

# Arquitetura e Urbanismo: Competência e Sintonia com os Novos Paradigmas do Mercado 2

Jeanine Maфра Migliorini  
(Organizadora)



# Arquitetura e Urbanismo: Competência e Sintonia com os Novos Paradigmas do Mercado 2

Jeanine Mafra Migliorini  
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>
<p>A772 Arquitetura e urbanismo [recurso eletrônico] : competência e sintonia com os novos paradigmas do mercado 2 / Organizadora Jeanine Mafra Migliorini. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-029-2 DOI 10.22533/at.ed.292202904</p> <p>1. Arquitetura. 2. Planejamento urbano. 3. Urbanismo. I. Migliorini, Jeanine Mafra.</p> <p style="text-align: right;">CDD 720</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A arquitetura é a arte que dispõe e adorna de tal forma as construções erguidas pelo homem, para qualquer uso, que vê-las pode contribuir para sua saúde mental, poder e prazer.

John Ruskin

Todos vivemos a arquitetura, sentimos e interpretamos seus espaços e seus vazios, é arte cotidiana. Os espaços projetados pelo homem têm impacto direto sobre nosso sentir e fazer, um edifício bem planejado traz satisfação, traz conforto para o desenvolvimento das atividades humanas, esses impactos são sentidos fisicamente e psicologicamente, e por isso se faz relevante as análises que destes espaços aqui se apresentam.

Este livro se propõe a discutir a arquitetura de maneira ampla e profunda, entendendo que o espaço vivido assume dimensões além do palpável, passa pelos caminhos da história, da sociologia, da matemática e outras ciências, e que esta relação oferece análises mais complexas e reais.

Arquitetura acontece em escalas diferentes, do pequeno cômodo às grandes cidades, do móvel da casa ao mobiliário urbano, é um universo que se dispõe a ser estudado, a ser desvendado. A organização deste livro segue a escala de seus objetos de estudo, iniciando pela arquitetura, sua história e sua atualidade, na forma como a ocupação pode ser ressignificada, ou como a falta de acessibilidade limita o viver o espaço. Passa à escala urbana, as análises do que já foi, do que está sendo e do que pode ser.

Caminhar entre as relações do homem com o espaço é trabalho complexo, pois necessita da análise objetiva, mas não pode descartar o lado humano destas relações. Oferecer estes estudos é plantar sementes para novas discussões, que acabam por interferir diretamente em nossas casas, bairros e cidades.

Boa leitura e muitas reflexões!

Jeanine Mafra Migliorini

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CASA DO CHAME-CHAME: CONEXÕES COM CULTURA LOCAL E ARQUITETURA MODERNA INTERNACIONAL	
Silvia Lopes Carneiro Leão	
Raquel Rodrigues Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2922029041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>24</b>
ARQUITETURA ASSOCIADA AO “ART DÉCO” NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS NARRATIVAS	
Fernanda de Castro Farias	
Nelci Tinem ( <i>in memoriam</i> )	
DOI 10.22533/at.ed.2922029042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>41</b>
DE SANTIAGO DE COMPOSTELA À PORTO ALEGRE: METAMORFOSES DE LINGUAGEM NOS MUSEUS DE ÁLVARO SIZA ENTRE 1988 E 1998	
Raul Penteado Neto	
Joubert José Lancha	
DOI 10.22533/at.ed.2922029043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>60</b>
SISTEMATIZAÇÃO DE DIRETRIZES PROJETAIS PARA MEIOS DE HOSPEDAGEM PERSONALIZADOS PARA CICLOTURISTAS COMO INCENTIVO À CICLOMOBILIDADE	
Jeane Aparecida da Silva	
Leandro Silva Leite	
DOI 10.22533/at.ed.2922029044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>69</b>
DE AGÊNCIAS BANCÁRIAS A CENTROS CULTURAIS: A PRESENÇA DA ARQUITETURA DOS BANCOS NA PAISAGEM DAS CIDADES	
Janércia Aparecida Alves	
Frederico Braida Rodrigues de Paula	
José Gustavo Francis Abdalla	
DOI 10.22533/at.ed.2922029045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>82</b>
VIDA RIBEIRINHA: UMA ANÁLISE DE COMO A FALTA DE ACESSIBILIDADE PODE INFLUENCIAR NA QUALIDADE DE VIDA DOS MORADORES DA ILHA DO COMBU EM BELÉM, PARÁ	
Érica Corrêa Monteiro	
Angelo Giovani dos Santos Feio	
Kayan Freitas de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2922029046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>95</b>
A OCUPAÇÃO PORTUGUESA NO EXTREMO SUL DO BRASIL: A COLÔNIA DO SACRAMENTO E O HIBRIDISMO CONFIGURACIONAL	
Ivan Oliveira de Grande	
Valério Augusto Soares de Medeiros	
DOI 10.22533/at.ed.2922029047	



<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>110</b>
A REGIÃO DOS JARDINS EM SÃO PAULO: PATRIMÔNIO, PRESERVAÇÃO E MUDANÇA	
Luiza Veiga Mathias	
José Geraldo Simões Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.2922029048	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>130</b>
TEORIA E PRÁTICA: DO CONCEITO AO PROJETO	
Letícia Peret Antunes Hardt	
Carlos Hardt	
Marlos Hardt	
DOI 10.22533/at.ed.2922029049	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>140</b>
GOIÂNIA, ENTRE O EFEITO GENÉRICO E AS PERMANÊNCIAS	
Pedro Henrique Máximo Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.29220290410	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>153</b>
GEOMETRIA FRACTAL E OS VAZIOS URBANOS (EUCLIDIANOS)	
Solimar Mendes Isaac	
Fernando Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.29220290411	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>170</b>
CIDADE, EDIFICAÇÃO E VAZIO	
Elisabete Castanheira	
DOI 10.22533/at.ed.29220290412	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>180</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>181</b>

## GEOMETRIA FRACTAL E OS VAZIOS URBANOS (EUCLIDIANOS)

*Data de aceite: 13/04/2020*

*Data de submissão: 03/01/2020*

### **Solimar Mendes Isaac**

Centro Universitário Belas Artes de São Paulo –  
Arquitetura e Urbanismo  
São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/5362712998544689>

### **Fernando Gomes**

Centro Universitário Belas Artes de São Paulo –  
Arquitetura e Urbanismo  
São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/2056231634051721>

**RESUMO:** Os espaços livres, quando quantificados, frequentemente acabam sendo a representação numérica da proporção da área edificada sobre a área total analisada, como a taxa de ocupação por exemplo, o que na verdade é um subterfúgio para lidar com a incapacidade da geometria euclidiana em tratar o vazio. Com os avanços do conhecimento somos capazes de afirmar que a reta, o ponto e principalmente o plano, são abstrações humanas. O plano cartesiano, usualmente utilizado para representar mapas, plantas e cortes é composto por duas dimensões representadas por retas contínuas e infinitas. Portanto,

quando definimos uma área nesse plano, além de coordenadas, temos um ou mais conjuntos de infinitos pontos contínuos. Dessa forma o que não está “desenhado” (representado) é um conjunto vazio, o que ‘sobra’. A cidade é uma entidade complexa que tange o natural e o artificial, e portanto, descrevê-la apenas com a geometria euclidiana pode estar nos limitando em algum grau. Optamos por experimentar a maneira como estamos quantificando os espaços livres, comparando-a com a sua dimensão fractal, em um experimento simples; que propõe comparar o método euclidiano, de quantificar o espaço livre por sua proporção edificada, com uma proposta metodológica de obter a dimensão fractal; e assim, comparar e analisar os resultados obtidos. Para esse experimento, escolhemos o município de São Paulo. Os resultados apurados evidenciam que, na cidade de São Paulo, a dimensão fractal foi capaz de distinguir sistemas de espaços livres quando a proporção edificada é muito similar. Sobretudo se mostrou um método eficiente para identificar similaridades nas articulações dos espaços livres. Nosso objetivo, portanto, é de contribuir com um método eficaz para descrever e quantificar os sistemas de espaços livres utilizando a dimensão fractal como coadjuvante ao cálculo das proporções edificadas. Além

disso pretendemos ensinar a discussão e a crítica à visão de mundo determinista, assim como fizeram: Jacobs (2014) e Alexander (1961); um assunto que ainda permeia a arquitetura, o urbanismo e o planejamento das cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** “Urbanismo fractal”, “vazios urbanos”, “matemática aplicada ao urbanismo”, “dimensão fractal”, “quantificando sistemas de espaços livres”

### FRACTAL GEOMETRY AND URBAN VOIDS (EUCLIDEAN)

**ABSTRACT:** The empty spaces, when quantified, frequently end up being a numerical representation of the proportion of the built area over the total area analyzed, as the occupation rate for instance, and that actually is a subterfuge to deal with the Euclidean geometry’s inability to address the void. With the advances in the knowledge we can say that the line, the point and especially the plan are human abstractions. The cartesian plan, generally used to represent maps, plans and sections is composed by two plans represented by continuous and infinite lines. Therefore, when we define an area on this plan, besides the coordinates, there is one or more sets of infinite continuous points. Thus, what is not “drawn” (represented) is a void set, i.e., what is “left”. The city is a complex entity both natural and artificial and as such, describing it using only the Euclidean geometry might be limiting us to some extent. We chose to test how we are quantifying the empty spaces, comparing them with their fractal dimension in a simple experiment; one that intends to compare the Euclidean method, of quantifying the empty spaces using the built area, with a methodological proposal to obtain the fractal dimension; and this way, compare and analyze the results acquired. We used the city of São Paulo in this experiment. The results demonstrated that, in the city of São Paulo, the fractal dimension was able to distinguish the empty spaces systems when the built proportion is very similar. Above all things, it proved to be an efficient method to identify similarities in the articulation of empty spaces. Our aim, hence, is to contribute with an effective method to describe and quantify empty spaces systems applying the fractal dimension as a support to the calculation of the built proportions. In addition, we intend to foment the discussion and the criticism towards the deterministic world view, as Jacobs (2014) e Alexander (1961) did; a subject that still pervades architecture, urbanism and city planning.

**KEYWORDS:** Fractal urbanism, urban voids, mathematics applied to urbanismo, fractal dimension, quantification space systems

### ANALISANDO OS ESPAÇOS LIVRES, VAZIOS (EUCLIDIANOS) OU NÃO EDIFICADOS

Antes mesmo de começar precisamos definir o termo vazio para evitar algum equívoco e deixar claro do que se trata esse artigo. Vazio urbano ou simplesmente

vazio tem sido utilizado para designar diversos elementos e processos na paisagem urbana por diversos autores. Para finalidade deste trabalho entendemos vazios urbanos (Euclidianos) partilhando do conceito de que vazios urbanos são espaços das cidades ausentes de construção ou preferencialmente não edificadas (SOUSA, 2010, MORGADO, 2005). Ou seja, qualquer porção do tecido urbano que não contenha edificação, seja ela pública ou privada.

Os espaços livres quando quantificados frequentemente acabam sendo a representação numérica da proporção da área edificada sobre a área total analisada. Um exemplo comum é a Taxa de Ocupação (T.O.), frequentemente usada como índice para o ordenamento, legislação e planejamento urbano. A T.O. é a razão entre a projeção no solo do que é construído (edificado) sobre a área do lote ou a área que se deseja mensurar a proporção edificada. Algumas recomendações como de áreas verdes urbanas por habitantes também usam esse artifício determinando o percentual sobre a área. Um exemplo disso, é a quantidade mínima de áreas verdes por habitante preconizada pela Organização mundial de saúde (OMS), que determina 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante. O município de São Paulo, por exemplo, tinha em 2017, 16,59 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, mas onde está, como está concentrada e como é a articulação dessa área verde não está implícito nessa recomendação.

Este recurso matemático, da proporção, de certa forma é inerente a geometria euclidiana, que não lida com a ausência da forma, apenas com a forma em si. Ou seja, o termo vazio Euclidiano é, portanto, uma ironia. Pois sendo vazio, não contém nenhum ponto e portanto, não pode ser descrito pela geometria Euclidiana, termo oriundo de um dos primeiros matemáticos conhecidos:

“Euclides era um matemático grego que viveu em Alexandria, Egito, provavelmente durante o reinado de Ptolomeu I (323-283 a.C.). Ele é frequentemente considerado como o ‘pai da geometria’. Seu trabalho mais popular, Os Elementos, é o livro texto de maior sucesso na história da matemática e foi usado por mais de dois mil anos” (ROONEY, 2012, p. 85)

É interessante e pertinente também refletir sobre o termo geometria, uma vez que pontos, planos e retas são abstrações humanas que não observamos na natureza como descreve Bellos em 2010: “A matemática grega era quase que inteiramente a geometria – derivada de suas palavras para ‘terra’ (geo) e ‘medida’ (metria) –, ainda que Os Elementos não se referisse ao mundo real” (BELLOS, 2010, p. 99). Ou seja, a geometria euclidiana não tem o compromisso de descrever o mundo real, a natureza, paradoxalmente a etimologia do termo que usamos para descrever formas, sejam elas artificiais ou naturais.

O fato é que as cidades são entidades complexas difíceis de serem definidas como elementos naturais ou artificiais, como definida de maneira poética pelo

antropólogo e etnógrafo Lévi-Strauss: “a cidade é a mais complexa das invenções humanas, (...) na confluência da natureza com o artefato” (LÉVI-STRAUSS, 1954, p. 137-138 apud MOUDON, 1997, p. 3)

Portanto, se definirmos as cidades como algo que tange o natural e o artificial seria interessante e talvez útil refletirmos sobre uma maneira de quantificar e descrever adequadamente as relações dos espaços livres e edificados, e dessa forma, ressignificar o ‘vazio’, o não construído. Fazendo isso não apenas como uma proporção matemática, um percentual, mas como parte inerente e indissociável da forma e da articulação entre as partes.

Talvez faltem recursos e princípios na geometria euclidiana para descrever o espaço não construído em todas as escalas nas suas 3 dimensões, desde o objeto às relações metropolitanas. Isso pode fazer sentido para a arquitetura em um contexto de simplicidade elementar onde a forma era o simples ‘resultado’ da função. Porém a contemporaneidade tem possibilitado uma abordagem complexa onde a forma pode ser compreendida muito mais que uma simples relações de causas e efeitos, podendo inclusive ser resultado de uma inteligência coletiva edificada levando o modelo em que a forma segue a função para uma perspectiva onde “a forma contém informação” (GOMES, 2019).

## GEOMETRIA FRACTAL: RESSIGNIFICANDO O VAZIO

Com os avanços do conhecimento somos capazes de afirmar que a reta, o ponto e principalmente o plano, são abstrações humanas (afinal não somos ‘terraplanistas’). O plano cartesiano, que usualmente utilizamos para representar mapas, plantas e cortes é composto por duas dimensões representadas por retas contínuas e infinitas. Portanto, quando definimos uma área nesse plano, além de uma coordenada, temos um ou mais conjuntos de infinitos pontos, e dessa forma o que não está “desenhado” (representado) é um conjunto vazio, apenas um único conjunto vazio no infinito do plano que não utilizamos.

Esse tipo de representação diz mais sobre a maneira com que enxergamos o mundo do que como o mundo realmente é. Talvez por isso que não temos muita vocação para lidar e compreender os processos naturais como define West:

“In designing and manufacturing human-engineered artifacts, whether primitive pots and tools or modern sophisticated automobiles, computers, and skyscrapers, we employed and aspired to the simplicity of straight lines, smooth curves, and smooth surfaces. This was brilliantly formalized and reflected in the development of quantified measurement and the invention of mathematics, manifested, in particular, in the idealized paradigm of Euclidian geometry. This is the mathematics appropriate to the world of artifacts we created around us as we evolved from being mammal like any other to become social Homo Sapiens.” (p. 141)<sup>1</sup>

1. Livremente traduzido pelos autores para: “Ao projetar e fabricar artefatos projetados pela engenharia humana,

A despeito dessa nossa “visão de mundo determinista”, na natureza os processos são muito mais sutis e complexos tornando a maioria das formas muito mais rugosas, irregulares, e com uma certa auto similaridade intrínseca. (WEST, p. 140)

Portanto, se considerarmos uma certa espontaneidade na cidade e no tecido urbano, teríamos que ter uma matemática apropriada a quantificar e descrever o natural, assim como a geometria euclidiana descreve de maneira muito eficiente o artefato. Para suprir essa necessidade “a geometria fractal constitui uma base geométrica de trabalho posicionada entre a ordem geométrica excessiva de Euclides e o caos geométrico da matemática geral.” (MANDELBROT, 2003, p. 63)

O adjetivo fractal que qualifica essa geometria de Mandelbrot vem de irregular ou quebrado (MANDELBROT, 1991). Mandelbrot, um matemático polonês, no auge dos seus 43 anos de idade, escreveu um artigo em 1967 intitulado “How Long Is The Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension”<sup>2</sup> que desafiaria alguns paradigmas matemáticos de milhares de anos. Dentre diversas descobertas, Mandelbrot definiu a dimensão fractal, ou seja, dimensões que vão além das dimensões de números inteiros que conhecemos e são a base da geometria euclidiana.

Costumamos usar a reta de uma dimensão para medir: uma régua, uma trena, uma escala. Quando representamos algo no plano cartesiano, como vimos anteriormente, usamos duas dimensões. Um volume, uma maquete 3D podem ser representada adicionando um terceiro eixo. O que tem em comum em todas essas abstrações é que as dimensões são representadas por números inteiros. Porém, ao constatar que as dimensões podem ser representadas por frações ou mesmo números irracionais, Mandelbrot abre grandes possibilidades para representar e descrever a exuberância das formas naturais e mesmo daquelas geradas por processos complexos como as dinâmicas da cidade:

---

nos quais: utensílios e ferramentas primitivas; ou automóveis modernos e sofisticados, computadores e arranha-céus, empregamos e aspiramos à simplicidade das linhas retas, suaves curvaturas e superfícies lisas. Isso foi brilhantemente idealizado e refletido no desenvolvimento da mensuração quantificável e na invenção da matemática, manifestada, em particular, no paradigma idealizado da geometria euclidiana. Essa seria a matemática apropriada para o mundo dos artefatos que criamos ao nosso redor, à medida que evoluímos de mamíferos convencionais para nos tornarmos Homo Sapiens sociais.”

2. Livremente traduzido: “Quanto Mede a Costa da Grã-Bretanhã? Autosimilaridade Estatística e Dimensão Fractal.”

“... sabemos da geometria elementar que um ponto isolado, ou um número finito de pontos, constitui uma figura de dimensão zero. Que uma recta, bem como qualquer outra curva-<<padrão>> – querendo esse epíteto dizer que se trata da geometria normal criada por Euclides –, constituem figura de dimensão um. Que um plano, ou qualquer outra superfície-<<padrão>>, constituem figuras de dimensão dois. Que um cubo tem dimensão três. A estas coisas que toda gente sabe, diversos matemáticos, a começar por Hausdorff 1919, acrescentaram que certas figuras idealizadas, tem dimensões não inteiras. Estas podem ser fracções, como, por exemplo,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{5}{2}$ , mas são mais frequentemente números irracionais, como  $\log 4/\log 3 \approx 1,2618\dots$ , ou mesmo soluções de equações complicadas” (MANDELBROT, 1991, p. 20)

Dessa forma Mandelbrot conclui que todo objeto fractal possui uma dimensão fractal que lhe confere certas características peculiares: “Todos os objetos naturais (...) são <<sistemas>>, no sentido de serem formados por muitas partes distintas, articuladas entre si, descrevendo a dimensão fractal um aspecto dessa regra de articulação” (MANDELBROT, 1991, p. 23)

Ou seja, os sistemas da cidade, como o dos espaços livres, talvez também possam ser descritos, até prescritos pela sua dimensão fractal entre outras tantas características, e dessa forma estabelecer uma nova perspectiva de abordagem científica para o estudo da paisagem urbana. Além disso, o princípio menos determinista da geometria fractal pode estar mais adequado a uma cidade complexa, espontânea, dinâmica, democrática e coletiva.

Portanto, estimular as discussões sobre o processo geométrico de descrição e de prescrição da cidade pode ensejar um novo paradigma para legislar e planejar as cidades contemporâneas. Inclusive repensando o ‘modos operandi’ do arquiteto e do planejador urbano, passando de uma visão determinista para uma abordagem mais científica. E assim reposicionando as cidades como elementos na confluência do natural com o artificial:

“Uma diferença entre os sistemas naturais e os artificiais é que, para conhecer os primeiros, é necessário utilizar observação ou a experiência, enquanto para os segundos, pode se interrogar o respectivo criador. No entanto, existem artefactos de tal maneira complexos, para os quais contribuíram diversas intenções de forma tão incontrolável, que o resultado acaba, pelo menos em parte, por se tornar um <<objeto de observação>>” (MANDELBROT, 1991, p. 24)

Também não estamos propondo uma posição apenas preditiva, pois a intenção não é essa. Não estamos interessados na cidade do futuro, mas nos processos e dinâmicas atuantes na cidade agora, nesse exato momento. O objetivo é contribuir com um ferramental para respostas rápidas às dinâmicas que ainda não sabemos do modo de vida líquido e contemporâneo. Não é pensar na cidade do futuro com a geometria fractal nem tampouco predizê-la. É sobre nos municiar com ferramentas que possibilitem respostas ágeis levando em conta a complexidade e de maneira sustentável, segura, acessível e científica.

E por último e não menos importante este artigo entende que “A Matemática,

sendo uma linguagem, serve não só para informar, mas também para seduzir ...”  
(MANDELBROT, 1991, p. 26)

## UMA SUGESTÃO METODOLÓGICA PARA QUANTIFICAR A DIMENSÃO FRACTAL NO TECIDO URBANO

Como até agora pudemos perceber; é possível descrever a forma a partir de uma “outra” geometria, ou digamos uma geometria heterodoxa. Diferentemente do que vínhamos fazendo há 2300 anos, desde que Euclides teria escrito sua obra, Elementos, por volta de 300 a.C. (ROONEY, 2012, p. 84), agora podemos quantificar dimensões sem a imposição de números inteiros. Enquanto alguns buscam outras dimensões,

metaforicamente, podemos mergulhar dentro das nossas duas ou três dimensões, rumo ao infinito. Optamos então por experimentar a maneira como estamos quantificando os espaços livres e comparando com a sua dimensão fractal, em um experimento simples que se propõe a comparar o método euclidiano de quantificar o espaço livre com uma proposta metodológica de quantificar a dimensão fractal e então comparar os resultados obtidos.

Para esse experimento, escolhemos o município de São Paulo através dos dados abertos disponibilizados pelo Geosampa<sup>3</sup>. Nesse sistema disponibilizado pela Prefeitura Municipal da cidade de São Paulo baixamos todos os dados georreferenciados das edificações, um total de 2.817.741 representações de edificações existentes. Por questões de performance, dado o volume de dados, importamos esses registros para um banco de dados relacional espacial de código aberto, o PostGis. Além da facilidade de acesso aos dados, acabamos optando pelo município de São Paulo, pela grandeza dos números, praticamente um dos maiores ‘BigDatas’ morfológicos mundiais disponíveis para pesquisa sem nenhum custo e de maneira simples.

A intenção foi de testar os dois métodos de quantificação e também de qualificação dos sistemas de espaços livres, mas também poder ter uma análise empírica do tecido urbano, podendo visualizar o tecido urbano analisado. Para isso, acabamos optando por trabalhar com quadrículas de 500 metros de lado, pois acreditamos ser uma escala condizente com uma identificação visual empírica de padrões de paisagem e tecido urbano.

Dessa forma, geramos 3.000 pontos dentro da geometria do município considerando um ‘offset’ de  $\sqrt{(500/2)^2 + (500/2)^2}$  a fim de evitar gerar quadrículas que contenham porção territorial fora dos limites do município.

\_\_\_\_\_  
Para cada um dos 3.000 pontos geramos uma quadrícula e ‘recortamos’ os

3. [http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/\\_SBC.aspx](http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)



edifícios que estavam contidos nesse limite. Ou seja, cada quadrícula é como se fosse uma planta quadrada de lado medindo 500 metros, contendo apenas os edifícios. Calculamos a soma de todas as áreas geradas pelos edifícios e dividimos pela área total da quadrícula, gerando assim a proporção de área edificada:

$$\text{Proporção de área edificada} = \frac{\text{Soma das áreas de todas as edificações}}{\text{Área da Quadrícula}}$$

Além dessa informação levantada, salvamos uma imagem da quadrícula em resolução de 2048 pixels x 2048 pixels, onde as áreas livres (não edificadas) estavam em branco e as áreas edificadas estavam em preto. Dessa forma então passamos a proceder o cálculo da dimensão fractal em cada uma das 2.152 imagens que continham alguma edificação. Isso é relevante pois em 848 quadrículas (28,26%) das quadrículas geradas aleatoriamente não intersectavam nenhuma edificação e, portanto, foram excluídas deste experimento. Muitas dessas quadrículas intersectavam áreas verdes concentradas na porção Sul e extremo norte do município.

O método utilizado para se apurar a dimensão fractal foi o de 'BoxCounting' que se resume basicamente em dividir a imagem em diversas escalas e se apurar a quantidade de porções que contém informação, no caso edificação. Depois de diversas passagens de escalas, se apura a inclinação da curva gerada pela plotagem do logaritmo da contagem sobre o logaritmo do inverso da divisão (escala), como na:

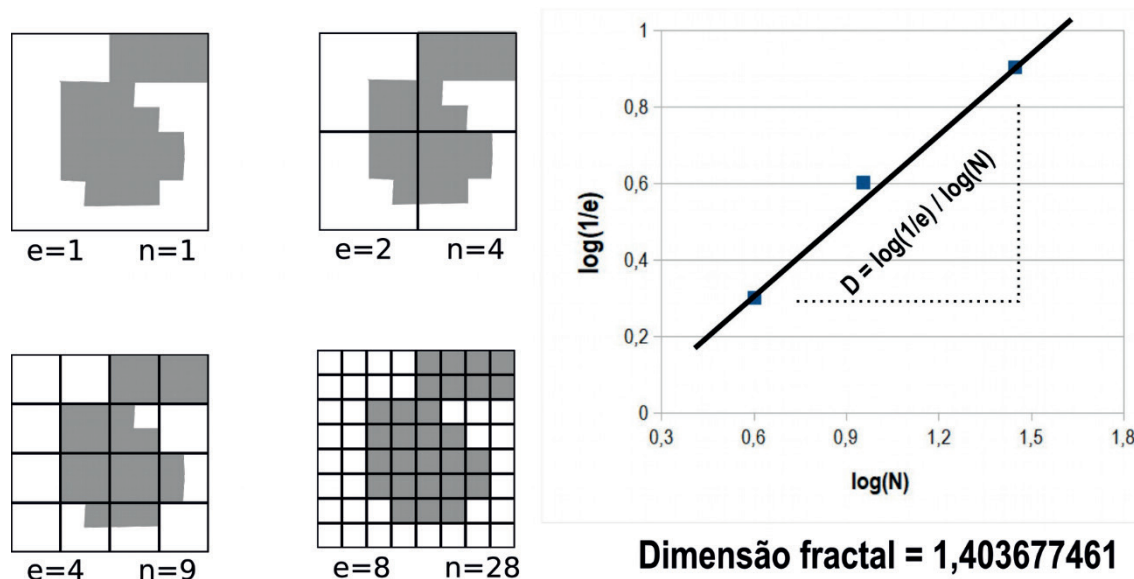


Figura 1 - Demonstração do método BoxCounting para determinação da dimensão fractal em uma imagem contendo informação de edificação em cinza e ausência de edificação em branco.

Como pode ser observado no lado esquerdo da Figura 1, uma imagem é sequencialmente dividida e subdividida em pequenas porções ou escalas que descrevemos como e. A cada passagem se apura a quantidade de porções da imagem que contém informação, no caso, edificação, descritas por N.

No caso do experimento realizado utilizamos a escala máxima de 2048, o mesmo do limite de pixel da imagem que resulta em 11 passagens de escala, ou seja:  $2^{11}=2048$

A dimensão fractal é dada pela inclinação da curva a partir dos pontos plotados no gráfico. No caso do nosso algoritmo, foi utilizado a regressão linear desses pontos para se obter a dimensão fractal, por se tratar de 11 pontos. É importante ressaltar que esse método é apenas um entre diversos existentes para o levantamento da dimensão fractal. Ele ainda pode estar sujeito a variações azimutais que não foram testadas nesse experimento, mas que mereceriam atenção a fim de obter uma acurácia maior.

A intenção, contudo, não é puramente metodológica, mas sim de fazer uma comparação entre as duas formas de quantificar e qualificar os sistemas de espaços livres. Para tanto usamos a linguagem de programação Python e dessa forma deixamos o processo todo automatizado. Com a certeza de que outros pesquisadores irão se interessar em reproduzir essa pesquisa em outros sítios, estamos disponibilizando todo o processo algoritmos, códigos e resultados brutos, em um repositório para acesso público<sup>4</sup>.

## QUEM SE IMPORTA SE A CIDADE É FRACTAL?

Essa é uma pergunta que este trabalho não pretende responder e já causou muita discussão na década de 1990. Em 1994 o urbanista e geógrafo inglês Michael Batty publicou o livro “Fractal Cities: A Geometry of Form and Function”<sup>8</sup> em co-autoria com Paul Longley. Nesse livro que não esconde uma relação passional com a geometria fractal, o professor Batty, além de explicar detalhadamente as descobertas e conclusões de Mandelbrot, ilustra com vários exemplos históricos as possíveis aplicações da geometria fractal para a descrição das cidades. Ele explora bastante o processo histórico de urbanização, da evolução das bordas urbanas, chegando a afirmar que as cidades são fractais em suas formas e funções. (BATTY; LONGLEY, 1994).

Fazendo um contraponto crítico interessante com a hipótese do professor Batty, em 2000, um grupo de quatro pesquisadores Israelenses, composto por um físico, dois urbanistas e um geógrafo publicaram o artigo “When and where is a city fractal?” arrefecendo um pouco o ânimo de todos que trabalhavam com a tese de

4. [https://github.com/feromes/cidade\\_fractal](https://github.com/feromes/cidade_fractal)

que a cidade é fractal. Eles concluíram que, no caso da cidade de Tel Aviv, nem sempre e nem em todos os lugares a cidade seria fractal (BENGUIGUI et al., 2000).

Aliás, a década de 90 assistiu em diversos campos do conhecimento uma verdadeira euforia com a aplicação da geometria fractal, em especial a economia e o mercado financeiro, como se de repente tudo havia se transformado em fractal, parece aquela vocação humana de determinar, lembra?

Este trabalho, porém, não pretende entrar nessa seara e discutir se a cidade é ou não fractal, pois a cidade é algo muito peculiar e complexo como já citamos, algo na confluência entre o natural e o artificial.

Apesar das duas referências divergentes serem importantes para qualquer um que deseje estudar a geometria fractal e as cidades, não é o objetivo neste trabalho definir se a cidade é ou não fractal. Na verdade, entendemos que tanto um cubo branco, como um brócolis, ou uma colônia de bactérias podem ser descritos pela geometria euclidiana, fractal, descritiva, esférica, etc ... Nosso objetivo é estudar a utilização da geometria fractal como coadjuvante na descrição dos sistemas de espaços livres, não importando definir que tipo de forma é a cidade, mas sim utilizando seus princípios para tentarmos contribuir com a compreensão dos processos urbanos.

## **A DIMENSÃO FRACTAL COMO COADJUVANTE NA DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES URBANOS**

Cristopher Alexander, o arquiteto e matemático austríaco que escreveu em 1961 o artigo intitulado “A cidade não é uma árvore” reconhece em um de seus estudos que nós, os humanos, não temos muita vocação para compreender ou descrever a complexidade e frequentemente acabamos incorrendo em erros por simplificá-la demasiadamente (ALEXANDER, 1961). Por um outro lado ele reconhece que temos muita habilidade para reconhecer padrões. Alexander, apesar de ter mais de 4.000 páginas de textos publicados, além dos 13 livros escritos durante décadas de pesquisa com a temática de arquitetura e urbanismo, acabou tendo seu grande reconhecimento nas “ciências da computação” por suas abordagens sobre vieses do pensamento humano (muito antes do ‘boom’ da neurociência) e principalmente pela “Linguagem de padrões” que foi aplicado a metodologia ágil de programação.

Alexander acredita que buscamos relações de causa e efeito em detrimento de processos mais complexos. Porém, quando estabelecemos padrões, passamos a poder reconhecê-los e essa pode ser uma ferramenta interessante, segundo ele, para suprir essa nossa falta de vocação para a complexidade. Fizemos questão de falar um pouco de Cristopher Alexander pois, os achados desse experimento

podem estar relacionados com as descobertas dele.

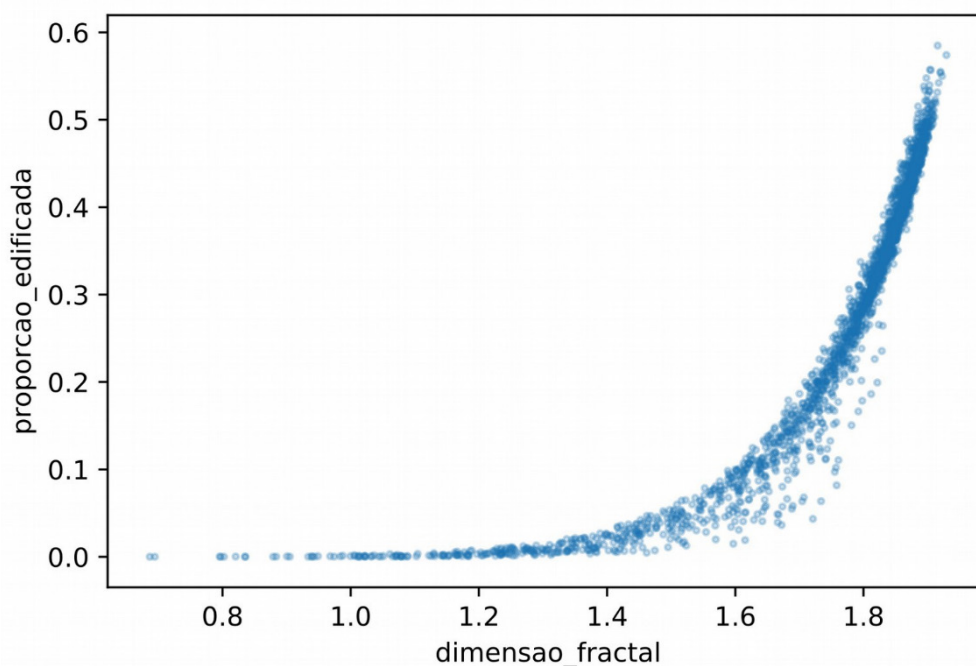


Figura 2 - Gráfico da distribuição dos dados obtidos. No eixo Y a proporção edificada e no eixo X a dimensão fractal.

Observe o gráfico da Figura 2. Nele estão plotados os dados obtidos nas 2.152 quadrículas. O eixo Y representa a proporção edificada e o eixo X a dimensão fractal calculada. O resultado visual é de uma progressão exponencial da relação de X e Y. Isso pode evidenciar um forte relacionamento entre a proporção edificada e a dimensão fractal, o que já era esperado. Ou ainda, que essa relação seja peculiar a cidade de São Paulo, seria necessário reproduzir esse experimento em um número maior de cidades para descartar esta hipótese.

É possível constatar também uma concentração de pontos entre 0,30 e 0,50 de proporção edificada que corresponde a uma dimensão fractal entre 1,75 e 1,85, o que nos leva a uma hipótese de que a dimensão fractal fica mais sensível a medida em que a proporção edificada aumenta. Pensando nisso separamos casos aleatórios onde a proporção edificada é muito próxima e a dimensão fractal varia de maneira mais clara. É necessário salientar que são grandezas distintas, a dimensão fractal varia depois da segunda casa decimal, em centésimos ou milésimos enquanto a proporção varia percentualmente em unidades. É justamente a precisão da dimensão fractal que tem lhe conferido interesse em campos do conhecimento como a medicina, economia, topografia, entre tantos outros.

É possível perceber na Figura 3, que as três quadrículas de 500 metros por 500 metros, apesar de terem praticamente a mesma proporção edificada (39% com uma variação de 0,55%), representam sistemas e articulações de espaços livres distintos. É até difícil perceber alguma semelhança, pois apesar de terem

a mesma proporção de cheios e vazios, não conseguimos perceber um mesmo padrão de articulação entre as partes. Ou seja, nesse caso a dimensão fractal pode fazer alguma distinção em termos de classificação ou agrupamento. É possível afirmar, apenas observando a dimensão fractal, que nos três casos exemplificados na Figura 3 temos paisagens urbanas distintas, analogamente ao que constatamos visualmente.

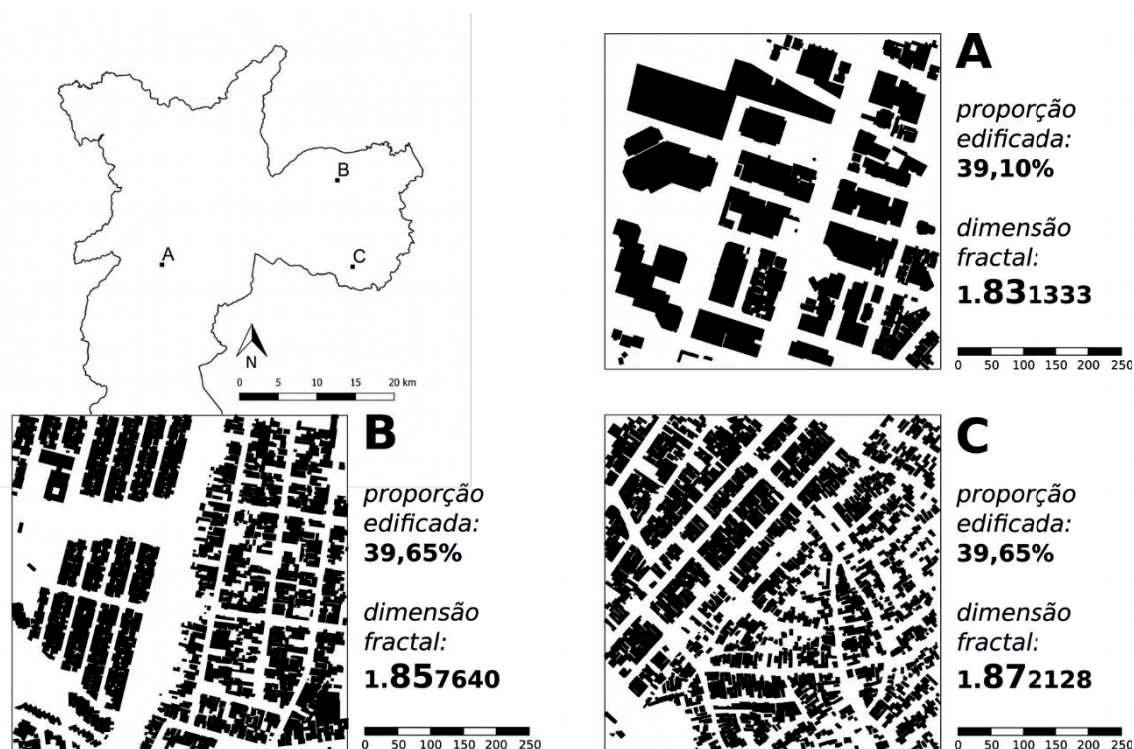


Figura 3 - Exemplo de 3 quadrículas que tem proporção edificada de 39% com dimensões fractais que variam.

Apesar de os números de dimensão fractal variarem pouco quantitativamente eles têm que ser relativizados. Eles podem representar um aspecto da articulação dessa imagem e não uma quantificação como proposto pelo sistema de proporção edificada. Apesar de ser um número, uma quantidade, ele pode ser sobretudo um elemento de identificação, uma espécie de DNA que ainda precisamos decifrar e tentar compreender. É ainda possível observar que os três exemplos da Figura 3 estão distantes geograficamente, aproximadamente 25 Km de A para B, 11 Km de B para C e 25 Km de C para A, além de pertencerem a distritos distintos dentro do município.

Estes exemplos, muito provavelmente representam processos e dinâmicas diversas que levaram a essa paisagem urbana, mas possivelmente por uma coincidência, tem a mesma proporção construída. Isso diz muito pouco ou quase nada a respeito da identidade dessa porção de tecido urbano, mas a dimensão fractal é capaz de distingui-las, o que já lhe confere alguma utilidade prática. É

possível começarmos a fazer algumas observações como o tipo de arruamento, a proporção da quadra, a ocupação do lote, mas esse não é o objetivo desse artigo. Temos ainda muito que pesquisar em cima dos dados gerados e disponibilizados. Mas por enquanto queremos contribuir com um índice que seja coadjuvante ao método utilizado para quantificação e qualificação dos espaços livres. E já podemos encorajar a quem queira usar a dimensão fractal para distinguir entre dois sistemas de espaços livres que tenham a mesma proporção edificada. Inclusive para ser utilizado como parâmetro de projeto, ou política pública, a dimensão fractal pode ser considerada. Porém o que mais a dimensão fractal tem a contribuir? Será que quando dissociada da proporção construída, tem alguma coisa a dizer sobre o sistema de espaços livres urbanos?

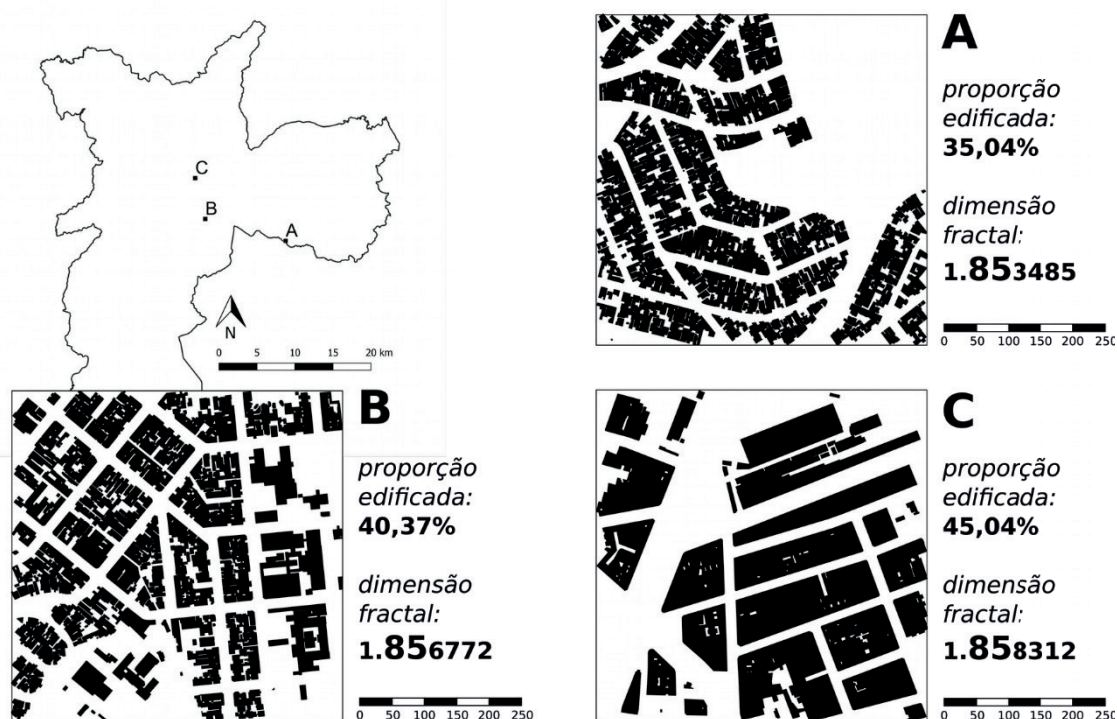


Figura 4 - Exemplo de 3 quadrículas que tem proporção edificada variando de 35% a 45% com dimensões fractais que variam muito pouco a partir da terceira casa decimal em torno de 1,85.

Nos exemplos selecionados para a Figura 4 optamos por variar a proporção edificada selecionando quadrículas de 35% a 45% de proporção construída com a dimensão fractal bem similar, porém variando na terceira casa decimal a partir de 1,85. Curiosamente é possível perceber visualmente alguma semelhança entre os sistemas de espaços livres de A e B, mesmo a proporção entre rua e quadra nos 3 exemplos, mas podemos afirmar categoricamente que são sistemas de espaços livres distintos. Apesar de apresentarem mais semelhanças do que na Figura 3, o tema de padrões morfológicos foge do escopo deste trabalho.

Percebemos, no entanto, que as diferenças entre as proporções edificadas

são bastante relevantes, porém podem não ser tão evidentes a olho nu. Nesse caso a proporção construída pode ser bastante relevante. Mas apesar das dimensões fractais serem muito próximas não é possível afirmar que elas evidenciam as similaridades desses 3 sistemas de espaços livres. Então talvez utilizar a dimensão fractal como elemento coadjuvante da proporção edificada possa nos servir para evidenciar aspectos sistemas de espaços livres?



Figura 5 - Exemplo de 3 quadrículas que tem proporção edificada muito parecidas, variando apenas 0,67% com dimensões fractais que variam muito pouco a partir da quinta casa decimal, uma diferença de 0,000053.

Observando a Figura 5 é fácil confundir visualmente os exemplos, pois elas têm muitas semelhanças. Apesar de estarem distantes geograficamente em regiões próximas aos limites políticos do município é evidente há similaridades dos sistemas de espaços livres nos 3 casos. Interessante que a diferença entre as dimensões fractais são da ordem de 0,000053 e as proporções edificadas também são muito similares. Não é o objetivo desse trabalho estudar os processos envolvidos, mas parece que estamos falando de aspectos da articulação desses espaços livres muito similares, que fica evidente visualmente e coincide com a semelhança numérica entre ambos índices. Em outros exemplos onde a dimensão fractal varia muito pouco também fica claro o padrão de articulação de espaços edificados e não edificados, mesmo quando há variação um pouco maior da proporção de área construída. O que faz parecer que a dimensão fractal, além de um fator quantitativo é sobretudo um fator identitário, que pode qualificar essa articulação.

Não é possível ainda afirmar que a dimensão fractal é um índice quantitativo ou descritivo para distinguir o sistema de espaços livres mas traz bastantes evidências que tem potencial. Ele pode suprir o método geométrico tradicional, mas se mostrou muito mais eficaz como coadjuvante do índice de proporção edificada.

Ainda é necessário aprimorar o método, é preciso pesquisar outras escalas e outros sítios para então poder consolidá-lo como método de identificação e quantificação de sistemas de espaços livres e morfologia urbana.

Seria desejável que o processo algorítmico fosse mais eficiente computacionalmente, pois o processamento de 3.000 imagens demorou cerca de 7 horas em um computador pessoal.

Sobretudo pode-se constatar que a geometria fractal tem potencial para trazer contribuições importantes para a arquitetura e o urbanismo, não só como ferramental, mas também como princípio. Para uma abordagem menos determinista e mais científica, sem que isso comprometa a arte e a poética desse campo do conhecimento, dessa ciência, a arquitetura e o urbanismo.

## **DE VOLTA ÀS BASES DO CONHECIMENTO, EM BUSCA DA HARMONIA COM NOSSO HABITAT**

Já faz mais de meio século que Jane Jacobs escreveu “Morte e Vida de Grandes Cidades” começando com a seguinte frase: “Esse livro é um ataque ...” (JACOBS, 2014, p.1) A jornalista, à época, protestava contra o determinismo impositivo da escola modernista que inspirou muitos dos “planejadores” que “desenharam” as cidades que habitamos. Ela não protestava contra os carros, nem algo específico, como muitos fazem hoje, mas contra a visão de cidade determinista e hegemônica. Ela protestava contra o olhar míope que não enxergava a complexidade na cidade e que tentava transformar a vida das pessoas em simples variáveis de fórmulas elementares. A autora deixou para o final do seu livro, mais especificamente para o último capítulo, uma das lições fundamentais para quem quiser compreender melhor as cidades, a abordagem da complexidade organizada como método para entendê-las (GOMES, 2019).

Somente 14 anos depois da publicação de seu livro, “Morte e Vida de Grandes Cidades” é que Benoît Mandelbrot publicou seu livro “Objetos Fractais” e hoje é possível estabelecer um diálogo entre o que ela tentou dizer e o que intrigava Mandelbrot.

Enquanto Jacobs (2014) descreveu a cidade como algo pertencente a natureza e passível de ser estudado como as ciências biológicas: “Sendo produto de uma forma de natureza, as cidades dos seres humanos são tão naturais quanto os locais



onde vivem os cachorros-do-mato ou as colônias de ostras”(p. 494), Mandelbrot postulava algumas diretrizes fundamentais para entendê-las: “A geometria fractal é caracterizada por duas escolhas: a escolha de problemas no seio do caos da natureza, uma vez que descrever todo o caos seria uma ambição sem esperança e sem interesse ...”(p. 18)

É pouco provável que Mandelbrot, apesar de seu eruditismo, tenha lido Jane Jacobs. Mas hoje temos a capacidade de aprender com eles e revitalizar suas ideias em prol de uma compreensão do nosso habitat, a cidade, nas mais diversas escalas. É muita ambição tentar entender os processos urbanos, mas não tão grande, quanto foi a ambição da escola modernista, “atacada” por Jacobs, na sua tentativa de determinar “uma cidade”, “a cidade”.

É possível que a geometria fractal não seja a solução para a compreensão dos processos e dinâmicas da cidade. Mas entender os princípios da sua abordagem pode ajudar a compreendermos nossa ambição humana determinista de se impor diante da complexidade da natureza, tentando ditar muitas vezes uma ordem que já existe – apenas não fomos capazes de percebê-la.

Quando optamos por estudar a geometria euclidiana e fazer um paralelo com a geometria fractal, era também um ensejo para jogar luz na crítica a visão de mundo determinista, como fizeram Jacobs (2014) e Alexander (1961) e que ainda permeia a arquitetura, o urbanismo e o planejamento das cidades.

A intenção não é criar uma ode ao caos, mas talvez suscitar a mesma discussão das geometrias para as urbanidades. Enquanto a euclidiana impõe suas abstrações sobre a natureza, tentando ordená-la, retificá-la, controlá-la, a outra – a fractal – se esforça em entender os seus processos e simplificá-los de tal forma que possamos aprender com ela, tirar lições e conviver em harmonia. Parece até que estamos falando de sustentabilidade, mas é apenas pensamento matemático e geométrico. Porém um pensamento na posição de observador, admirador e não de criador e modificador. Talvez, se virarmos “essa chave” no paradigma científico, possamos viver em harmonia com habitat da maioria dos brasileiros e em breve de todos humanos do planeta, as cidades.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Christopher. **A City is not a Tree**. [S.l.: s.n.], 1961. 22 p.

ALEXANDER, Christopher et al. **Uma Linguagem de Padrões: A Pattern Language**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1171 p.

BATTY, Michael; LONGLEY, Paul. **Fractal Cities: A Geometry of Form and Function**. San Diego: Academic Press, 1994. Disponível em: <http://www.fractalcities.org/>. Acesso em: 18 jul. 2019.

BELLOS, Alex. **Alex No País Dos Números: Uma Viagem ao Mundo Maravilhoso da Matemática**. São Paulo: Schwarcz, 2011.

BENGUIGUI, Lucien et al. **When and where is a city fractal?. Environment and Planning B Planning and Design**, [S. l.], 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/23541208\\_When\\_and\\_Where\\_Is\\_a\\_City\\_Fractal](https://www.researchgate.net/publication/23541208_When_and_Where_Is_a_City_Fractal). Acesso em: 18 jul. 2019.

GOMES, Fernando. **Complexidade na Cidade e o Paradoxo dos Índices Urbanísticos**. 2019. Trabalho final de Graduação (Arquitetura e Urbanismo) - Centro Universitário Belas Artes, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://feromes.github.io/Digressao-da-Complexidade-Morfologica/>. Acesso em: 16 jul. 2019.

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. 3ª edição. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014. 510 p. MANDELBROT, Benoît. **Objectos Fractais: Forma, Acaso e Dimensão**. Lisboa, Portugal: Gradiva, 1991.

MANDELBROT, Benoît. **Fractais**. In: FAUSTO, Rui. **Fronteiras da Ciência: Desenvolvimentos Recentes, Desafios Futuros**. Lisboa: Gradiva, 2003.

MOUDON, Anne Vernez. **Urban Morphology as an Emerging Interdisciplinary Field**. *Urban Morphology*, Seattle, WA, USA, v. 1, p. 3-10, mar. 1997.

MORGADO Sofia (2005) **Protagonismo de la ausencia. Interpretacion urbanistica de la formacion metropolitana de Lisboa desde lo desocupado**. Catalunã

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade Espacial 94

Agências bancárias 69, 70, 71, 72, 73, 78, 79

Álvaro Siza 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 51, 58, 59

Arquitetura Moderna 1, 2, 4, 6, 14, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 38, 40, 50, 58, 123

Arquitetura ribeirinha 82, 83

Art déco 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 76, 143, 144

### B

Bairros-jardim 110, 112, 127

### C

Casa do Chame-Chame 1, 2, 4, 5, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Cicloturismo 60, 61, 62, 63, 68

Cidade 3, 5, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 47, 59, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 81, 83, 88, 94, 95, 97, 99, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 127, 128, 130, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179

Colônia do Sacramento 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109

Colonização espanhola 95, 100

Colonização portuguesa 95

### D

Dimensão Fractal 153, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

### E

Efeito Genérico 140, 141, 142, 144, 152

Espaço 17, 19, 23, 30, 31, 44, 47, 48, 50, 57, 58, 69, 72, 73, 74, 75, 78, 85, 88, 93, 94, 95, 97, 98, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 119, 123, 125, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 151, 152, 153, 156, 159, 178

### F

Função 18, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 78, 108, 113, 148, 156, 171, 172, 176, 178

## G

Goiânia 32, 37, 39, 40, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 150, 152

## L

Lina Bo Bardi 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 21, 22, 23

Linguagem arquitetônica 25, 33, 39, 41

## M

Matemática aplicada ao urbanismo 154

Museus 41, 43, 44, 80

## O

Ocupação 73, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 106, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 121, 126, 145, 153, 155, 165, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

## P

Padrões morfológicos 96, 165

Permanências Urbanas 140, 141, 143

Projeto 5, 6, 9, 10, 11, 18, 21, 25, 38, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 56, 57, 58, 60, 68, 69, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 94, 113, 114, 116, 125, 126, 128, 130, 141, 143, 144, 145, 148, 152, 165, 178

## R

Ressignificação 69, 72

## T

Território 26, 85, 90, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 106, 107, 108, 111, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 138, 142, 143, 180

Tombamento 110, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 143, 144

## U

Urbanismo fractal 154

## V

Vazios urbanos 102, 107, 153, 154, 155, 171, 178

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**