STEVEN HOLL E A ARQUITETURA FRACTAL: uma análise da forma em Sarphatistraat

STEVEN HOLL Y LA ARQUITECTURA FRACTAL: UN ANÁLISIS DE LA FORMA EN SARPHATISTRAAT

STEVEN HOLL AND FRACTAL ARCHITECTURE: AN ANALYSIS OF FORM IN SARPHATISTRAAT

BRITO, LEONARDO DE OLIVEIRA

Professor Mestre, Arquitetura e Urbanismo/Instituto Federal do Paraná (AU-IFPR); Doutorando PPGAU/FAU-USP, E-mail: leonardodeoliveirabrito@gmail.com

ALMEIDA, MARISTELA MORAES DE

Professora Doutora, Arquitetura e Urbanismo/Universidade Federal de Santa Catarina (PósARQ-UFSC), E-mail: arqtela.ma@gmail.com

SAKURAI, TATIANA

Professora Doutora, Arquitetura e Urbanismo/Universidade de São Paulo (FAU-USP), E-mail: tsakurai@usp.br

RESUMO

Tradicionalmente o projeto de arquitetura se fundamenta no conhecimento da "geometria euclidiana", contudo, o advento da "geometria fractal" gerou discussões sobre sua projeção no desenvolvimento de projetos denominados internacionalmente como "arquitetura fractal". Dessa maneira, o objetivo deste artigo é investigar a arquitetura fractal, considerando intenções projetuais de Steven Holl ao aplicar a geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica do centro de convivência Sarphatistraat, obra desenvolvida no seu ateliê. Para isso, utiliza-se como referência as propriedades da geometria fractal, enfatizando-se a estruturação de uma estratégia de análise da forma arquitetônica no trabalho do arquiteto. A pesquisa envolveu o suporte de registro bibliográfico, com abrangência exploratória e descritiva, caracterizada por uma aproximação qualitativa do desenho a partir do material iconográfico da obra selecionada: texto, planta, corte, elevação, axonometria, perspectiva, diagrama ou modelo. Como resultado, registra-se que a geometria fractal atua como geradora de uma estrutura para formação de ponto, linha, plano, volume e abertura; por conseguinte, ocorre uma transformação que distorce a geometria fractal inspiradora indicada inicialmente pelo arquiteto. Contudo, permanece uma disposição ordenada entre as partes e o todo no desenho de composição da forma arquitetônica com base em atributos que envolvem o espaço arquitetônico. A obra analisada torna-se uma referência para elaborar propostas projetuais em arquitetura, assim como permite à pesquisa ser relacionada com outros projetos, contribuindo na formação de estudantes, arquitetos e pesquisadores em práticas projetuais no ateliê de arquitetura.

PALAVRAS-CHAVE: Intenções em arquitetura; Arquitetura fractal; Forma arquitetônica; Steven Holl; Sarphatistraat.

RESUMEN

Tradicionalmente, el proyecto de arquitectura fundamentase en el conocimiento de la "geometría euclidiana", entretanto, el advenimiento de la "geometría fractal" generó discusiones sobre su proyección en el desarrollo de proyectos denominados internacionalmente como "arquitectura fractal". De esta manera, el objetivo de este artículo es investigar la arquitectura fractal, considerando intenciones proyectuales de Steven Holl al aplicar la geometría fractal em lo diseño de composición de la forma arquitectónica del centro de convivencia Sarphatistraat, obra desarrollada en su taller. Para ello se utiliza como referencia las propiedades de la geometría fractal, enfatizando la estructuración de una estrategia de análisis de la forma arquitectónica en el trabajo del arquitecto. La investigación implicó el soporte de registro bibliográfico, con cobertura exploratoria y descriptiva caracterizada por una aproximación cualitativa del diseño a partir del material iconográfico de la obra seleccionada: texto, planta, corte, elevación, axonometría, perspectiva, diagrama o plantilla. Como resultado, se registra que la geometría fractal actúa como generadora de una estructura para formación de punto, línea, plano, volumen y apertura; por consiguiente, se produce una transformación que distorsiona la geometría fractal inspiradora indicada inicialmente por el arquitecto. Sin embargo, permanece una disposición ordenada entre las partes y el todo en el diseño de composición de la forma arquitectónica con base en atributos que envuelven el espacio arquitectónico. La obra analizada se convierte en una referencia para elaborar propuestas proyectuales en arquitectura, así como permite a la investigación ser relacionada con otros proyectos, contribuyendo en la formación de estudiantes, arquitectos e investigadores en prácticas de diseño en el taller de arquitectura.

PALABRAS CLAVES: intenciones en Arquitectura; arquitectura fractal; forma arquitectónica; Steven Holl; Sarphatistraat.

ABSTRACT

Traditionally architecture design is based on the knowledge of "Euclidean geometry", however, the advent of "fractal geometry" generated discussions about its projection in the development of projects internationally called as "fractal architecture". Thus, the objective of this article is to investigate fractal architecture, considering Steven Holl's design intentions in the application of fractal geometry in the design of the architectural form of the Sarphatistraat coexistence center, work developed in his studio. For this, the properties of fractal geometry are used as reference, emphasizing the structuring of an analysis strategy of the architectural form in the architect's work. The research involved the support of bibliographic record, with exploratory and descriptive scope characterized by a qualitative approach to drawing from the iconographic material of the selected work: text, plan, cut, elevation, axonometry, perspective, diagram or model. As a result, it is recorded that fractal geometry acts as a generator of a structure for the formation of point, line, plane, volume and opening; thereafter, a transformation occurs that distorts the inspiring fractal geometry initially indicated by the architect. However, there remains an orderly arrangement between the parts and the whole in the compositional design of the architectural form based on attributes that involve the architectural space. The analyzed work becomes a reference to elaborate design proposals in architecture, as well as allows the research to be related to other projects, contributing to the formation of students, architects and researchers in design practices in the architecture studio.

KEYWORDS: intentions in architecture; fractal architecture; architectural form; Steven Holl; Sarphatistraat.

Recebido em: 05/07/2024
Aceito em: 21/11/2024

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a fundamentação desta pesquisa tem como base os filósofos Aristóteles, Platão e Descartes, e o matemático Euclides de Alexandria. Tais referências estabeleceram a geometria posteriormente identificada como “geometria euclidiana”, amplamente aplicada na cultura humana, propagada na área das Ciências Exatas e da Natureza, bem como na Filosofia, na Arte e na Arquitetura. Especificamente nesta última, existe uma apropriação reflexiva que influencia no desenho de composição da forma arquitetônica do projeto de arquitetura. A incorporação dos fundamentos da geometria estabelece uma vinculação entre a geometria euclidiana e a forma arquitetônica, reverberando na configuração dos ambientes e na definição do espaço arquitetônico (Bollnow, 2008 [1951]; Norberg-Schulz, 1963, 1975, 1979; Ching, 2005 [1975]; Schirmbeck, 1987; Baker, 1998 [1989]; Unwin, 2013 [1997]; Leupen et al., 1999).

Entretanto, na década 70, o matemático Benoît Mandelbrot (1924-2010) consolidou uma nova geometria, identificada como “geometria fractal”, uma linguagem baseada em formas encontradas na natureza. A terminologia deriva da palavra “fractus” ou do seu adjetivo “frangere”, em “latim”, que significa quebrar, criar fragmentos irregulares, sendo reconhecida por ser projetada enquanto componentes geométricos que apresentam irregularidade (Mandelbrot, 1977, 1982; Peitgen, Jürgens, Saupe, 1992).

Ao considerar o conhecimento sobre a geometria, nota-se que a Matemática colaborou na evolução do conhecimento geométrico. Com isso, as geometrias passaram a ser classificadas quanto à sua tipologia, em “geometria euclidiana” (resultante de definição proposta por Euclides de Alexandria) ou “geometria fractal” (resultante de propriedade inicialmente consolidada por Benoît Mandelbrot).

Na prática arquitetônica contemporânea, o entendimento da geometria e suas variações têm se tornado essencial aos profissionais (Jencks, 1997, 2002; Espanés, 2003; Sala, Cappellato, 2004, 2007; Harris, 2012; Ostwald, Vaughan, 2009, 2016), precisando ser cuidadosamente explorado. Tal exigência passou a ocorrer mais fortemente nas últimas décadas, tendo iniciado a partir da investigação de propriedades da geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica do projeto de arquitetura, e evoluindo até que a arquitetura fractal passasse a ser identificada como uma tendência contemporânea internacional.

Nesse cenário, intensificado devido ao desenvolvimento da geometria, observa-se que as características reconhecidas pela geometria euclidiana podem favorecer a sua interpretação no desenho de composição da forma arquitetônica. No entanto, a geometria fractal exibe uma ampliação de meios para a visualização, abrindo questionamentos sobre sua apropriação pela arquitetura. Existe uma dificuldade em encontrar referências de discussões da geometria fractal em arquitetura e, dentre as lacunas encontradas, destacam-se que: (i) os estudos sobre a temática são recentes; (ii) as obras com o emprego de propriedades da geometria fractais também são recentes; (iii) a compreensão dos parâmetros para interpretar o que poderia ser considerado como “arquitetura fractal” ainda é um desafio a enfrentar.

Portanto, como se trata de uma mudança que pode interferir na abordagem geométrica aplicada ao projeto de arquitetura, existe a necessidade de reconhecer métodos de abordagem na apropriação da geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica. Em linhas gerais entende-se que, seja com inserção de geometria euclidiana ou de geometria fractal, a criação meramente abstrata, sem intenção, pode ser ineficiente ao considerar o propósito do arquiteto em arquitetura. Assim sendo, uma questão que interessa para esta pesquisa se relaciona ao trabalho do arquiteto estadunidense Steven Holl (1947-), que se dedicou às especializações, ao ensino de arquitetura e à fundação do seu próprio ateliê, o Steven Holl Architects (Holl, 1989, 1997, 2000, 2003, 2011). No contexto das discussões entre o movimento moderno, pós-moderno e contemporâneo, o profissional estabeleceu-se com obras edificadas e escritos sobre arquitetura com reconhecimento internacional.

Considerando que, com o advento da geometria fractal e da arquitetura fractal, a ideia de ordem ou organização pode representar a incorporação de outro olhar para o desenho de composição da forma arquitetônica, este artigo tem como objetivo investigar a arquitetura fractal, considerando intenções projetuais do arquiteto Steven Holl ao aplicar a geometria fractal ao desenho de composição da forma arquitetônica do centro de convivência Sarphatistraat, obra desenvolvida no seu ateliê. O trabalho se baseia no levantamento de publicações selecionadas para auxiliar na interpretação do trabalho de Steven Holl, sobretudo escritos do próprio arquiteto e de autores que articulam precedentes condicionantes no universo da arquitetura fractal. Essa base teórico-metodológica foi construída para o desenvolvimento de uma pesquisa mais ampla (BRITO, 2020, 2023) e dela extraída para a análise de Sarphatistraat.

O centro de convivência Sarphatistraat foi selecionado por ilustrar o uso da geometria fractal, proporcionando uma análise da relação entre o trabalho de Steven Holl e a arquitetura fractal. Na obra encontram-se decisões que justificam escolhas no projeto de arquitetura, evidenciando uma abrangência teórica e metodológica que a torna referência enquanto objeto de estudo. Por conseguinte, este artigo avança no estudo do tema, traçando um paralelo entre a geometria euclidiana e a geometria fractal.

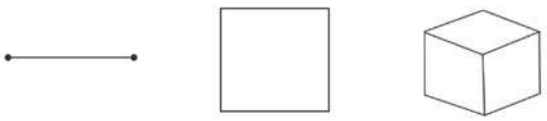
Trata-se de uma pesquisa qualitativa guiada pelo caráter exploratório e descritivo, que visa interpretar a obra considerando a produção escrita (bibliográfica) e a produção documental iconográfica (composta por texto, planta, corte, elevação, axonometria, perspectiva, diagrama ou modelo). Tal abordagem considera a edificação como um sistema projetado concluído, ao ter como base o redesenho e a análise gráfica, considerando as partes e o todo na composição da forma arquitetônica representada pelo projeto arquitetônico.

Esta introdução apresenta a formulação dos aspectos que orientam a pesquisa. Por conseguinte, encontra-se a fundamentação teórico-metodológica em relação às estratégias que possibilitem interpretar Sarphatistraat enquanto referência projetual. Em seguida, está o desenvolvimento da análise do projeto de arquitetura enquanto estudo de caso. Adiante, estão os resultados e discussões quanto aos achados da investigação. Por fim, são tecidas as considerações finais a partir da investigação realizada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA: UMA ANÁLISE DA FORMA

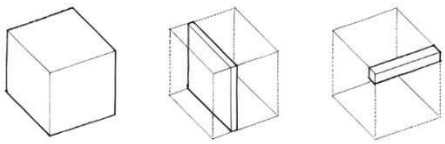
As argumentações dos filósofos Aristóteles, Platão e Descartes, e os ensinamentos do matemático Euclides de Alexandria, propiciaram a definição da “geometria euclidiana”, que tem grande influência na cultura humana. Nesse contexto destaca-se a importância do conhecimento sobre a geometria no desenho de composição da forma arquitetônica do projeto de arquitetura, que prioriza o sistema axiomático de postulados da geometria representada em uma, duas ou três dimensões, envolvendo o ponto, a linha, o plano ou o volume (Figura 1). Essa compreensão contribui com a aplicação da geometria euclidiana em arquitetura, notadamente pela identificação dos elementos geométricos (quadrado, cubo, círculo, esfera, triângulo, pirâmide, cone ou cilindro, por exemplo). Ela também colabora com a promoção de uma modelagem da geometria, conforme o caso; ou seja, um quadrado ou cubo pode ser transformado por adição, subtração, dimensão ou desconstrução, passando a gerar um novo elemento geométrico (Figura 2).

Figura 1: Diagrama de representação da geometria euclidiana.



Fonte: Elaborada pelos autores com base no acervo bibliográfico.

Figura 2: Diagrama de representação da geometria euclidiana transformada.



Fonte: Elaborada pelos autores com base no acervo bibliográfico.

Esse processo é fundamentado por várias definições: ponto; dois pontos distintos definindo uma linha; prolongamento de um segmento de linha constituindo uma superfície plana; um sistema de coordenadas configurando um volume. Em síntese, a descrição de elementos geométricos passou a ser conhecido pela geometria euclidiana ao estabelecer o estudo da geometria enquanto propriedade qualitativa relacionada com o objeto construído: geometria, formato, tamanho, material, cor, luz e/ou textura, conforme o caso. Tal sistematização possibilitou o seu reconhecimento e propagação no âmbito das Ciências Exatas e da Natureza, bem como na Filosofia, na Arte e na Arquitetura (Bollnow, 2008 [1951]; Norberg-Schulz, 1963, 1975, 1979) e repercutiu no reconhecimento de uma intenção ou propósito que emerge do/no projeto de arquitetura,

compreendendo a tradução da geometria em arquitetura (Ching, 2005 [1975]; Schirmbeck, 1987; Baker, 1998 [1989]; Unwin, 2013 [1997]; Leupen et al., 1999). Conforme reforça o texto a seguir:

> Como elementos conceituais, o ponto, a reta, o plano e o volume não são visíveis, exceto em nossas mentes. Embora eles não existam de fato, sua presença é sentida por nós. Podemos perceber um ponto no encontro de duas retas, uma reta marcando o contorno de um plano, um plano delimitando um volume e o volume de um objeto que ocupa espaço. (...) Quando são visíveis aos olhos no papel ou no espaço tridimensional, esses elementos se tornam forma com características de matéria, formato, tamanho, cor e textura. À medida que experimentamos essas formas em nosso ambiente, devemos ser capazes de perceber em sua estrutura a existência dos elementos primários do ponto, da reta, do plano e do volume. (Ching, 2005 [1975], p. 2).

Nesse campo tem-se como referência as decisões tomadas na combinação de partes e o todo para composição da forma representada no desenho arquitetônico: texto, planta, corte, elevação, axonometria, perspectiva, diagrama ou modelo. Assim, a geometria torna-se um instrumento de comunicação entre o arquiteto que desenvolveu o projeto e a pessoa que vivenciará a arquitetura, envolvendo a compreensão de fatores objetivos e subjetivos que envolvem o projeto:

> A palavra “geometria” – enquanto matéria na escola, por exemplo – sugere círculos, quadrados, triângulos, pirâmides, cones, esferas, diâmetros, raios e assim por diante. Esses itens são importantes para a arquitetura. Por se tratarem de ideias abstratas, elas pertencem à categoria da geometria ideal – sua perfeição pode ser imposta à malha física do mundo como forma de identificar lugares [...]. Entretanto, as geometrias também surgem quando lidamos com o mundo. A geometria pode derivar de uma postura de aceitação da maneira como o mundo funciona, assim como de uma postura de controle e imposição (Unwin, 2013 [1997], p. 123).

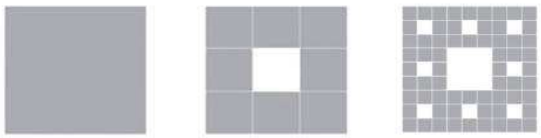
Assim, a geometria euclidiana e suas variações se mostram pertinentes enquanto elementos primários da forma, passando a atuar como recurso para o desenvolvimento do projeto de arquitetura. Trata-se de uma modelagem de determinada geometria, visando uma relação coerente entre as partes e o todo em conjunto, mantendo seu reconhecimento em função de uma intervenção física.

Contudo, o papel da geometria euclidiana tem expandido com práticas aliadas ao conhecimento matemático, reconhecendo-se a “geometria fractal” como uma nova contribuição para a cultura humana. Inspirada em padrões geométricos observados em elementos da natureza, a geometria fractal foi consolidada pelo estudo do matemático Benoît Mandelbrot (1924-2010), ao enfatizar propriedades reconhecidas por duas características básicas essenciais: a “autossimilaridade” e a “escala”.

Essas características são constituídas por uma ação identificada como “iteração”, em que se segue uma regra de adição ou subtração de uma geometria autossimilar a um traçado geométrico inicial em escala (ou seja, realiza-se uma cópia de si em uma escala diferente). Adiante, novamente, realiza-se a reprodução similar a uma parte de si, formada por geometrias similares à original, criando um padrão de continuidade, identificado como “recursividade” (Mandelbrot, 1977, 1982; Peitgen, Jürgens, Saupe, 1992).

Como exemplo de reconhecimento da geometria fractal, se encontra o tapete de Sierpinski, descrito inicialmente pelo polonês Waclaw Sierpiński (1882-1969). Trata-se de um processo de iteração que segue etapas iniciadas pelo quadrado, sendo que em cada face é removido a mesma geometria no meio, dividido de modo autossimilar, repetindo infinitamente em cada um dos quadrados resultantes da forma (Mandelbrot, 1977, 1982; Peitgen, Jürgens, Saupe, 1992) - como mostrado Figura 3 (da esquerda para a direita).

Figura 3: Diagrama de representação da geometria fractal tapete de Sierpinski.

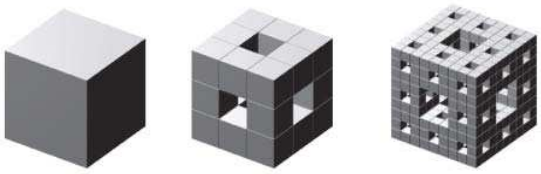


Iteração 0 Iteração 1 Iteração 2

Fonte: Elaborada pelos autores com base no acervo bibliográfico.

A Esponja de Menger é outro exemplo de geometria fractal, investigada pelo austríaco Karl Menger (1902-1985). Neste caso, em uma perspectiva volumétrica, cada face da esponja é constituída por características do tapete de Sierpinski, sendo que o volume segue etapas iniciadas pelo cubo, em que cada face é removido a mesma geometria no meio, dividido de modo autossimilar, condição que se repete infinitamente em cada um dos cubos resultantes (Mandelbrot, 1977, 1982; Peitgen, Jürgens, Saupe, 1992) - conforme Figura 4 (da esquerda para a direita).

Figura 4: Diagrama de representação da geometria fractal esponja de Menger.



Iteração 0 Iteração 1 Iteração 2

Fonte: Elaborada pelos autores com base no acervo bibliográfico.

Essa geometria reproduz detalhes caracterizados por uma regra que continua infinitamente, o que permitiu que a área da Matemática investigasse o reconhecimento de padrões geométricos identificados como fractais. Tal sistematização pode ser entendida como uma extensão da geometria euclidiana, ao permitir apresentar uma infinidade de exemplares geométricos, possibilitando o avanço do seu reconhecimento nas Ciências Exatas e da Natureza, na Filosofia, na Arte e na Arquitetura.

Na década de 1970, houve a consolidação da geometria fractal na área da Matemática. A década de 1980 ressaltou uma vinculação entre a geometria fractal e a forma arquitetônica, mas de modo ainda abstrato. Enquanto isso, na década de 1990 se estabelece um novo paradigma caracterizado como “arquitetura fractal” (termo original em inglês: “fractal architecture”). Isso permitiu que, a partir dos anos 2000 em diante, se consolidasse um olhar arquitetônico para o tema, observando limites e possibilidades em arquitetura (Jencks, 1997, 2002; Sala, Cappellato, 2004, 2007; Espanés, 2003; Harris, 2012; Ostwald, Vaughan, 2009, 2016).

A arquitetura com propriedades da geometria fractal, posteriormente identificada como “arquitetura fractal”, se desenvolveu em paralelo à geometria euclidiana em arquitetura. Contudo, na busca por compreender motivações pelas quais arquitetos se apoiam na relação entre geometria fractal e forma arquitetônica, encontram-se casos em que existe (ou inexiste) por parte do profissional uma ligação entre as propriedades da geometria e a forma no projeto de arquitetura.

Para se entender a relação entre a geometria fractal e a forma arquitetônica, observa-se uma concepção em que a relação entre as partes e todo pode ser vista pelas características de autossimilaridade e escala, de maneira que os elementos geométricos que constituem o conjunto da forma arquitetônica passam a estar relacionados. Tais aspectos reforçam a possibilidade do reconhecimento da geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica, observando, de fato, limites e possibilidades em arquitetura. Assim, embora possa existir a aplicação da geometria fractal na forma arquitetônica do projeto de arquitetura de maneira inconsciente, também é possível encontrar na literatura uma base de conhecimento intencional em arquitetura. O reconhecimento de relações entre geometria fractal e forma arquitetônica pode ser uma alternativa para compreender intencionalmente um conceito no projeto de arquitetura, tendo como base o conhecimento de suas características:

> [...] modos de conceber as relações entre ordem e caos, apresentam-nos a existência de um amplo campo de possibilidades criativas diferentes das ordens tradicionais. Como toda ordem que constrói e contém objetos possíveis, a geometria fractal oferece indícios para a redefinição da ideia da ordem arquitetônica. O estudo das ideias contidas nos fractais propõe processos e caminhos projetuais para a prática da arquitetura e contribui para a formulação de uma teoria da ideação do desenho arquitetônico (Espanés, 2003, p. 171, tradução nossa).

A geometria fractal ocupa uma zona localizada entre a ordem euclidiana e o caos desregulado, de modo que tais aspectos são manifestos no estudo do tema, reforçando a necessidade de examinar o projeto de arquitetura utilizando como base os componentes da geometria fractal. Conforme Ostwald (2009), “[...] uma

compreensão da implicação da geometria fractal deve levar a uma consciência da presença de ordem dentro de sistemas aparentemente aleatórios" (Ostwald, 2009, p. 213, tradução nossa).

De um lado, ressalta-se o desempenho da geometria euclidiana como papel importante no desenvolvimento do projeto de arquitetura e sua representação gráfica, visto a possibilidade de revelar relações de elementos da arquitetura e o contexto envolvido. Por outro lado, compreende-se que a geometria fractal necessita de auxílio complementar nos para análise da solução proposta, visto que a possibilidade de sua utilização indica regras para organização da forma arquitetônica.

Desse modo, a geometria euclidiana pode servir como uma base de leitura, enquanto a geometria fractal permite ampliar um vocabulário sobre a aplicação da geometria em setores da cultura humana, tal como o saber arquitetônico. Ou seja, assim como a geometria euclidiana, a geometria fractal também poderia apresentar uma organização da forma e do espaço arquitetônico em segmentos de ponto, linha, plano e/ou volume em função da experiência no projeto de arquitetura.

Tal questão permite entender que arquitetos podem conhecer além do raciocínio da geometria euclidiana, de modo a se apropriar de precedentes da geometria fractal na organização da forma e do espaço arquitetônico. Por consequência, ao considerar o desenvolvimento da arquitetura, pode ser aplicada como base em recursos que consideram aspectos pertinentes para resolução de questões projetuais, tal como no centro de convivência Sarphatistraat, obra de Steven Holl, estudo de caso apresentado neste artigo.

3 STEVEN HOLL E A ARQUITETURA FRACTAL: O CASO DE SARPHATISTRAAT

Sarphatistraat é um centro de convivência localizado na cidade de Amsterdã, litoral da Holanda, norte da Europa Ocidental (Figura 5), instalado em um terreno com área de 3.635 m² e com área útil de 1.280 m². Foi projetado pelo ateliê de arquitetura Steven Holl *Architects*, e construído entre 2002 e 2003 (Holl, 2000, 2003; Mari, 2005). A edificação está inserida em um sistema projetado de canais em formas circulares que interligam partes delimitadas por áreas construídas da cidade. Tais canais são vias de transportes que dividem Amsterdã em ilhas conectadas por pontes, sendo que Sarphatistraat situa-se em uma região onde se encontram edificações históricas de uma área central da cidade.

Figura 5: Mapa de localização de Sarphatistraat.

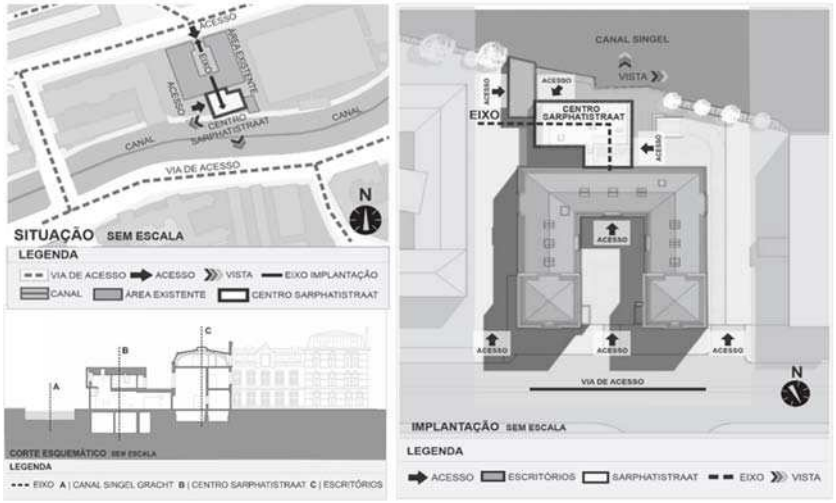


Fonte: Elaborada pelos autores com base em Google Maps (2020)[1].

A obra está próxima ao canal Singel Gracht (Figura 6). Na planta de situação mostra as edificações existentes, envolvendo um conjunto que inclui um antigo armazém transformado em escritórios, o prédio Sarphatistraat e um espaço público adjacente ao canal. A arquitetura abrange um programa delimitado para acomodar atividades sociais de convivência dos respectivos escritórios instalados na localidade.

O eixo de implantação da obra analisada encontra-se desenvolvido com uma estrutura em "L" em contato com o edifício de escritórios, com vista para o espaço público. Encontram-se três estruturas do conjunto da obra, sendo: canal Singel Gracht (Eixo A), centro Sarphatistraat (Eixo B) e escritórios (Eixo C). No caso em questão, existem acessos por diferentes entradas, enquanto cada parte do conjunto pode atuar de modo independente. A obra possui acesso principal pela rua Sarphatistraat, possibilitando o contato com o conjunto, de modo que o seu eixo principal é delimitado perpendicularmente ao eixo de acesso ao terreno, constituindo a vista da fachada contemplada pela própria rua. De um lado está o edifício de escritórios, com entrada pela avenida, e, no sentido oposto, encontra-se a obra analisada, com um volume projetado de frente para o canal Singel Gracht (Holl, 2000, 2003; Mari, 2005).

Figura 6: Planta de situação, corte esquemático e implantação do projeto de Sarphatistraat.



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

Existem claras relações entre a proposta de edificação e o lugar, bem como desdobramentos projetuais que envolvem elementos condicionantes, tais como: características do país, da cidade e do entorno imediato. Ou seja, o lugar possui características que funcionam como influências ao projetar a edificação, constituindo uma estratégia que visa a articulação entre as partes (canal Singel Gracht e edifício de escritórios) que se interligam ao novo prédio. O complexo do antigo edifício de tijolos inicialmente construído destaca-se pela sua visão com o uso de ornamento constituído por quatro andares que se funde internamente com o novo pavilhão projetado. Enquanto isso, o novo centro de convivência de Sarphatistraat evidencia-se pela sua área integrada que possui cerca de 285 metros quadrados e 7 metros de altura, podendo abrigar reuniões de pessoas. Essa configuração constitui a relação entre acessos, circulação e ambientes que compõe o espaço arquitetônico (Holl, 2002, 2003; Mari, 2005).

Também se identificam outros fatores condicionantes, encontrando-se a forma arquitetônica enquanto recurso operativo de princípios para desenvolver a proposta do projeto de arquitetura. A investigação de elementos do entorno e do próprio espaço arquitetônico compreende características que visam promover ou intensificar a experiência vivenciada, mediadas diante da própria arquitetura que, consequentemente, entra em contato com elementos que envolvem a totalidade do lugar.

Na Figura 7, observa-se a vista dos fundos da obra, reconhecendo características do lugar ao considerar a estrutura composta pela vista do entorno, tais como: os escritórios adjacentes e o canal. O arquiteto parte de referências para conciliar uma relação com o entorno, de maneira que o prédio funciona como uma continuação do sistema existente, sobretudo ao espaço público adjacente ao canal Singel Gracht, no fundo do terreno.

Uma importante característica do contexto e do projeto de arquitetura é a vinculação da intervenção em relação ao canal Singel Gracht. O arquiteto justifica o reflexo da edificação nas águas do canal, destacando o objetivo de "[...] alcançar um espaço de [...] porosidade [...] em reflexão" (Holl, 2000, p. 167, tradução nossa). Observa-se, assim, um estreito relacionamento entre esses elementos, considerando o contato das pessoas entre um ambiente e outro, isto é, em função da experiência do usuário. Sob essa perspectiva, Holl apropria-se de recursos do espaço físico existente para validar aspectos do projeto arquitetônico, incluindo a característica de a obra ser implantada na respectiva localidade. Para ele, trata-se de aspectos que levam à valorização da experiência no lugar, tal como quando esclarece seu propósito incorporado com a integração ao entorno, especialmente no espaço público do canal Singel, afirmando que "à noite a luz será projetada em espessos blocos de cor flutuantes" (Holl, 2000, p. 167, tradução nossa).

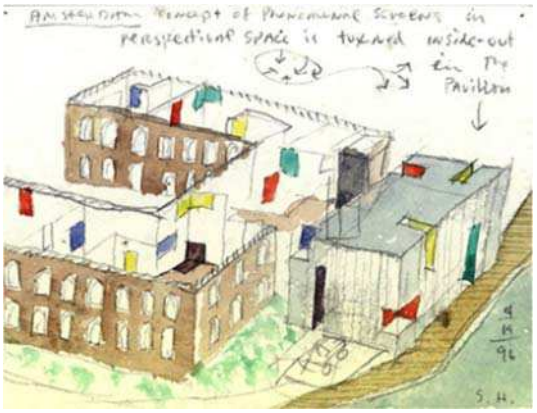
Figura 7: Vista de Sarphatistraat e entorno.



Fonte: Paul Warchol, Steven Holl Architects (2003)[2].

Outra característica a ser observada diz respeito à área existente, na qual se encontram instalações de escritório concebidos por paredes de tijolos expostos com aberturas realizadas em função do programa arquitetônico, diante da renovação pela proposta de reforma realizada pelo arquiteto. Também se observa um contraste entre os tijolos da edificação existente e o cobre perfurado de Sarphatistraat (novo prédio), enquanto no interior encontra-se uma fusão no contato entre os ambientes, integrando-se internamente (Figura 8).

Figura 8: Croqui do projeto de Sarphatistraat em aquarela.



Fonte: Steven Holl, Steven Holl Architects (2003)[2].

A obra ainda revela uma inspiração alheia à arquitetura, com a referência da música ‘Padrões em um campo cromático’ (nome original em inglês: *Patterns in a Chromatic Field*), pautada na composição de Morton Feldman (1926-1987). Com esse recurso, o arquiteto se apropria da geometria integrada nas extremidades laterais e superior, de modo que o projeto de arquitetura possui um desenho articulado com aberturas coloridas que refletem na composição volumétrica do edifício (Holl, 2002, 2003; Mari, 2005).

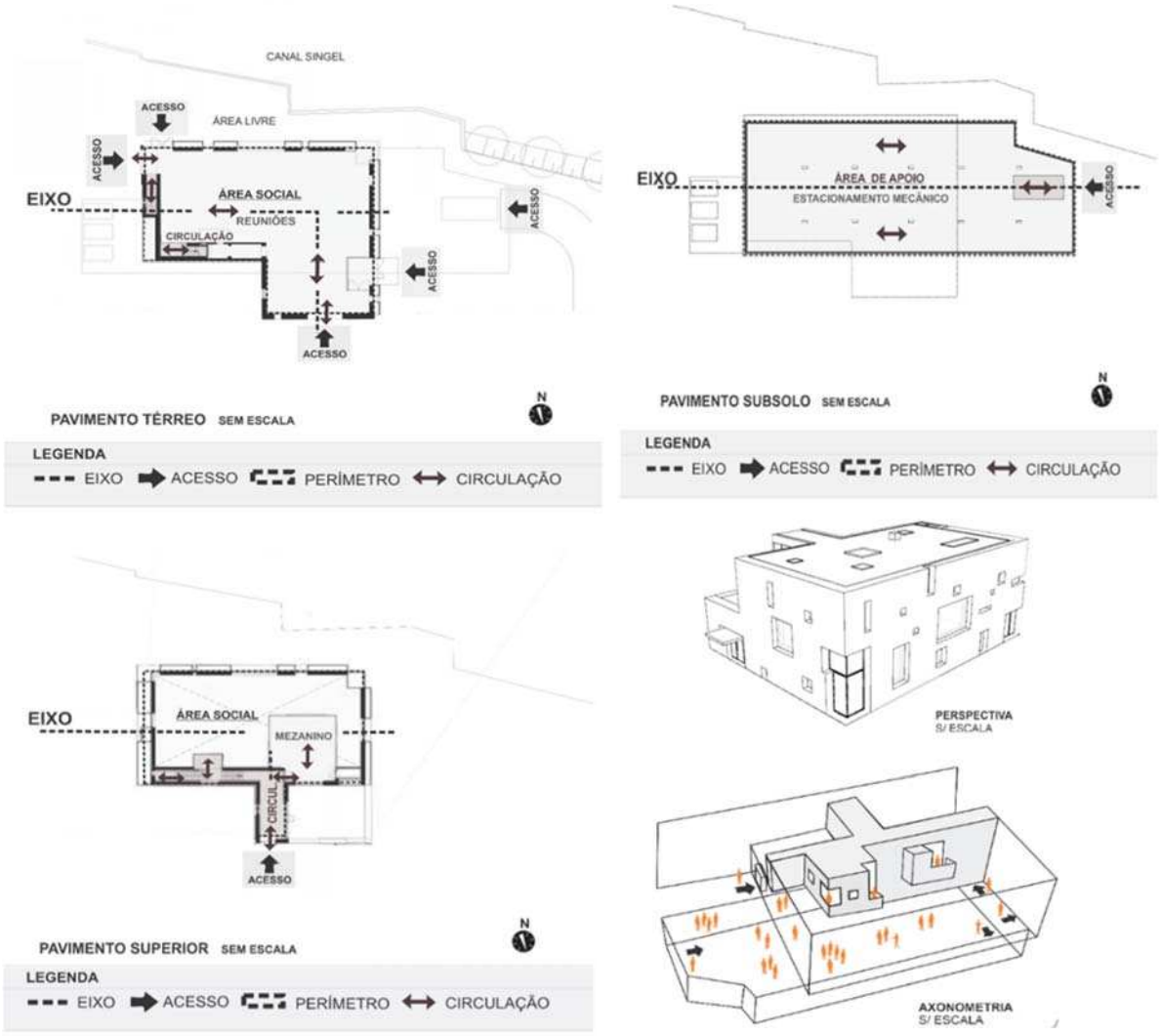
Com uma maior aproximação da proposta do arquiteto (Figura 9), compreende-se a abrangência do programa arquitetônico (Holl, 2000, 2003; Mari, 2005). O subsolo encontra-se restrito a um estacionamento mecânico de veículos, enquanto área de apoio ao funcionamento do edifício. Trata-se de um sistema de porão, acessado com uma plataforma elevatória que se encaixa com a estrutura do edifício, cuja forma base da planta possui forma retangular subtraída no eixo da sua organização. No pavimento térreo, nota-se que, do exterior, é possível acessar a obra pelo edifício de escritórios, bem como por entradas laterais, observando uma integração que pode acontecer entre o exterior e o interior, por diferentes acessos. Ao entrar na edificação, diante do eixo estruturado em “L” de base retangular, encontra-se uma área de uso comum, constituída por uma sala multiuso, para eventos, oficinas, palestras e/ou restaurante, com escada de acesso ao pavimento superior. Por fim, no pavimento superior, o edifício se mantém com eixo estruturado em “L” de base retangular, entretanto, recua-se ao acessar os escritórios. Por meio da circulação pela escada, articula-se uma saliência do patamar sobre o ambiente social, assim como no próprio mezanino instalado ao fim da

escada de acesso, abrindo-se para um pé-direito duplo. Observa-se uma estruturação em função de um percurso em contato com o ambiente social, sobretudo na composição do espaço arquitetônico visto em perspectiva e axonometria.

O plano elevado da fachada e a volumetria relacionam-se com a inspiração no tapete de Sierpinski e esponja de Menger, respectivamente (Figura 10). Na fachada, em referência ao tapete de Sierpinski, o quadrado resulta da divisão de cada uma das faces, repetindo em cada um dos resultantes, seguidamente. Compreendem-se conformações que induzem uma ordem quando o arquiteto utiliza propriedades da geometria fractal integrada por uma adaptação da forma nas faces laterais da edificação.

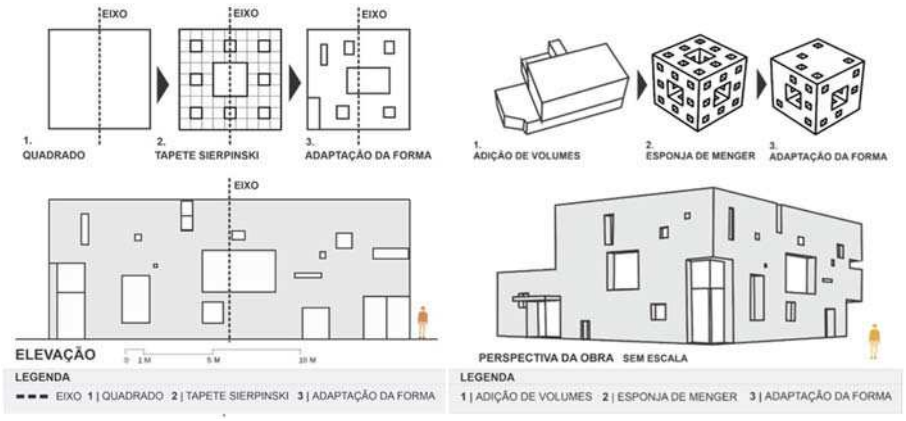
Enquanto isso, ao estudar os volumes, encontra-se a aplicação da esponja de Menger, que resulta da divisão de cada uma das faces de um cubo, repetindo em cada um dos resultantes, seguidamente. O arquiteto representa uma estrutura da geometria fractal, ao seguir a construção de etapas iniciadas pelo cubo, dividido de modo autossimilar.

Figura 9: Planta subsolo, térreo e superior, enfatizando a análise do projeto de Sarphatistraat.



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[3].

Figura 10: Representação esquemática do plano e do volume no projeto de Sarphatistraat.

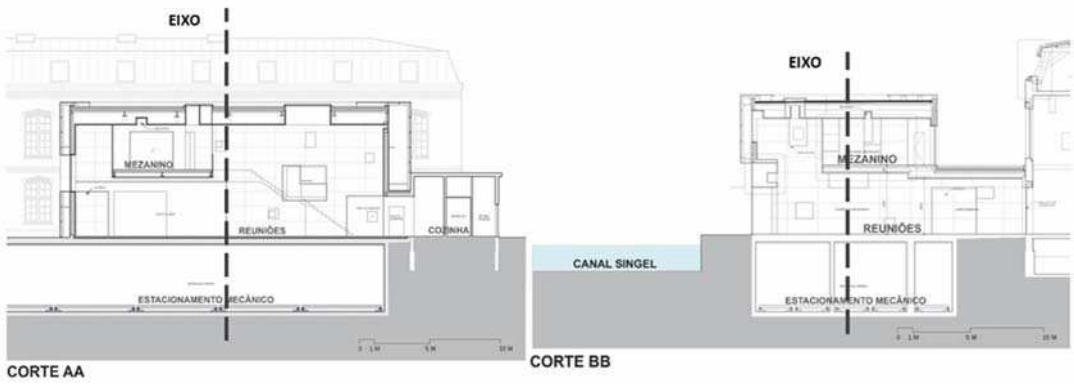


Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

Nesse âmbito, a composição da forma evoca associações ao quadrado ou cubo (na visão euclidiana) ou à esponja de Menger em duas iterações (na visão fractal). No entanto, a forma apresenta-se reconfigurada por uma perspectiva assimétrica, representando uma adaptação para a arquitetura. O arquiteto afirma essa intenção ao comentar o objetivo de relacionar a "[...] 'esponja Menger' com o método [...] de Morton Feldman usado em 'Padrões em um campo cromático' [...]" (Holl, 2000, p. 167, tradução nossa).

Nos cortes, encontra-se a composição de piso, alinhamento das paredes com painéis que as revestem, cobertura e aberturas (Figura 11), gerando a verticalização por componentes que criam a organização geométrica na estrutura projetada. Também se observam as atividades na obra analisada, delimitada por uma área de estacionamento mecânico, assim como uma área social com sala de reuniões e mezanino, articulados entre diferentes níveis que os conformam diante da sua relação compositiva.

Figura 11: Análise do corte esquemático transversal e longitudinal do projeto de Sarphatistraat.

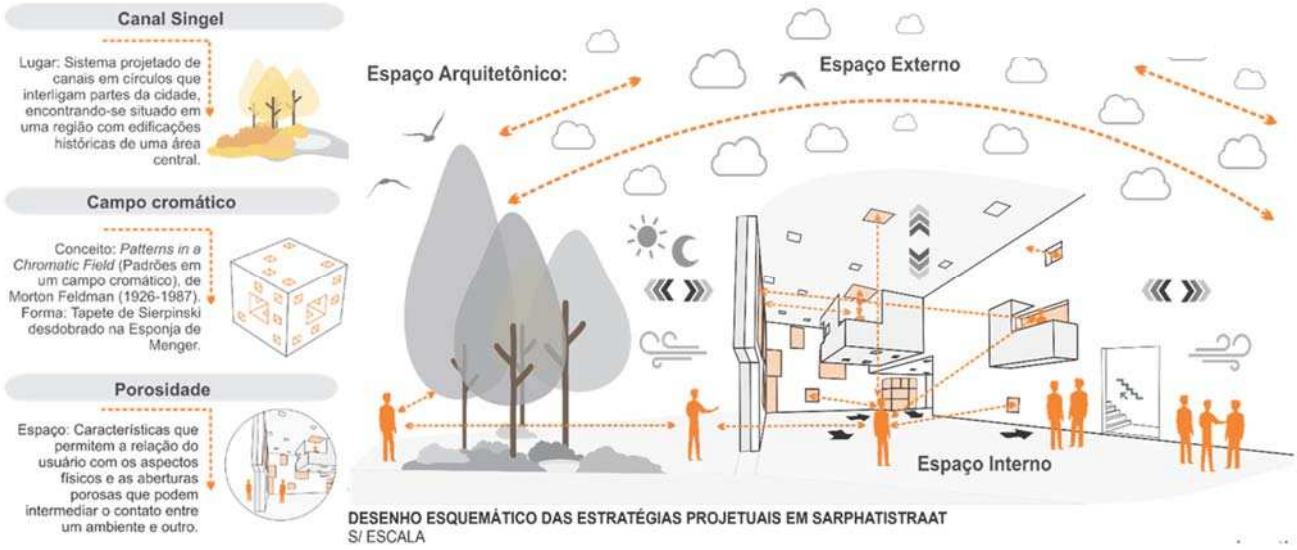


Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

Ao explorar configurações da forma, compreende-se que a composição arquitetônica se constitui na interpretação de uma estrutura presente em propriedades da geometria fractal, ao apresentar um sistema de divisões, abrindo vazios dentro da massa arquitetônica ao perfurar limites espaciais nas superfícies da obra. Por conseguinte, nota-se a criação do conceito de porosidade em relação ao lugar, cujo arranjo denomina ordens físicas compostas pela dualidade entre sólidos e vazios, interior e exterior (Figura 12).

Desse modo, no interior, a organização da obra sugere a apresentação de uma abordagem em que, enquanto possui uma influência da geometria, o espaço arquitetônico funciona como uma conjunção presente entre elementos. A forma arquitetônica se apresenta tanto no emolduramento da obra em contato com o ambiente externo, como no contato com os ambientes do pavimento superior, enquanto um espaço dentro de outro mediado pelas aberturas.

Figura 12: Representação esquemática da relação entre exterior e interior do projeto de Sarphatistraat.

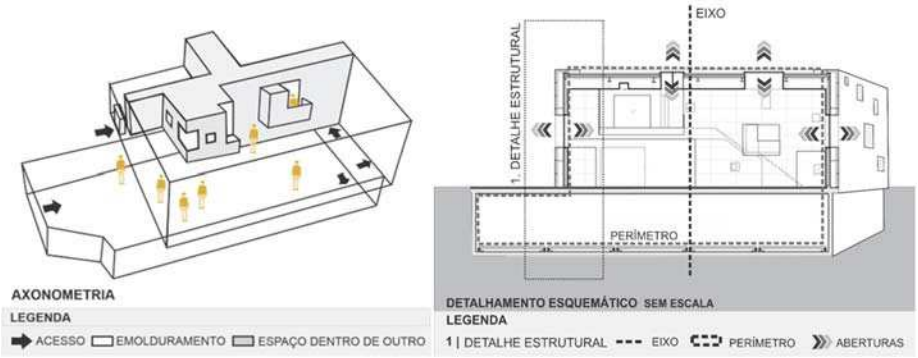


Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

O espaço arquitetônico revela um vão que cursa entre o exterior e o interior da área social, diante de um vazio que percorre uma projeção da transferência dos elementos horizontais e verticais de composição arquitetônica (Figura 13). Ao acessá-lo, encontram-se as cavidades do espaço interior, que se expressam por blocos do mezanino enquanto um espaço dentro de outro, assim como pela projeção na repetição da forma pelo emolduramento das superfícies de paredes, aliando aspectos materiais e imateriais.

Os elementos de composição da forma arquitetônica também apresentam aspectos projetuais do arquiteto na interpretação de uma estrutura presente em propriedades da geometria, ao ilustrar um sistema de divisões com a abertura de vazios na massa arquitetônica e a perfuração de limites espaciais nas superfícies da obra. Trata-se de uma projeção cuja representação acontece com as aberturas intercaladas nas paredes e cobertura, constituídas por painéis que criam profundidade no volume.

Figura 13: Representação esquemática da estrutura do projeto de Sarphatistraat.

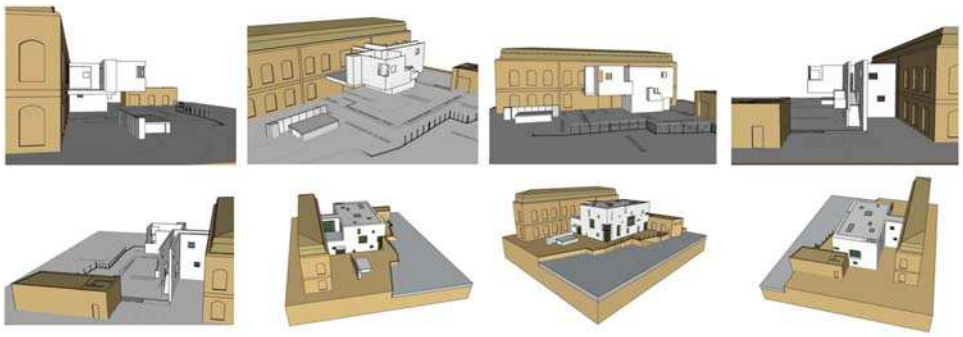


Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

Assim, encontra-se a organização de ambientes do programa arquitetônico, composta por uma área social para atender os escritórios, articulados entre diferentes níveis que os conformam na projeção de conexão entre o espaço existente e o construído. Existem pontos sobre o local de implantação, caracterizados pela situação que estabelece com a presença das edificações existentes e a vista com o canal Singel, reunindo características em escalas com o entorno e a própria construção da obra.

A elaboração da maquete eletrônica expõe a relação entre a edificação existente e o projeto de Sarphatistraat, que podem mediar a relação entre o espaço público e o espaço privado. Por conseguinte, essa configuração compreende a tridimensionalidade da proposta em relação ao canal Singel, com presença de aberturas nas fachadas, enquanto elementos arquitetônicos que articulam a ligação entre o ambiente externo e o ambiente interno, incluindo a estrutura com cobertura que segue o desenho das elevações (Figura 14).

Figura 14: Maquete eletrônica do projeto de Sarphatistraat.



Fonte: Elaborada pelos autores com base em Steven Holl Architects (2003)[2].

No projeto de arquitetura, o arquiteto combina recursos para a organização da proposta, sendo que existe uma interpretação da geometria pela relação entre as partes e o todo, ao explorar configurações de ordenamento da forma arquitetônica. Evidencia-se a capacidade de encontrar meios que podem resultar na arquitetura, cujas influências da geometria nas intenções projetuais do arquiteto se fundamentam em função de mediar a experiência do espaço arquitetônico. Na Figura 15, nota-se a porosidade entre o exterior e o interior da obra, visto que o arquiteto enfatiza o objetivo de propor um espaço refletor de cores, ao abranger o recurso de luz e cor por perfurações das superfícies limítrofes, reproduzidas na construção das paredes revestida com cobre. Isso envolveu organizar aberturas envidraçadas no espaço arquitetônico, de modo que projete a luz externa no interior durante o dia e a luz no exterior durante a noite, sobre especialmente o canal de água, expondo uma relação entre fora e dentro (Holl, 2000, 2003; Mari, 2005).

Figura 15: Vista externa e interna de Sarphatistraat.



Fonte: Paul Warchol, Steven Holl Architects (2003)[2].

Além das formas, o arquiteto explora características de suas propriedades, tais como os materiais, as cores e as luzes, ao conjugá-los para que se crie uma conexão. Partindo para uma escala aproximada do observador, destacam-se as fachadas semitransparentes, por meio do uso de chapas pontilhadas cobrindo o exterior, bem como pelas esquadrias de vidros coloridos nas aberturas. Enquanto isso, no interior, o mezanino encontra-se revestido com chapa de alumínio em contato com planos de cor branca, azul e cinza.

A partir disso, o arquiteto apresenta propriedades que podem mediar sensações por fatores, tais como luz ou sombra, dia ou noite, textura ou cor, dissecando suas partes e relações conforme o propósito. Tais fatores são reconhecidos quando Holl (2000) expõe suas intenções projetuais, ao afirmar que “devido aos materiais porosos, [...] a luz salta entre as camadas do edifício, formando um ‘espaço cromático’ mutável entre a parte interna e externa” (p. 167, tradução nossa).

Isso evidencia uma perspectiva sobre o recurso da porosidade adotada pelo arquiteto, assim como ocorre pelo contato da projeção de luzes entre “[...] a madeira compensada perfurada e o alumínio do interior para o cobre perfurado do exterior [...]” (Holl, 2000, p. 167, tradução nossa). Trata-se das camadas de materiais presentes nas faces da obra, tais como a transparência nas esquadrias de vidro, a madeira compensada, o alumínio e o cobre perfurados, conectados entre exterior e interior.

Assim, a obra apresenta a porosidade das aberturas compreendida pelo contato entre os ambientes do espaço arquitetônico e a área externa, assim como os materiais, cores, reflexos de luzes e demais elementos abrangentes. Encontram-se elementos ordenados pela composição da obra, relacionando o que está acima ou abaixo, aberto ou fechado, dentro ou fora, sendo que o projeto conduz a uma relação entre as partes e o todo, criando uma ligação entre os ambientes que constituem o desenho da forma e do espaço arquitetônico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante do arrazoado nota-se que, ao considerar que explorar a geometria e suas variações passou a ser uma prática pertinente para profissionais da arquitetura, Steven Holl também passou a buscar referência na geometria fractal como suporte metodológico para o desenvolvimento do projeto de arquitetura, orientando o desenvolvimento do projeto de arquitetura enquanto produto organizado pelo arquiteto. Assim sendo, ao compreender o contexto apresentado na pesquisa, destaca-se que os recursos textuais e gráficos (texto, planta, corte, elevação, axonometria, diagrama, modelo ou perspectiva) ajudaram a compreender incertezas e decisões tomadas no processo de projeto, bem como as soluções propostas em si. Afinal, na obra do arquiteto existe uma manipulação na tradução da geometria fractal transformada em elementos projetuais.

Um fator a ser destacado é que, tendo como base as propriedades da geometria fractal denominada “esponja de Menger”, o arquiteto apresentou suas escolhas a partir do recurso da autossimilaridade e da escala, em um limite de duas iterações em volume. Consequentemente, a adoção dessa estratégia abrangeu inicialmente a visualização do desenho de composição da forma arquitetônica do projeto de arquitetura em axonometria, perspectiva, diagrama ou modelo. Tal configuração evidencia a possibilidade de tomar partido da geometria fractal pela relação entre as partes e o todo em conjunto, significando que a respectiva geometria fractal pode transgredir o tradicional esquema tripartido de plantas, cortes e elevações para alcançar um todo tridimensional unitário, auxiliando na leitura tridimensional da obra. Assim, plantas, cortes e elevações são utilizados para representação gráfica posterior ao conceito inicial, definido em axonometria, perspectiva, diagrama ou modelo.

Contudo, embora a aplicação da geometria fractal adotada pelo arquiteto seja considerada válida (em especial enquanto relacionada ao contexto do projeto de arquitetura), o desenho da forma arquitetônica alterou-se do que seria um formato inicial quadrado ou em cubo, tendo evoluído para o tapete de Sierpinski ou para a esponja de Menger, ao transformá-los em uma forma em plano e volume remodelado, o que representa uma limitação na tradução da geometria fractal para a forma arquitetônica. Essa distorção é exposta quando o arquiteto alega que, embora seja utilizada a inspiração na geometria fractal do tapete de Sierpinski ou esponja de Menger, também existe a referência ao método musical de Morton Feldman. Para tanto, a forma do volume e das aberturas (reconhecidas pela geometria inicial do quadrado ou cubo) são esticadas vertical ou horizontalmente ao entrar em contato com o edifício de escritórios e o espaço público adjacente, transformando-se em um desenho em “L” na implantação e “retangular” nas aberturas.

Do ponto de vista da geometria fractal, entende-se que, a partir de suas propriedades (com característica de autossimilaridade e escala), segue-se uma regra de iteração em cada etapa. Porém, na proposta de Sarphatistraat, essa regra foi interferida ao ser adaptada ao uso da edificação em questão. O arquiteto utilizou um recurso proveniente da geometria euclidiana, na qual o projetista pode modelar a geometria transformando-a em outro elemento geométrico. Logo, no caso da obra analisada, assim como existe uma organização na geometria euclidiana aplicada à arquitetura, também ocorre uma organização na geometria fractal aplicada à arquitetura. Existe uma vinculação entre os princípios da geometria fractal (autossimilaridade e escala) e os princípios da geometria euclidiana, com a transformação da forma arquitetônica que distorce a regra geradora da geometria fractal inspiradora inicialmente indicada pelo arquiteto.

De todo modo, no âmbito do projeto de arquitetura como pesquisa, cabe compreender o esforço do estudo de uma proposta enquanto um meio para atingir um fim, que é onde, afinal, o profissional quer chegar. Sob essa ótica, a relação entre a geometria fractal e a forma arquitetônica ocorre como um sistema composto por subsistemas, de maneira que os subsistemas são uma parte em relação a um sistema que constitui o todo no desenho de composição da forma arquitetônica, passando a se adaptar ao contexto em que a arquitetura se insere. Assim como ocorre no princípio da geometria euclidiana, aplica-se a geometria fractal em ponto, linha, plano ou volume. O arquiteto organiza a geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica, emoldurando o espaço arquitetônico. Além disso, organizam os ambientes entre os pavimentos no bloco construído (como um espaço dentro de outro); por consequência, são configurados limites físicos e aberturas de um ambiente para outro, assim como do ambiente principal para fora e o entorno imediato.

Outro aspecto de destaque são as aberturas paralelas e transversais nas extremidades de piso, parede e cobertura que conectam entre os ambientes internos, incluindo a circulação que realiza a distribuição entre o ambiente principal da área de convivência e a construção existente. Essa condição estabelecida permite o contato dos usuários entre um ambiente e outro, do exterior para o interior, e de dentro para dentro (espaço dentro de outro), com base no conceito de porosidade em função da esponja de Menger.

Tal fator reflete na intenção ou propósito presente no arquiteto ao aplicar a geometria fractal no desenho de composição da forma arquitetônica do centro de convivência Sarphatistraat em referência aos elementos de configuração dos efeitos experienciais que constituem o espaço arquitetônico: geometria, formato, tamanho, material, textura, tempo, cor e/ou luz, conforme o caso; evidenciando o pensamento baseado na experiência que a pessoa pode ter ao vivenciar os ambientes em questão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como foco a arquitetura fractal ao analisar o projeto do centro de convivência Sarphatistraat, elaborado por Steven Holl, tendo como base a aplicação da geometria fractal enquanto parte da atividade do arquiteto. Diante desse cenário, o trabalho de Holl apresenta uma perspectiva do raciocínio além da geometria euclidiana, considerando a aplicação da geometria fractal à arquitetura com uma intenção ou propósito projetual.

Isso viabiliza considerações sobre a obra analisada, visto que a geometria fractal se torna presente advindo do propósito de moldar a forma e o espaço arquitetônico. Observa-se que, assim como existem as propriedades da geometria fractal, isso também ocorre em características do desenho de composição da forma arquitetônica, ainda que adaptada, pois é possível reconhecer a aplicação na organização (ponto, linha, plano ou volume), configurando uma estrutura de piso, parede ou fechamento, abertura e cobertura.

Considera-se, portanto, uma apropriação da geometria fractal em etapas, desde o aspecto matemático, a aplicação no desenho de composição da forma arquitetônica, bem como em atributos que envolvem a experiência que a pessoa vivenciaria no espaço arquitetônico. Estudar a visualização da geometria fractal pode contribuir com o aprimoramento do projetista, servindo como conteúdo que permite um repertório de limites e possibilidades de equilíbrio entre elementos da arquitetura e suas conformações no espaço arquitetônico.

Por sua vez, a observação dos elementos da forma por partes em composição do seu todo expõe escolhas no projeto arquitetônico, tornando-se uma referência para elaborar propostas projetuais em arquitetura. Como contribuição para a área de estudo pode-se avançar na discussão sobre o tema, devido aos elementos que auxiliam estudantes, arquitetos e pesquisadores a identificar propriedades da geometria fractal em práticas projetuais no ateliê de arquitetura. Assim, diante dos resultados e discussões, a análise e interpretação da obra podem contribuir na formação de aprendizes em práticas projetuais no ateliê de arquitetura, bem como permitir à pesquisa ser relacionada em outros projetos de arquitetura. O estudo de referência também pode servir de base para o desenvolvimento de novos projetos de arquitetura, ao subsidiar concepções da arquitetura fractal, influenciando a produção arquitetônica contemporânea.

AGRADECIMENTOS

O artigo compõe parte do resultado da pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (PósARQ-UFSC), bem como do doutorado em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP). Foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), assim como do Plano de Desenvolvimento de Pessoas (PDP) via Instituto Federal de

Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR). Por isso, manifesta-se o agradecimento pelo suporte para o presente trabalho.

REFERÊNCIAS

BAKER, G. H. [1989]. **Análisis de la Forma:** urbanismo y arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

BOLLNOW, O. F. [1951]. **O Homem e o Espaço**. Curitiba: EdUFPR, 2008.

BRITO, L. O. **Intenções em Arquitetura Fractal**: uma análise da forma em duas obras de Steven Holl - Sarphatistraat e Loisium. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219427>. Acesso em 24 de setembro de 2023.

BRITO, L. O. **Steven Holl**: diálogos entre fenomenologia e arquitetura. Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 41–55, 2023. DOI: 10.21680/2448-296X.2023v8n3ID31611. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/31611. Acesso em 24 de setembro de 2023.

CHING, F. D. K. [1975]. **Arquitetura**: forma, espaço e ordem. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

ESPANÉS, I. M. **Fractales y Formas Arquitectónicas**. Córdoba: I+P División Editorial, 2003.

HARRIS, J. **Fractal Architecture**: organic design philosophy in theory and practice. New México: University of New México Press, 2012.

HOLL, S. **Anchoring**. New York: Princeton Architectural Press, 1989.

HOLL, S. **Entrelazamientos**. Barcelona: Gustavo Gili, 1997.

HOLL, S. **Parallax**. New York: Princeton Architectural Press, 2000.

HOLL, S. In: **Steven Holl**: 1986-2003. Madrid: El Croquis, 2003.

HOLL, S. **Cuestiones de Percepción**: fenomenología de la arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.

JENCKS, C. **The Architecture of the Jumping Universe**: a polemic, how complexity science is changing architecture and culture. Londres: Academy, 1997.

JENCKS, C. **The New Paradigm in Architecture**: the language of post-modernism. New Haven: Yale Press University, 2002.

LEUPEN, B. A. J.; GRAFE, C.; KORNIG, N.; LAMPE, M.; ZEEUW, P. **Proyecto y Análisis**: evolución de los principios en arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

MANDELBROT, B. B. **Objetos Fractais**: forma, acaso e dimensão seguidos de panorama da linguagem fractal. Lisboa: W. H. Freeman and company, 1977.

MANDELBROT, B. **The Fractal Geometry of *Nature***. New York: W. H. Freeman and company, 1982.

MARI, A. **Steven Holl**. Roma: Edilstampa, 2005.

NORBERG-SCHULZ, C. **Intentions in Architecture**. Cambridge: MIT Press, 1963.

NORBERG-SCHULZ, C. **Existencia, Espacio y Arquitectura**. Barcelona: Editorial Blume, 1975.

NORBERG-SCHULZ, C. **Genius Loci**: towards a phenomenology of Architecture. New York: Rizzoli, 1979.

OSTWALD, M. J. **Fractal Architecture**: knowledge formation within and between architecture and the sciences of complexity. Saarbrücken: VDM Verlag, 2009.

OSTWALD, M. J.; VAUGHAN, J. **The Fractal Dimension of Architecture**. Cham: Birkhäuser, 2016.

PEITGEN, H.; JÜRGENS, H.; SAUPE, D. **Chaos and Fractals**: new frontiers of science. New York: Springer-Verlag, 1992.

SALA, N.; CAPPELLATO, G. **Architectture della Complessità**: la geometria frattale tra arte, architettura e terrotorio. Milano: Franco Angeli, 2004.

SALA, N.; CAPPELLATO, G. **Chaos and Complexity in the Arts and Architecture**: research in progress. New York: Nova Science Publishers, 2007.

SCHIRMBECK, E. **Idea, Form and Architecture**: design principles in contemporary architecture. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.

STEVEN HOLL ARCHITECTS. **Steven Holl Architects.** Disponível em: http://www.stevenholl.com/. Acesso em 02 de janeiro de 2020.

UNWIN, S. [1997]. **A Análise da Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

NOTAS

[1] Disponível em https://www.google.com.br/maps, acesso em 02 de janeiro de 2020.

[2] Disponível em https://www.stevenholl.com/project/sarphatistraat-offices/, acesso em 02 de janeiro de 2020.

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.