótico do universo, expande horizontes para descrições em que a previsibilidade é limitada, de escolhas múltiplas, repleta de ramificações e novidades.

“A ciência é um diálogo com a natureza. As peripécias desse diálogo foram imprevisíveis. Quem teria imaginado no início deste século a existência das partículas instáveis, de um universo em expansão, de fenômenos associados à auto-organização e às estruturas dissipativas? Mas como é possível um tal diálogo? Um mundo simétrico em relação ao tempo seria um mundo incognoscível. Toda medição, prévia à criação dos conhecimentos, pressupõe a possibilidade de ser afetado pelo mundo, quer sejamos nós os afetados, quer sejam os nossos instrumentos. Mas o conhecimento não pressupõe apenas um vínculo entre o que conhece e o que é conhecido, ele exige que esse vínculo crie uma diferença entre passado e futuro. A realidade do devir é a condição sine qua non de nosso diálogo com a natureza.” (PRIGOGINE e STENGERS, 1991, p. 78)

Mas eles são enfáticos ao ponderar que o mundo “acausal”, onde nada poderia ser previsto, é tão alienante quanto o determinista. Nesse sentido, ambos negam a realidade. Ao citar o filósofo francês Henri Bergson (1859-1941), Prigogine e Stengers falam do tempo como *“ ‘jorro efetivo de novidade imprevisível’ de que é testemunha a nossa experiência da liberdade humana, mas também da indeterminação das coisas.”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 61).

A busca incessante pela certeza resultou, contam Prigogine e Stengers, em um distanciamento entre o homem e seu diálogo com a natureza. Ao explicar os fenômenos do

universo em leis fundamentais, a ciência criou um mundo revelado por fórmulas matemáticas deterministas e, àquilo que foge disso, ou seja, a vida como conhecemos, é colocado em um limbo de falta de conhecimento/ técnica matemática ou são desvios e irregularidades a serem desconsideradas. O físico francês Pierre Simon Laplace (1749-1827) propôs um experimento mental que consiste em imaginar uma entidade – um demônio – de intelecto matemático superior às capacidades humanas que, em posse de todas as variáveis que determinam o estado do universo, seria capaz de mapear as causas e efeitos de qualquer sistema, prevendo assim seus resultados futuros e passados. O demônio de Laplace aponta para a ciência que vislumbra dominar a expressão exata das coisas, da física que almeja o controle do mundo e qualquer processo que envolva a noção de probabilidade se traduz em ignorância ou incapacidade do homem (DUNAJEW, 2000). A dupla afirma que, *“para tais sistemas, o demônio de Laplace permanece incapaz, seja qual for seu conhecimento, finito ou até infinito. O futuro não é mais dado. Torna-se, como havia escrito o poeta Paul Valéry, uma ‘construção’”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 111).

Para entender um sistema longe do equilíbrio e descrevê-lo de maneira mais próxima da realidade, Prigogine propõe conhecer todas as instabilidades que fazem com que determinado comportamento seja criado. O estudo da complexidade, e todo o arcabouço conceitual construído junto ao desenvolvimento da probabilidade e da estatística, permitem escapar de alienações e admitem o dinamismo próprio da realidade. É mais rico que a descrição individual das leis fundamentais e possibilita a modelagem de cenários da evolução do conjunto a partir de suas interações, eventos e estados.

2.3. A CIDADE COMO SISTEMA COMPLEXO

A mesma busca por isomorfismos e intercâmbios conceituais entre disciplinas análogas pretendida por Bertalanffy, guiou, a partir dos anos 1960, alguns trabalhos que se arriscavam romper com as tendências reducionistas no urbanismo. No entanto, até os anos 1980, a complexidade não exercia grande influência nas teorias urbanas, nem mesmo nas que eram orientadas por abordagens sistêmicas, a não ser pela noção simplista de que, de fato, alguns sistemas são mais “complexos” do que outros. O geógrafo inglês Michael Batty, aponta três fatores que foram determinantes para que essa condição se transformasse, fazendo com que a complexidade vigorasse em diversos campos, incluindo o urbanismo. O primeiro foi a compreensão de que essa teoria oferece alguns instrumentais para a necessária interdisciplinaridade e analogias que surgiram a partir da filosofia das ciências; o segundo é a popularização de técnicas de construção para modelos e simulações computacionais, facilitando o entendimento da não-linearidade; e, finalmente, a noção de que controle, gestão e otimização já não eram mais metáforas apropriadas para os sistemas sociais. (BATTY e MARSHALL, 2012)

A partir de então, estratégias específicas para os problemas urbanos foram desenvolvidas a fim de identificar, qualificar e analisar as cidades com o auxílio de ferramentas computacionais. Diversos teóricos, notadamente Michael Batty, avançaram consideravelmente nesse sentido, definindo parâmetros e sistematizando técnicas de outros campos para o planejamento urbano, agora, sob a ótica da complexidade. Isto posto, se faz importante considerar que, neste trabalho, interessa organizar algumas figuras conceituais possíveis a partir dos isomorfismos que esquematizam a concepção de cidade como sistema complexo.

As cidades vêm sendo tratadas como sistemas já há algum tempo, mas foram, geralmente, consideradas a partir de tendências ao equilíbrio e controle por meio de planos e projetos. Partindo das considerações anteriores acerca do papel das interações em um sistema complexo, é possível pressupor que tal equilíbrio e controle almejados para a cidade, pareçam um tanto distante, ou mesmo falso. Àqueles obcecados por controle provavelmente tomarão tal condição como caótica, sem racionalidade. Sendo assim, parece oportuno salientar que não se trata de trabalhar às cegas em um mundo totalmente acausal ou aleatório, mas de observar que, mesmo com a previsibilidade limitada, seria possível entender que um conjunto de possibilidades tem maiores chances de acontecer do que outras. É a tal nova racionalidade proposta por Prigogine, do caos como instância criativa, na qual justamente a vida se desdobra. Uma zona cinzenta entre certeza absoluta e completa ignorância, ordem e desordem ou determinismo e aleatoriedade. A complexidade nos dá ferramentas conceituais para conceber as dinâmicas urbanas em perspectivas mais abrangentes, que considerem a diversidade e pluralidade. Nos possibilita escapar da sede de controle e perceber que a cidade está em constante e complexa transformação, em que a entropia age, na verdade, como força criativa. Dessa forma, só parece possível atuar em um sistema complexo com e a partir das interações, não de maneira imperativa, mas “*através de suas próprias tendências*” (PEIXOTO, 2010, p. 11).

Posto isto, é importante examinar com quais pressupostos podemos entender as cidades como um sistema complexo. Cabe antes lembrar que, com o desenvolvimento tecnológico impulsionado, principalmente, pela Guerra Fria, a sociedade enfrenta uma revolução que (ainda) está transformando com maior ênfase a maneira como a sociedade se relaciona nos grandes aglomerados urbanos (CASTELLS, 2005). Neste contexto, a informação e a comunicação tornaram-se fatores que potencializam as transformações urbanas, num

sentido oposto ao que aparecia na literatura *cyberpunk*¹⁴ da década de 1980, quando se previa um espaço de pura informação, antimaterial e livre de qualquer limitação geográfica. Ao contrário, a realidade parece mostrar que as novas redes de informação descentralizadas, sejam elas físicas ou virtuais, são elementos importantes para entender o movimento acelerado das metrópoles contemporâneas (TOWNSEND, 2000). A grosso modo, as cidades são ambientes onde muitos elementos interagem, pessoas, instituições, empresas, infraestruturas, flora e fauna, etc., em diferentes locais e escalas, de diversas formas e intensidades, mas em fluxos permanentes. A previsão de suas futuras configurações é totalmente limitada, se trata de um processo que envolve incontáveis variáveis e que, interconectadas, se transformam mutualmente, têm influências marcantes umas nas outras. A cidade é um processo em evolução e não um objeto estático, logo, *“como alguém poderia descrever este meio que não complexo?”* (MCADAMS, 2008, p. 01 - tradução nossa).

Michael Batty (2013) defende, considerando a enorme quantidade de interações presentes na maior parte das dinâmicas urbanas, a premissa de adotar a Teoria da complexidade justamente por sua capacidade de construir modelos conceituais que expressem sua principal característica: a emergência de padrões de comportamentos que surgem de baixo para cima. Esses tipos de interações incentivam as configurações imprevisíveis e impõe reformulações na maneira de propor e agir em ambientes dinâmicos e incertos.

¹⁴ Por exemplo em obras como: *Web of Angels* (1980) de John M. Ford, *True Names* (1981) de Vernor Vinge ou *Neuromancer* (1984) de William Gibson.

Figura 8 - Interface Flon Railway Station – Lausanne – Bernard Tschumi – 1988 – 2001. Estratégias para articular as diferentes camadas e interações urbanas. Fotos: (Acessada em: <http://www.tschumi.com/projects/16> - Consulta: 27.05.21) e Axonometrica Explodida: (Acessada em: <http://arch1101-2010sw.blogspot.com/2010/05/exp-3-bridge.html> Consulta: 27.05.21).

O geógrafo inglês argumenta ainda que devemos olhar para as cidades como constelações de interações, comunicações, relações, fluxos e redes, e não como *localizações*. Camadas e mais camadas de informações que vão se sobrepondo à medida que a sociedade, potencializadas pelos avanços tecnológicos, muda de *fluxos de energia para de informações*, nos forçando a considerar as cidades como fenômenos temporários. *Localização* é, de fato, a síntese das interações em permanente transformações (BATTY, 2002).

Figura 9 - Ingrid Koenig - Navigating the Uncertainty Principle - Catastrophe Map Detail. (Disponível em: <http://ingridkoenig.ca/projects/navigating-the-uncertainty-principle/>)

Alguns autores (BATTY, 2013; BYRNE, 1998; BETTENCOURT, 2015) indicam que o problema da *localização* é uma questão central para a mudança do esquema determinista que tem dominado o urbanismo. Tradicionalmente as cidades são analisadas, planejadas e projetadas como lugares físicos, as representações de suas formas e estruturas expressam a compreensão mais imediata e intuitiva da realidade, colocada quase sempre em função da equidade e eficiência. Dessa forma, Batty acredita que nossa compreensão da cidade fica limitada aos esforços para encontrar formas de manipular física e geograficamente as atividades urbanas sempre em busca do ponto ótimo. Planos e projetos baseados apenas na movimentação das atividades e seus usos do solo, assim como as imposições e restrições que decidem sobre o que e onde algo pode acontecer, não conseguem expressar a essência do que as cidades são e como evoluem (BATTY, 2012).

A localização encapsula o funcionamento de tais atividades urbanas, mas não revela as relações e interações entre as populações que representam a razão de viver e trabalhar nas cidades. Em um mundo agora dominado pelas comunicações e em um mundo onde a maioria das pessoas estará vivendo em cidades até o final deste século, é hora de mudarmos nosso foco de locais para interações, de pensar nas cidades simplesmente como morfologias idealizadas para pensar nelas como padrões de comunicação, interação, comércio e intercâmbio; em suma, pensar neles como redes (BATTY, 2013, p. 28 - tradução nossa)

Batty (2002) não dispensa as teorias desenvolvidas sobre *localização*, mas sugere encararmos as cidades como agregados de *eventos espaciais*¹⁵, *clusters* de atividades urbanas que ocorrem no espaço, mas também, e principalmente, no tempo, podendo ser caracterizados por sua duração, intensidade, volatilidade e localização. O território contemporâneo expresso por seu maior atributo, a grande e inerente capacidade de interações, potencializada pelos avanços das tecnologias da informação e comunicação. Essa compreensão fica mais clara quando olhamos para a cidade medieval, onde as interações eram quase sempre locais e imediatas, altamente agrupadas e limitadas. Na Revolução Industrial, o amplo e progressivo avanço tecnológico teve como resultado a intensificação das interações sociais, provocada pelo supercrescimento das cidades (BATTY, 2013). A partir dessa condição surge a sociedade de classe, a multidão, a massa; um cenário conflituoso de

¹⁵ Batty se refere à enorme frequência de eventos sequenciais que correm nas cidades em um período de tempo muito menor do que estamos acostumados a analisar, mas que tem efeitos espaciais importantes. (BATTY, 2002)

novos convívios e experiências, organizado a partir, principalmente, das grandes indústrias, dos fluxos do mercado consumidor e das relações da classe trabalhadora (MEYER, 2000).

“As metrópoles de todo o mundo, independentemente de sua localização geográfica global, de seu nível de desenvolvimento econômico e social, localizadas em países desenvolvidos, subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, não cabem mais nas caracterizações utilizadas até os anos 70 para defini-las. A experiência pessoal, a observação científica e artística, os dados e as análises confirmam a gradual dissolução dos traços territoriais, funcionais e espaciais da metrópole moderna. Apesar de se encontrarem hoje em momentos distintos de adaptação ao novo perfil, pois algumas ainda estão abrindo seu caminho para uma nova etapa, para grande parte das metrópoles já não se pode utilizar o qualificativo que as designou até aqui: modernas.” (MEYER, 2000, p. 05)

Meyer explica ainda que – considerando os câmbios do modo de produção também influenciados pelas tecnologias de informação e comunicação – a metrópole contemporânea coloca em xeque acepções que modelam como íntima a relação entre localização e dinâmicas sociais. A autora ressalta que as ideias de dispersão e fragmentação – atribuídas a organização territorial – devem sofrer reavaliações, uma vez que o padrão determinado pelo “espaço dos fluxos”¹⁶ mostra *“que tanto a contiguidade espacial quanto a continuidade territorial são hoje garantidas por meios que dispensam o suporte material e o territorial convencionais, isto é, o espaço urbano.”* (MEYER, 2000, p. 07).

¹⁶ A autora se refere ao termo cunhado por Manuel Castells seu livro *A sociedade em rede* (1999). Na ocasião, Castells propõe *“uma nova forma espacial [...] a organização material das práticas sociais de tempo compartilhado que funcionam por meio de fluxos.”* (CASTELLS, 2005, p. 501)

Figura 10 – Visualização 3D da extensibilidade humana¹⁷

Nessa relação híbrida de físico e digital, da troca de fluxos de energia para fluxos de informação, o mundo pós-industrial alarga constantemente os limites tecnológicos da comunicação e as interações – não-lineares, combustível das dinâmicas incertas, da entropia como força criativa – são potencializadas. O que, fatalmente, faz com que a compreensão da forma física das cidades seja drasticamente alterada, de modo que sua função não seja apenas o lugar onde as atividades acontecem, mas a expressão de forças que engendram dinâmicas, fluxos, e que inclusive, muitas vezes não são estritamente físicos. Por vezes essa afirmação parece óbvia, mas pode-se facilmente verificar que suas implicações nem sempre

¹⁷ Usando informações sobre as atividades de uma pessoa na Internet, a geógrafa chinesa Mei-Po Kwan produziu esse diagrama que representa a extensibilidade humana a partir do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação. Uma pessoa, embora fisicamente localizada no Condado de Franklin, Ohio, se envolveu em um conjunto diversificado de atividades físicas e ciberespaciais em diferentes escalas geográficas (global, regional e local) (KWAN, 2004).

são consideradas ao analisarmos, por exemplo, o peso que o zoneamento ainda tem na estruturação da cidade. Mesmo com os indiscutíveis avanços que esse instrumento sofreu nas últimas décadas, verifica-se que a elaboração das leis de uso e ocupação do solo trata-se essencialmente de temas como densidade, segregação e acessibilidade. Uma codificação que determina atividades urbanas por meio da localização, de parâmetros urbanísticos que regulam sua massa construída e o parcelamento do solo. Batty chama esse processo de “fiscalismo”¹⁸, ou seja, interpretar as dinâmicas urbanas atribuindo exagerada importância à forma física da cidade, agenciá-la através do que pode ser imediatamente observado, portanto, facilmente manipulável por meio de planos e projetos (BATTY, 2013).

Para evitar tamanho descuido, Batty indica, assim como Prigogine, que as concepções acerca das *dinâmicas urbanas* tenham como primordial as interações. Tais dinâmicas, como vimos, emprenham o que realmente a localização é – ou vem a ser –, uma espécie de suporte da vida cotidiana, que exerce influências, claro, mas são essencialmente o resultado das incertas relações humanas e não-humanas. Assim, qualquer possibilidade de leitura ou interpretação das dinâmicas urbanas passa por indispensável aprofundamento de seus atributos. Ao assumir essa estratégia, é possível admitir que os vínculos causais das dinâmicas urbanas são complexos, ou seja, que não permitem a representação ou ação sobre o imediatamente observável, a construção de cenários rasos, estáticos, simples e lineares. Na maioria dos sistemas sociais, as dinâmicas não são o resultado de causas simples e únicas, são múltiplas e engendram-se mutualmente, portando, em geral, não acontecem de forma aditiva, uma depois da outra. Relações aditivas são qualidades da linearidade, da previsibilidade (BYRNE, 1998). Ao contrário, em dinâmicas complexas como as urbanas, a

¹⁸ Michael Batty entende que densidade e acessibilidade são muitas vezes definidas com atributos puramente geométricos de área e distância, linhas, polígonos e volumes. Ele não nega essa vertente, mas argumenta que a manipulação da forma física da cidade ainda é a abordagem mais óbvia e menos controversa (BATTY, 2013).

causalidade tem fator exponencial, são consequência de combinações e agenciamentos pouco previsíveis. A adoção da complexidade permite então compreender as tendências da evolução do sistema em um campo probabilístico, que conceitualmente expõe nossa ignorância sobre a totalidade urbana, mas que nos faz aceitar as indeterminações como ferramentas de formulação do conhecimento, que é irremediavelmente incompleto (DUNAJEW, 2000).

Ao explicar sobre as indeterminações da metrópole contemporânea, a urbanista Regina Meyer identifica o “*mal-estar* diante da ausência de uma *forma urbana* racional” (MEYER, 2000, p. 07), que frustra as expectativas controladoras e a ânsia por equilíbrio próprias do urbanismo praticado no Movimento Moderno. Meyer refere-se à condição territorial dos grandes aglomerados urbanos, que dilui a forma organizada, substituída por “*por um imenso conjunto de espaços e objetos construídos que não revelam as conexões espaciais e funcionais a que estão subordinados*” (MEYER, 2000, p. 08). Esse caráter provisório juntamente com a complexa dinâmica de interações criam um ambiente altamente instável, que estabelece cadeias de mudanças constantes de estado, uma vez que suas partes são sensíveis a qualquer perturbação. A alta capacidade comunicativa e a hipersensibilidade expressam a complexa relação causal de um sistema longe do equilíbrio. Em equilíbrio, como o sistema proposto por McLoughlin, as perturbações e os desvios podem – e devem – ser anulados ou controlados por planos e projetos, mas a realidade mostra que essas perturbações, ou influências, são, na verdade, a própria essência do que acontece na cidade, o combustível do incerto que está por vir. O que define a cidade são suas dinâmicas, sua capacidade de comunicar e reagir (BATTY, 2012). Parece lógico então perceber que, tanto a cidade, quanto partes dela, devem ser descritas em função de suas interações, determinadas por sua própria atividade.

Considerando as condições colocadas até o momento, cabe aqui recapitular e esclarecer certas qualidades dos sistemas complexos que conduzirão, no capítulo seguinte, as propostas de figuras conceituais. Antes de tudo, esse tipo de sistema é *populoso* e *heterogêneo* em suas funções e atividades, com diferentes escalas espaciais e temporais – nada mais próximo do que a própria realidade urbana. As características de um sistema que tende ao equilíbrio – estacionário, constante e homogêneo – podem fazer parte dos inúmeros estados possíveis de um sistema complexo, mas será transitório. O caráter *instável* é decorrente da *hipersensibilidade* às perturbações em que, por exemplo, pequenas alterações nas condições iniciais de um sistema poderiam gerar diversas outras evoluções possíveis. Desse modo, com tamanha quantidade e variedade de elementos, é possível imaginar que as interações sejam igualmente múltiplas, permitindo entender que sua evolução será *não-linear*, de previsibilidade limitada. A não-linearidade é mais facilmente entendida se imaginarmos que, em uma determinada trajetória, muitos caminhos se abrem, sua evolução ramifica e desencadeia um sem número de alternativas finais, como uma cascata de possibilidades (Figura 8)

Figura 11 - Diagrama de bifurcação – Alterada pelo autor.¹⁹

Essa condição parece indicar um campo confuso para a compreensão acerca do funcionamento de um sistema, mas, tanto Prigogine e Stengers (1996) quanto Batty (2002, 2009, 2013), propõem que é nessa configuração que conseguimos reconhecer a *auto-organização* de suas partes. Contrariando as dinâmicas de cima para baixo, os sistemas complexos exibem comportamentos que se organizam de forma *descentralizada, de baixo para cima*, a partir de suas unidades mais inferiores. A auto-organização ocorre porque essas

¹⁹ O diagrama logístico é frequentemente citado nas bibliografias específicas como um exemplo de representação de dinâmicas não-lineares. Esse tipo de representação foi popularizado pelo biólogo Robert May, em 1976, quando propôs um modelo populacional para insetos. No diagrama podemos ver os pontos de bifurcação de determinada evolução, ou seja, transformações na estrutura do sistema, que ocorre quando uma pequena alteração acontece nos valores de seus parâmetros, causando mudanças qualitativas ou topológicas em seu comportamento. Imagem disponível em: <https://bio.m2osw.com/gcartable/bifurcation.htm>. Acessado em: 27/02/2020.

partes se comunicam, reagem às informações locais e pouco codificadas, mas, essencialmente, não seguem ordens superiores ou controle global.

Essas características podem ser reconhecidas pois desse processo *emergem padrões* de dinâmicas, geralmente imprevisíveis, mas disseminados de forma globalizada. A cada etapa de evolução, novos padrões são percebidos, transformando a configuração do sistema que, por sua vez, se adapta e incorpora continuamente novas informações. E, finalmente, é importante destacar que essas dinâmicas podem ser identificadas em *diversas escalas* do sistema, organizadas em grupos ou hierarquias, que influenciam de alguma forma a evolução de todo o sistema no tempo.

3. URBANISMO E COMPLEXIDADE

O urbanismo tem passado por atualizações que ampliam as capacidades do campo descritivo, analítico e propositivo, uma vez que parece claro que “*a cidade contemporânea parece opor uma firme resistência à descrição, sobretudo se ela é feita sob as formas codificadas do Urbanismo Moderno*” (SECCHI, 2006, p. 88). Das teorias e críticas desenvolvidas no urbanismo a partir da década de 1960, a grande maioria passa pela revisão de alguns anseios pelo controle da forma urbana, em função, principalmente, da compreensão sobre a imprevisibilidade do mundo real. Considerando os pressupostos sobre a complexidade colocados até agora, pretende-se neste capítulo o entendimento de algumas condições que aproximam as teorias da complexidade com o pensamento urbanístico contemporâneo.

As questões aqui exploradas buscam aproximar o debate sobre os conceitos de *incerteza* e *instabilidade* colocados pelas ciências, com os argumentos que impulsionaram diversas teorias, críticas e leituras alternativas ao urbanismo do Movimento Moderno.

Algumas das alternativas se referenciam de maneira simplificadora às teorias da complexidade, outras, por vezes, parecem subir o tom do determinismo criticado (JENCKS, 1997). Vale mencionar: Aldo Rossi que, ao propor a Cidade Análoga, defende a cidade como a construção ao longo do tempo, considerando questões políticas, tipológicas, econômicas e históricas; Robert Venturi, tanto em “Complexidade e Contradição em Arquitetura” (1966), quanto em “Aprendendo com Las Vegas” (1972) com Denise Scott Brown e Steven Izenour, busca argumentos para uma descrição mais complexa do território através da leitura interpretativa de seus elementos físicos; Christopher Alexander em *A City is not a Tree* (1965), que refuta a ideia de cidade como estrutura hierarquizada, presente na concepção do urbanismo moderno, e propõe um modelo reticulado, mais compatível com estruturas naturais; Bill Hillier com todo o conjunto teórico sobre *sintaxe espacial* e técnicas de análise gráfica; Rem Koolhaas, que apresenta diversas possibilidades e, dentre elas, o trabalho *The City of the Captive Globe Project* (1972) no qual se utiliza do método crítico-paranoico de Dalí para uma interpretação de Nova Iorque; Colin Rowe que explora no exercício proposto em “Cidade-Colagem” (1978) investigações de figura e fundo como instrumento de análise urbana; O. M. Ungers com suas metáforas, considerando principalmente o projeto *Cities within the City: Berlin as a green archipelago* (1977), em que se debruça sobre os problemas de Berlin pós Segunda Guerra Mundial e, mais recentemente, Paola Viganó com *La Città Elementare* (1999), que propõe combinações e reorganizações dos múltiplos estratos da cidade seguindo lógicas, ritmos, sequências e sintaxes diversas.

Apresentam-se possibilidades de perspectivas menos rígidas, que permitem interpretações – ou misturas teóricas – e escapam das respostas muito definidoras. Por fim, elabora-se algumas figuras conceituais – linhas de forças que podem orientar outros esquemas – construídas como um arranjo combinatório entre algumas das propriedades dos sistemas complexos e estratégias projetuais contemporâneas, visando delinear possibilidades de ações no espaço urbano ou modos de agir *a partir* das dinâmicas das cidades.

3.1. INCERTEZAS E INSTABILIDADES

*“A howling wind that blows the litter
As the rain flows
As street lamps pour orange coloured shapes
Through your windows
A broken soul stares from a pair of watering eyes
Uncertain emotions force an uncertain smile”
(Uncertain Smile, The The, 1983)*

Entre o final do século 19 e a primeira metade do 20, o urbanismo foi orientado pelo impulso à uma ordem inalcançável em função do desconhecimento do funcionamento das cidades, que, segundo Batty (2009), causaram visões carregadas de imediatismos e certa superficialidade na compreensão das relações entre a forma física das cidades e os processos sociais. Em uma sociedade devastada pela Primeira Guerra Mundial, o Movimento Moderno buscou construir a imagem de uma disciplina heroica, investindo em representações de um novo mundo possível a partir de ideais que pregavam a ordem racional e a eficiência tecnológica. Essa faceta positivista, apoiada na premissa de atingir metas socialmente úteis –

a emancipação humana e o progresso –, permitiu que os urbanistas desse período concebessem livremente metáforas do que julgavam ser a expressão ideal daquela sociedade, a máquina e seu ímpeto industrializante, ou seja, a casa e a cidade como mecanismos a serem otimizados (HARVEY, 2014). É igualmente importante considerar que, além da pretensão de domínio da forma urbana como um objeto facilmente manipulável, o determinismo das verdades absolutas, assim como suas metáforas, foram ferramentas para criar um ambiente de controle e convencimento da opinião pública. Parte dessa estratégia resumia-se em construir uma imagem negativa das dinâmicas urbanas, geralmente caracterizadas como, caótica, desorganizada, desgovernada, etc., permitiram que o urbanismo – não apenas moderno – fosse apresentado muitas vezes como a disciplina capaz de, com seus ambiciosos planos e projetos, corrigir e guiar os rumos das cidades ao equilíbrio²⁰.

²⁰ Assim como o geógrafo inglês David Harvey (1937-), o economista e sociólogo Carlos Vainer, comentando sobre o que se convencionou chamar posteriormente de *planejamento estratégico urbano*, aponta essa construção de um cenário negativo das cidades como uma ferramenta importante para o domínio da opinião pública. A ideia de se criar um sentimento de patriotismo, de um jogo em que o cidadão está a favor ou contra as melhorias planejadas. “Na verdade, um dos elementos estratégicos do planejamento estratégico é a criação das condições de sua instauração enquanto discurso e projeto de cidade. Vê-se que curiosa e paradoxalmente, o **patriotismo de cidade**, ao contrário do **sentimento de crise**, não é condição, mas resultado do sucesso do próprio projeto – na verdade é simultaneamente resultado e condição. A unidade que se pressupunha no discurso unitário sobre a cidade é a unidade que se pretende construir. O paradoxo realizado: o plano estratégico fala em nome de uma cidade unificada cuja construção pretende engendrar através da promoção do patriotismo.” (VAINER, 2000, p. 94 - grifo do autor).

O urbanismo moderno tinha como pressuposto inicial a ideia de que o crescimento das cidades industriais estava fora de controle, algo como um monstro ou uma doença que dominava a sociedade, desviando-a de uma forma ideal conhecida ou desejada (BATTY, 2010). Para evitar tal condição, diversos projetos – por vezes de forma autoritária – foram elaborados no intuito de tentar impedir esse crescimento, ou fugir da realidade industrial, demonizando os grandes centros urbanos. Um exemplo notório foi o ideal criado com base no conceito das cidades-jardim, que, com a pretensão de reconciliar a vida urbana com a natureza, propunha o afastamento dos núcleos densamente habitados, quase como uma solução para exorcizar todo o mal produzido pela expansão urbana daquele período (BATTY e MARSHALL, 2009).

Figura 12 – “Sans retour ni consigne” - Cartum de J. F. Batellier – 1978 - (HARVEY, 2014, p. 28)

A partir da década de 1960, inaugura-se um ambiente múltiplo e disperso dentro dos campos teórico e prático do urbanismo, com diversas visões sobre qual seria de fato o papel do urbanista na cidade que já não era mais tão moderna. Resultante de uma *crise de sentido* da disciplina, algumas respostas a essas questões surgem como oposição ao descolamento que o ideário moderno tinha com a realidade e da vontade romper algumas barreiras impostas pelas certezas dos seus métodos simplificadores (NESBITT, 2006). Ao mesmo tempo, o enfrentamento da realidade urbana, vista, muitas vezes, como “*desordenada, espoliativa, dispersa, insalubre, desarticulada, segregada, clandestina, ineficiente*” criou um “mal-estar” diante da “*ausência de controle, de autoridade e de direção*” (MEYER, 1990, p. 11).

“E aqueles, que examinaram o assunto com mais cuidado e critério puderam provocativamente perguntar se em algum momento, desde o seu surgimento, o urbanismo e os urbanistas chegaram efetivamente a intervir no destino das cidades. Em tom um pouco irônico Ludovico Quaroni alega: ‘O arquiteto sempre reivindicou o direito ao controle da forma urbana; e é preciso admitir que, da mesma forma, este direito lhe foi sempre negado’”.
(MEYER, 1990, p. 16)

O mal-estar identificado por Meyer é a própria crise do determinismo, ou seja, é a percepção sobre a incapacidade dos métodos de controle da forma urbana frente a incerta realidade. Em resposta a essa condição, opondo-se àquelas figuras de rigidez e eficiência da esteira industrial e da produção de objetos autônomos, algumas teorias urbanísticas irão explicitar como dado fundamental a qualidade incerta e instável das cidades. E, conseqüentemente, se aproximam do campo das probabilidades, do *devir* e daquilo que possivelmente a cidade pode vir a ser. O *possível* como categoria analítica primordial do

tempo evolutivo, criativo e imprevisível, da constante novidade que nega o planejamento controlador.

*“Devolvamos o **possível** ao seu lugar: a evolução torna-se algo inteiramente diferente da realização de um programa; as portas do porvir abrem-se de par em par; um campo ilimitado oferece-se para a liberdade. O erro das doutrinas - bem raras na história da filosofia - que souberam abrir espaço para a indeterminação e para a liberdade no mundo foi o de não terem visto aquilo que sua afirmação implicava. Quando falavam de indeterminação, de liberdade, entendiam por indeterminação uma competição entre possíveis, por liberdade uma escolha entre os possíveis - coma se a possibilidade não fosse criada pela própria liberdade! Como se toda outra hipótese, pondo uma ideal preexistência do possível ao real, não reduzisse o novo a ser apenas um rearranjo de elementos antigos! Como se não devesse ser levada assim, cedo ou tarde, a tomá-lo por calculável e previsível! Aceitando o postulado da teoria adversa, introduzia o inimigo no reduto. É preciso aceitá-lo: é o real que se faz possível e não o possível que se torna real. (BERGSON, 2006, p. 119, grifo nosso)*

As incertezas e instabilidades forçam a identificação do possível, uma vez que o tempo *“é aquilo que impede que tudo seja dado de um só golpe.”* (BERGSON, 2006, p. 106). Bergson argumenta que o possível se dá pela elaboração, ou seja, através do tempo *real*, da *duração*, indivisível, da experiência vivida, que *“prolonga o passado no presente”* (BERGSON, 2006, p. 208), diferente do *abstrato*, aquele mensurável, especializado, quantitativo, *“atribuído pela ciência a um objeto material”* (BERGSON, 2005, p. 09). O tempo real de Bergson é aquele

próprio da consciência e da memória, o “tempo do filósofo”²¹ e negá-lo, como propôs a ciência clássica, é negar a própria existência (PRIGOGINE e STENGERS, 1996). Sendo assim, o tempo real é algo que age, que marca presença na existência incerta e imprevisível, em que a natureza é criativa. O tempo, para Bergson, só existe em função de tal criatividade, caso contrário seria ilusório.

“Mas a verdade é que a filosofia nunca admitiu francamente essa criação continua de imprevisível novidade. Os antigos já a repugnavam, pelo fato de que, mais ou menos platônicos, se figuravam que o Ser era dado de uma vez por todas, completo e perfeito, no imutável sistema das Ideias: o mundo que se desenrola diante de nossos olhos, portanto, nada lhe podia acrescentar; pelo contrário, era apenas diminuição ou degradação; seus estados sucessivos mediriam o afastamento crescente ou decrescente entre aquilo que ele é, sombra projetada no tempo, e aquilo que ele deveria ser, Ideia sediada na eternidade; desenhariam as variações de um déficit, a forma cambiante de um vazio. Seria o Tempo que teria estragado tudo [...]. Atenhamo-nos aos fatos. O Tempo é imediatamente dado. Isso nos basta e, na espera de que nos demonstrem sua inexistência ou sua perversidade, simplesmente constataremos que há jorro efetivo de novidade imprevisível.” (BERGSON, 2006, p. 119-120)

²¹ Em 1922, Bergson e Albert Einstein se encontraram na Sociedade Francesa de Filosofia. Na ocasião, ao criticar a Teoria da Relatividade de Einstein, Bergson distinguiu entre o tempo real do abstrato, afirmando que a possibilidade da simultaneidade de eventos proposta pelo físico não seria possível, uma vez que esta dependia da própria consciência e experiência vivida. “A princípio, Einstein está de acordo com a afirmação de que o tempo objetivo seja derivado do tempo da consciência. Mas, não há razão para estender a simultaneidade da duração à simultaneidade dos eventos, uma vez que entre essas há de fato uma rigorosa diferença de natureza. Logo, para Einstein, enquanto há realmente um tempo psicológico e um tempo físico, a noção de um tempo filosófico, ou seja, um tempo único que seria tanto um tempo da consciência quanto um tempo do qual a temporalidade física é derivada, é ilegítima.” (PEREIRA, 2008, p. 105)

Bergson entende que nossa percepção do tempo abstrato, da sucessão de eventos, é, na verdade, um imenso e complexo *sistema de relações* do tempo real (BERGSON, 2006). Esse sistema, como vimos, não abriga relações lineares, o que permite perceber que o tempo real tem, portanto, o papel de “*inserir a indeterminação na matéria*” (BERGSON, 2005, p. 137). Esse é o jorro do qual se refere Bergson, a constante transformação e a liberdade cada vez maior que a matéria em atividade assume no tempo, “*um verdadeiro reservatório de indeterminação*” (BERGSON, 2005, p. 137), em contraposição ao mundo organiza, em que a evolução é uma força limitada e inadequada ao que se pretende produzir. Um mundo, portanto, do programa predeterminado, que constrói concepções de forma análoga às construções de edifícios. Uma série de peças ali dispostas exercendo funções muito bem definidas, em prol do melhor funcionamento da estrutura “*no qual as dissonâncias aparentes só serviriam para fazer sobressair a harmonia fundamental*” (BERGSON, 2005, p. 138).

Bergson questiona se “*não seria ele [o tempo] então veículo de criação e de escolha? A existência do tempo não provaria que há indeterminação nas coisas? O tempo não seria exatamente essa indeterminação?*” (BERGSON, 2006, p. 106). As incertezas e instabilidades são propriedades da indeterminação, tratadas, pela complexidade, a partir de suas condições essenciais, o grande número de interações não-lineares do sistema e sua alta sensibilidade às perturbações. Inerentes às dinâmicas urbanas, essas propriedades são a própria condição do tempo real, do estado longe do equilíbrio, da entropia sempre crescente que resiste às tentativas de controle da cidade.

Algumas teorias, principalmente a partir da popularização dos computadores, começam a explorar aproximações mais *maleáveis*, adaptáveis, ou ainda, *afrouxadas* e *fluidas* (ALLEN, 1999; LYNN, 1998; TSCHUMI, 1994; ITO, 1999; etc.) da cidade, contrariando o

fisicalismo dos atributos puramente geométricos apontado por Michael Batty. Diante disso, procura-se criar maneiras de agir – intervir, participar – no meio urbano reconhecendo que o espaço “*não é simplesmente a projeção tridimensional de uma representação mental, mas é algo que se ouve e no que se age*” (TSCHUMI, 1994, p. 111). Tal compreensão permite que novas figuras conceituais sejam construídas *a partir* das incertezas e instabilidades, colocando em xeque especificamente a questão dicotômica do determinismo reducionista, que separa e exclui.

Entre essas novas figuras, a ideia de *campo* sugere, para o urbanismo, oportunidades para um olhar mais especulativo e impreciso, próprio para lidar com instabilidades. Emprestado da matemática, o campo é entendida como um espaço de propagação dinâmico, onde linhas, pontos e superfície não delimitam formas de objetos, nem suas atividades dispostas no espaço, mas descrevem a natureza evolutiva de determinado fenômeno, a partir das variações de suas interações (KWINTER, 1986). O campo opera, portanto, por um sistema relacional entre forças, que ultrapassa o espaço cartesiano, da matéria, sendo descrito, então, por vetores, funções, intensidades e velocidades.

Figura 13 - Diagramas de condições de campo (ALLEN, 1999, p. 98).

O arquiteto estadunidense Stan Allen (1956-), adaptou o conceito de *campo* para entender, fundamentalmente, as dinâmicas urbanas contemporâneas e sua capacidade de produzir complexidade e diferença nas diversas escalas. Com isso, Allen reconhece que a cidade não é um campo coerente e estável, mas sim marcada constantemente por transformações sociais, políticas e tecnológicas ao longo do tempo (ALLEN, 2017). No urbanismo, considerar a cidade como *campo* permite ampliar e criar novas estratégias com

certa abstração – das perseguições pelo domínio – da morfologia urbana, uma vez que a *“forma importa, mas não tanto as formas das coisas, e sim as formas entre as coisas.”* (ALLEN, 2013, p. 93).

Figura 14 – Michael Wesley – Parada do Orgulho Gay – Nova York em 1998 - Nessa fotografia, Wesley utiliza técnicas de superexposição que captura com muita definição as formas fixas e como mancha, o dinâmico, as formas entre as coisas.²²

Allen, no entanto, pondera e sugere um sentido mais tático para a abstração, como uma operação de aceitação do real e toda sua imprevisibilidade. Não se pretende um modelo prático, nem de uma prática discursiva, mas a manipulação conceitual a partir da experiência com o real, que afrouxa as definições rígidas, e que, ao mesmo tempo, nega as abstrações que excluem a experiência da realidade ou desistem da possibilidade de construir realidades alternativas (ALLEN, 1999).

²² Disponível em <https://wesely.org/2019/gay-pride-parade-new-york-14-11-16-23-uhr-28-06-1998/>

“Em termos gerais, uma condição de campo pode ser qualquer matriz formal ou espacial capaz de unificar diversos elementos, ao mesmo tempo respeitando a identidade de cada um deles. As configurações de campo são agregados frouxos, caracterizados pela porosidade e a interconectividade local. A forma e a extensão gerais são extremamente fluidas e menos importantes do que as relações internas das partes, que determinam o comportamento do campo. As condições de campo são fenômenos de baixo para cima, definidas não por esquemas geométricos gerais, e sim por conexões locais intrincadas.” (ALLEN, 2013, p. 93)

As condições de campo não tratam do que é durável, abrem espaço para a incerteza do real e, conseqüentemente, obriga a incorporação de processos instáveis, definidos por relações mútuas e locais, interdependentes, que resultam em inúmeras sequências de eventos e, invariavelmente, criam padrões, *“não como um tipo fixo, mas como resultado cumulativo de padrões de comportamento localizados”* (ALLEN, 2013, p. 99). Dissolvem, portanto, o conceito de entidade delimitada e isolada do meio, se distanciando dos objetivos colocados pelo urbanismo moderno, ou até mesmo por McLoughlin. Nesse caso o urbanista não procura exercer um controle da forma para guiar a cidade ao equilíbrio, ao contrário, estabelece condições a partir daquelas que a cidade está submetida. Condições essas que criam um campo de forças que não elimina as diferenças por conta de sua natureza vetorial, de fluxos e devires – aproximando-as, tangencialmente, do liso²³, do topológico, por conta de

²³ Greg Lynn (1964-), a partir de Gilles Deleuze (1925-1995), identifica o liso na arquitetura e no urbanismo como uma 3ª via quebra a lógica de as estratégias dialeticamente opostas, coladas por linguagens arquitetônicas preocupadas com a análise histórica, de um lado, as que se ocupam com maior vigor das análises de contexto espacial. Essas duas vertentes, segundo Lynn, trabalham com lógicas binárias e o liso oferece a possibilidade de não exclusão, por meio de táticas de mistura e combinação. Sem homogeneizar, o liso cria misturas de elementos díspares, preservando suas diferenças (LYNN, 2013).

sua natureza vetorial, dos fluxos e devires. É um campo de força que não elimina as diferenças e exige respostas materiais organizadas em favor das condições dadas pelo espaço, não contra elas.

As estratégias projetuais que partem das condições de campo buscam incorporar as dinâmicas urbanas por meio de *ajustes fluidos* ou *afrouxados*, que permitem adaptações – programáticas, morfológicas, topológicas – guiadas pelo acaso, pela improvisação, conforme a cidade evolui (ALLEN, 1999). Allen, por vezes, relaciona tais estratégias com a realidade dos projetos de paisagens, que incorporam as transformações incontrolláveis da natureza ao antecipar algumas sucessões de estados pela qual essa paisagem passará ao longo do tempo, considerando as mudanças da vegetação, espaciais e novos usos. Cria-se uma espécie de ecologia artificial que cria condições “*sob as quais características espaciais completamente diferentes e talvez imprevistas podem emergir da interação entre os elementos projetados e os eventos indeterminados do futuro*” (ALLEN, 2002, p. 126 - tradução nossa).

As incertezas e instabilidade do campo, que estão constantemente em vias de transformar, podem ser associadas ao conceito de *evento*, principalmente para a discussão fundamental da dimensão temporal no urbanismo, que, por vezes, é associada apenas ao longo prazo, da mudança lenta. No campo, as dinâmicas e interações tomam lugar, constroem-se mutualmente em um processo essencialmente evolutivo. Como visto em Bergson, o tempo, reservatório de indeterminações, é a chave para estudar os sistemas longe do equilíbrio, uma vez que seus comportamentos não-lineares, caóticos, são expressados por um sem número de sequências de eventos imprevisíveis (PRIGOGINE e STENGERS, 1996).

Figura 15 - City Flows - Urban Complexity Lab²⁴

Grande parte da teoria urbana está associada a noção de que estruturas espaciais e sociais mudam lentamente, onde os parâmetros são, geralmente, as grandes dinâmicas, realizadas ao longo de meses ou anos, mas dificilmente consideram o ciclo menor de tempo (BATTY, 2002). Eventos são os acontecimentos, ocorrências, incidentes, em oposição ao programado e previsível, não é ocasional ou esporádico, mas se relaciona com as dinâmicas e interações em movimento, construindo múltiplas realidades possíveis. Essa figura torna-se então necessária para a ênfase dos projetos a partir do tempo, não rumo ao equilíbrio, mas entendendo que mesmo mudanças que só podemos verificar a longo prazo são decorrentes de transformações a curtíssimo prazo. Os estudos que analisam os usos de sistemas de transporte são um bom exemplo disso, já que consideram as viagens e o comportamento rotineiro de passageiros e viagens nos projetos das infraestruturas mobilidade, que são mais inertes e duradoras (BATTY, 2002).

²⁴ A imagem mostra a leitura de diversos deslocamentos de ciclistas em Nova York partindo sempre do mesmo ponto, mas com destinos diferentes. O eixo vertical da axonométrica refere-se a variação temporal de cada ciclista para chegar em seu destino. (Disponível em: <https://uclab.fh-potsdam.de/projects/cf-city-flows/>)

Figura 16 – Caminhos espaço-temporais²⁵

O arquiteto suíço Bernard Tschumi (1944-), assim como Allen²⁶, sugere romper com a noção cartesiana do espaço como um produto resultante das definições programáticas e composições formais, e entendê-lo como “*parte de um complexo processo de relações transformacionais*” (TSCHUMI apud SPERLING, 2008, p. 51). Dessa forma, Tschumi se alinha ao campo topológico, dos processos e da variedade das instabilidades impostas pela experiência real. O evento, nesse caso, relaciona-se com o tempo real de Bergson, e é, portanto, invenção, devir e indeterminação. O arquiteto suíço ainda defende que espaço,

²⁵ Padrões mobilidade de pedestre em escalas espaciais e temporais. Dados coletados de uma mulher em Lexington, Kentucky, EUA e analisados pela geógrafa Mei-Po Kwan (KWAN, 2008).

²⁶ As bases para essa definição das *condições de campo* foram formuladas, segundo Stan Allen, a partir de interlocuções com Bernard Tschumi, entre outros professores e estudantes, enquanto professor na Universidade Columbia. Na ocasião, entre 1990 e 1995, Tschumi era o diretor da faculdade e sugeriu que os estúdios de projeto funcionassem como um “um lugar para testar ideias e elaborar novos conceitos em colaboração com os estudantes” (ALLEN, 2017, p. 21, tradução nossa).

movimento²⁷ e eventos, a partir de relações disjuntivas, definem a arquitetura. Eles são elementos independentes, mas não autônomos pois estão a todo momento sobrepondo-se e qualificando-se mutuamente.

Figura 17 - *The Block – The Manhattan Transcripts*²⁸

O evento é engendrado – e engendra – pelas condições de campo, escapando do planejamento e do controle. Eventos são singularidades, e, a partir deles, são criadas novas possibilidades de realidade, são como as tais ramificações de trajetórias colocada por Prigogine, os momentos em que o sistema “decide” qual caminho seguir. Batty (2002) sugere

²⁷ “Dada a imprevisibilidade dos eventos, Tschumi introduz o movimento como terceiro termo, entre o espaço e o evento, como dispositivo caracterizado por certa previsibilidade e que potencializa a ocorrência do evento (1994b: 111, Walker, Tschumi, 2006: 40-41, 76)79. O movimento, longe de ser mero cinetismo ou ação mecânica, diz respeito ao contato dinâmico entre os corpos e entre eles e o espaço. Uma situação dinâmica sugere assim maior probabilidade de ocorrência de eventos que uma outra estática.” (SPERLING, 2008, p. 50).

²⁸ Em *The Screenplays* (1976) e *The Manhattan Transcripts* (1976-1981), Tschumi oferece a possibilidade de entender espaço, movimento e evento, de forma independente, mas relacional. Para isso, propõe experimentações gráficas que tentam transcrever aspectos complexos da conexão entre espaço e seus usos. Dispondo-as em uma matriz relacional, esses elementos mostram novas realidades comparáveis entre si, que normalmente não aparecem nos desenhos arquitetônicos convencionais. *The Block* é o *Manhattan Transcript 4* – em que cinco eventos improváveis ocorrem em pátios separados dentro de uma quadra de Nova York: acrobatas, patinadores no gelo, dançarinos, soldados e jogadores de futebol em um contexto geralmente estranho à sua atividade. (Disponível em: <https://www.moma.org/collection/works/62>.)

considerar as cidades como *clusters* de eventos, não apenas os de longa duração, com impactos mais visíveis, mas também aqueles que acontecem em períodos muito curtos de tempo e que tem importante participação nas dinâmicas urbanas.

Figura 18 – Simulação de fluxos de pedestres em pequena e média escala - Estação Central de Nova York. Gregor Lämmel.²⁹

As figuras conceituais de *campo* e *evento* só poderiam ser elaboradas a partir das incertezas e instabilidades, uma vez que atuam, essencialmente, sobre dinâmicas não-lineares. Nesse sentido, são fundamentais para as articulações entre as teorias da complexidade e do urbanismo contemporâneos pretendidas nesse trabalho, mas são ainda mais importantes por também oferecerem estratégias propositivas, que fogem do binômio

²⁹ Modelos de interação de pedestres baseados em agentes de alta granularidade com cruzamento de fluxos de pedestres, bidirecionais em altas densidades, velocidades diferentes e múltiplos destinos. Disponível em: <https://vimeo.com/83444786>

forma e função como delimitador do espaço. Ao mesmo tempo que não se aproveitam da abstração para propor relações muito evasivas. Allen e Tschumi defendem novos dispositivos conceituais que contrariam tanto o exagerado discurso da autonomia da arquitetura quanto o planejamento urbano controlador, tão descolado da realidade.

3.2. INTERAÇÕES, DEVIR E ENTROPIA

*“Strange fascination, fascinating me
Changes are taking the pace I'm going through”
(Changes, David Bowie, 1971)*

Tendo em vista que aproximações mais flexíveis sobre as complexidades da cidade se mostram mais pertinentes, devido ao seu potencial de transformação constante, de previsibilidade limitada e a impossibilidade de controlar seus desdobramentos, nos é disponível projetar a partir de seus *“eventos e qualidades – transições de fase – resultantes de fluxos de matéria e energia que passam por eles.”* (PEIXOTO, 2010, p. 50). Nesse sentido, procura-se articular aqui as condições explicitadas anteriormente pela complexidade e modos possíveis de projetar a partir do contexto urbano contemporâneo.

Questões que passam por entender que qualquer atitude propositiva deverá ter uma noção de diálogo, de construção de relações com as dinâmicas urbanas, que coloca em xeque as possibilidades de unidade e autonomia. É possível verificar algumas práticas que sugerem operações conceituais que auxiliam na concepção do projeto como ferramenta de intermediação de forças, e não um ato imposição ou de controle de formas urbanas. Nesse caso o projeto é, segundo Allen (1999b), um processo de contínuas articulações dos

potenciais oferecidos pelo campo, e, a partir dessas articulações, uma prática para provocar novas organizações contextuais. Allen sugere operar por transposições das forças, o oposto de decodificar ou traduzir a partir de regras preestabelecidas. Na transposição, as partes são articuladas segundo suas próprias dinâmicas, de forma instável e incerta, mas que possibilita o surgimento de novas configurações. Não se trata, necessariamente, da manipulação da forma no espaço, mas de ativar as relações já existentes, projetar condições antes que condicionar (SPERLING, 2008).

Interessa aqui entender com quais pressupostos a complexidade facilita olhares propositivos, caminhos ou modos de agir *a partir* das dinâmicas urbanas. Os pressupostos para esse trabalho partem de um arranjo combinatório entre algumas das características de um sistema complexo e estratégias projetuais do urbanismo contemporâneo. Desse arranjo emergem três figuras, ou propriedades, que não pretendem ter um contorno muito claro, ou que tenham função de predicados para algum projeto, muito menos uma lista que encerre e defina algo. As três propriedades – *interações*, *devir* e *entropia* – servem como uma indicação pela qual algo prova pertencer a categorias não estabelecidas aqui, ou, talvez, a uma categoria certamente genérica que se desenha em torno das possibilidades de abordagens mais flexíveis das dinâmicas urbanas.

Portando, essas propriedades não servem para qualificar o conjunto total do projeto e sim algumas estratégias específicas, pois, assim como as características de um sistema complexo, não se sustentam isoladas, muitas vezes se encadeiam ou entrecruzam, são possivelmente interdependentes, mas não concorrentes. *Interações*, *devir* e *entropia* permitem delinear possibilidades de ação no espaço urbano de forma a colaborar com seus processos evolutivos, não são exemplos ou modelos da discussão colocada, mas são apresentadas como figuras ou parâmetros dinâmicos que se ajustam aos diferentes olhares e

realidades. Escapa-se, assim, de formulações deterministas e, ao mesmo tempo, de “voos cegos a que se lançam alguns, irrefletidamente em nome do exercício de projeto” (MEYER, 1990, p. 20). É proposto aqui um certo agenciamento de um conjunto de estratégias oferecidas nos projetos selecionados para tal.

3.2.1. INTERAÇÕES

Prigogine (1996) propõe encarar os fenômenos complexos a partir de suas interações, dos comportamentos, das flutuações e dos momentos em que o sistema se transforma, ou seja, quando sua trajetória bifurca e abre para novas possibilidades. Longe do equilíbrio as interações são ativas e heterogêneas e, portanto, tal sistema só pode ser definido por sua atividade, por sua capacidade de reagir. Surge então uma outra noção das dinâmicas de um sistema urbano, a de que não é possível entender qualquer processo sem considerar o todo como o resultado de suas interações, e não seus objetos.

Em um sistema complexo, longe do equilíbrio, *“a matéria adquire novas propriedades em que as flutuações, as instabilidades desempenham um papel essencial: a matéria torna-se mais ativa”* (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 68). As interações, com comportamentos emergentes e inesperados, forçam a necessidade de olhares mais atentos, menos ansiosos. Elas operam, engendram – e são engendradas por – dinâmicas, influências, perturbações e disputas, articulam e estabelecem relações construtivas de novas realidades, são linhas de forças – de atualização ou de criatividade – que agem como combustível para futuros incertos, ou devires múltiplos. Se de fato são linhas de forças, interessa, assim,

“desemaranhar as linhas, e, em cada caso, traçar um mapa, cartografar [...]. É preciso instalarmo-nos sobre as próprias linhas, que não se

contentam apenas em compor um dispositivo, mas atravessam-no, arrastam-no, de norte a sul, de leste a oeste ou em diagonal” (DELEUZE apud. SALES, 2007. s.p.).

Nesse sentido, para “desemaranhar as linhas” parece necessário verificar um conjunto de estratégias que entendam o projeto a partir de sua capacidade de articulação das diversas escalas, estratos, elementos, disputas e engendramentos, tendo-os não como informação, mas como força atuante e constitutiva. O projeto se torna parte do problema a ser elaborado, não como solução heroica, mas como síntese, como processo resultante das interações de múltiplos fatores, internos e externo, que “[...] *emane da compreensão das lógicas e forças atuantes [...] e a partir dos quais se possam deflagrar atuações de reestruturação espacial de ampla escala e múltiplos objetivos.*” (LAGRECA DE SALES, 2008, p. 26). Um processo de construção condicional, ou uma *indeterminação dirigida*³⁰, que atribui peso de escolha e decisões às diversas interações e opera suas variáveis de maneira a sintetizá-las, em forma de projeto.

Projetar a partir das interações é deslocar-se da noção de autonomia – do objeto independente – e criar estratégias para que aquilo que é proposto esteja entrelaçado ao existente, não necessariamente como abordagem contextualista, mas identificando, interpretando e articulando diferentes camadas e dinâmicas. São negociações constantes entre contexto e devires onde os projetos escapam de “*um caráter voluntarista, pautados em circunstâncias políticas ou econômicas*” (MEYER e GROSTEIN, 2010, p. 13).

³⁰ Stan Allen explica que, as condições de campo demandam um projeto de sistemas e montagens, que considera intervalos, espaços entre as coisas e cria um espaço livre de associação - uma zona de *indeterminação dirigida* (ALLEN, 2017)

O *Olympic Sculpture Park*, em Seattle (EUA), projetado pelo escritório Weiss/Manfredi (concluído em 2007), apresenta com clareza tais negociações.

Figura 19 - Olympic Sculpture Park³¹

Para resolver um tecido desconexo de um antigo parque industrial, foi projetada uma grande superfície contínua que conecta a cidade com sua orla. Essa superfície visa minimizar a segregação espacial de uma área dividida por duas vias férreas, uma via arterial e por um desnível de doze metros entre o nível da água e a rua na parte superior.

³¹ Disponível em: <http://www.weissmanfredi.com/project/seattle-art-museum-olympic-sculpture-park> - Acessado 25.04.21

Figura 20 - Olympic Sculpture Park – Situação anterior (esquerda) x situação atual (direita)³²

Não se trata de superfície fina, como a cobertura de um edifício, mas a construção de uma paisagem, uma *densa (thick)* camada gerada pela superposição de múltiplos sistemas – físicos e/ou virtuais – que cria novas relações de continuidades. Como um *carpete (mat)*, uma superfície densa depende, segundo Allen, diretamente da sua capacidade de entrelaçar diversas funções, atividades e dinâmicas, criando performatividades³³ resultantes das qualidades materiais do espaço (inclinações, texturas, rigidez ou suavidade, permeabilidade, profundidade, etc.) (ALLEN, 2002). O projeto é tratado como um estrato topológico à medida que a construção, a paisagem e o entorno se fundem, a rede de infraestrutura que antes era vista como um obstáculo, torna-se parte do processo organizacional.

³² Disponível em: <http://www.weissmanfredi.com/project/seattle-art-museum-olympic-sculpture-park> - Acessado 25.04.21

³³ Nesse sentido, a superfície é também um elemento participante do espaço e não apenas um suporte. Ela é sujeito e não apenas objeto.

Figura 21 - Olympic Sculpture Park - Axonométrica³⁴

Nessa mesma perspectiva, o Plano Urbanístico do Parque Dom Pedro II³⁵ em São Paulo, concluído em 2012 e não executado, apresenta algumas estratégias importantes de serem consideradas. Tendo em vista as mais diversas escalas e naturezas do problema a ser enfrentado, as hipóteses e critérios do projeto são o resultado direto de interpretações da complexa e intensa sobreposição de camadas que ocorrem no local. Tal atitude é uma maneira de agenciar a grande escala, fugindo das noções do planejamento heroico e

³⁴ Disponível em: <http://www.weissmanfredi.com/project/seattle-art-museum-olympic-sculpture-park> - Acessado 25.04.21

³⁵ Desenvolvido por: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano; FAUUSP – FUPAM/ LUME Regina Meyer (coordenação geral), Marta Grostein, José Borelli; Una Arquitetos, H+F arquitetos e MetrÓpole Arquitetos.

totalitarista, garantindo ao plano uma posição mais *ativa*³⁶ frente às condições reais ali colocadas. Dessa forma, o perímetro de atuação do plano é delimitado e identificado como uma das várias *peças urbanas*³⁷ “que se justapõem visando as coesões urbanas instáveis [...], pois são sempre dependentes das formas que irão assumir as futuras atividades, as intervenções setoriais e os próprios projetos urbanos” (MEYER e GROSTEIN, 2010, p. 277).

Figura 22 - Plano Urbanístico do Parque Dom Pedro II – Situação existe (acima) x Implantação geral³⁸

³⁶ Mais processual, menos finalista (MEYER e GROSTEIN, 2010).

³⁷ Contra a ideia do projeto total, as peças urbanas são caracterizadas como uma maneira agir em contextos urbanos de alta complexidade, levando em consideração, com maior profundidade, as atividades de análise e interpretação do território, necessárias para desenvolver o projeto (MEYER, 2006).

³⁸ Disponível em: <https://www.hf.arq.br/projeto/plano-parque-dom-pedro/> - Acessado 18.04.21

Desse plano, é preciso destacar um setor específico que apresenta um papel central em toda proposta: a lagoa de retenção e a praça linear à oeste do rio Tamanduateí, projetadas como uma infraestrutura de drenagem, mas com forte intenção de espaço público. As condições topográficas da colina histórica e a várzea do Carmo, somando às assistemáticas transformações de infraestrutura viária e de transporte de massa que a área sofreu ao longo dos anos, os atributos físicos, funcionais e sociais próprios da região central e o entrecruzamento de diversos fluxos de deslocamentos da cidade fazem com que tanto a lagoa quanto a praça tenham funções de articulação, não apenas como conexão espacial, mas no sentido de organizar campos direcionados nos quais programas, eventos e atividades possam se desenvolver.

Figura 23 Plano Urbanístico do Parque Dom Pedro II – implantação geral (esquerda), perspectivas eletrônicas (direita superior e inferior) -³⁹

³⁹ Disponível em: <https://www.hf.arq.br/projeto/plano-parque-dom-pedro/> - Acessado 18.04.21

Esse conjunto oeste – praça e lagoa – sofre fortes influências da situação geográfica em que se encontra, recebe o fluxo de pedestres da estação intermodal proposta (metrô, terminal de ônibus e Expresso Tiradentes) além da própria frente que faz com a porção de cidade próxima a colina histórica. Por conta disso, esse conjunto se comporta como uma superfície semelhante a cobertura do *Olympic Sculpture Park*, mas sua configuração plana cria relações mais horizontais e não tão densas. Mesmo com uma função infraestrutural bem definida, o conjunto se torna uma zona de indeterminação dirigida, um espaço entre as coisas onde interações, sobreposições e adaptações engendram-se, transformando facilmente suas dinâmicas cotidianas.

3.2.2. DEVIR

Diante dos problemas do reducionismo, Prigogine anuncia uma “nova ciência” capaz de interpretar os comportamentos evolutivos do universo, levando em conta as incertezas e as diversidades da natureza, assim como seus eventos complexos, por vezes considerados, aos olhos deterministas, transitórios e sem importância. Com isso, Prigogine propõe que, ao considerar as instabilidades, as certezas universais sejam abandonadas e forçando concepções que afirmam o devir, e não mais somente o ser.

As instabilidades das interações são a promessa do devir, descrevem um mundo de movimentos irregulares e caóticos onde o “*conhecimento não pressupõe apenas um vínculo entre o que conhece e o que é conhecido*” (PRIGOGINE e STENGERS, 1996, p. 157). Prigogine entende os comportamentos evolutivos como histórias que se encaixam em outras histórias, um emaranhado de devires, regularidades e eventos, que lhe permite escapar tanto do arbitrário, do acaso cego quanto da previsibilidade de um mundo autômato (PRIGOGINE e

STENGERS, 1991). Nessa perspectiva, o tempo, que evolui irreversivelmente, o tal "*jorro efetivo de novidade imprevisível*" de Bergson, é força criativa, da elaboração, está sempre em vias de ser. O devir não se apresenta como um horizonte estranho, é uma *virtualidade* ⁴⁰ acerca do atual, uma potência à espera de algo que reage.

Pensar em estratégias para o devir não se trata de projetar o improjetável, mas "*de perceber as possibilidades de atuar – em vez de controlar – em relação as suas propriedades inerentes*" (PEIXOTO, 2010, p. 15) ou ainda de "*operações e traços de qualidade pelas quais o espaço urbano pode devir*" (SALES, 2020. No prelo, p. 11). O projeto tem como pressuposto a função de palco (que também faz parte do espetáculo) para possibilidades de fecundações múltiplas e mutuas, da força *comunicativa* e *contagiosa* (DELEUZE e PARNET, 1998). Nesse caso, as estratégias partem de códigos menos definidores da realidade, por vezes um tanto abstratos, mas que possibilitam a construção a partir do outro que está por vir, das condições para eventos incertos, instáveis e, portanto, indeterminados.

O projeto do *Parc de La Villette* (Paris - França), concurso vencido por Bernard Tschumi em 1982, parte de um sistema conceitual abstrato, de superposição de sistemas autônomos (pontos, linhas e superfícies), para a construção de uma mediação entre o que já estava dado (programa e restrições) e o que está por vir, "*novas correlações entre programa e espaço*" (SPERLING, 2008, p. 57). O sistema de pontos é composto por um *grid* de *folies*, ou seja, pontos de intensidades e de relações entre objetos, eventos e pessoas; as linhas são vetores de conexão infraestrutural, de atração das circulações e de delimitação; e as superfícies são

⁴⁰ "*Eles são ditos virtuais quando sua emissão e absorção, sua criação e destruição são feitas em um tempo menor do que o mínimo de tempo contínuo pensável, e que tal brevidade os mantém desde então sob um princípio de incerteza ou de indeterminação. Todo atual se envolve de círculos de virtualidades sempre renovadas, sendo que cada um emite outro, e todos envolvem e reagem sobre o atual*" (DELEUZE e PARNET, 1998, p. 173)

grandes áreas livres, são regiões de influência, expansão e choque entre atividades e circulações.

Figura 24 – Parc de la Villette - Perspectiva⁴¹

Figura 25 – Parc de la Villette – Foto aérea - Philippe Guignard⁴²

⁴¹ Disponível em: <https://www.moma.org/collection/works/88> - Acessado 10.03.21

⁴² Disponível em: <https://www.tourisme-plainecommune-paris.com/decouvrir/aux-alentours/la-villette> - Acessado 10.03.21

A mediação por meio da abstração proposta por Tschumi não pretende uma estrutura formal coerente, mas sim a possibilidade de conflitos, de explorar as relações topológicas como continuidade, descontinuidade, limites, fronteiras, barreiras, intervalos, cheios e vazios (SPERLING, 2008). O foco de Tschumi é incitar – nem criar, nem programar – condições para as instabilidades urbanas agirem, os movimentos caóticos e imprevisíveis, entendidas por ele como eventos. Essa estratégia permite algumas zonas de indeterminações, ou *espaços entre*⁴³, que opera através de códigos abstratos, não determinados previamente, sempre a espera de que o espontâneo aconteça.

Figura 26 – Parc de la Villete – Perspectiva⁴⁴

⁴³ “O espaço entre é o contexto no qual agem o evento e a repetição maquínica no processo ininterrupto de produção da diferença – um mínimo absoluto de dispositivos para gerar um máximo de eventos espontâneos.” (SPERLING, 2008, p. 40)

⁴⁴ Disponível em: <http://www.tschumi.com/projects/3/> - Acessado 10.03.21

Figura 27 – Parc de la Villette - Pierre-Emmanuel Rastoin⁴⁵

A superposição de sistemas como intenção de desenhar o espaço de forma mais abstrata foi também uma estratégia utilizada pelo escritório holandês OMA no projeto para o mesmo concurso do *Parc de La Villette*. Ainda contaminado pela lógica da *congestão* (KOOLHAAS e MAU, 1995), Rem Koolhaas desenvolve nesse projeto operações que exploram a presença simultânea de realidades incongruentes, ou seja, uma intervenção que abrigaria a pluralidade da cidade contemporânea. É na superposição dessa pluralidade, no conflito das interações ativas, que o devir se torna possível, pois cria possibilidades para que os sistemas se auto organizem sem relações previamente impostas (JENCKS, 1997). Koolhaas é ainda mais radical, não tenta criar uma unidade formal a fim de suavizar as contradições, mas propõe a relação entre sistemas autônomos, sem privilegiar nem eleger como primário nenhum deles.

⁴⁵ Disponível em: <https://www.tourisme-plainecommune-paris.com/decouvrir/aux-alentours/la-villette> - Acessado 10.03.21

Figura 28 - Hipóteses iniciais, faixas, confetes, acesso/ circulação e camada final⁴⁶

Figura 29 – Parc de la Villette – Implantação geral (direita) e ilustração da camada final (esquerda)⁴⁷

Podemos destacar dois sistemas que explicitam essa operação de forma mais precisa. As faixas, distribuídas no sentido leste-oeste, com larguras de 50 metros, subdividem a área a fim de criar uma superfície para abrigar, por vezes de forma aleatória, diferentes áreas de estar, jardins e bosques, evitando assim a aglomeração de categorias programáticas. Essa

⁴⁶ Disponível em: <https://oma.eu/projects/parc-de-la-villette> - Acessado 10.03.21

⁴⁷ Disponível em: <https://oma.eu/projects/parc-de-la-villette> - Acessado 10.03.21

estratificação é, segundo Koolhaas, a mesma experiência de um arranha-céu que, mesmo com sobreposição e acúmulos, oferece a capacidade de suportar diferentes eventos programáticos. Os pontos – *confetes* – são elementos relativamente pequenos que influenciam e são influenciados pelas zonas em que estão implantados. Esses equipamentos abrigam serviços como quiosques, parquinho infantil, bares, etc., e conformam uma malha de pontos com uma densidade controlada a partir de uma fórmula matemática que considera a área disponível, área do serviço a ser disponibilizado, total de pontos necessários em todo o parque e a sua distribuição.

Figura 30 - Parc de la Villette - modelo físico⁴⁸

Koolhaas buscou combinar a instabilidade programática com as incertezas das dinâmicas urbanas, sem deixar de lado as atividades necessárias para o funcionamento do parque. O projeto como uma operação instável parece, segundo o holandês, estabelecer

⁴⁸ Disponível em: <https://oma.eu/projects/parc-de-la-villette> - Acessado 10.03.21

possibilidades para que o programa real, incerto e imprevisível, aconteça. Ou seja, o princípio da indeterminação permite abrigar mudanças e transformações sem que a hipótese inicial seja danificada (KOOLHAAS e MAU, 1995). O projeto não trata de organizar continuidades ou lógicas espaciais, mas busca maneiras de incentivar os eventos espontâneos, singulares e descontínuos por meio de um tecido pretensamente neutro. Essa abordagem pretende demonstrar que, ao invés de conceber um parque como algo oposto ao que é a cidade, essa área poderia abrigar a agregação da vida metropolitana em configurações em constante mudança.

3.2.3. ENTROPIA

Entropia tem significados variados de acordo com a bibliografia ou área de conhecimento, mas neste trabalho considera-se como uma medida da probabilidade da ocorrência de eventos e da nossa habilidade em reconhecer determinado sistema face à imprevisibilidade de interações e novos arranjos resultantes. Essa concepção é parte importante da contribuição de Prigogine para a complexidade, que desassocia a produção de entropia à desordem. Na termodinâmica do século 19 os sistemas eram assumidos como à caminho do equilíbrio, em que a tendência é minimizar as possibilidades de novas organizações e trocas, chegando a entropia é máxima. Prigogine explica que, ao contrário, quando longe do equilíbrio, o sistema é “sensível” às interações de suas partes e às condições reais do ambiente, se modifica a partir de qualquer pequena interferência, apresentando assim entropia sempre crescente. A entropia é a medida da incerteza e resultado das instabilidades.

A entropia exige estratégias como capacidade de reagir à uma complexa série de eventos não antecipados e fora do controle do projeto. Essas estratégias que assumem o carácter evolutivo das cidades, parecem estar mais ou menos relacionadas às configurações de *ajustes frouxos* (ALLEN, 1999), de codificações pouco definidoras ou como uma série de regras combinatórias complexas. Assim, apresentam condições para assimilar as interações, transformando-se, tendo como premissa a tensão entre ordem e desordem e o “*caráter provisório, instável e de sobreposições contínuas*” (MEYER, 2000, p. 08). Proposições muito fechadas ou codificadas não percebem a participação das instabilidades como produtoras de novos conjuntos de fenômenos, correlações e estruturas, e a entropia existe e se mantém à custos das mudanças potenciais (PRIGOGINE e STENGERS, 1996). O devir informa a entropia.

Algumas estratégias nessa linha são identificadas por Stan Allen como “Urbanismo Infraestrutural”, descrevendo-as como sistemas abertos a mudanças – flexíveis – que se transformam dentro das determinadas condições urbanísticas. É uma aproximação sobre a capacidade relacional que as infraestruturas demostram ao se modificarem sem muitos códigos predeterminados, aceitando improvisações táticas. As infraestruturas, segundo Allen, criam limites para o futuro desenvolvimento a partir de relações materiais e não códigos burocráticos dos planos e leis (ALLEN, 1999).

No projeto para Zona de Atividades Logísticas em Barcelona (1996, não executado), o arquiteto Stan Allen parte da distribuição abstrata de indícios materiais do que seria a futura instalação. Utilizando-se de diagramas o arquiteto estabelece a programação de um desenvolvimento flexível, “*um campo dirigido dentro do qual a vida futura da infraestrutura pode se desdobrar*” (ALLEN, 1999, p. 73. Tradução nossa). A identificação e articulação desses indícios mostram um complexo sistema de relações de elementos como: *superfícies*, ou seja, a sobreposição de manchas – áreas verdes e novos programas – e corredores, os caminhos

das infraestruturas; *movimentos*, que evidenciam a circulação disjuntiva entre manchas, conexões com o viário existente; *programa* que é exigido pelo concurso e dividido em trabalho, exposição, serviços e recreação; *tipologias organizacionais frouxas*, que consistem em áreas de atividades definidas por texturas ou densidades e não são totalmente delimitadas; e *infraestrutura*, em que uma cobertura contínua, flexível e adaptável articula toda a superfície.

Figura 31 - Zona de Atividades Logísticas - Diagrama da implantação⁴⁹

O resultado é um “manual do usuário” flexível, uma espécie de roteiro condicional que oferece diversos caminhos, em um esquema afrouxado – de limites mínimos e menos burocrático – que serve para conceber múltiplos cenários e facilitar as constantes interações

⁴⁹ Disponível em: <http://www.stanallenarchitect.com/practice/> - Acessado 12.03.21

e novas configurações. Allen propõe com esse manual algumas operações possíveis a partir da articulação dos elementos citados anteriormente, como divisão, alocação e construção de superfícies e serviços de apoio a futuros programas, estabelecendo regras para movimentação e comunicação em rede.

Figura 32 - Zona de Atividades Logísticas – Diagrama do manual do usuário⁵⁰

É uma distribuição de manchas em uma matriz com densidades relativamente organizadas, com arranjos instáveis e comportamentos territoriais, que se relacionam com o todo. Com isso, o arquiteto pretende tencionar as características dos programas em relação as diversas escalas e capacidades de suportar ou resistir a variações no tempo. Essas estratégias estabelecem certas liberdades de organização para acomodar as condições existentes e futuras, mantendo a funcionalidade e continuidade. Antecipa a necessidade de coexistência das condições de desequilíbrio (ALLEN, 1999).

⁵⁰ (ALLEN, 1999, p. 77)

Figura 33 - Zonas de Atividades Logísticas - Mapa das manchas e corredores (esquerda) e de costuras (direita)⁵¹

No Terminal Internacional de Passageiros de Yokohama (1995), do Foreign Office Architects (FOA), a estratégica implantação cria uma superfície pouco codificada, mas que abriga abaixo um programa altamente rígido. Essa superfície é um sistema *contínuo, mas não uniforme*, que dobra e cria ondulações, tencionando os limites entre parede e piso, acessos e programas. Busca borrar as diferenças, em “*uma paisagem de alteridade, uma surpreendente paisagem plana sem os pontos de orientações habituais*” (JENCKS, 1997, p. 174, tradução nossa).

⁵¹ Disponível em: <http://www.stanallenarchitect.com/practice/> - Acessado 12.03.21

Figura 34 - Terminal Internacional de Passageiros de Yokohama⁵²

O projeto foi elaborado como uma construção de paisagem, mais que um edifício, e, assim, apresenta oportunidades de transformações constantes e imprevisíveis. Sua superfície, sem grandes imposições espaciais, é um “*campo de movimentos*” em que mudanças e processos se tornam visíveis no tempo. Ou seja, é através do movimento, da ocupação por eventos cotidianos que o espaço se transforma, considerando, no caso, o intenso fluxo durante o embarque e desembarque dos passageiros no terminal, assim como a utilização como espaço de estar por visitantes. É interessante notar que as variações topográficas criadas nessa superfície acabam por direcionar certos fluxos, e são chamadas pelos autores de *bifurcações*, pois são os momentos em que a superfície continua varia, se transforma de espaço público a zona de embarque de cruzeiros, por exemplo.

⁵² Foto da esquerda: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/792391/classicos-da-arquitetura-terminal-internacional-de-passageiros-de-yokohama-foreign-office-architects-foa> - Acessado 10.03.21. Foto da esquerda: Disponível em: <https://divisare.com/projects/322288-foa-azpml-farshid-moussavi-architecture-rasmus-hjortshoj-coast-yokohama-port-terminal> - Acessado 10.03.21.

Figura 35 - - Terminal Internacional de Passageiros de Yokohama - diagramas⁵³

4. CONCLUSÕES

O estudo da complexidade, que busca alternativas para as visões rígidas e reducionistas das ciências clássicas, foi determinante para entender caminhos possíveis para novas maneiras de olhar, analisar e propor no contexto urbano contemporâneo. Tendo em vista os debates provocados pelas críticas ao urbanismo do Movimento Moderno e a constatação da incapacidade de seus métodos de controle da forma urbana, surgem um conjunto de teorias construídas a partir operações conceituais menos universalistas e assertivas. Orientada por essas reflexões, a presente pesquisa investigou sobre com quais

⁵³ Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/792391/classicos-da-arquitetura-terminal-internacional-de-passageiros-de-yokohama-foreign-office-architects-foa> - Acessado 10.03.21

pressupostos a complexidade pode contribuir para que o urbanismo crie ferramentas e abordagens mais flexíveis sobre as dinâmicas urbanas.

O primeiro resultado foi a identificação de que, considerando a intrínseca não-linearidade das dinâmicas urbanas, as incertezas e instabilidades tem papel fundamental para a concepção de modelos conceituais que pretendem agir nesse contexto tão complexo. Ao incluí-las como ferramentas de projeto, os urbanistas são forçados a abrir mão do controle para criar estratégias mais maleáveis e adaptativas, que entendam a cidade como constelações de interações e não apenas como *localizações*. Isso significa verificar o que agencia seus campos, as relações de forças e quais os engendramentos possíveis de seus eventos.

A partir de algumas práticas projetuais contemporâneas e as principais características de um sistema complexo foram possíveis indicar alguns arranjos dinâmicos de elementos que organizassem caminhos ou modos de agir *a partir* das dinâmicas urbanas. O resultado é um conjunto de figuras conceituais e operativas, que se consagram nas intermediações inevitáveis do projeto e instituem temas que podem orientar novos agenciamentos urbanos necessários. Esse conjunto de figuras são organizadas aqui em forma de três propriedades – *interações, devir e entropia* – que parecem sintetizar algumas singularidades da complexidade no ponto de encontro com a prática projetual, mas que apenas ganham sentido se consideradas como leves, com caráter mais indicativo que definidor.

É partindo desse arranjo que o trabalho indica caminhos para a continuidade da pesquisa, ou seja, algumas hipóteses que poderão vir a ser desenvolvidas em uma tese de doutorado e orientadas pela articulação das novas figuras conceituais. Para isso, será necessário, além da ampliação do arcabouço teórico, o aprofundamento das relações aqui

iniciadas, entre interações, devir, entropia e possibilidades de estratégias mais flexíveis para o enfrentamento das dinâmicas urbanas contemporâneas.

5. BIBLIOGRAFIA

ALEXANDER, C. A city is not a tree. **Architectural Form**, Maio, 1965.

ALLEN, S. **Points + Lines - Diagrams and projects for the city**. Nova York: Princeton Architectural Press, 1999.

ALLEN, S. Spring Lecture Series - SCI-Arc Media Archive - Points and Lines. **YouTube**, 1999b. Disponível em: <<https://youtu.be/aUXVGcwZZ2E>>. Acesso em: 20 out. 2020.

ALLEN, S. Mat Urbanism: The Thick 2-D. In: SARKIS, H.; ALLARD, P.; HYDE, T. **Case: Le Corbusier's Venice Hospital and the Mat Building Revival**. [S.l.]: Prestel Pub, 2002.

ALLEN, S. Condições de campo. In: SYKES, A. K. **O campo ampliado da arquitetura**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

ALLEN, S. **Stan Allen: Four Projects**. [S.l.]: Applied Research & Design, 2017.

ARANTES, O. B. F. **Urbanismo em fim de linha: E outros estudos sobre o colapso da modernização arquitetônica**. São Paulo: EDUSP, 1998.

BARNES, S. **The Death and Life of the Real-time City: Re-imagining the City of Digital Urbanism**. Sydney: Tese. University of Technology, Sydney, 2010.

BATTY, M. Spatial Entropy. **Geographical Analysis**, 1976.

BATTY, M. New ways of looking at cities. **Nature**, Outubro 1995.

BATTY, M. Thinking about cities as spatial events. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 29, p. 1-2, 2002.

BATTY, M. **Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals**. [S.l.]: The MIT Press, 2007.

BATTY, M. Fifty Years of Urban Modeling - Macro-Statics to Micro-Dynamics. In: ALBEVERIO, S., et al. **The Dynamics of Complex Urban Systems: An Interdisciplinary Approach**. [S.l.]: Physica-Verlag, 2007.

BATTY, M. Cities as Complex Systems: Scaling, Interaction, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. In: MEYERS, R. A. **Encyclopedia of Complexity and Systems Science**. [S.l.]: Springer, 2009.

BATTY, M. A changing picture of cities and their planning. **Environment and Planning B: Planning and Design**, 2010.

BATTY, M. Building a science of cities. **Cities**, Londres, n. 29, 2012.

BATTY, M. How we should tackle complexity, 2012. Disponível em: <<http://www.complexcity.info/files/2012/06/Peter-Hall-Symposium-BATTY.pdf>>.

BATTY, M. **The New Science of Cities**. Londres: The MIT Press, 2013.

BATTY, M.; MARSHALL, S. Centenary paper: The evolution of cities: Geddes, Abercrombie and the new physicalism.. **Town Planning Review**, 2009.

BATTY, M.; MARSHALL, S. The Origins of Complexity Theory in Cities. In: PORTUGALI, J., et al. **Complexity Theories of Cities Have Come of Age**. [S.l.]: Springer, 2012.

BERGSON, H. **A Evolução Criadora**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BERGSON, H. **O Pensamento e o Movente**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petropolis: Vozes, 1968.

BETTENCOURT, L. M. A. Cidades como Sistemas Complexos. In: FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLLI, M. H. **Modelagem de Sistemas Complexos para Políticas Públicas**. [S.l.]: IPEA, 2015.

BRICMONT, J. Science of Chaos or Chaos in Science? **Physica Magazine**, Louvain-la-Neuve, 1996.

BYRNE, D. **Complexity Theory and the Social Sciences**. Londres: Routledge, 1998.

BYRNE, D. **Interpreting Quantitative Data**. [S.l.]: SAGE Publications, 2002.

BYRNE, D. Evaluating complex social interventions in a complex world. **Evaluation**, 2013.

BYRNE, D. **Class After Industry**: A complex realist approach. [S.l.]: Palgrave Macmillan, 2019.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede: a era da informação**. 8a. ed. São Paulo: Paz e Terra, v. I, II e III, 2005.

DELEUZE, G.; PARNET, C. **Diálogos**. São Paulo: Escuta, 1998.

DOLLENS, D. **De lo digital a lo analógico**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

DUNAJEW, T. S. **Procura de ressonâncias entre aspectos da ciência de Ilya Prigogine e aspectos da filosofia deleusiana da diferença**. Campinas: Dissertação. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Estadual de Campinas, 2000.

FERREIRA, N. et al. Visual exploration of big spatio-temporal urban data: A study of new york city taxi trips. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, n. 12, p. 2149-2158, Outubro 2013.

FIEDLER-FERRARA, N. **O pensar complexo: construção de um novo paradigma**. Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba: [s.n.]. 2003.

FIEDLER-FERRARA, N.; PRADO, C. D. **Caos: uma introdução**. 1a. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLLI, M. H. **Modelagens de Sistemas Complexos para Políticas Públicas**. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna**. 25. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2014.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. [S.l.]: Cambridge University Press, 1984.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. Tradução de Carlos S. Mendes Rosa e Maria Estela Heider Cavaleiro. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JENCKS, C. **The architecture of jumping universe: how complexity science is changing architecture and culture**. Londres: Academy Press, 1997.

KOOLHAAS, R.; MAU, B. **S, M, L, XL**. Nova York: The Monacelli Press, 1995.

KWAN, M.-P. GIS Methods in Time-Geographic Research: Geocomputation and Geovisualization of Human Activity Patterns. **Geografiska Annaler - Swedish Society for Anthropology and Geography**, n. 86 B, 2004.

KWAN, M.-P. Analysis of human space-time behavior: Geovisualization and geocomputational approaches. In: HORNSBY, K. S.; YUAN, M. **Understanding Dynamics of Geographic Domains**. [S.l.]: [s.n.], 2008.

KWAN, M.-P. Beyond Space (as we knew it): Toward temporally integrated geographies of segregation, health and accessibility. In: KWAN, M.-P. **Space-Time Integration in Geography and GIScience**. [S.l.]: [s.n.], 2014.

KWINTER, S. La Città Nuova: Modernity and Continuity. In: HAYS, K. M. **Architecture Theory since 1968**. Nova York: Columbia Books of Architecture, 1986.

LAGRECA DE SALES, M. M. **Territórios de intermediação**: Uma hipótese para a análise e o projeto da cidade contemporânea. Sao Paulo: Fauusp, 2008.

LEVI, G. Comportamentos, recursos, provessos: antes da "revolução do consumo. In: REVEL, J. **Jogos de Escalas - A experiência da microanálise**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998. p. 262.

LYNN, G. Curvilinearidade arquitetônica: O dobrado, o maleável e o flexível. In: SYKES, A. K. **O Campo Ampliado da Arquitetura**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.

MCADAMS, M. Complexity Theory and Urban Planning. **Faith University**, Istambul, 2008.

MCLOUGHLIN, J. B. **Urban & Regional Planning: A systems approach**. Londres: Faber and Faber, 1969.

MEYER, R. M. P. Urbanismo - à procura do espaço perdido. **Revista USP**, São Paulo, Maio 1990.

MEYER, R. M. P. Atributos da Metrópole Moderna. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, 2000.

MEYER, R. M. P. O urbanismo: entre a cidade e o território. **Ciência e Cultura**, São Paulo, Jan./Mar 2006.

MEYER, R. M. P.; GROSTEIN, M. D. **A leste do centro**: territórios do urbanismo. São Paulo: Imprensa Oficial, 2010.

MEYERS, R. A. **Encyclopedia of Complexity and Systems Science**. [S.l.]: Springer, 2009.

MORIN, E. **O Método. 1. A natureza da natureza**. 2a. ed. [S.l.]: Publicações Europa-América, 1977.

NERY, A. R. L.; BASSI, A. B. M. S. Condições de equilíbrio termodinâmico: a função disponibilidade. **Química Nova**, São Paulo, 34, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000100030>.

Acesso em: 27 Janeiro 2020.

NESBITT, K. **Uma nova agenda para a arquitetura. Antologia teórica (1965-1995)**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

PEIXOTO, N. B. **Paisagens críticas: Robert Smithson: arte, ciência e indústria**. São Paulo: Senac, 2010.

PEREIRA, D. S. **A concepção do tempo em Bergson e sua relação com a teoria da relatividade de Einstein**. Rio de Janeiro: UERJ, 2008.

PICON, A. Toward a city of events - Digital media and urbanity. **New Geographies**, 2008.

PORTUGALI, J. et al. **Complexity Theories of Cities Have Come of Age - An overview with implications to urban planning and design**. [S.l.]: Springer, 2012.

PRIGOGINE, I. **As leis do caos**. São Paulo: UNESP, 2002.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança - Metamorfose da Ciência**. Brasília: Unb, 1991.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **O fim das certezas - Tempo Caos e as Leis da Natureza**. São Paulo: Unesp, 1996.

REVEL, J. Microanálise e construção do social. In: REVEL, J. **Jogos de escalas - A experiência da microanálise**. [S.l.]: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

ROWE, C.; KOETTER, F. **Collage City**. [S.l.]: MIT Press, 1978.

SABATÉ BEL, J. Proyectar el territorio aún en tiempos de incertidumbre. [S.l.]: Universitat Politècnica de Catalunya, 2008.

SALES, P. M. R. **Agenciamentos Territoriais Contemporâneos**. Escola da Cidade. São Paulo. 2020. No prelo.

SALES, P. M. R. D. Cidade, urbanismo: linhas de devir. **Arquitextos**, São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.082/261>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SANDERS, I. T. Complex Systems - Thinking and New Urbanism. In: HAAS, T. **New Urbanism and Beyond: Designing Cities for the Future**. Nova York: [s.n.], 2008.

SECCHI, B. **Primeira lição de urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, 2006.

SOLÀ-MORALES, M. D. **De cosas urbanas**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

SPERLING, D. M. **Espaço e evento**: considerações críticas sobre a arquitetura contemporânea. São Paulo: Tese (Doutorado - Área de Concentração: Projeto, Espaço e Cultura) - FAUUSP., 2008.

TOWNSEND, A. Life in the real-time city: mobile telephones and urban metabolism. **Journal of Urban Technology**, 2000. 85-104.

TSCHUMI, B. **Architecture and Disjunction**. Cambridge: MIT Press, 1994.

VAINER, C. Pátria, empresa e mercadoria: notas sobre a estratégia discursiva do planejamento estratégico urbano. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**: desmanchando consensos. Petropolis: Vozes, 2000.

VIGANÒ, P. **La città elementare**. [S.l.]: Skira, 2002.

WIENER, N. **Cibernética e sociedade**: o uso humano de seres humanos. [S.l.]: Cultrix, 1954.