



HÍBRIDO MUTÁVEL  
UTOPIA E CONTROLE

# HÍBRIDO MUTÁVEL

## UTOPIA E CONTROLE

**caio katsuo maeda tavares**

com orientação de **daniel cardoso**

com coorientação de **renan cid varela leite**

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

---

T229h Tavares, Caio Katsuo Maeda.

Híbrido Mutável : Utopia e Controle / Caio Katsuo Maeda Tavares. – 2025.

162 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Arquitetura e Urbanismo e Design, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso.

Coorientação: Prof. Dr. Renan Cid Varela Leite.

1. Edifício Híbrido. 2. Parametria. 3. Algoritmo . 4. Arquitetura. 5. Trabalho de Conclusão de Curso. I.  
Título.

CDD 720

---

universidade federal do ceará  
instituto de arquitetura e urbanismo e design  
curso de arquitetura e urbanismo  
**trabalho final de graduação**

# HÍBRIDO MUTÁVEL

## UTOPIA E CONTROLE

banca examinadora

**prof. dr. daniel ribeiro cardoso**

orientador iaud ufc

**prof. dr. renan cid varela leite**

coorientador iaud ufc

**prof. me. davi ramalho rodrigues  
de andrade**

professor convidado iaud ufc

**me. raquel magalhães leite**

arquiteta convidada

Março 2025, Fortaleza - CE

*A utopia está lá no horizonte; Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos; Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos; Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei.*

*Para que serve então a utopia?*

*Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar.*

*- Eduardo Galeano*

À minha mãe, minha luz e minha razão, que mesmo morando em outro continente, sempre está ao meu lado batalhando por mim, rezando pelo melhor que há nesse mundo. À ela, eu dedico o meu sucesso.

Ao professor Daniel, que aceitou fazer parte desta jornada turbulenta, que esteve disponível em todos os momentos e que me fomentou a ideia por trás de todo este trabalho.

Ao professor Renan, solícito e compreensivo, que me auxiliou no momento em que mergulhei na dúvida, e me acompanhou nesta última etapa.

À Raquel e Lygia, que tornaram as quintas-feiras um dia de descontração e reativaram a minha curiosidade pela parametria.

Ao Victor, Guilherme e Tiago, meus melhores amigos, àqueles que me abraçaram ao longo da turbulência, me fizeram rir e esquecer de todos os problemas, e que me incentivaram a esta realização.

À Thamara, Jackeline, João e todos os outros nomes que não serei capaz de citar aqui em uma página, que fizeram parte de toda a minha trajetória neste curso, dedico à eles a minha gratidão.



<b>PRELÚDIO</b> <b>CRIAÇÃO</b>	10
<b>PARTE I</b> <b>PRINCÍPIOS</b>	22
<b>PARTE II</b> <b>DIMENSÕES</b>	70
<b>PARTE III</b> <b>RACIONALIZAÇÃO</b>	90
<b>PARTE IV</b> <b>ECLOSÃO</b>	122
<b>REFERÊNCIAS</b>	158



**PRELÚDIO**  
CRIAÇÃO

Antes de tudo, é importante ressaltar que este trabalho se configura como uma investigação: um ensaio teórico que parte das infinitas possibilidades conceituais e práticas que se entrelaçam entre os termos híbrido e mutável, utopia e controle. Meu objetivo é explorar temas que, durante minha trajetória nos ateliês de projeto, permaneceram à margem das discussões convencionais. Trata-se de uma tentativa de oferecer uma nova resposta – ou, talvez, uma nova perspectiva – para uma pergunta aparentemente simples, mas que carrega em si a imensidão das problemáticas modernas e futuras. Essa questão transcende o campo específico da arquitetura, estendendo-se aos tecidos urbanos como um todo: a habitação.

A habitação, em sua essência, deriva do ato de morar, um conceito profundamente enraizado na cultura humana e que vem se transformando ao longo dos milênios. Inicialmente, a habitação surgiu como uma necessidade básica de sobrevivência, servindo como refúgio contra intempéries e predadores. Com o tempo, evoluiu para um espaço de convívio social, cultural e familiar, até ser reconhecida, na contemporaneidade, como um direito humano fundamental, garantido constitucionalmente em diversas nações. No entanto, paradoxalmente, a habitação também se tornou uma mercadoria, um produto sujeito às leis de oferta e demanda do mercado. Esse duplo aspecto – direito humano e bem de consumo – coloca a habitação no centro de debates complexos e urgentes, especialmente em um contexto de urbanização acelerada e desigualdades socioespaciais crescentes.

O mercado imobiliário, por sua vez, transformou-se em um dos pilares da economia global. Após a mudança em sua capacidade de venda e troca, ele se consolidou como um campo seguro e altamente rentável para a acumulação de grandes fortunas, materializadas na forma de metros quadrados. Esse fenômeno é impulsionado pela constante urbanização das cidades e suas adja-

cências, que garantem a valorização contínua dos imóveis. Mesmo diante de crises econômicas, como a crise imobiliária de 2008, esse modelo de investimento manteve-se relevante, adaptando-se às novas dinâmicas do capitalismo global. A resiliência do mercado imobiliário pode ser atribuída, em parte, ao avanço das tecnologias da construção civil, que reduziram custos e prazos, permitindo a proliferação de grandes empreendimentos em escala sem precedentes.

No entanto, esse alinhamento entre o mercado imobiliário e a evolução tecnológica da construção civil trouxe consigo uma contradição flagrante: o surgimento de habitações vazias. Refiro-me aqui ao vazio não no sentido físico, mas sim ao vazio social e funcional. Esses empreendimentos, muitas vezes caracterizados como de “luxo”, são inacessíveis à maior parte da população devido aos seus valores exorbitantes. Assim, enquanto milhares de pessoas enfrentam dificuldades para garantir um teto sobre suas cabeças, edifícios inteiros permanecem desocupados, convertidos em reservas de valor para investidores. Esse fenômeno é particularmente evidente em grandes centros urbanos, onde a especulação imobiliária atinge níveis alarmantes, exacerbando as desigualdades socioespaciais e fragmentando o tecido urbano.

É importante destacar que a inflação dos preços das unidades habitacionais não pode ser atribuída a um único fator. O alto custo dos projetos — que inclui desde a concepção e o licenciamento até a construção propriamente dita —, o aumento dos custos das matérias-primas, a valorização do solo urbano e a própria lógica especulativa do mercado contribuem para essa dinâmica perversa. Esses elementos se retroalimentam, criando um círculo vicioso que afeta diretamente a população, especialmente os grupos de menor renda. O resultado é uma cidade cada vez mais segregada, onde o acesso à habitação digna torna-se um privilégio de poucos, em detrimento da maioria.

Nesse contexto, é urgente repensar o papel da habitação nas cidades contemporâneas. Como conciliar a lógica do mercado com a garantia do direito à moradia? Como promover cidades mais justas e inclusivas, onde a habitação seja entendida não apenas como um produto, mas como um espaço de vida, convívio e pertencimento? Essas são algumas das questões que este trabalho busca explorar, propondo uma reflexão crítica sobre os desafios e as possibilidades que se apresentam no horizonte da arquitetura e do urbanismo.

Ao abordar os conceitos de utopia e controle, retrato, principalmente, a possibilidade de re-imaginar esse cenário sob uma certa limitação. Afinal, uma utopia sem finalidade é apenas mais uma ilusão, e não uma ferramenta para atingir um ideal, como bem destacou Eduardo Galeano (2022). Nesse escopo, insiro a possibilidade de uso de ferramentas que envolvem certa inteligência artificial, por meio de elementos da parametrização, dentro de um ambiente controlado de um programa de necessidades de uma determinada população. O objetivo é pensar a aplicação de uma maneira diferente de produzir a habitação, que vá além dos modelos convencionais e explore novas formas de organização espacial e social.

Penso que o habitar deve ser, antes de tudo, plural: um processo conjunto de colaboração entre as diferentes partes que atuam ao longo de sua concepção. A habitação deve atender não somente às necessidades básicas, mas também possibilitar a melhoria da vida daqueles que irão ocupar aquele espaço. Afinal, não há espaço para imaginar e evoluir dentro de um cubículo que atende somente aos mínimos exigidos para ser considerado uma “habitação”. A verdadeira habitação deve ser um lugar que inspire, que acolha e que permita o florescimento humano, em todas as suas dimensões.

Ao longo desta investigação, pretendo analisar as relações entre os conceitos de híbrido, mutável, utopia e controle, buscando compreensões que possam contribuir para uma nova abordagem da habitação no século XXI. Essa abordagem deve ser capaz de integrar as demandas sociais, as possibilidades tecnológicas e as limitações reais do contexto urbano, sempre com o objetivo de promover um habitar mais justo, inclusivo e significativo.

### **PERGUNTA DE PARTIDA:**

Sendo assim, *questiono*, se a partir da integração entre a parametria, algoritmos de probabilidade e simulações computacionais, é possível instigar um processo de conceituação dentro do desenvolvimento do projeto arquitetônico que possa englobar as diferentes variáveis das necessidades dos habitantes.

## **OBJETIVO GERAL:**

Propondo responder ao questionamento, esta investigação se molda a partir do objetivo principal de elaborar um anteprojeto de uma edificação híbrida, através de um algoritmo paramétrico baseado na função de colapso de onda, para determinação da organização espacial e morfológica e otimização da sua volumetria.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Para tal, compreende-se como necessidade:

I. Definir o conceito de edifício híbrido, a sua relevância, suas origens e as possibilidades de diálogo com o algoritmo.

II. Abordar as características de ocupação do território escolhido para a implantação da edificação.

III. Desenvolvimento de um algoritmo capaz de gerar múltiplas opções de ocupação com base nas restrições definidas no projeto.

IV. Elaborar um projeto a partir do estudo de massas resultante do estudo de viabilidade do modelo gerado pelo algoritmo.

## **METODOLOGIA:**

A metodologia deste trabalho está estruturada em três grandes partes, que segmentam a ordem de pensamento e permitem um afunilamento gradativo das temáticas entre as diversas esferas teóricas. A abordagem se baseia em dois pilares conceituais principais: a Ontologia, ramo da filosofia que estuda a natureza do ser, a existência e a realidade, e a Teoria Geral de Sistemas (TGS) [Montaner (2009) e Vieira (2008)], que nos permite compreender as contradições e similaridades dos diversos objetos da realidade sob uma ótica abstrata e integrada.

## **ABORDAGEM ONTOLÓGICA**

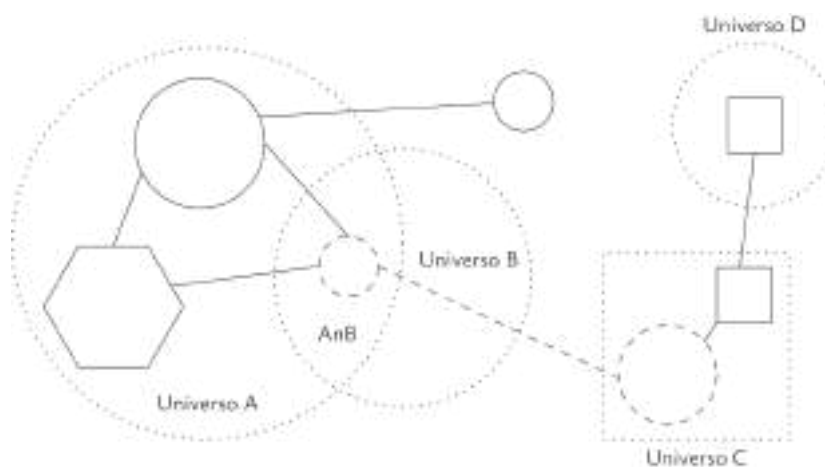
A Ontologia, com suas raízes nas teorias de Aristóteles e em constante evolução ao longo da história do pensamento, oferece uma ferramenta valiosa para investigar a complexidade dos fenômenos estudados. Este ramo da filosofia busca tangenciar a causalidade e a abstração dos fenômenos, tanto materiais quanto imateriais, permitindo-nos compreender a arquitetura e o urbanismo não apenas como disciplinas técnicas, mas como expressões da relação entre o ser humano e o espaço que habita.

Ao adotar uma perspectiva ontológica, este trabalho parte da premissa de que a arquitetura não deve ser uma unidade absoluta ou uma experiência singular do produtor, mas sim um processo flexível e plural. Como destaca John Habraken (2000) em *The Use of Levels* (2023), a arquitetura deve ser entendida como uma negociação entre todas as partes envolvidas, desde sua concepção até sua ocupação. Essa visão ressalta a importância de considerar as opiniões e necessidades de todos os agentes que participam do processo de produção do espaço, garantindo que a habitação seja um lugar de vida, convívio e pertencimento.

## TEORIA GERAL DE SISTEMAS (TGS)

Complementar à abordagem ontológica, a Teoria Geral de Sistemas (TGS) oferece um framework teórico para analisar a arquitetura e o urbanismo como sistemas complexos e interconectados. Segundo Montaner (2009), “um sistema é um conjunto de elementos heterogêneos (materiais ou não), em distintas escalas, relacionados entre si, com uma organização interna que tenta estrategicamente adaptar-se à complexidade do contexto, constituindo um todo que não é explicável pela mera soma de suas partes” (MONTANER, 2001, p.11). Essa perspectiva sistêmica permite compreender a arquitetura como um conjunto de partes interagentes e interdependentes, onde cada elemento está em função dos outros.

No contexto deste trabalho, a TGS serve como base para integrar as diferentes escalas de análise – do urbano ao arquitetônico – e para explorar as relações entre os conceitos de híbrido, mutável, utopia e controle. Sendo um sistema, um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função, reforça-se a ideia de que todas as partes de um projeto se interligam em diferentes esferas, influenciando e sendo influenciadas por outros diversos agentes.



**Diagrama:** Síntese da Teoria Geral de Sistemas  
Elaborado pelo Autor

## **PARTE I:**

A primeira parte do trabalho dedica-se à exploração das camadas do sistema de estudos, explorando, inicialmente, a macroescala das dinâmicas que moldam as cidades e influenciam a arquitetura. Utilizo aqui as visões de Jane Jacobs (2000) e Yi-Fu Tuan (2015) para analisar as relações humanas no espaço urbano. Jacobs destaca a vitalidade das ruas e a importância da diversidade de usos, enquanto Tuan aborda as relações afetivas e simbólicas entre o indivíduo e o espaço. Em seguida, aprofundo a discussão sobre o habitar, interligando as questões urbanas com as necessidades do morar, utilizando as ideias de Carlos Leite (2012) sobre densidade urbana e a otimização das habitações do futuro. A síntese dessa etapa culmina na definição do limiar de convívio, um conceito-chave que representa o ponto de transição entre o espaço público e o privado, onde ocorrem as interações sociais e se estabelecem as relações de pertencimento. Como estudo de caso, analiso o projeto urbanístico de Toranomon Azabudai, em Tóquio, destacando os pontos-chave que podem auxiliar na criação de diretrizes para o trabalho, como a integração de usos mistos e a valorização do espaço público.

A seguir, concentro-me na microescala da edificação, especificamente na aplicabilidade da tipologia do edifício híbrido. Utilizando como base teórica as referências de Joseph Fenton (1985) e Fumihiko Maki (1964) para discutir como essa tipologia pode sanar as problemáticas habitacionais e interagir com a esfera urbana. O edifício híbrido é entendido como uma solução flexível e adaptável, capaz de integrar usos residenciais, comerciais e sociais. Em seguida, analiso as questões de modularidade a partir das visões de John Habraken (2000) e Bernard Leupen (2006), destacando como essa abordagem pode simplificar o processo de projetar um edifício híbrido. A modularidade permite a criação de sistemas construtivos flexíveis, que dialogam com as escalas urbana

e arquitetônica. A síntese dessa etapa culmina na definição do limiar do habitar, um conceito que representa o ponto de transição entre o espaço coletivo e o individual, essencial para a criação de uma habitação integrada à malha urbana. Como estudos de caso, analiso os projetos Kanagawa Institute of Technology e Nakagin Capsule Hotel, destacando os pontos-chave que dialogam com as temáticas abordadas na microescala, como a aplicação da modularidade e da hibridização de usos.

## **PARTE II:**

A terceira parte do trabalho é dedicada ao estudo do terreno de implantação, situando o projeto em seu contexto urbano, com uma breve contextualização inicial da cidade de Fortaleza, abordando sua formação, evolução e caracterização atual. Em seguida, analiso o bairro Cidade 2000, a partir da tese de LUSTOSA (1988) onde se situa o terreno do projeto, destacando sua história de formação, características da população e dinâmicas locais. Por fim, apresento uma introdução ao terreno escolhido, destacando suas características físicas, a legislação aplicável e a situação atual. Essa análise serve como base para a proposição de diretrizes de projeto que dialoguem com o contexto urbano e as necessidades da população.

## **PARTE III:**

A terceira parte do trabalho é dedicada ao desenvolvimento do algoritmo de geração paramétrica. Início com uma explicação sobre a metodologia BIM (Building Information Modeling) e o uso do Rhinoceros 3D como ferramentas essenciais para a modelagem do projeto. Essas tecnologias permitem a integração de dados e a criação de modelos tridimensionais precisos e adaptáveis. Em

seguida, detalho o uso do Grasshopper, uma extensão do Rhinoceros 3D, e do plug-in Monoceros, responsável pelo algoritmo base. O Grasshopper permite a criação de scripts paramétricos, enquanto o Monoceros utiliza o conceito de colapso de onda, inspirado em algoritmos de simulação usados em video games, para gerar geometrias complexas e adaptáveis. Descrevo o fluxo de raciocínio por trás do algoritmo, desde a entrada de dados até a geração de geometrias, e detalho as modulações e tipologias escolhidas, considerando as limitações e possibilidades do algoritmo. A modularidade aplicada aqui, permite a criação de espaços flexíveis e adaptáveis, que atendem às necessidades dos usuários e dialogam com o contexto urbano. Por fim, apresento as geometrias geradas pelo algoritmo, ilustrando os resultados iniciais e as possibilidades de aplicação no projeto.

#### **PARTE IV:**

A quarta e última parte do trabalho é dedicada à proposta do projeto. Descrevo as tipologias habitacionais, comerciais e mistas resultantes do algoritmo, destacando como elas se integram à volumetria WFC preliminar. A diversidade de usos é essencial para criar um ambiente urbano vibrante e sustentável. Em seguida, apresento as plantas baixas, cortes, elevações e imagens do projeto, ilustrando a materialização das ideias conceituais em uma proposta arquitetônica concreta.



**PARTE I**  
PRINCÍPIOS

A Parte I deste trabalho investiga a macroescala urbana, explorando as dinâmicas que moldam as cidades e sua relação com o habitar. As ideias de Jane Jacobs, Carlos Leite e Yi-Fu Tuan são fundamentais para compreender a complexidade das cidades como espaços de diversidade, sustentabilidade e apreço. Esses autores oferecem perspectivas complementares que não apenas iluminam os desafios urbanos contemporâneos, mas também fornecem bases sólidas para a criação de diretrizes que promovam cidades mais inclusivas, resilientes e significativas. Suas contribuições são essenciais para os objetivos deste trabalho, que busca integrar a escala urbana e a habitação em uma visão utópica e transformadora.

## **O URBANO E O HABITAR:**

A história das cidades é, em grande parte, a história da humanidade. Desde os primeiros assentamentos humanos, as cidades surgiram como espaços de troca, convívio e organização social. No entanto, ao longo dos séculos, o processo de urbanização passou por transformações profundas, moldado por fatores econômicos, políticos, tecnológicos e culturais. Jane Jacobs (1961), em “Morte e Vida das Grandes Cidades” (JACOBS, 1961), oferece uma análise crítica desse processo, destacando como o planejamento urbano modernista, ao priorizar a eficiência e a funcionalidade, muitas vezes negligenciou a complexidade e a vitalidade da vida urbana. Jacobs argumenta que as cidades são organismos vivos, cuja vitalidade depende da diversidade de usos, da interação social e da presença constante de pessoas nas ruas. Ela critica a visão modernista de cidades zoneadas e segregadas, defendendo, em vez disso, bairros mistos e vibrantes, onde residências, comércios e espaços públicos coexistem harmoniosamente. Essa perspectiva é fundamental para entender a evolução das cidades até os dias atuais, marcada por desafios como a expansão desordenada, a segregação socioespacial e a perda de identidade dos lugares.

No contexto contemporâneo, as ideias de Jacobs (1961) ganham nova relevância diante da necessidade de repensar as cidades como espaços sustentáveis e inclusivos. É nesse cenário que Carlos Leite (2012), em “Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes” (LEITE, 2012), propõe um modelo de desenvolvimento urbano que integra sustentabilidade ambiental, inovação tecnológica e participação cidadã. Leite enfatiza a importância da densidade urbana bem planejada, da mobilidade sustentável e da resiliência diante de crises, como mudanças climáticas e pandemias. Sua visão complementa a de Jacobs (1961) ao trazer para o debate a dimensão tecnológica e a urgência de soluções que equilibrem crescimento e preservação. Enquanto Jacobs (1961) nos ensina a valorizar a diversidade e a vitalidade das ruas, Leite (2012) nos mostra como a sustentabilidade e a tecnologia podem transformar as cidades em espaços mais eficientes e adaptáveis.

Por outro lado, Yi-Fu Tuan (1980), em “Topofilia”(TUAN, 1980), oferece uma perspectiva mais subjetiva e afetiva sobre as cidades, explorando como as pessoas se relacionam com os lugares. Para Tuan (1980), a cidade não é apenas um espaço físico, mas um lugar carregado de significados, memórias e emoções. A topofilia, ou o amor ao lugar, é um conceito-chave para entender como os indivíduos constroem sua identidade e pertencimento a partir da interação com o ambiente urbano. Essa abordagem nos permite compreender a cidade não apenas como um conjunto de edifícios e ruas, mas como um espaço vivido e sentido. Tuan (1980) argumenta que a transformação de espaço em lugar ocorre quando as pessoas atribuem valor e significado a um determinado ambiente. Essa perspectiva é particularmente relevante no contexto das cidades contemporâneas, onde a homogeneização e a perda de identidade são desafios constantes. Ao resgatar a dimensão afetiva do espaço urbano, Tuan nos lembra que as cidades são, antes de tudo, espaços de vida e convívio.

A análise do espaço urbano, sob a ótica de Jane Jacobs (1961) e Carlos Leite (2012), revela a importância da diversidade e da interação como pilares da vida urbana. Jacobs (1961) defende que a vitalidade das cidades depende da mistura de usos e da presença constante de pessoas nas ruas. Ela critica os grandes conjuntos habitacionais e os bairros monofuncionais, que, segundo ela, criam espaços estéreis e sem vida. Em vez disso, Jacobs (1961) valoriza as calçadas como espaços de convívio e os pequenos negócios como motores da economia local. Para ela, a segurança nas cidades não vem da polícia, mas da presença natural de pessoas nas ruas, que funcionam como “olhos atentos”. Essa ideia de vigilância natural é fundamental para criar ambientes urbanos seguros e acolhedores. Carlos Leite (2012) amplia essa discussão ao incorporar a dimensão da sustentabilidade e da inteligência urbana. Para ele, a cidade do futuro deve ser compacta, densa e multifuncional, reduzindo a necessidade de deslocamentos longos e otimizando o uso de recursos. Leite (2012) também enfatiza a importância da participação cidadã no planejamento urbano, defendendo uma governança colaborativa que inclua todos os atores sociais. Essa visão dialoga diretamente com a crítica de Jacobs (1961) ao planejamento centralizado e tecnocrático, propondo um modelo mais inclusivo e adaptável.

Enquanto Jacobs (1961) e Leite (2012) focam na dimensão física e funcional das cidades, Yi-Fu Tuan (1980) nos convida a olhar para a cidade como um espaço de afeto e pertencimento. Para Tuan (1980), o lugar é mais do que um ponto no mapa; é um espaço carregado de significados, onde as pessoas constroem suas identidades e memórias. A topofilia, ou o amor ao lugar, é um conceito central para entender como os indivíduos se relacionam com o ambiente urbano. Tuan argumenta que a transformação de espaço em lugar ocorre quando as pessoas atribuem valor e significado a um determinado ambiente. Essa perspectiva é particularmente relevante no contexto das cidades

contemporâneas, onde a homogeneização e a perda de identidade são desafios constantes. Ao resgatar a dimensão afetiva do espaço urbano, Tuan (1980) nos lembra que as cidades são, antes de tudo, espaços vividos e sentidos. Essa visão complementa as ideias de Jacobs e Leite, ao trazer para o debate a importância do afeto e do pertencimento na construção dos lugares.

A integração das ideias de Jacobs (1961), Leite (2012) e Tuan (1980) permite uma compreensão mais ampla e profunda das cidades, abrangendo suas dimensões física, funcional e afetiva. Jacobs (1961) nos ensina a valorizar a diversidade e a vitalidade das ruas; Leite (2012) nos mostra como a sustentabilidade e a tecnologia podem transformar as cidades; e Tuan (1980) nos lembra da importância do afeto e do pertencimento na construção dos lugares. A partir desse diálogo, podemos estabelecer quatro pontos-chave que servirão como base para futuras diretrizes: a diversidade e mistura de usos, que promovem bairros multifuncionais e vibrantes; a participação cidadã, que garante que as cidades atendam às necessidades reais da população; a sustentabilidade e resiliência, que desenvolvem cidades compactas e eficientes; e o afeto e pertencimento, que criam espaços que valorizam a identidade e a memória, promovendo o senso de comunidade e o apego ao lugar.

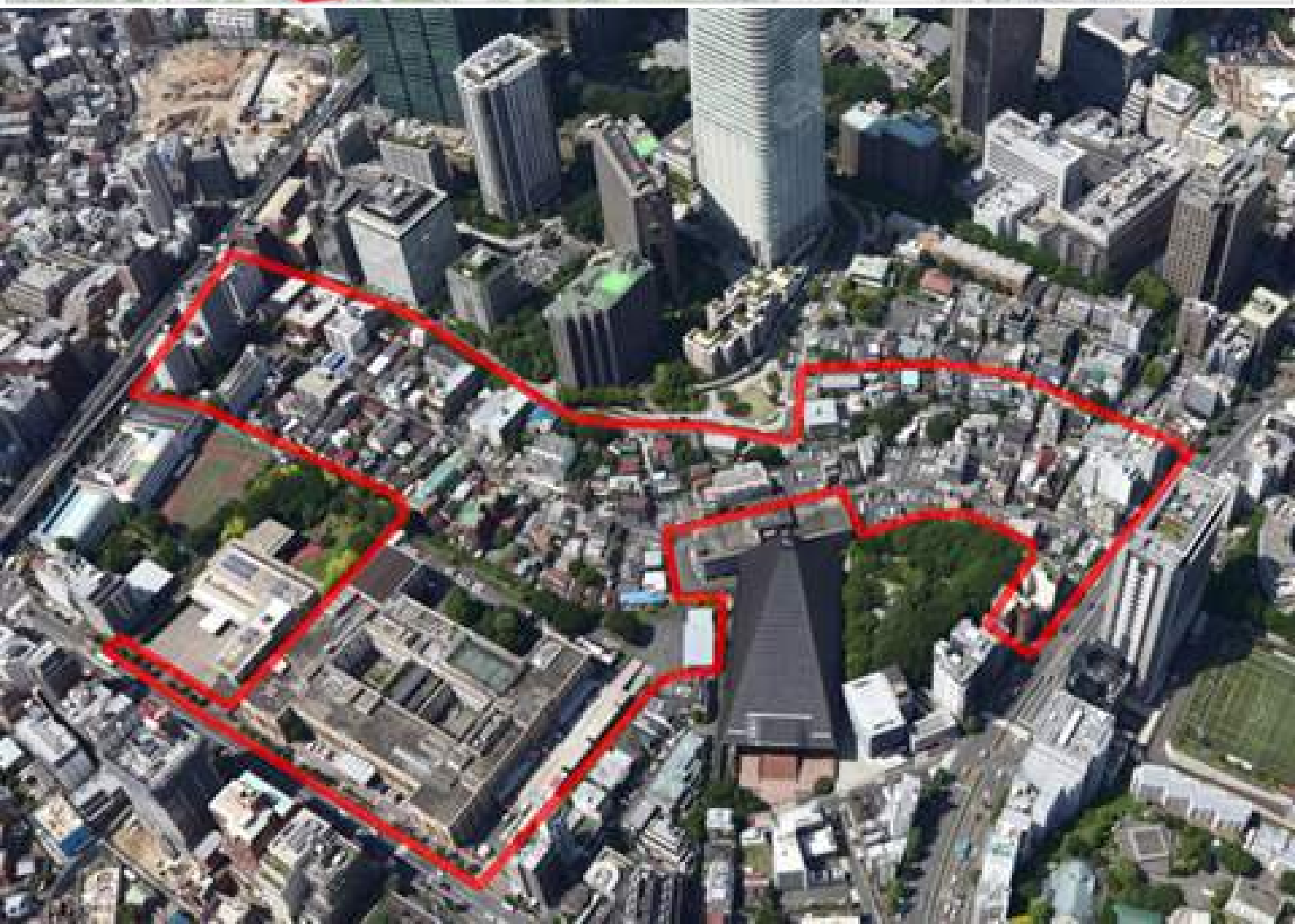
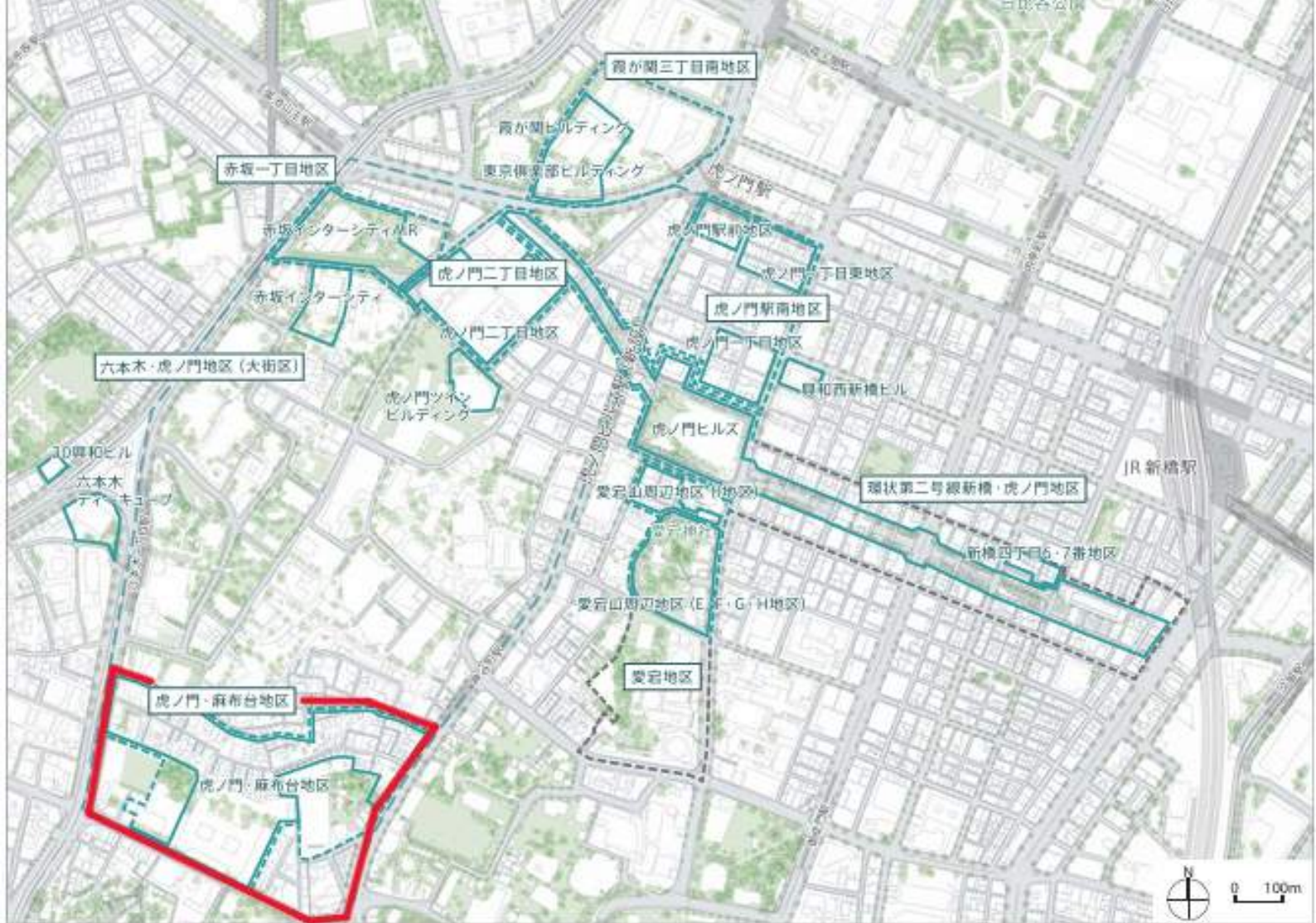


## REFERÊNCIA PROJETUAL I – AZABUDAI HILLS – TÓQUIO, JAPÃO – 2023:

A reurbanização nas grandes cidades japonesas é um fenômeno que reflete décadas de adaptação a desafios urbanos, demográficos e ambientais. Desde o período pós-guerra, o Japão enfrentou uma rápida urbanização, marcada pela expansão desordenada e pela necessidade de reconstrução. Nas décadas seguintes, a escassez de terrenos, o envelhecimento populacional e a pressão por sustentabilidade levaram a uma mudança de paradigma: as cidades passaram a priorizar a compactação urbana e o uso misto do solo, estratégias que otimizam espaços e reduzem a dependência de deslocamentos longos.

Nesse contexto, o projeto Toranomon -Azabudai de reurbanização conjunta dos distritos de mesmo nome: Toranomon e Azabudai, na região especial de Minato-ku em Tóquio, surge como um exemplo emblemático, integrando torres residenciais, escritórios, hotéis e comércios em várias áreas específicas, com diferentes “vilas urbanas” de finalidades distintas. Essa abordagem multifuncional não apenas revitaliza áreas centrais, mas também responde à demanda por eficiência e vitalidade urbana, princípios que se alinham às políticas nacionais e provinciais de planejamento (TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT, 2011).





O foco da análise volta-se para a nova “vila urbana” de Azabudai Hills, localizado ao sul do master plan de reurbanização da área, marcado em vermelho na imagem.

O projeto de reurbanização de Toranomom-Azabudai, liderado pela Mori Building Company, emerge como um dos empreendimentos mais ambiciosos da Tóquio contemporânea, refletindo décadas de aprendizado e adaptação aos desafios urbanos do Japão. Localizado em uma área estratégica entre os distritos financeiros de Toranomom e o cosmopolita Azabudai, o projeto ocupa 8,1 hectares e representa um investimento de 580 bilhões de ienes (cerca de US\$ 5,3 bilhões). Concebido em 1989 para ser concluído em 2023, ele sintetiza as lições do passado e as aspirações do futuro, alinhando-se às tendências de compactação, sustentabilidade e inovação que definem o urbanismo japonês.

Na esteira do rápido crescimento pós-guerra, Tóquio enfrentou desafios como a escassez de terrenos e a expansão desordenada, que levaram à priorização de distritos de uso misto em lotes estreitos como solução para otimizar os espaços da cidade. Toranomom-Azabudai atua nesta estratégia ao integrar torres residenciais, escritórios corporativos, hotéis de luxo e comércios em um único complexo. Projetado pelo renomado escritório Pelli Clarke Pelli Architects – responsável por ícones como as Torres Petronas –, o destaque é um arranha-céu de 330 metros, um dos mais altos do Japão. Essa verticalização não apenas maximiza o uso do solo, mas também cria um microcosmo urbano onde moradia, trabalho e lazer coexistem, reduzindo a necessidade de deslocamentos. Além disso, o projeto prevê outras três edificações de uso misto, subdivididas entre residencial, hotelaria, escola, lazer, lojas, conectadas por este grande parque que cria um fluxo direcional entre as diferentes zonas/edificações, interligando as duas avenidas com estações de metrô.

**Mapa 1:** Localização do distrito em Tóquio,

Fonte: Heatherwick Studio

**Imagem 3:** Recorte do terreno a ser desapropriado.

Fonte: Heatherwick Studio



A ideia de “vila urbana” remete a uma escala humana de urbanismo, onde a proximidade, a caminhabilidade e a diversidade criam um tecido social coeso, como citou Jane Jacobs (1961) em “Morte e Vida das Grandes Cidades” (JACOBS, 1961). Em Toranomom-Azabudai, essa crítica é respondida com um desenho urbano que valoriza calçadas amplas, praças convidativas e uma mistura de funções – de residências a cafés, escritórios a espaços culturais. Como Jacobs (1961) defendia a presença constante de pessoas nas ruas – os “olhos da rua” – é incentivada, transformando o espaço público em um palco de interações cotidianas.

A praça central de 6.000 m<sup>2</sup>, cercada por jardins e bancos, exemplifica essa filosofia. Não se trata apenas de um local de passagem, mas de um lugar de permanência, onde moradores, trabalhadores e visitantes podem se encontrar, descansar ou participar de eventos comunitários. Essa abordagem ecoa o pensamento de Jacobs, para quem *“as cidades têm a capacidade de proporcionar algo para todos, só quando são criadas por todos”* (JACOBS, 1961, p. 238). Aqui, a praça funciona como um equipamento de democracia urbana, onde diferentes grupos sociais coexistem e se reconhecem.

Se Jacobs oferece a base funcional para a “vila urbana”, Yi-Fu Tuan (1980) aporta a dimensão emocional. Como em “Topofilia” (TUAN, 1980), ele argumenta que os lugares ganham significado quando as pessoas os investem de memórias, afetos e identidades. Em Toranomom -Azabudai, essa ideia se materializa na integração de elementos que estimulam o apego ao lugar: desde os jardins suspensos, que evocam a tradição japonesa de harmonizar natureza e urbanidade, até a preservação de marcos históricos, como antigos templos integrados ao novo tecido urbano, que o projeto deliberadamente circunda, evitando interferências no ambiente do templo. A topofilia não é apenas uma abstração, mas uma estratégia de projeto: ao criar espaços que convidam à apropriação – como cafés com mesas ao ar livre e becos arborizados –, o

**Figura 2:** Planta humanizada do novo distrito.

Fonte: Heatherwick Studio

**Figura 3:** Corte longitudinal do plano de ocupação proposto.

Fonte: Heatherwick Studio



distrito busca fomentar uma relação afetiva entre os usuários e seu entorno.

Em Toranomon-Azabudai, essa premissa de Carlos Leite (2012) se traduz em espaços de cogestão, como fóruns comunitários e uma escola internacional projetada com a participação de pais e educadores. A ideia é evitar a lógica top-down do urbanismo modernista, criticada por Jacobs, e criar um ambiente onde *“as pessoas possam se sentir donas de seu pedaço de cidade”* (LEITE, 2012, p. 89).

Além disso, o projeto incorpora a mistura de classes sociais através de tipologias habitacionais variadas — desde apartamentos de luxo até unidades subsidiadas para jovens profissionais. Essa diversidade, embora limitada pelo contexto de alto padrão do distrito, busca evitar a homogeneização socioeconômica, um dos riscos apontados por Leite (2012) em cidades que priorizam apenas a eficiência econômica. A inclusão de uma biblioteca comunitária e oficinas culturais

gratuitas, além de um desenho paisagístico que fomenta a circulação livre entre as diferentes zonas do projeto, reforçam o compromisso com a acessibilidade, ainda que desafios persistentes – como o alto custo de vida – lembrem que a verdadeira inclusão requer políticas públicas mais amplas.

Apesar das ambições, Toranomom -Azabudai enfrenta críticas que ecoam dilemas clássicos do urbanismo. A gentrificação, como alerta Jacobs (1961), é um risco inerente a projetos que substituem estruturas antigas por empreendimentos de alto padrão. Embora o distrito promova a diversidade funcional, sua ênfase em luxo e globalização pode excluir comunidades locais, transformando a “vila urbana” em um enclave para elites. Além disso, a escala monumental do arranha-céu principal contrasta com a proposta de humanização, levantando questões sobre até que ponto a verticalização massiva pode coexistir com a ideia de comunidade.

Carlos Leite (2012) lembra que “*a sustentabilidade não se resume à eficiência técnica, mas à justiça espacial*” (LEITE, 2012, p. 112). Nesse sentido, o projeto ainda precisa provar que sua mistura de usos e classes será mais do que um discurso – um compromisso tangível com a inclusão. A presença de moradias subsidiadas e espaços culturais acessíveis será crucial para evitar que a “vila urbana” se torne uma utopia restrita a poucos.

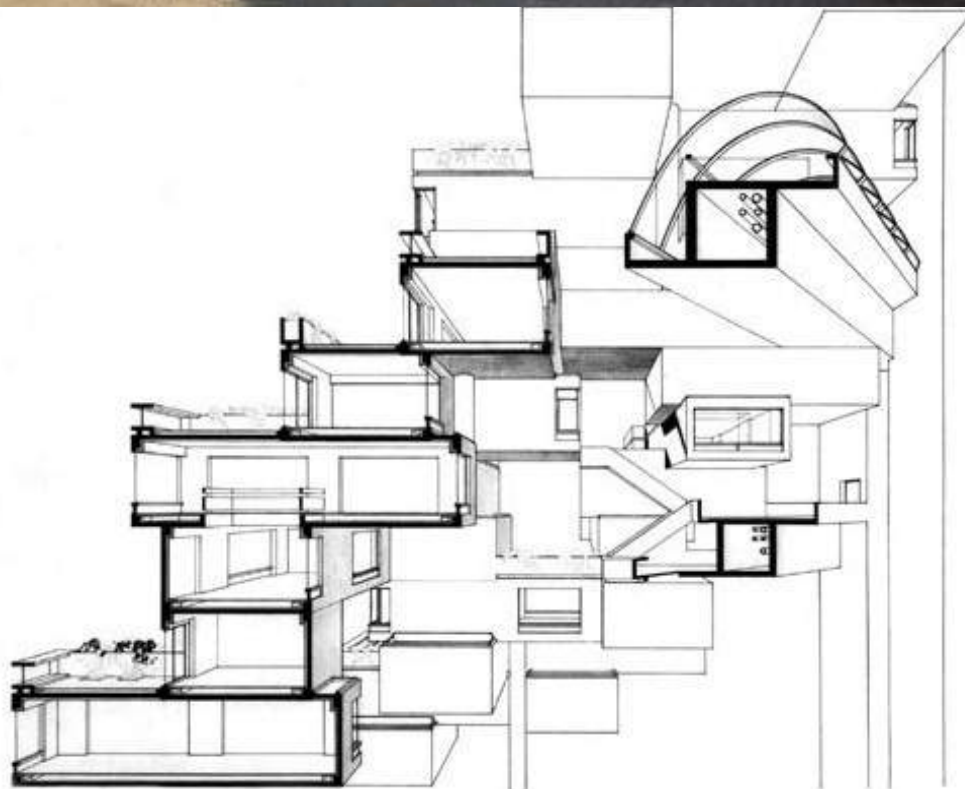
Apesar dos desafios, Toranomom-Azabudai representa um marco na busca por cidades mais humanas e funcionais. Sua praça central, projetada para eventos comunitários e interações casuais, e a priorização de calçadas amplas e acessíveis, interferindo no desenho ultrapassado presente nas grandes manchas urbanas de Tóquio que se mantiveram desde a sua rápida urbanização no pós-guerra, ressaltam o compromisso com o bem-estar coletivo – uma resposta às demandas de uma população e à necessidade de espaços que promovam saúde mental e física.



## REFERÊNCIA PROJETUAL II: HABITAT 67 – QUEBEC, CANADÁ – 1967:

Projetado pelo arquiteto Moshe Safdie para a Expo 67 em Montreal, Canadá, o Habitat 67 é um ícone da arquitetura moderna e um experimento visionário em habitação coletiva. Concluído em 1967, o projeto surgiu como resposta aos desafios urbanos da época, como a escassez de moradias e a necessidade de densificação sem perder a qualidade de vida. Localizado às margens do rio Saint Lawrence, o Habitat 67 foi concebido como uma utopia modular, composto por 158 unidades pré-fabricadas de concreto empilhadas em arranjos assimétricos, criando uma paisagem única de terraços privados e vistas panorâmicas.

O projeto nasceu da tese de graduação de Safdie no MIT, onde ele explorava a ideia de habitação em alta densidade com escala humana. A Expo 67, cujo tema era “O Homem e seu Mundo”, ofereceu a oportunidade perfeita para materializar essa visão, transformando o Habitat 67 em um símbolo de inovação e otimismo para o futuro das cidades.

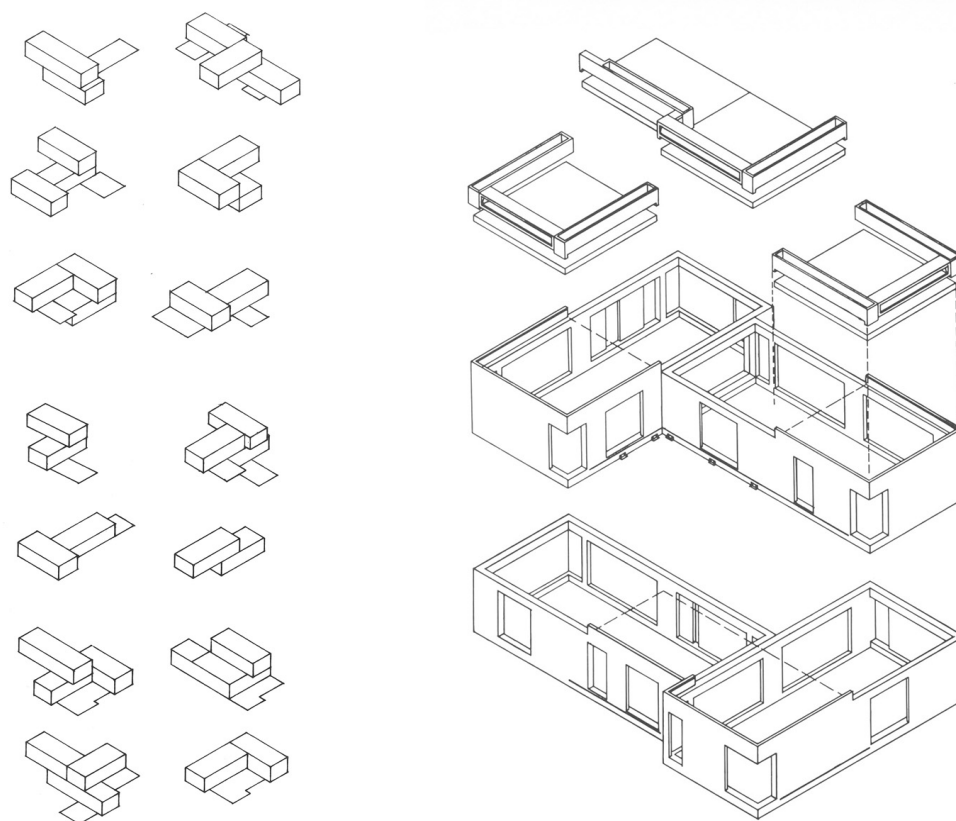


**Imagem 6:** Foto no nível do observador Habitat 67.

Fonte: Safdie Architects

**Figura 4:** Corte esquemático das habitações do Habitat 67.

Fonte: Safdie Architects



Composto por 158 módulos pré-fabricados de concreto empilhados em arranjos assimétricos, o Habitat 67 buscava conciliar a eficiência da construção modular com a humanização do espaço, criando uma “vila vertical” onde cada unidade tinha seu próprio terraço e vista privilegiada. Apesar de sua ambição utópica, o projeto enfrentou desafios práticos, como custos elevados e complexidade construtiva, que limitaram sua replicação em larga escala.

O Habitat 67, embora seja um projeto residencial, incorpora alguns desses princípios através de sua configuração espacial. As unidades são dispostas de forma a criar terraços compartilhados e circulações semi-públicas, que funcionam como extensões do espaço privado e incentivam o encontro casual entre os moradores. Essa abordagem reflete a ideia de Jacobs (1961) de que “as cidades são feitas de pessoas, não de edifícios” (JACOBS, 1961, p. 238), priorizando a criação de um ambiente onde a vida comunitária possa florescer.

**Imagem 7:** Comportamento dos módulos.

Fonte: Safdie Architects

No entanto, como aponta Morah (2019), o projeto enfrenta limitações inerentes à sua escala e localização. Situado em uma área isolada às margens do rio Saint Lawrence, o Habitat 67 carece da diversidade funcional que Jacobs (1961) considerava essencial para a vitalidade urbana. A ausência de comércios, serviços e espaços culturais no entorno limita a interação social e reduz o potencial do projeto como uma verdadeira “vila urbana”. Essa crítica ressalta a importância de integrar habitação a um tecido urbano mais amplo, algo que Safdie reconheceu em *Beyond Habitat* (SAFDIE, 1970): “A arquitetura não pode resolver sozinha os problemas urbanos; ela precisa estar conectada a uma rede de usos e significados” (SAFDIE, 1970, p. 89).

No Habitat 67, a dimensão afetiva de Yi-Fu Tuan (1980) é explorada através do design das unidades, que oferecem uma relação íntima entre o morador e seu entorno. Cada apartamento possui um terraço privativo, que funciona como uma extensão do espaço doméstico e conecta o indivíduo à paisagem do rio Saint Lawrence. Essa conexão com a natureza, aliada à singularidade de cada unidade — com vistas e orientações únicas —, cria um sentido de pertencimento que vai além da mera funcionalidade.

Como Tuan (1980) destaca, “um lugar é um centro de significado construído através da experiência” (TUAN, 1974, p. 152). No Habitat 67, essa experiência é cultivada através de detalhes como a textura do concreto aparente, a escala humana das circulações e a integração visual com o rio. No entanto, como observa Leoz de la Fuente (1968), a modularidade do projeto — embora inovadora — pode criar uma sensação de repetição que limita a individualização dos espaços. Essa tensão entre uniformidade e singularidade reflete o desafio de equilibrar eficiência técnica com a criação de lugares significativos.

Apesar do pioneirismo em sua abordagem modular, o projeto enfrenta críticas quanto à sua acessibilidade socioeconômica. Originalmente concebido como uma solução para a crise habitacional, o projeto acabou se tornando um empreendimento de alto padrão, com unidades que hoje são valorizadas como propriedades de luxo. Essa transformação ilustra um dilema comum em projetos de reurbanização: como garantir que inovações arquitetônicas beneficiem toda a sociedade, e não apenas uma elite.

Além disso, como aponta Morah (2019), o Habitat 67 carece de espaços de cogestão que promovam a participação dos moradores na manutenção e evolução do complexo. A ausência de fóruns comunitários ou mecanismos de governança colaborativa limita o potencial do projeto como um modelo de sustentabilidade social, algo que Leite (2012) considera essencial para cidades verdadeiramente inclusivas. Apesar disso, o projeto permanece como um símbolo da busca por soluções criativas para o habitar coletivo, antecipando debates que continuam relevantes hoje.

Um dos aspectos mais inovadores do Habitat 67 é a transição suave entre espaços públicos e privados. As circulações externas e os terraços compartilhados criam uma continuidade visual e funcional, onde o espaço doméstico se mistura ao coletivo, incentivando a interação social. Essa abordagem reflete a visão de Safdie (1970) de que *“a arquitetura deve mediar a relação entre o indivíduo e a comunidade”* (SAFDIE, 1970, p. 67).



Porém, como observa Leoz de la Fuente (1968), a complexidade do arranjo modular pode dificultar a apropriação desses espaços pelos moradores. A falta de clareza na hierarquia entre público e privado — embora intencional — pode gerar conflitos e reduzir a eficácia dos espaços comuns como promotores de convívio. Essa crítica ressalta a importância de equilibrar inovação formal com a funcionalidade prática, um desafio que Safdie reconheceu em suas reflexões posteriores.

**Imagem 8:** Vista dos terraços do habitat 67.  
Fonte: Safdie Architects

## **O EDIFÍCIO HÍBRIDO:**

A discussão sobre a hibridização na arquitetura e no urbanismo ganha profundidade quando inserida no debate sobre a escala humana das cidades. Como citado anteriormente, tanto Jane Jacobs (1961), em *Morte e Vida de Grandes Cidades* (JACOBS, 1961), quanto Carlos Leite (2012), em *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes* (LEITE, 2012) defendem a mistura de usos como elemento vital para a segurança, a economia local e a interação social, argumentando que bairros multifuncionais evitam a monotonia e a degradação urbana e que a compactação urbana seria uma estratégia para reduzir impactos ambientais, defendendo a integração de funções em microescala.

Neste escopo, trago para a investigação sobre a temática do Edifício Híbrido, as ideias de Fumihiko Maki (1964) em *Investigations in Collective Form* (MAKI, 1964) e Joseph Fenton (1985) em *Hybrid Buildings* (FENTON, 1985), pelo fato de quem ambos valorizam a interação social gerada pela mistura de usos. Maki (1964) destaca a sobreposição de funções que cria “camadas de experiência” que enriquecem a vida urbana (MAKI, 1964, p. 45), enquanto Fenton (1985) argumenta que ambientes híbridos promovem “vitalidade e convívio” (FENTON, 1985, p. 102). Essa perspectiva, entre muitas outras que serão discutidas a seguir, ecoam diretamente com o propósito investigativo deste trabalho.

Publicado em 1964 pela Escola de Arquitetura da Universidade de Washington, *Investigations in Collective Form* (MAKI, 1964) é uma obra seminal de Fumihiko Maki (1964), que explora a ideia de forma coletiva como uma estrutura dinâmica e adaptável para o planejamento urbano. O livro surge em um momento de transição entre o declínio do Modernismo e o surgimento de novas abordagens que valorizam a complexidade social e espacial das

idades. Maki (1964), influenciado pelo movimento Metabolista japonês e por sua formação entre o Japão e os EUA, propõe uma visão que integra tradições orientais e inovações ocidentais, criticando a rigidez do urbanismo modernista e defendendo a flexibilidade e a adaptabilidade como pilares do design urbano.

Maki (1964) introduz o conceito de forma coletiva, definido como uma estrutura que integra elementos arquitetônicos e urbanos em sistemas dinâmicos, capazes de responder às necessidades sociais e culturais. Ele diferencia três paradigmas principais: a Forma Composicional (Compositional Form), baseada na organização hierárquica de elementos, como praças e eixos, inspirada em exemplos históricos, como as cidades medievais; a Megaestrutura (Megastructure), que abriga múltiplas funções em larga escala, como no projeto Shinjuku Redevelopment em Tóquio; e a Forma de Grupo (Group Form), que propõe a agregação orgânica de unidades modulares, como visto no Dojima Redevelopment Project (MAKI, 1964). Um conceito-chave no trabalho de Maki (1964) é o Linkage (Conexão), que define a relação entre partes e o todo. Ele argumenta que a conexão física e funcional entre elementos — como vias, praças e edifícios — é essencial para criar ambientes urbanos coesos e integrados.

Maki (1964) foi profundamente influenciado pelo movimento Metabolismo, que defendia cidades adaptáveis e crescimento orgânico. Sua colaboração com Masato Ohtaka e o artigo Group-Form (1960) antecederam o livro e refletem sua busca por soluções que equilibrem tradição e inovação (QIU, 2013). Além disso, sua formação entre o Japão e os EUA permitiu uma síntese entre tradições orientais — como a integração com a natureza — e inovações ocidentais, como a tecnologia modular. Maki (1964) também critica a rigidez do urbanismo modernista, exemplificada por projetos de Le Corbusier, por negligenciar a escala humana e a diversidade social. Ele argumenta que o Modernismo falhou ao impor soluções monolíticas que ignoram as dinâmicas sociais

e culturais das cidades.

Uma das principais contribuições de Maki (1964) é a defesa da flexibilidade e adaptação nas estruturas urbanas. Ele propõe que as cidades devem permitir transformações ao longo do tempo, antecipando conceitos contemporâneos como cidades resilientes. Além disso, o livro serviu como base para estúdios de projeto na Universidade de Washington e em Harvard, incentivando estudantes a explorar soluções coletivas em vez de individuais. Maki (1964) também enfatiza a ética do bem comum, argumentando que a arquitetura deve promover o “bem coletivo”, equilibrando interesses privados e públicos. Essa ideia foi posteriormente retomada por Thom Mayne em *Combinatory Urbanism* (2011), que expandiu o debate sobre justiça espacial e inclusão social.

Apesar da inovação teórica, alguns projetos inspirados nas ideias de Maki (1964), como o Habitat 67 de Moshe Safdie, revelaram desafios práticos, como custos elevados e dificuldade de replicação em larga escala. Além disso, propostas como as megaestruturas foram criticadas por privilegiarem eficiência técnica em detrimento da acessibilidade socioeconômica, levantando questões sobre elitismo no urbanismo. No entanto, o trabalho de Maki (1964) continua influenciando projetos globais, como o Kanagawa Institute of Technology no Japão, e debates sobre cidades inteligentes e sustentáveis. Sua ênfase em conexões e adaptabilidade antecipou discussões atuais sobre urbanismo ecológico e justiça espacial. Além disso, *Investigations in Collective Form* (MAKI, 1964) permanece como referência em cursos de urbanismo, especialmente para explorar a relação entre escala humana e macroestruturas.

Em *Hybrid Buildings* (FENTON, 1985), Joseph Fenton (1985) propõe uma reflexão crítica sobre a organização dos espaços urbanos, defendendo a integração de funções diversas — como moradia, comércio, lazer e serviços — em

um único edifício. Para o autor, essa abordagem surge como resposta à fragmentação dos usos nas cidades modernas, que resulta em ambientes urbanos estáticos e desconectados. Fenton (1985) argumenta que a arquitetura híbrida, ao permitir a coexistência de elementos distintos, torna-se um “instrumento de inovação” que equilibra eficiência no uso do solo e qualidade de vida (FENTON, 1985, p. 45). Essa visão desafia a rigidez funcionalista do modernismo, propondo espaços dinâmicos e adaptáveis, como exemplificado pelos projetos do Centro Pompidou (Paris) e Barbican Centre (Londres), citados como ícones dessa tipologia.

Um dos pilares da proposta de Fenton (1985) é a flexibilidade programática, que transcende a mera sobreposição de funções. Ele explica que a verdadeira hibridização exige uma “adaptação contínua dos espaços”, capazes de se reconfigurar conforme demandas sociais emergentes (FENTON, 1985, p. 78). Esse dinamismo é visto como essencial para enfrentar desafios como a densificação urbana e os altos custos imobiliários, oferecendo alternativas viáveis para ambientes integrados e multifuncionais. O autor ressalta, ainda, que essa flexibilidade demanda planejamento interdisciplinar, envolvendo arquitetos, engenheiros e urbanistas em diálogo constante para harmonizar demandas técnicas e funcionais.

Fenton (1985) não ignora as complexidades práticas da arquitetura híbrida. Ele reconhece que a coexistência de usos distintos pode gerar conflitos — como questões de isolamento acústico, privacidade e segurança —, mas afirma que esses obstáculos são superáveis mediante um “planejamento cuidadoso” e colaboração entre profissionais (FENTON, 1985, p. 102). Além disso, o autor vincula os edifícios híbridos à promoção de cidades mais compactas e sustentáveis. Ao concentrar funções em um mesmo local, reduz-se a necessidade de deslocamentos longos, criando microambientes onde atividades se comple-

mentam. Essa integração, segundo ele, não só otimiza recursos como estimula interações sociais ricas e acesso a serviços essenciais.

No contexto da habitação moderna, Fenton (1985) destaca a relevância da tipologia híbrida frente às pressões do mercado imobiliário e à escassez de terrenos. Edifícios que unem moradia a outros usos oferecem não apenas espaços residenciais, mas ambientes que fomentam comércio local, convivência e sustentabilidade. Para o autor, a arquitetura híbrida é uma “resposta necessária” aos desafios contemporâneos, conciliando eficiência, inovação técnica e qualidade de vida (FENTON, 1985, p. 135).

Fumihiko Maki (1964) e Joseph Fenton (1985), embora partam de contextos culturais e temporais distintos, convergem ao enxergar a edificação híbrida como uma resposta à fragmentação das cidades modernas. Maki (1964), em *Investigations in Collective Form* (MAKI, 1964), propõe que a “forma coletiva” surge da justaposição de elementos arquitetônicos diversos, criando uma estrutura aberta capaz de se adaptar às transformações urbanas ao longo do tempo (MAKI, 1964, p. 23). Essa visão ecoa em Fenton (1985), que, em *Hybrid Buildings* (FENTON, 1985), defende a “flexibilidade programática” como essência dos edifícios híbridos, espaços multifuncionais que se reconfiguram conforme as demandas sociais emergentes (FENTON, 1985, p. 78). Ambos reconhecem que a hibridização em microescala — como a integração de moradia, comércio e serviços em um único edifício — é uma estratégia eficaz para enfrentar desafios como a densidade urbana e a escassez de terrenos, alinhando-se às ideias de Carlos Leite (2012) sobre eficiência espacial em cidades compactas.

No entanto, suas abordagens divergem significativamente na ênfase projetual e na relação com a escala urbana. Maki (1964), influenciado pelo movimento metabolista japonês, prioriza a agregação formal de volumes indepen-

dentes, como visto no complexo Hillside Terrace, em Tóquio, onde edifícios distintos são interligados por praças e passagens públicas, formando uma “colagem urbana” que valoriza a expressão arquitetônica da coletividade (MAKI, 1964, p. 67). Sua proposta é estrutural e simbólica, quase uma metáfora da sociedade como um organismo em constante evolução. Fenton (1985), por outro lado, adota um viés pragmático típico do pensamento ocidental, focando na adaptabilidade interna dos edifícios. Ele defende soluções como pisos removíveis e sistemas modulares, permitindo que um espaço residencial se transforme em comércio ou escritório conforme a necessidade (FENTON, 1985, p. 112). Para Fenton (1985), a hibridização é menos sobre forma e mais sobre funcionalidade dinâmica, uma resposta técnica a problemas concretos como a rigidez dos programas arquitetônicos tradicionais.

Essa diferença de perspectiva se reflete também na relação com a identidade do lugar. Maki (1964) busca criar marcos urbanos que sintetizem tradição e modernidade, como o Tokyo Metropolitan Gymnasium, onde a geometria futurista dialoga com referências culturais japonesas. Seus projetos são gestos arquitetônicos que visam consolidar uma imagem icônica na paisagem. Já Fenton (1985) orienta-se pela cotidianidade e utilidade, argumentando que espaços híbridos devem se tornar “lugares de afeto” gerados pelo uso diário (FENTON, 1985, p. 89). Essa visão aproxima-se de Yi-Fu Tuan (1980), para quem a afetividade surge da interação repetida com o espaço (TUAN, 1977, p. 12), e de Jane Jacobs (1961), que via na proximidade física entre moradia, trabalho e lazer a chave para a vitalidade urbana (JACOBS, 1961, p. 181). Enquanto Maki (1964) celebra a complexidade formal como expressão cultural, Fenton prioriza a experiência do usuário, defendendo que a verdadeira hibridização ocorre quando os espaços são moldados pelas práticas sociais que os abrigam.

Em síntese, ambos os arquitetos oferecem caminhos complementares para

repensar a habitação na microescala: Maki (1964), com sua poética da agregação, e Fenton (1985), com seu pragmatismo adaptativo. Se o primeiro inspira-se na ideia de cidade como palimpsesto de camadas históricas, o segundo enxerga o edifício como um organismo vivo, em constante mutação. Juntos, suas teorias reforçam a tese de que a arquitetura híbrida, ao mesclar forma e função, tradição e inovação, pode ser uma ferramenta poderosa para humanizar as cidades modernas.

## **A MODULARIDADE:**

A modularidade, enquanto princípio estrutural e conceitual, surge como eixo central para a concepção de edifícios híbridos capazes de responder às demandas dinâmicas das cidades contemporâneas. Inspirada nas ideias de Fumihiko Maki, (1964) com sua noção de “forma coletiva” agregadora, e de Joseph Fenton, (1985) que defende a flexibilidade programática, a modularidade transcende a mera repetição técnica para se tornar uma estratégia de adaptação espacial e social.

Em seu livro, John Habraken (2000) propõe uma abordagem revolucionária para a arquitetura e o planejamento urbano, centrada na ideia de estruturas de suporte que permitam a participação ativa dos usuários na configuração dos espaços. Habraken (2000) argumenta que a arquitetura tradicional, focada em projetos fechados e estáticos, falha em responder às necessidades dinâmicas das comunidades urbanas. Para ele, “*o design deve ser um suporte, não uma imposição, oferecendo uma base flexível que os habitantes podem adaptar conforme seus modos de vida*” (HABRAKEN, 2000, p. 34). Essa visão desafia a figura centralizadora do arquiteto como único autor do espaço, transferindo parte do controle aos moradores.

Habraken (2000) desenvolve o conceito de separação entre suporte e infill (preenchimento), no qual a estrutura principal do edifício (suporte) é projetada para durar décadas, enquanto os componentes internos (infill) – como divisórias, instalações e acabamentos – podem ser modificados ou substituídos pelos usuários ao longo do tempo. Segundo o autor, essa divisão “*reconhece a arquitetura como um processo contínuo, não como um produto finalizado*” (HABRAKEN, 2000, p. 72). Essa ideia ressoa com as propostas de Joseph Fenton sobre flexibilidade programática, mas difere ao enfatizar a agência do usuário como motor da transformação espacial.

O autor ilustra sua teoria com exemplos de projetos experimentais, como os sistemas de habitação modular desenvolvidos na Holanda nas décadas de 1970 e 1980, onde os moradores podiam personalizar layouts e funções dentro de uma estrutura predeterminada. Habraken (2000) defende que tais modelos não apenas democratizam o design, mas também reduzem custos e desperdícios, já que “*a adaptação localizada evita demolições desnecessárias e prolonga o ciclo de vida dos edifícios*” (HABRAKEN, 2000, p. 115). Essa perspectiva alinha-se às ideias de Carlos Leite (2012) sobre sustentabilidade urbana, ao priorizar a eficiência de recursos e a resiliência.

Habraken (2000) também discute os desafios técnicos e culturais da implementação de estruturas de suporte. Ele reconhece que a participação dos usuários exige mudanças profundas na formação dos arquitetos, que precisam aprender a “*projetar para a incerteza*” em vez de soluções fixas (HABRAKEN, 2000, p. 89). Além disso, critica a padronização massiva da habitação moderna, argumentando que ela ignora as particularidades culturais e sociais. Para ele, “*o suporte deve ser universal, mas o infill deve ser local, refletindo a identidade de quem habita*” (HABRAKEN, 2000, p. 132). Essa dualidade ecoa as reflexões de Yi-Fu Tuan (1980) sobre a relação entre espaço (abstrato) e lugar (afetivo).

Ao relacionar suas ideias com o contexto urbano, Habraken (2000) sugere que as estruturas de suporte podem transformar bairros inteiros, permitindo que comunidades se desenvolvam organicamente. Ele cita o exemplo de Nagele, um vilarejo holandês onde a previsão de zonas de crescimento flexível permitiu expansões adaptativas ao longo de décadas (HABRAKEN, 2000, p. 156). Essa visão aproxima-se de Jane Jacobs (1961), que defendia a auto-organização dos bairros, e de Fumihiko Maki (1964), com sua ênfase em formas coletivas. No entanto, o autor vai além ao propor um sistema técnico claro para viabilizar essa autonomia.

Habraken (2000), afirma então, que *“projetar para o suporte não é abandonar o controle, mas direcioná-lo para criar espaços que evoluam com a vida que abrigam”* (HABRAKEN, 2000, p. 178). Sua proposta, ao integrar flexibilidade técnica e participação social, oferece um caminho para conciliar escala humana e densidade urbana, tema central nas discussões sobre cidades modernas.

Paralelamente, em *Frame and Generic Space* (LEUPEN, 2006), Bernard Leupen (2006) explora a relação entre estrutura fixa e flexibilidade programática na arquitetura contemporânea, propondo o conceito de “frame” (estrutura) como elemento organizador de espaços genéricos capazes de abrigar múltiplos usos ao longo do tempo. Leupen (2006) argumenta que a arquitetura deve transcender a rigidez funcionalista, adotando uma abordagem que permita a adaptação contínua sem perder coerência formal. Para ele, *“o ‘frame’ estabelece uma ordem espacial básica, enquanto os espaços genéricos dentro dele podem ser reinterpretados conforme as demandas sociais e tecnológicas”* (LEUPEN, 2006, p. 45). Essa dualidade entre permanência e mutação desafia a noção tradicional de projeto como solução definitiva.

Leupen (2006) desenvolve a ideia de espaço genérico como um ambiente neutro, não destinado a uma função específica, mas preparado para acolher atividades diversas. Segundo o autor, esses espaços “ganham significado através do uso, não do desenho pré-determinado” (LEUPEN, 2006, p. 78), aproximando-se das reflexões de Yi-Fu Tuan (1980) sobre a transformação de espaço em lugar por meio da experiência humana. Essa visão também dialoga com John Habraken (2000), que defende a separação entre suporte e infill, mas Leupen (2006) enfatiza a dimensão temporal, sugerindo que a arquitetura deve antecipar ciclos de mudança.

O autor ilustra sua teoria com exemplos de edifícios históricos e contemporâneos. Cita os lofts industriais adaptados para uso residencial em Nova York, onde a estrutura original (frame) permanece intacta, enquanto os interiores são constantemente reconfigurados. Também menciona projetos como o Centro de Convenções de Rotterdam, cuja planta livre permite eventos de escalas e naturezas distintas. Para Leupen (2006), esses casos demonstram que “a arquitetura deve ser um palco, não um script” (LEUPEN, 2006, p. 112), ideia que ressoa com Joseph Fenton (1985) ao defender a flexibilidade programática, mas com foco na simplicidade estrutural.

Leupen (2006) discute ainda os desafios de projetar espaços genéricos em um mercado imobiliário orientado pela especialização. Ele critica a obsessão contemporânea com a otimização extrema, que resulta em edifícios hiper específicos e descartáveis. Em contrapartida, propõe que o “frame” deve ser pensado para durar séculos, enquanto os espaços internos podem ser renovados ciclicamente, reduzindo custos ambientais e sociais. Essa perspectiva alinha-se a Carlos Leite (2012), que defende a resiliência urbana através de estruturas adaptáveis (LEITE, 2012, p. 102), e a Jane Jacobs (1961), que via na mistura de usos a chave para a vitalidade urbana.

Um dos pontos centrais da obra é a relação entre forma e indeterminação. Leupen (2006) argumenta que a arquitetura deve equilibrar clareza formal e abertura programática, evitando tanto a neutralidade excessiva quanto o formalismo autorreferencial. Ele cita o projeto Kunsthall Rotterdam, de Rem Koolhaas, como exemplo de frame que articula percursos fluidos e espaços multifuncionais sem sacrificar a identidade arquitetônica (LEUPEN, 2006, p. 134). Essa abordagem contrasta com a ênfase de Fumihiko Maki (1964) na agregação simbólica de volumes, pois Leupen prioriza a continuidade espacial sobre a justaposição fragmentada.

Por fim, Leupen (2006) reflete sobre o papel do arquiteto em um contexto de incertezas. Defende que o profissional deve atuar como mediador entre a ordem e a liberdade, propondo estruturas que orientem sem restringir. “Projetar para o genérico exige humildade: reconhecer que a arquitetura é um meio, não um fim” (LEUPEN, 2006, p. 167). Sua proposta, ao integrar disciplina formal e flexibilidade, oferece um caminho para edifícios que resistam à obsolescência e promovam cidades mais inclusivas e dinâmicas.

Habraken (2000) e Leupen (2006) partilham a premissa de que a arquitetura deve dissociar elementos fixos e mutáveis. Para Habraken (2000), isso se dá pela divisão entre suporte (infraestrutura permanente) e infill (componentes modificáveis pelos usuários), como em projetos de habitação coletiva onde moradores personalizam layouts sem alterar a estrutura principal (HABRAKEN, 2000, p. 72). Leupen (ano), por sua vez, propõe o frame (quadro estrutural) como elemento fixo, que abriga espaços genéricos capazes de acolher usos variados ao longo do tempo, como visto em lofts industriais reconvertidos (LEUPEN, 2006, p. 78). Ambos reconhecem que a modulação – seja no infill ou no frame – é essencial para garantir longevidade aos edifícios, alinhando-se a Carlos Leite (ano) na defesa de cidades sustentáveis (LEITE, 2012, p. 89).

Além disso, os dois autores criticam a rigidez funcionalista. Habraken (2000) argumenta que a arquitetura tradicional impõe usos específicos, ignorando a diversidade cultural (HABRAKEN, 2000, p. 132), enquanto Leupen condena a hiperespecialização de edifícios descartáveis (LEUPEN, 2006, p. 112). Suas propostas, assim, ecoam Jane Jacobs (ano) ao defenderem a mistura de usos como antídoto à estagnação urbana (JACOBS, 1961, p. 152).

A principal diferença entre os dois está na ênfase projetual. Habraken (ano) coloca o usuário no centro do processo, defendendo que a adaptação deve ser feita pelos habitantes, não pelo arquiteto. Seu sistema de suporte e infill é uma ferramenta de empoderamento social, como no projeto Nagele, na Holanda (HABRAKEN, 2000, p. 156). Já Leupen (2006) prioriza a neutralidade do espaço genérico, projetado para ser indeterminado e assim acolher funções imprevistas. Para ele, a flexibilidade reside na ambiguidade programática, como no Kunsthal Rotterdam (LEUPEN, 2006, p. 134). Enquanto Habraken (2000) é bottom-up (de baixo para cima), Leupen é top-down (de cima para baixo).

Essa divergência reflete-se também na relação com a identidade do lugar. Habraken (2000) defende que o infill deve expressar a cultura local, aproximando-se de Yi-Fu Tuan (ano) ao vincular espaço e afeto (TUAN, 1977, p. 12). Leupen (2006), por outro lado, vê a neutralidade como virtude: espaços genéricos ganham significado apenas através do uso, evitando leituras prévias. Essa abordagem contrasta com Fumihiko Maki (1964), que celebra a complexidade formal como expressão simbólica (MAKI, 1964, p. 45), e aproxima-se de Joseph Fenton (ano), pragmático ao tratar a hibridização como solução funcional (FENTON, 1985, p. 112).



### REFERÊNCIA PROJETUAL III: KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY (KAIT) – ATSUGI, JAPÃO – 2008:

Localizado no campus do Instituto de Tecnologia de Kanagawa, nos arredores de Tóquio, o KAIT Workshop (2008), projetado por Junya Ishigami, é um edifício que reimagina radicalmente a relação entre estrutura, função e paisagem. Com uma planta única de 2.000m<sup>2</sup>, o projeto surge como um pavilhão transparente, envolto por paredes de vidro sem molduras, sustentado por uma floresta de 305 colunas de aço brancas, finas e irregularmente distribuídas. Essas colunas, com alturas variando entre 4,1 e 5,7 metros e espessuras que vão de 16x145 mm a 63x90 mm, desafiam a lógica convencional da engenharia: não há paredes resistentes a terremotos, e toda a estabilidade sísmica depende exclusivamente dessa malha aparentemente caótica, mas meticulosamente calculada. O espaço interno, desprovido de divisórias, é inundado por luz natural que atravessa o vidro e se refrata nas colunas, criando um ambiente que oscila entre a solidez arquitetônica e a efemeridade de uma paisagem.

**Imagem 09:** Foto noturna KAIT.  
Fonte: ArchDaily

**Imagem 10:** Foto fachada de pele de vidro.Fonte: ArchDaily

**Imagem 11:** Foto ambientação interna.  
Fonte: ArchDaily



A construção do edifício demandou três anos de desenvolvimento, incluindo mais de 1.000 modelos físicos e digitais para testar a disposição das colunas, garantindo que cada uma cumprisse sua função estrutural específica – 42 delas projetadas para resistir a cargas verticais (compressão) e 263 para forças horizontais (tração). A cobertura, uma placa plana de aço e vidro com inclinação de 1/75 para drenagem, parece flutuar sobre as colunas, enquanto o piso contínuo de concreto polido reforça a sensação de unidade espacial. Ishigami descreveu o processo como “cultivar uma floresta dentro de uma caixa de vidro”, onde a aleatoriedade das colunas foi cuidadosamente planejada para evocar a organicidade da natureza, sem sacrificar a precisão técnica.

Originalmente concebido para abrigar oficinas extracurriculares, o espaço é utilizado por estudantes para atividades tão diversas quanto marcenaria, prototipagem de robótica, exposições de arte e assembleias comunitárias. A ausência de programas fixos permite que mesas, bancadas e equipamentos sejam rearranjados livremente, transformando o ambiente conforme as necessidades do dia a dia. Até mesmo os vasos de plantas estrategicamente posicionados por Ishigami atuam como divisórias sutis, reforçando a ideia de que a arquitetura deve ser um suporte para a natureza, não uma imposição de formas:

*“A natureza possui uma qualidade de ser governada por certas regras das quais, ao mesmo tempo, nunca estamos realmente conscientes. Eu estou interessado em criar algo que se integre a essa normalidade que nos rodeia.”*

– Junya Ishigami (2016).



Integrado à vegetação do campus, o edifício reflete cerejeiras em sua fachada de vidro durante a primavera, enquanto no outono as folhas caídas se acumulam próximo às bases das colunas, borrando os limites entre construção e natureza. Esse diálogo é intensificado por aberturas no teto que permitem a ventilação cruzada, além de faixas de vidro na cobertura que direcionam a luz zenital, criando padrões dinâmicos conforme o movimento do sol.

**Imagem 12 e 13:** Fotos do ponto de vista do usuário do espaço.  
Fonte: ArchDaily

O KAIT Workshop materializa uma série de contradições que o tornam um objeto de estudo privilegiado para discussões sobre flexibilidade, participação do usuário e integração com o entorno. Sob a ótica de John Habraken (2000) e sua teoria de suporte e infill, o edifício opera em duas camadas: as colunas e a pele de vidro funcionam como suporte imutável, enquanto a ausência de divisórias internas permite que o infill – mobiliário, equipamentos e até plantas – seja constantemente redefinido pelos usuários. Essa separação não apenas viabiliza adaptações práticas, como oficinas que se transformam em galerias, mas também transfere poder de decisão aos ocupantes, alinhando-se à visão de Habraken de que a arquitetura deve ser um “processo aberto”.

Já Bernard Leupen (2006), com seu conceito de frame e espaço genérico, enxergaria no KAIT Workshop um exemplo ideal de estrutura fixa (frame) que abriga usos indeterminados. As colunas, embora rigidamente calculadas, não impõem hierarquias funcionais, permitindo que o espaço seja apropriado como palco para atividades imprevistas – desde feiras improvisadas até sessões de meditação. A transparência da pele de vidro, por sua vez, reforça a ideia de Leupen de que a arquitetura deve ser um “fundo neutro” para a vida cotidiana, onde a indeterminação programática é virtude, não falha.

A ambiguidade do projeto também dialoga com Fumihiko Maki (1964) e sua noção de formas coletivas. Assim como Maki (1964) defendia a justaposição de elementos heterogêneos para criar espaços agregadores, Ishigami (2016) utiliza a malha de colunas para estabelecer uma “floresta artificial” que, apesar de técnica, evoca uma escala humana íntima. A reflexão das cerejeiras no vidro, por exemplo, sintetiza a relação entre tradição (a paisagem natural japonesa) e modernidade (a estrutura industrial), numa alusão à capacidade da arquitetura de harmonizar os opostos.

Por fim, a flexibilidade radical do KAIT Workshop aproxima-se das ideias de Joseph Fenton (1985), que via na adaptabilidade interna uma resposta à densidade urbana. A ausência de paredes e a distribuição aparentemente caótica das colunas permitem que zonas de trabalho sejam reconfiguradas sem intervenções físicas profundas, transformando o edifício em um organismo que “respira” conforme as demandas sociais. Essa abordagem ressoa com a defesa de Fenton (1985) de que a arquitetura híbrida deve ser pragmática e poética, equilibrando eficiência técnica e expressividade espacial.

A transparência da pele de vidro, entretanto, introduz uma contradição fundamental: enquanto conecta visualmente o interior ao exterior — ampliando a percepção espacial e integrando a paisagem —, segrega fisicamente através de sua barreira material. Essa dualidade, analisada à luz de Yi-Fu Tuan (1980), revela que o vidro não é apenas um elemento construtivo, mas um símbolo da ambivalência urbana, onde a proximidade visual não garante acesso tátil.

O projeto, assim, com sua pele de vidro e estrutura esbelta materializam a contradição entre imutabilidade e mutabilidade, enquanto a flexibilidade programática ressignifica conceitos como os de Habraken (2000) e Leupen (2006), demonstrando que a arquitetura pode ser, simultaneamente, disciplina técnica e plataforma para a liberdade criativa. Ao dissolver fronteiras físicas e simbólicas, Ishigami não apenas responde às demandas educacionais contemporâneas, mas também propõe um novo paradigma: edifícios como espaços pluralistas, onde a ambiguidade não é um defeito, mas a essência de sua vitalidade.



#### **REFERÊNCIA PROJETUAL IV: NAKAGIN CAPSULE HOTEL – TÓQUIO, JAPÃO – 1972:**

Projetado pelo arquiteto Kisho Kurokawa e concluído em 1972, o Nakagin Capsule Tower surgiu no coração de Tóquio, no distrito de Ginza, como um manifesto físico do movimento metabolista japonês. Surgido no pós-guerra, o metabolismo defendia a arquitetura como um organismo vivo, capaz de crescer, se adaptar e se regenerar – uma resposta à escassez de recursos e à rápida urbanização do Japão. O edifício, com seus 13 andares e 140 cápsulas pré-fabricadas, representava essa visão futurista: cada unidade, um módulo de concreto e aço de 2,5 x 4 metros, era concebida como uma célula substituível, encaixada em dois núcleos centrais de concreto armado que abrigavam escadas, elevadores e infraestrutura técnica. As cápsulas, fabricadas em uma estaleiro em Shimonoseki, pesavam 4 toneladas cada e eram transportadas para o local em caminhões, onde guindastes as posicionavam em estruturas metálicas salientes dos núcleos, fixadas por quatro parafusos de alta resistência. A promessa era que, a cada 25 anos, as cápsulas obsoletas fossem substituídas por novas unidades, atualizando o edifício conforme as demandas tecnológicas e sociais – uma ideia revolucionária que, no entanto, nunca se concretizou plenamente.

**Imagem 14 e 15:** Fotos do antigo Nakagin Capsule Hotel,

Fonte: ArchDaily



ポプラ  
たにこ  
ATM

テナソ

ポプラ

こどもの遊び場  
城南通りと

ポプラ

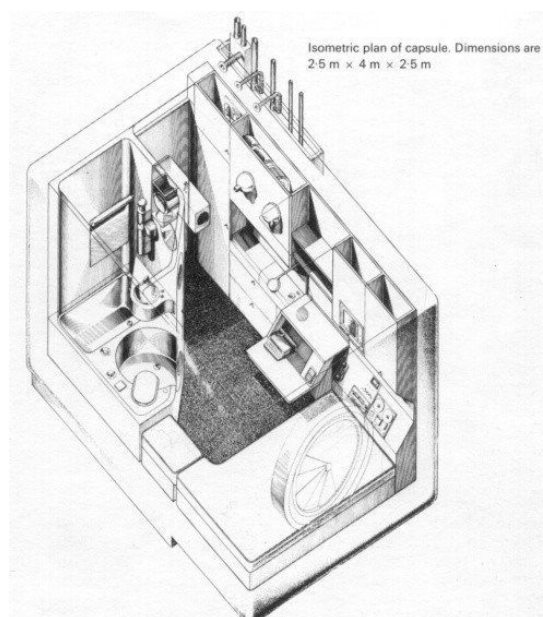
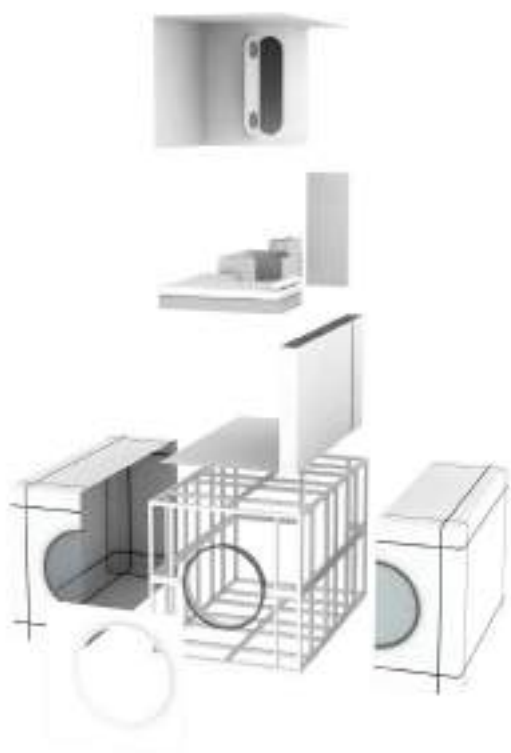
Cada cápsula era um microcosmo da eficiência japonesa. Equipada com uma cama embutida, banheiro compacto, televisão, rádio e até um tocador de fitas cassete, o espaço de 10 m<sup>2</sup> era revestido em plástico branco e painéis de alumínio, com uma janela circular de 1,3 metros de diâmetro que lembrava vigias de navios – uma referência à origem industrial das unidades. Apesar da estética high-tech, o conforto era espartano: a altura interna de 2,1 metros e a falta de cozinha limitavam o uso a estadias curtas, originalmente destinadas a profissionais que trabalhavam no movimentado centro financeiro de Tóquio. A fachada, com cápsulas dispostas em padrões assimétricos, gerava uma composição dinâmica, quase escultórica, que contrastava com a monotonia dos arranha-céus vizinhos. O edifício tornou-se um ícone pop, aparecendo em filmes como *O Exterminador do Futuro* e inspirando gerações de arquitetos com sua ousadia modular.

No entanto, a realidade do Nakagin Capsule Tower foi marcada por contradições. Apesar da retórica metabolista de renovação contínua, apenas duas cápsulas foram substituídas em cinco décadas, e nenhuma após os anos 1980. Os parafusos que as fixavam aos núcleos enferrujaram, as infiltrações corroeram as estruturas, e a falta de normas legais para a substituição de módulos tornou o processo inviável. As unidades, concebidas como descartáveis, transformaram-se em cápsulas do tempo: algumas foram adaptadas como escritórios ou estúdios de arte, outras abandonadas e tomadas pelo mofo. A promessa de um edifício “eterno” através da mutação revelou-se uma ilusão, e em 2022, após anos de debates sobre preservação, o Nakagin foi demolido, deixando um vazio simbólico na história da arquitetura.

Sob a ótica teórica, o projeto dialoga criticamente com conceitos como os de John Habraken (2000) e Bernard Leupen (2006). Habraken (2000), ao defender a separação entre suporte (estrutura permanente) e infill (componentes

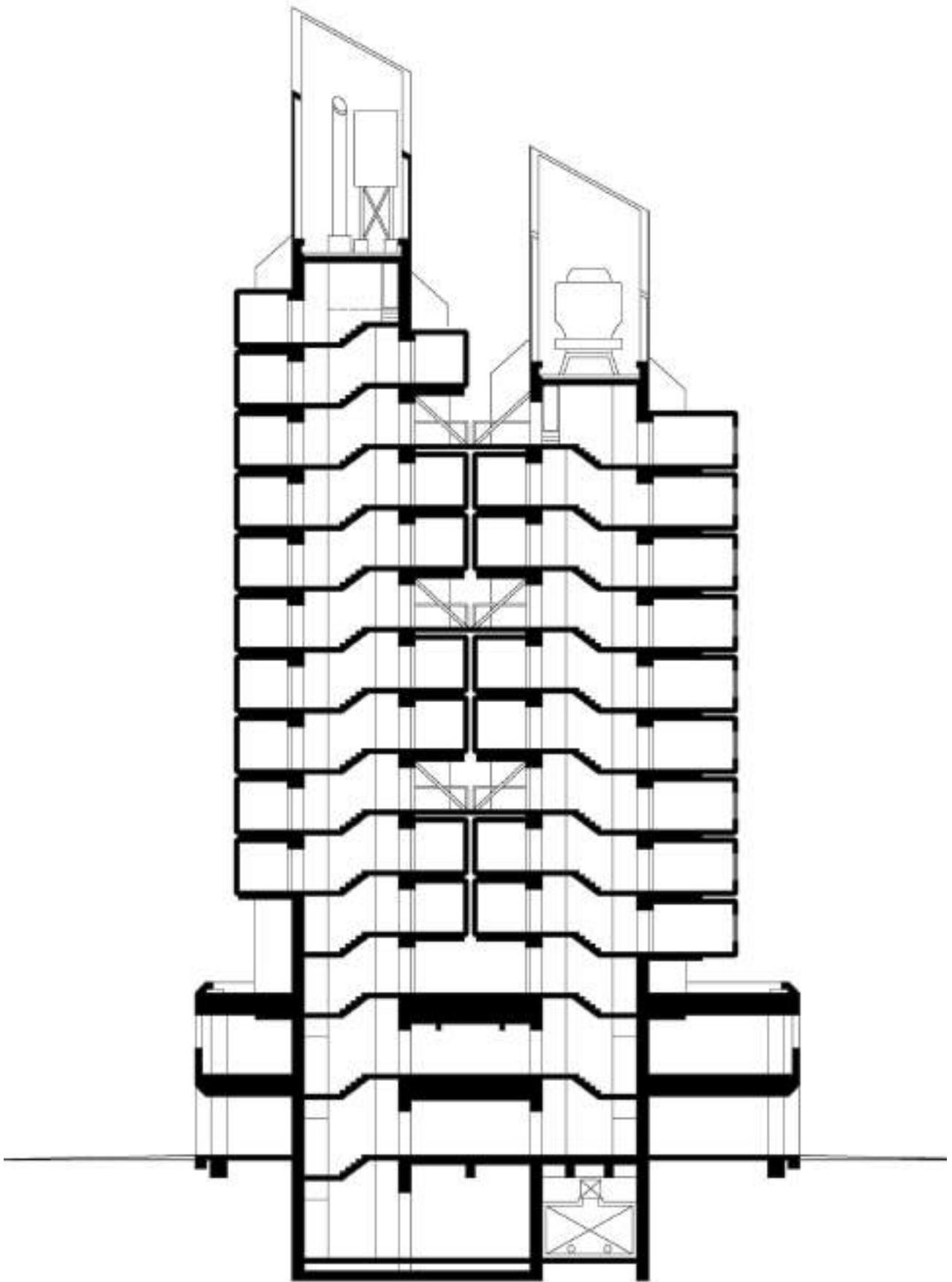
mutáveis), via nas cápsulas um potencial de adaptação que foi frustrado pela rigidez do sistema de fixação – as unidades nunca foram verdadeiramente “infill”, pois sua substituição exigia intervenções complexas e caras. Leupen (2006), por sua vez, enxergaria nas cápsulas uma tentativa falha de criar espaços genéricos: embora padronizadas, eram hiper especializadas em sua função original (hotel), contradizendo a ideia de neutralidade programática.

Já Fumihiko Maki (1964), com sua teoria de formas coletivas, reconheceria na disposição assimétrica das cápsulas uma tentativa de criar uma “agregação” que expressasse a diversidade urbana. No entanto, a introversão das unidades – com janelas mínimas e acesso restrito – negava a interação social, priorizando o isolamento sobre a coletividade. Joseph Fenton (1985), ao analisar a hibridez do projeto, destacaria a contradição entre a multifuncionalidade pretendida (hotel, escritório, residência) e a falta de infraestrutura para suportar usos mistos, como redes elétricas sobrecarregadas e a ausência de áreas comuns.



**Imagens 16 e 17:** Isométrica explodida das cápsulas modelo.

Fonte: ArchDaily



**Figura 05:** Corte longitudinal.  
Fonte: ArchDaily

A ambiguidade do Nakagin Capsule Tower reside, acima de tudo, em sua dualidade simbólica. Enquanto as cápsulas representavam a utopia de uma arquitetura efêmera e adaptável, sua materialidade concreta e a dificuldade de renovação as fixaram no tempo como relíquias de um futuro que nunca chegou. A janela circular, ao conectar visualmente o interior ao exterior, também reforçava o isolamento físico, ecoando a crítica de Yi-Fu Tuan (1980) sobre espaços que simulam proximidade, mas perpetuam a desconexão.

Em sua demolição, o Nakagin deixou um legado paradoxal: foi simultaneamente um fracasso prático e um triunfo conceitual. Suas cápsulas, hoje dispersas em museus e coleções privadas, são testemunhas de uma era em que a arquitetura ousou sonhar com cidades mutáveis, orgânicas e descentralizadas. O projeto permanece como um limiar entre a utopia e a realidade, lembrando-nos de que a arquitetura, mesmo quando efêmera, pode ser eterna em sua capacidade de inspirar.



**Diagrama:** Ilustração dos Limiares  
Elaborado pelo Autor

## **O LIMIAR DE CONVÍVIO:**

A análise da macroescala urbana, a partir das perspectivas de cada autor, revela a complexidade e a riqueza das cidades como espaços de vida, convívio e pertencimento. Essas ideias não apenas definem o universo da cidade para este trabalho, mas também oferecem diretrizes valiosas para a criação de ambientes urbanos mais humanizados, sustentáveis e inclusivos.

O limiar de convívio, dessa forma, se configura como este universo imaginário que representa esse lugar de possibilidades na escala urbana, que têm como essência os pontos mencionados anteriormente, e que servem como norteadores para a espacialização do programa de necessidades ao seu redor, compreendendo a necessidade de integração da diversidade, a participação e a sustentabilidade, para repensar as cidade e, por consequência, edificações como espaços que promovem não apenas a sobrevivência, mas a plenitude da vida humana.

## **O LIMIAR DO HABITAR:**

Em ressonância com a macroescala urbana, o Limiar do habitar, delimitado a partir das ideias da forma coletiva, da diversidade dos usos, da flexibilidade, estrutura permanente e espaços mutáveis, se molda como um microuniverso dentro da perspectiva da cidade, nos permitindo compreender melhor não somente as relações sociais na cidade, como também na escala da edificação.

Assim, o Limiar do Habitar se caracteriza como um universo que representa todas essas possibilidades de resposta às dinâmicas no Limiar de Convívio, especificamente, para esta investigação, através da solução híbrida para as edificações, com princípios que não apenas redefinem a habitação e o planejamento urbano, mas buscam desafiar a maneira tradicional de pensar o objeto arquitetônico através de ferramentas empíricas de reconfiguração do espaço.

## **O LIMIAR DE TRANSIÇÃO:**

No cruzamento entre os dois universos analisados — o limiar de convívio (escala urbana) e o limiar do habitar (escala humana/edifício) — emerge o Limiar de Transição, espaço simbólico onde ideias aparentemente divergentes se entrelaçam para dar origem ao produto arquitetônico. Esta zona de interseção não é um mero ponto de encontro, mas um campo de possibilidades gerado pela fricção e convergência de diferentes correntes do pensamento urbano e arquitetônico.

Ao mapear as interações entre os conceitos abordados, revelam-se padrões comuns que, ao serem traduzidos em diretrizes, assumem a base para a construção algorítmica e a materialização da forma, orientando desde a definição de parâmetros de densidade até a configuração de espaços multifuncionais.

1. a adaptabilidade como princípio ético;
2. a mistura de usos como estratégia vital;
3. a modulação como ferramenta técnica.

Mais do que um recurso metodológico, o Limiar de Transição atua como núcleo norteador do processo investigativo. Ele permite que decisões projetuais – sejam sobre hierarquias espaciais, integração tecnológica ou relação com a cidade – sejam tomadas com coerência, mesmo diante de incertezas. Assim, a arquitetura que emerge deste limiar não é um objeto estático, mas um organismo em diálogo contínuo com as dinâmicas urbanas, sociais e arquitetônicas sem perder sua essência.

## **SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA:**

### **JANE JACOBS (2000):** *Morte e Vida de Grandes Cidades*

Jane Jacobs defendia que cidades vibrantes dependem de bairros densos, com uso misto, diversidade de pessoas e atividades, e ruas movimentadas que promovem segurança natural (“olhos na rua”).

### **YI-FU TUAN (2015):** *Topofilia*

Yi-Fu Tuan, explora a relação afetiva e emocional entre seres humanos e lugares, destacando como experiências sensoriais, memória e identidade moldam nossa conexão com o ambiente. Ele valoriza a percepção subjetiva do espaço, criticando abordagens puramente racionalistas do planejamento.

### **CARLOS LEITE (2012):** *Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes*

Carlos Leite defende a integração entre sustentabilidade e tecnologia, priorizando planejamento urbano com inclusão social, governança participativa e equilíbrio ambiental, onde cidades inteligentes devem combinar inovação tecnológica com políticas socioambientais.

### **JOSEPH FENTON (1985):** *Hybrid Buildings*

Joseph Fenton defende edifícios multifuncionais que integram usos diversos, promovendo flexibilidade e interação urbana, valorizando a mistura de tipologias e a adaptabilidade espacial para criar ambientes dinâmicos e conectados à vida cotidiana.

### **FUMIHIKO MAKI (1964):** *Investigations in Collective Form*

Fumihiko Maki explora formas urbanas coletivas como estruturas flexíveis, forma coletiva e forma composicional, integrando elementos em um todo coerente, que evoluem com necessidades sociais e interação comunitária.

### **JOHN HABRAKEN (2000):** *Design for Support*

John Habraken defende a separação entre estrutura fixa (support) e elementos modificáveis (infill), permitindo personalização habitacional, promovendo participação dos usuários e adaptabilidade ao longo do tempo para ambientes mais democráticos e dinâmicos.

### **BERNARD LEUPEN (2006):** *Frame and Generic Space*

Bernard Leupen explora estruturas fixas (frame) combinadas com espaços genéricos flexíveis, permitindo adaptação a diferentes usos e temporalidades, valorizando a versatilidade e a apropriação pelos usuários para criar ambientes responsivos às mudanças sociais.

## **DIRETRIZES PARA O PROJETO:**

- 1. Diversidade e mistura de usos**
- 2. Sustentabilidade e resiliência**
- 3. Espaços que fomentam o afeto**
- 4. Forma composicional.**
- 5. Megaestrutura.**
- 6. Forma de Grupo.**



**PARTE II**  
DIMENSÕES

A investigação aqui, ocorre na cidade de Fortaleza, fundada em 1726 como um pequeno núcleo de pescadores à sombra do Forte Nossa Senhora da Assunção, consolidou-se ao longo dos séculos como um centro político, econômico e cultural do Nordeste brasileiro.

Sua expansão inicial foi marcada por ciclos econômicos ligados ao algodão, à cana-de-açúcar e ao comércio portuário, que moldaram um tecido urbano radiocêntrico, com crescimento concentrado nas áreas próximas ao litoral. No entanto, foi a partir da segunda metade do século XX, impulsionada por processos de industrialização e migração rural, que Fortaleza experimentou uma transformação radical, expandindo-se para além dos limites históricos e enfrentando desafios típicos de metrópoles em desenvolvimento: segregação socioespacial, infraestrutura deficitária e pressão imobiliária.



**Mapa 01:** Localização na cidade de Fortaleza  
Elaborado pelo autor, diagramado por Victor Costa.



Em meio a esse contexto, aprofundo-me no bairro Cidade 2000, que por alguns anos chamei de lar e onde vivenciei de perto o cotidiano de sua população. Hoje, esse bairro – que enfrenta um processo de gentrificação – revela uma trajetória repleta de contradições.

Surgido na década de 1970, num período de intensa urbanização, a Cidade 2000 foi concebida como um marco de modernidade e planejamento urbano. Localizado na região sul da cidade, o bairro nasceu para atender à crescente demanda por moradias de classe média, seguindo modelos urbanísticos inspirados no modernismo brasileiro. Sua idealização refletia uma utopia de cidade ordenada, com ruas arborizadas, quadras residenciais homogêneas e equipamentos de lazer integrados, como clubes e áreas verdes. Contudo, essa visão progressista não escapou a críticas: enquanto alguns viam no bairro um símbolo de avanço, outros apontavam para sua natureza excludente, já que a segregação entre classes altas e médias-altas reproduzia desigualdades históricas (SILVA, 2005).

O desenvolvimento da Cidade 2000 também evidenciou as tensões entre o planejamento público e a dinâmica do mercado imobiliário. Inicialmente planejado como um “bairro-jardim”, o local rapidamente se transformou num polo de empreendimentos de alto padrão – com condomínios horizontais e torres residenciais que alteraram sua paisagem original. A verticalização, intensificada nas décadas de 1990 e 2000, trouxe desafios como a sobrecarga das infraestruturas e a redução de áreas verdes, problemas que se fazem presentes em várias cidades latino-americanas em processo de metropolização (CARVALHO, 2010). Hoje, a Cidade 2000 é um estudo de caso emblemático para compreender as contradições do urbanismo fortalezense: representa, por um lado, a busca por qualidade de vida por meio do planejamento urbano e, por outro, evidencia como modelos aparentemente progressistas podem acentuar fragmentações socioespaciais. Sua trajetória instiga reflexões

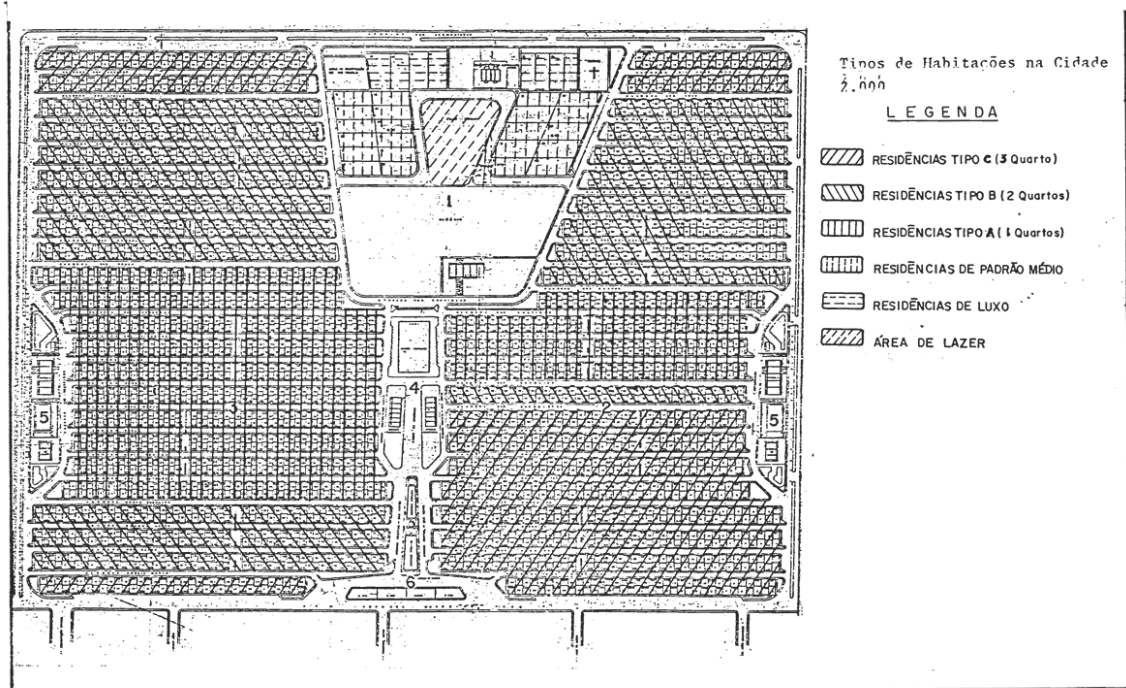


Figura 34

sobre como equilibrar densidade e sustentabilidade, bem como inclusão e exclusão, em uma cidade que se reinventa diante dos desafios do século XXI.

O surgimento e a ocupação do bairro também ilustram o processo de expansão urbana característico das grandes cidades brasileiras na segunda metade do século XX. Planejado originalmente no final dos anos 1960 e início dos anos 1970, o bairro foi idealizado para suprir a demanda habitacional em uma área predominantemente rural e com infraestrutura básica limitada, localizada no Sítio Cocó. A construção do conjunto habitacional tinha como propósito oferecer uma solução para a habitação popular, em meio a um contexto de forte valorização imobiliária e especulação em áreas vizinhas, como o Papicu e o Cocó. A Empresa Brasileira de Construção (EBC) foi responsável pela edificação das unidades, financiadas pela Companhia de Crédito Imobiliário Terra – o que possibilitou que o terreno fosse hipotecado para viabilizar a obra. O plano original previa a construção de 2.090 casas e 360 apartamentos, totalizando 2.450 unidades; entretanto, ao longo do processo, foram efetivamente erguidas 1.936 casas, distribuídas em três tipos distintos de moradias, diferenciadas pelo número de quartos e pela área construída.

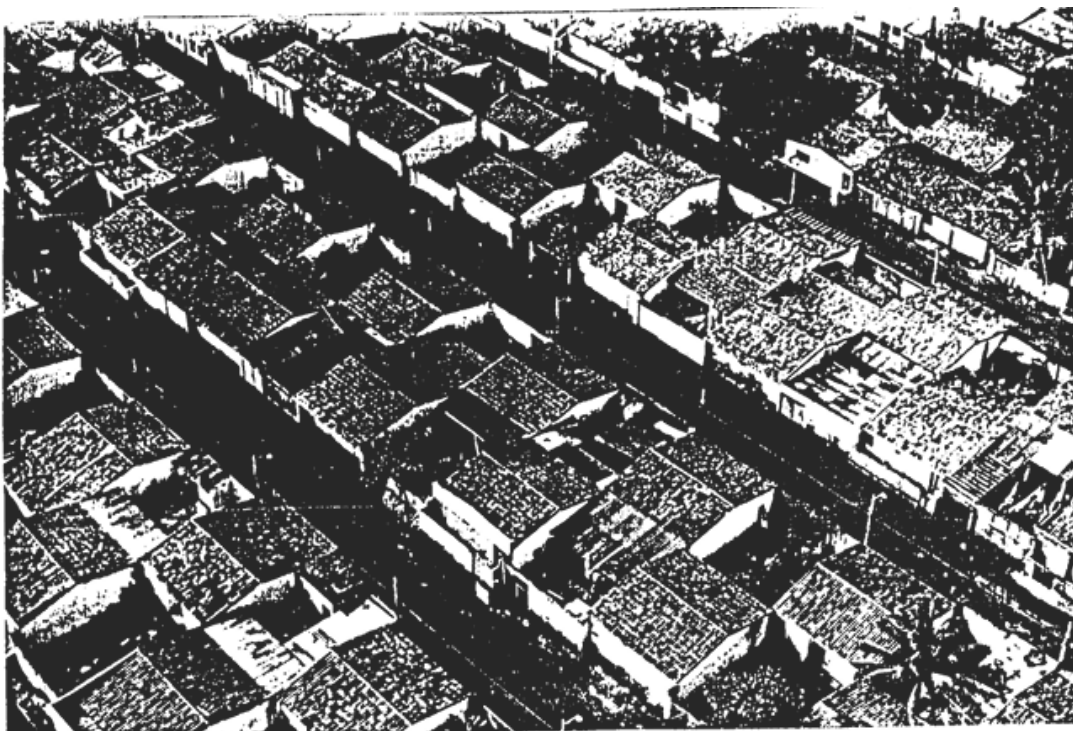
**Imagem 18:** Plano de ocupação da Cidade 2000.

Fonte: LUSTOSA, Maria (1988).

As casas do tipo A, com apenas um quarto, eram as menores e mais simples do projeto, ocupando as áreas mais internas e isoladas do conjunto, como as quadras de 5 a 14 no setor leste e 33 a 36 no setor oeste. Essas unidades foram desenhadas para atender às famílias de menor renda, e sua construção, embora eficiente em termos de espaço, limitava as opções de expansão para os moradores. Já as casas do tipo B, com dois quartos, ofereciam um pouco mais de espaço e estavam distribuídas em áreas intermediárias do conjunto. Elas representavam um compromisso entre as necessidades habitacionais básicas e uma oferta de maior conforto para famílias um pouco maiores. Essas casas, apesar de ligeiramente maiores que as do tipo A, ainda estavam localizadas em setores distantes da área central do bairro. As casas do tipo C, as maiores, possuíam três quartos e estavam estrategicamente localizadas em áreas próximas ao bairro do Cocó e à futura continuação da Avenida Antônio Sales, o que contribuiu para sua valorização. Essas unidades estavam localizadas nas quadras iniciais e finais do conjunto, sugerindo uma hierarquização espacial no projeto, em que as casas mais valorizadas eram situadas nas áreas de melhor acesso e maior visibilidade.

Essa divisão clara entre as diferentes tipologias reflete a intenção do projeto de atender a diferentes faixas de renda, mas também expõe uma segregação espacial interna, onde as casas de menor valor eram destinadas às áreas mais afastadas e com menor infraestrutura. Esse padrão de diferenciação reforçou as disparidades socioeconômicas dentro do próprio conjunto habitacional, gerando um espaço residencial que, ao mesmo tempo que oferecia moradia acessível, também acentuava as desigualdades entre seus moradores.

Além da infraestrutura precária, a falta de serviços básicos como transporte, saúde, e segurança, afetaram diretamente a qualidade de vida dos moradores. Muitas das casas foram abandonadas devido à dificuldade dos ocupantes



Vista aérea do Conjunto Cidade 2.000 apresentando alterações nas habitações (ampliações, invasões de calçadas).Jornal O Povo,27.4.85

em manter os pagamentos dos financiamentos, o que gerou uma onda de despejos e uma alta taxa de vacância em certas áreas do bairro até um ponto, em que no ano 1976, por exemplo, cerca de 300 casas estavam desocupadas, o que favoreceu um cenário de degradação e abandono.

Ao longo das décadas, os moradores da Cidade 2000 organizaram-se em associações para reivindicar melhorias nas condições de vida, especialmente no que tange à infraestrutura urbana e aos serviços públicos. Essas mobilizações resultaram em algumas conquistas importantes, como a implantação de sinalização de trânsito, melhorias no abastecimento de água, e a ampliação do sistema de transporte público, que ocorreram com lentidão na sua implementação, acentuando as dificuldades vividas pela população de baixa renda, que foi gradualmente sendo excluída dos benefícios proporcionados pela valorização da área.

**Imagem 19:** Imagem aérea da Cidade 2000 em 1985.

Fonte: LUSTOSA, Maria (1988).

Atualmente, considerado um bairro seguro para morar, boêmio com seus diversos pontos gastronômicos e com ruas agitadas ao longo do dia, a Cidade 2000 ainda enfrenta desafios decorrentes do seu histórico de ocupação e desenvolvimento. Embora tenha experienciado uma modernização gradual de boa parte da infraestrutura, como a ampliação da Avenida Santos Dumont, a conexão com a rede de saneamento e a construção do posto de saúde Rigoberto Romero, a região continua a apresentar problemas característicos de áreas periféricas.

Além disso, a valorização imobiliária, caracterizada pela supervalorização dos bairros adjacentes como o Cocó e Salinas, e com a construção de empreendimentos de alto padrão ao longo do eixo da Av. Santos Dumont no sentido da Praia do Futuro, tem impulsionado transformações sociais significativas no interior do bairro, criando uma pressão pela gentrificação da área.



**Imagem 20:** Praça Central da Cidade 2000 à noite.  
Fonte: Diário do Nordeste, 2018.

## O FUTURO DO BAIRRO

A expansão de Fortaleza ao longo das últimas décadas tem sido marcada por um crescimento urbano intenso, que muitas vezes ocorre de forma desordenada e impulsionada pela especulação imobiliária. Originalmente planejado como um conjunto habitacional para atender à demanda de moradia popular, o bairro experimentou um crescimento significativo impulsionado pela valorização imobiliária nas áreas vizinhas, como o Papicu e o Cocó, duas das regiões mais dinâmicas e valorizadas da cidade.

A atuação da especulação imobiliária na Cidade 2000 é evidente desde os primeiros anos de ocupação do bairro. A proximidade com áreas de crescente desenvolvimento econômico e comercial, aliada à expansão das principais avenidas, como a Avenida Santos Dumont, fez com que o terreno do bairro se tornasse atrativo para novos investimentos. A especulação se intensificou à medida que a infraestrutura urbana foi melhorando lentamente. Isso resultou em um aumento do valor dos terrenos e das propriedades, empurrando a classe trabalhadora que inicialmente ocupava o bairro para áreas ainda mais periféricas.

Além disso, o processo de valorização imobiliária trouxe consigo desafios, como o aumento da gentrificação e a transformação do perfil socioeconômico do bairro. Muitos dos moradores originais, que enfrentavam dificuldades com a precariedade das condições habitacionais e o alto custo de manutenção dos imóveis, acabaram vendendo suas casas para novos investidores, o que alterou significativamente a composição social da área. Esse processo de substituição da população e de transformação do uso dos espaços ilustra bem o impacto da especulação imobiliária na expansão urbana e na reconfiguração dos bairros de Fortaleza, como a Cidade 2000.



Em paralelo, a Linha Leste do metrô de Fortaleza, que está projetada para conectar as regiões periféricas ao centro da cidade, tem a previsão de construção de uma estação do metrô próxima à Cidade 2000, gerando expectativas de que o bairro se tornará um importante ponto de conexão dentro da malha urbana de Fortaleza, com impacto direto na qualidade de vida dos moradores e no desenvolvimento econômico da região.

A implantação da Linha Leste é vista como uma oportunidade para fortalecer o acesso ao transporte público de alta capacidade, reduzindo a dependência de ônibus e veículos particulares. Isso pode resultar em uma melhoria significativa na mobilidade dos moradores da Cidade 2000, facilitando o acesso a áreas de maior oferta de empregos, serviços e comércio. Além disso, a chegada do metrô tende a impulsionar ainda mais a valorização imobiliária do bairro, tornando-o ainda mais atrativo para investidores e novos empreendimentos. Contudo, a chegada do metrô também traz desafios, como a necessidade de planejamento urbano integrado para evitar que o aumento da valorização do solo já encarecido pela especulação, resulte na expulsão dos moradores originais por meio da gentrificação.

**Imagem 21:** Linhas de metrô previstas em Fortaleza.

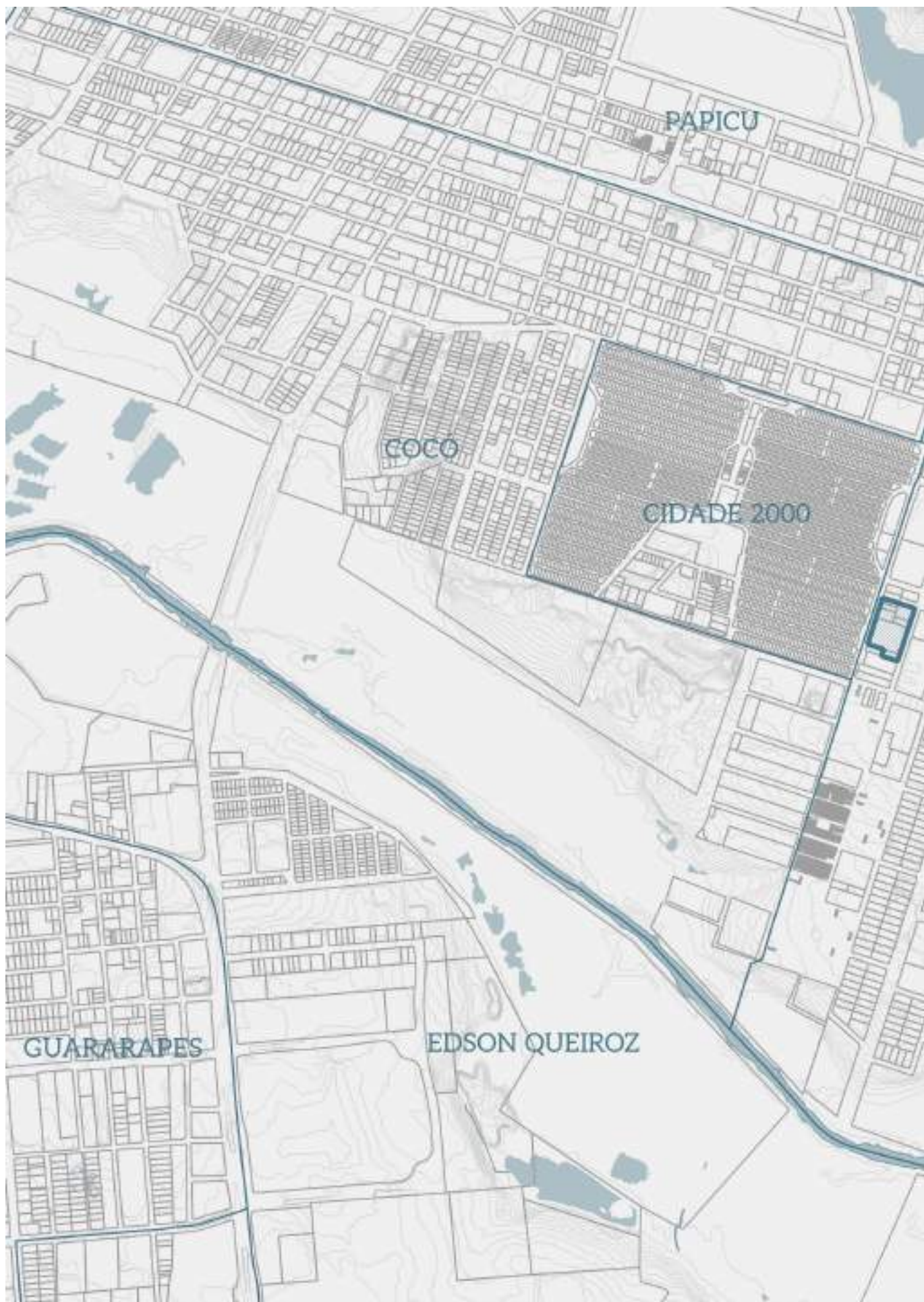
Fonte: METROFOR.

## TERRENO DE IMPLANTAÇÃO

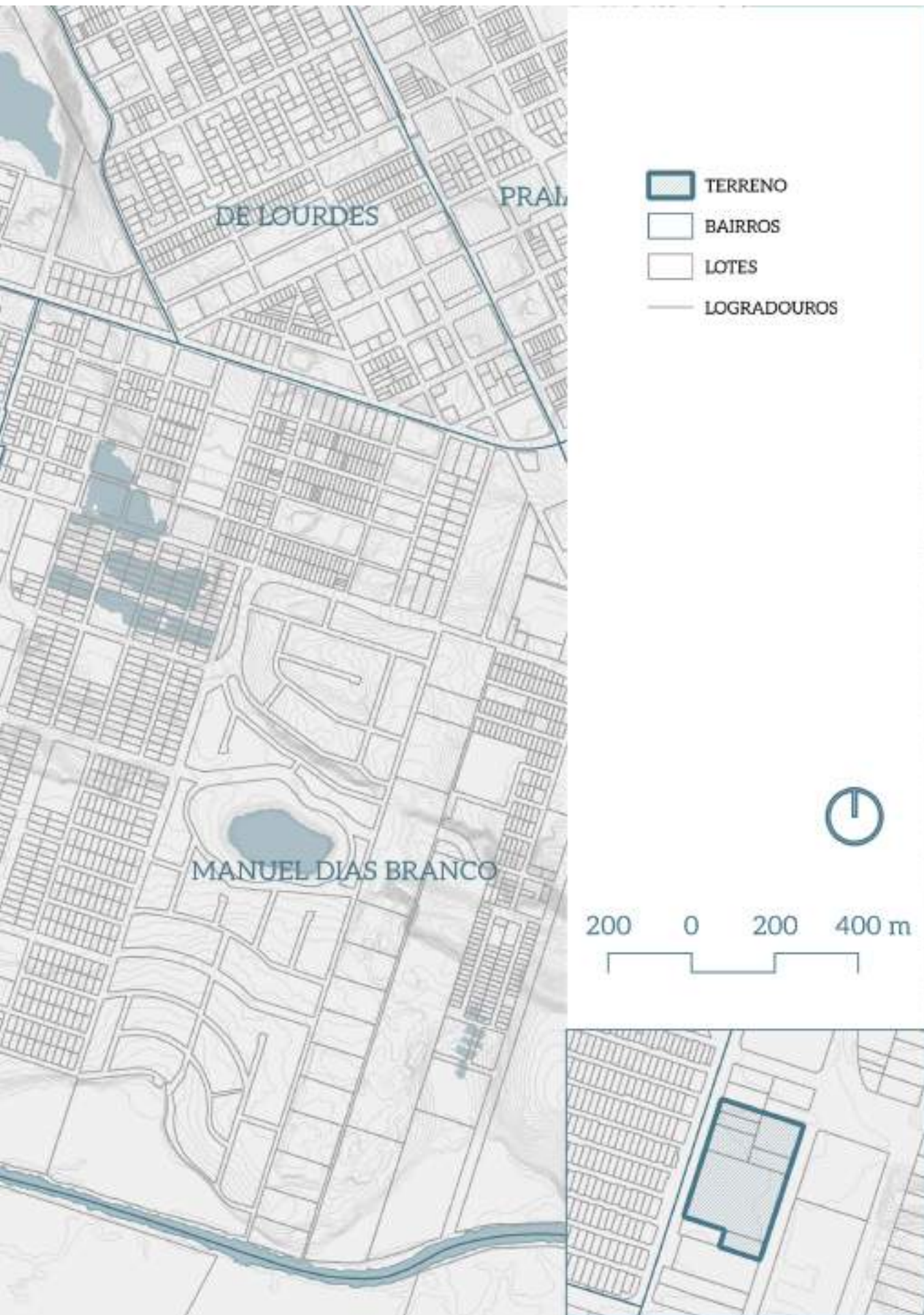
O terreno escolhido para implementação do algoritmo está localizado numa quadra próxima ao limite da Cidade 2000, ao lado da faixa de quadras que compreende desde a 15 até a 21. Os limites do terreno são definidos pelo cruzamento de duas vias coletoras: a Avenida Dr. Aldy Mentor, responsável pela conexão da Praia do Futuro com os bairros Manoel Dias Branco e Cidade 2000 através das dunas da Cidade Fortal no sentido leste-oeste, e a Avenida Nila Gomes de Soárez, que demarca o limite leste da Cidade 2000 e serve como via de conexão entre a comunidade do Barroso às margens do Rio Cocó ao sul e a Avenida Santos Dumont ao norte.

Categorizado como Zona de Interesse Ambiental do Cocó (ZIA Cocó) pela Lei Complementar nº 236 de 11 de agosto de 2017 de Paracelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Fortaleza, o terreno adquire um caráter mais restritivo quanto à sua ocupação e verticalização por se tratar de uma área ambientalmente sensível e inadequadamente ocupada ao longo do tempo. Isso impõe uma maior preocupação para futuros projetos a serem pensados na região na manutenção do equilíbrio entre áreas verdes e construídas, como é possível perceber nos parâmetros urbanísticos sintetizados abaixo, o que se percebeu como uma oportunidade na implementação das diretrizes abordadas anteriormente.

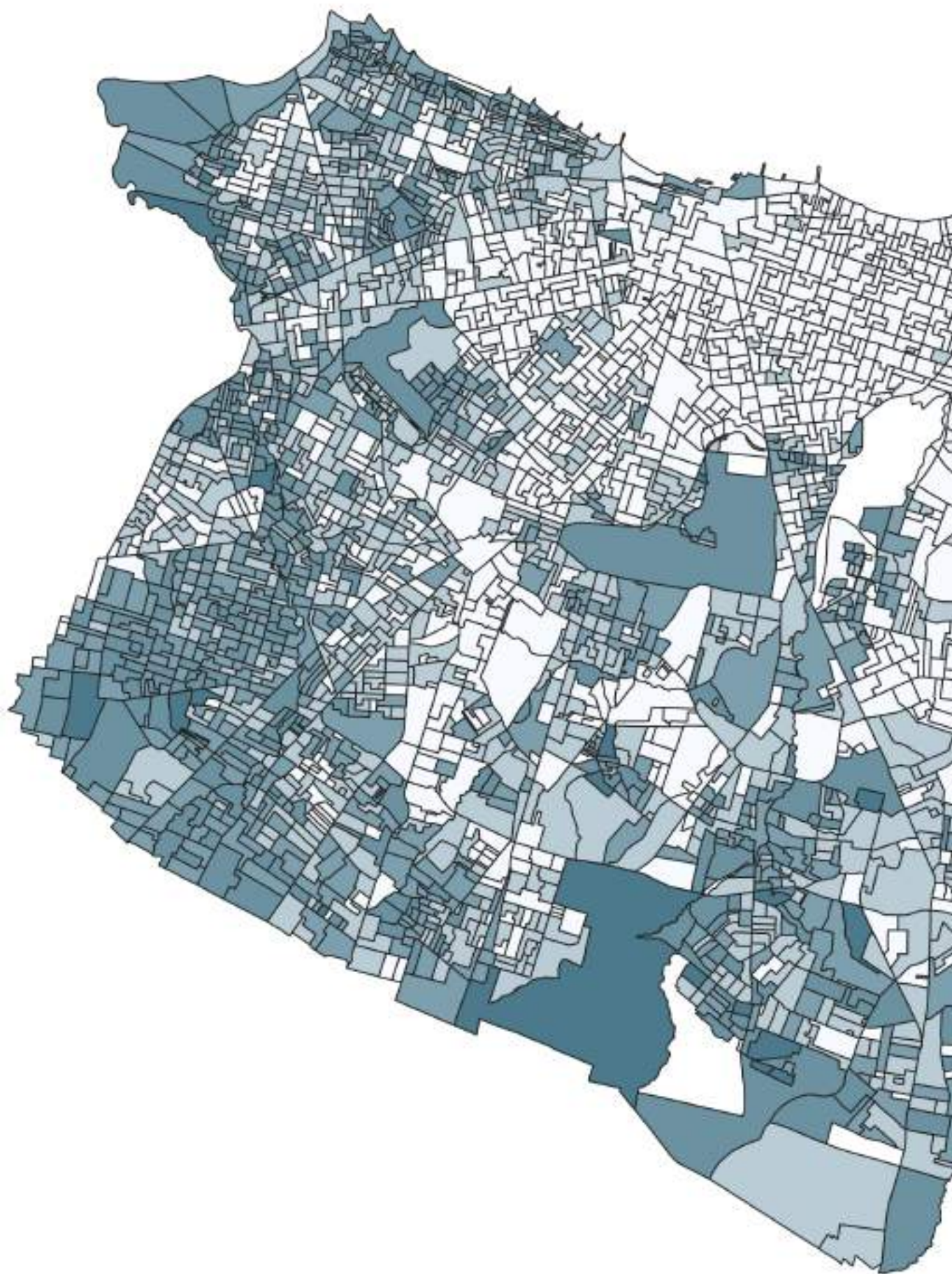
<b>1. Taxa de Permeabilidade (TP%):</b>	40%
<b>2. Taxa de Ocupação (TO%):</b>	40% (solo) 40% (subsolo)
<b>3. Índice de Aproveitamento (IA):</b>	1,5 (mínimo) 1,5 (máximo)
<b>4. Altura Máxima da Edificação (m):</b>	48,00m



**Mapa 02:** Mapa de localização do terreno na cidade.  
Elaborado pelo autor, diagramado por Victor Costa.



Sistema de referência: SIRGAS (2000) UTM zona 24S  
Fontes: Logradouros; Bairros de Fortaleza e Edificações  
- SEUMA e SEFIN (2024).



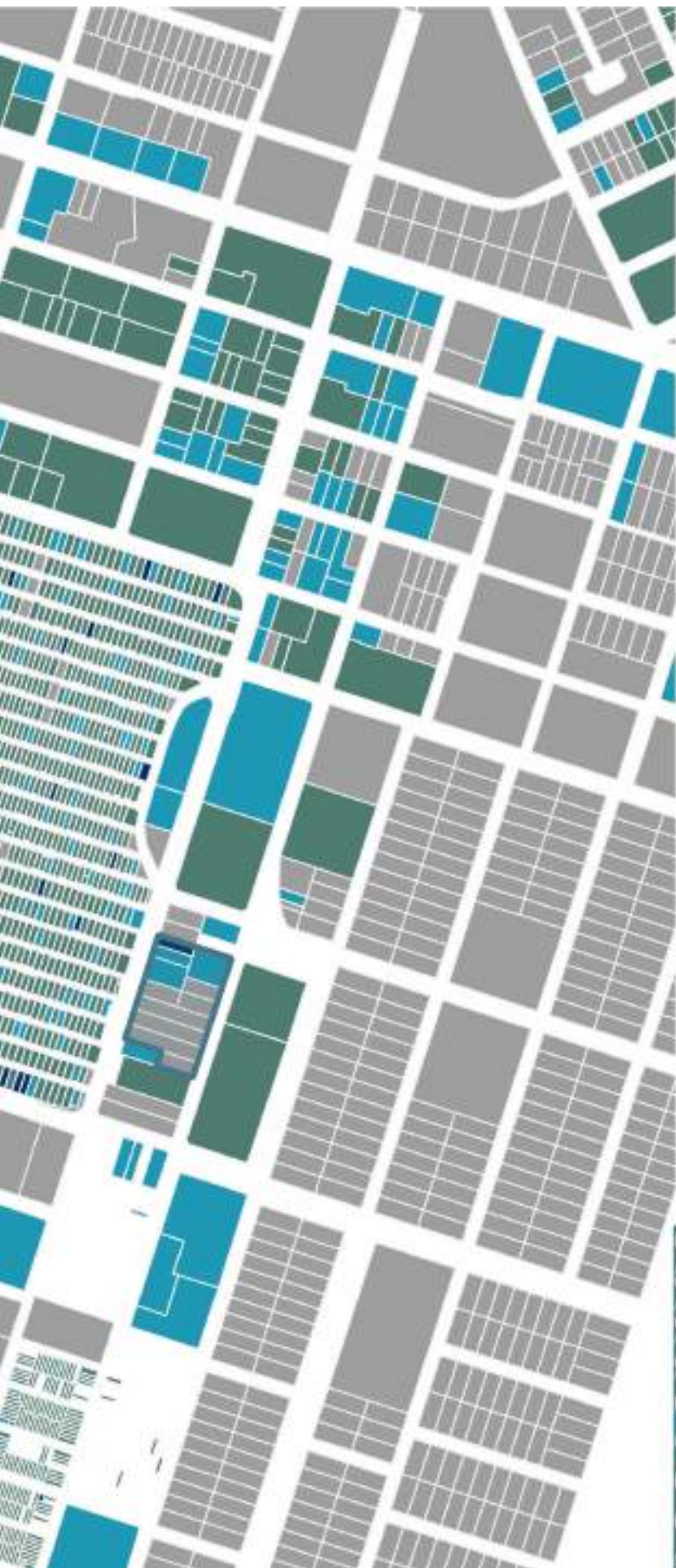
**Mapa 03:** Mapa de setores censitários - Renda.  
Elaborado pelo autor, diagramado por Victor Costa.

## POPULAÇÃO EC. VULNERÁVEL POR SERTOR CENSITÁRIO






**Mapa 04:** Mapa de usos por lote.  
Elaborado pelo autor, diagramado por Victor Costa.





### USO POR LOTE

 TERRENO

### USO

 Misto

 Não Residencial

 Residencial

 Territorial



Sistema de referência: SIRGAS (2000) UTM zona 24S  
Fonte: Uso predominante por lote - SEUMA (2016).

O bairro apresenta um perfil demográfico marcado por contrastes socioespaciais e padrões de ocupação planejada. Com uma população estimada entre 7.500 e 8.000 habitantes (IPLANFOR, 2023), o bairro se destaca pela baixa densidade populacional em comparação a regiões periféricas da cidade, reflexo de sua composição urbana baseada em condomínios verticais e horizontais de alto padrão. A faixa etária predominante é de 35 a 55 anos, com média de idade em torno de 40 anos (IBGE, 2010), indicando um perfil mais envelhecido que a média municipal de Fortaleza (29 anos). Esse dado revela uma concentração de adultos maduros e idosos, sendo que 15% dos residentes têm 60 anos ou mais (IPECE, 2020), percentual superior à média da cidade (10,3%). Em contrapartida, apenas 18% da população é composta por crianças e adolescentes (IPLANFOR, 2023), abaixo dos 30% registrados em Fortaleza, o que sugere famílias menores, com média de 2,5 pessoas por domicílio (IPLANFOR, 2023). Destes, 25% dos residentes utilizam ônibus para deslocamentos diários (CARVALHO, 2020), em grande parte empregados domésticos ou trabalhadores de serviços que não residem no bairro, evidenciando uma dinâmica de dependência de mão de obra externa.

Essas características demográficas revelam um cenário de segregação socioespacial. Enquanto a Cidade 2000 concentra indicadores de qualidade de vida elevada, sua homogeneidade social exclui grupos de baixa renda, evidenciado pelo **mapa 02** de rendimentos, reproduzindo desigualdades históricas do espaço urbano fortalezense, especialmente com o assentamento precário do Barroso, localizado no sudoeste dos limites do bairro. Além disso, a predominância de adultos maduros e idosos aponta para um fenômeno de enclave geracional, onde jovens e famílias com crianças tendem a migrar para áreas com maior oferta de equipamentos educacionais e de lazer (SILVA, 2018).

O uso do solo na Cidade 2000 (**mapa 03**) é predominantemente residencial de médio/alto padrão, com ênfase em condomínios verticais nos lotes externos à malha do bairro, e horizontais que ocupam a maior parte da área central do bairro. Pela sua característica de “bairro-jardim”, a região conta com ruas arborizadas e quadras organizadas de forma racional, mas sofreu intensa verticalização nas últimas décadas, especialmente com a construção de torres residenciais luxuosas nos arredores, e com o crescente número de microapartamentos nos lotes menores. Além das moradias, há equipamentos de serviço privados, como clínicas médicas, escolas particulares e academias, que atendem principalmente aos residentes locais.

Apesar da vocação residencial, o bairro abriga espaços comerciais restritos, como pequenos comércios de conveniência e restaurantes, concentrados em vias específicas, sendo a Praça Central o marco principal do bairro, além de oficinas e mercearias que compõem o uso misto em diversos lotes residenciais por dentro do bairro, ilustrando a grande variedade de tipologias de ocupação no bairro. Além disso, as áreas verdes, como praças e jardins internos entre quadras são preservados, atuando como pontos de encontro e lazer para a população, e servindo também de apoio ao comércio local com a ocupação orgânica das praças com mesas de bares e pequenas barracas,



**PARTE III**  
RACIONALIZAÇÃO

O motivo de escolha do design paramétrico como base para investigar o processo de projeto em arquitetura surge da necessidade de confrontar as contradições expostas nos capítulos anteriores – entre a habitação como direito humano e sua transformação em mercadoria –, buscando caminhos que reconciliem eficiência técnica com equidade social. Em um contexto marcado pela rigidez do mercado imobiliário, pela padronização massiva de empreendimentos e pela segregação socioespacial, a parametria oferece um meio para questionar modelos convencionais e propor alternativas mais flexíveis e adaptáveis.

## **PARAMETRIA**

Segundo Kolarevic (2003), um algoritmo paramétrico é compreendido como um conjunto de relações paramétricas e regras lógicas que vinculam variáveis de entrada a resultados geométricos ou funcionais. Esses algoritmos permitem a manipulação de parâmetros interdependentes, ajustando automaticamente o projeto conforme mudanças nas condições ou requisitos, o que viabiliza a exploração sistemática de soluções de design e fabricação digital.

Ao utilizar sistemas algorítmicos e modelos dinâmicos, a parametria viabiliza a criação de espaços orgânicos mutáveis, capazes de se ajustar a demandas diversas, alinhando-se à visão de John Habraken (2000) sobre a separação entre suporte permanente e componentes intercambiáveis (infill). Essa abordagem não apenas otimiza recursos materiais e financeiros, reduzindo custos de construção, mas também abre espaço para a participação do usuário, transformando moradores em coautores de seus espaços.

Se hoje vemos torres residenciais desocupadas por serem incompatíveis com a realidade social, um projeto paramétrico poderia se tornar um dos ca-

minhos viáveis, por exemplo, para modular unidades habitacionais e atender a perfis variados (famílias, jovens, idosos) ou mesmo converter espaçosos apartamentos em microunidades acessíveis, conforme a demanda. Ao integrar dados socioeconômicos, ambientais e culturais em algoritmos de projeto, a parametria também permite antecipar cenários futuros, como crises habitacionais ou mudanças climáticas, criando estruturas resilientes. Essa capacidade de previsão adaptativa é crucial em um mundo onde a urbanização acelerada e as desigualdades exigem respostas ágeis e pluralistas.

## **RHINOCEROS E GRASSHOPPER:**

O Rhinoceros 3D (Rhino) é um software de modelagem 3D, cuja tecnologia NURBS (Non-Uniform Rational Basis Spline) – uma fórmula matemática que permite representar a geometria de curvas, círculos, arcos e superfícies em um espaço 3D – possibilita a criação de geometrias complexas com precisão matemática. No entanto, é através do Grasshopper, um plug-in de programação visual integrado diretamente com o Rhinoceros, que ele se torna uma ferramenta potente para a exploração algorítmica. Aqui, parâmetros como dimensões, orientação solar e padrões estruturais são definidos em diagramas visuais, permitindo que o arquiteto teste infinitas variações de forma automática. Por exemplo, um algoritmo pode gerar uma fachada com aberturas adaptativas, cujo tamanho e posição são recalibrados com base em dados de irradiação solar, garantindo eficiência energética sem comprometer a estética.

## **BUILDING INFORMATION MODELING**

A investigação de algoritmos na arquitetura emerge como um eixo fundamental para repensar processos projetuais, combinando precisão técnica,

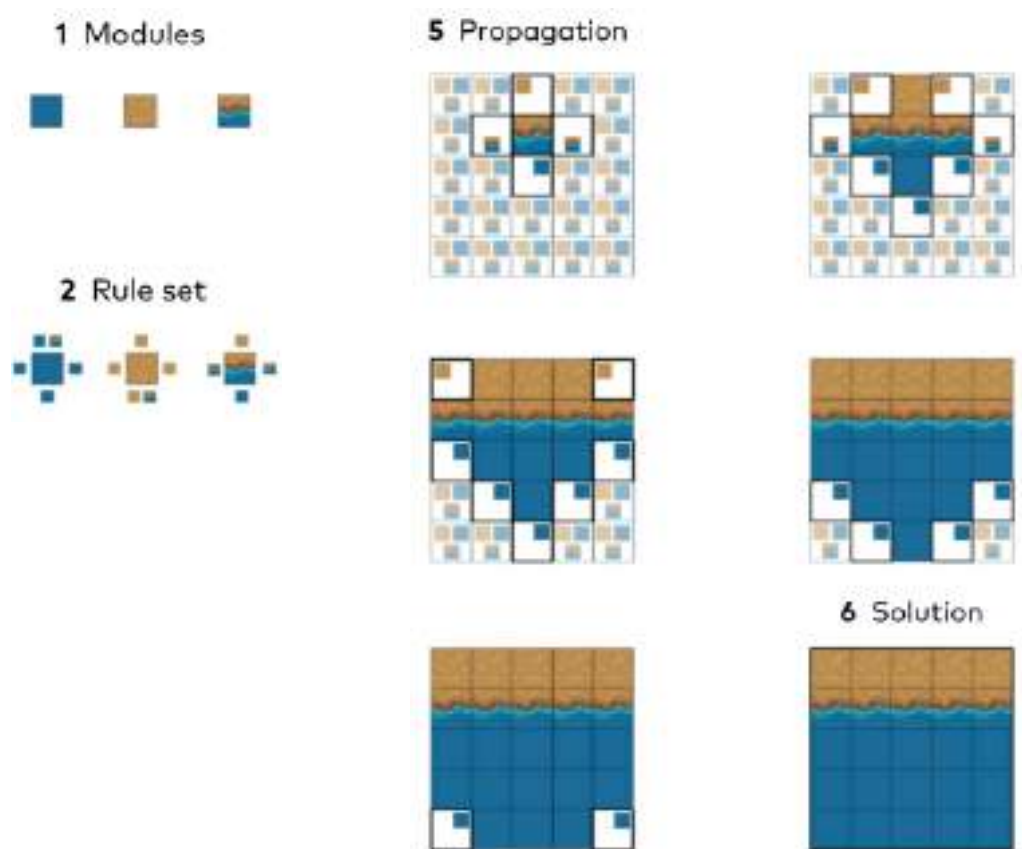
inovação formal e responsabilidade ambiental. Neste contexto se insere a Modelagem da Informação da Construção (BIM - Building Information Modeling), que é definida por Eastman et al (2014, p. 13) como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. O BIM representa mais do que uma ferramenta de modelagem: é um ecossistema de dados que permite integrar informações multidimensionais – da geometria ao ciclo de vida do edifício –, transformando o projeto em um processo colaborativo e iterativo. Seu surgimento, impulsionado por avanços em computação gráfica nas décadas de 1990 e 2000, coincidiu com a necessidade de superar limitações do desenho 2D, oferecendo uma plataforma para simular, analisar e otimizar decisões de projeto em tempo real.

### **ARCHICAD:**

A interoperabilidade entre ferramentas é crucial para materializar essa complexidade. O ArchiCAD, como plataforma BIM, recebe modelos gerados no Rhino e Grasshopper através do plug-in RGA (Rhino-Grasshopper-ArchiCAD), que sincroniza geometrias e dados sem perda de informação. Imagine um edifício cuja estrutura é definida por um algoritmo no Grasshopper: ao ser importado para o ArchiCAD, cada componente carrega atributos como resistência de materiais, custos e prazos de instalação, criando um modelo “vivo” que se atualiza conforme o projeto evolui. Essa integração elimina discrepâncias entre concepção e execução, reduzindo erros e retrabalhos em até 40%, conforme estudos do National Institute of Building Sciences (2021).

## WAVE FUNCTION COLLAPSE;

O Wave Function Collapse (WFC), inspirado no princípio da mecânica quântica de mesmo nome, é um algoritmo computacional que revoluciona a criação de padrões espaciais complexos a partir de regras simples. Diferentemente de métodos tradicionais de modelagem, que partem de formas pré-definidas, o WFC opera por meio de redução probabilística: ele inicia com um “campo de possibilidades” (todas as configurações viáveis) e, iterativamente, colapsa as opções até gerar uma solução coerente, respeitando restrições de adjacência, simetria e contexto. Essa abordagem é especialmente poderosa para projetos que demandam adaptabilidade em larga escala, como planejamento urbano, arquitetura modular ou até a geração de paisagens digitais, onde a repetição com variação é essencial para evitar monotonia.



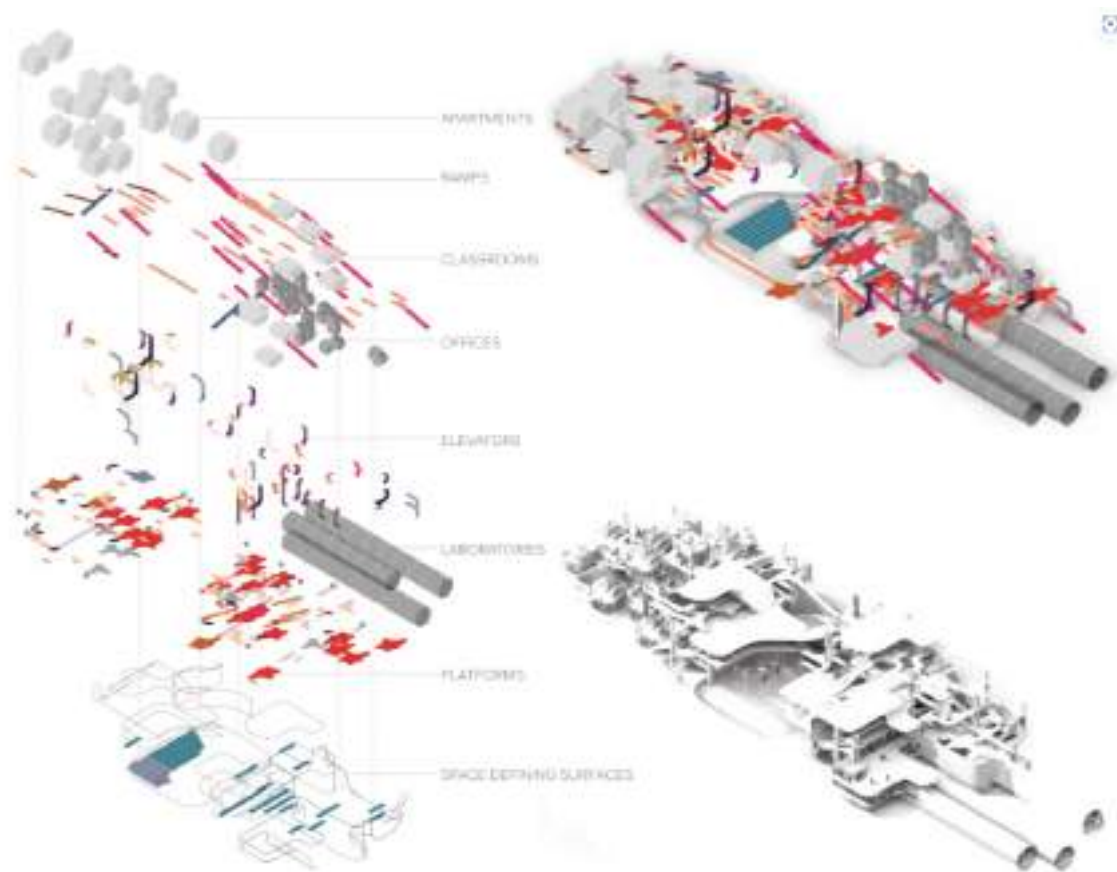
**Imagem 21:** Exemplo de aplicação do algoritmo WFC.  
Fonte: Monoceros Handbook, por Subdigital.

Na prática, o WFC permite que arquitetos definam um conjunto de módulos elementares (como blocos habitacionais, vias ou áreas verdes) e regras de como eles podem se conectar. Por exemplo, uma unidade residencial pode exigir acesso a uma rua, enquanto um parque deve estar adjacente a zonas de baixa densidade. O algoritmo, então, propaga essas regras de forma autônoma, gerando configurações únicas que equilibram ordem e aleatoriedade. Essa lógica ressoa com a visão de Fumihiko Maki sobre “formas coletivas”, onde a agregação de elementos individuais cria uma identidade urbana coesa, e com a proposta de John Habraken de sistemas abertos, que permitem evolução orgânica. Em contextos de escassez de recursos ou necessidade de respostas ágeis – como habitações emergenciais ou requalificação de áreas informais –, o WFC oferece um método para maximizar eficiência sem sacrificar diversidade, transformando restrições em oportunidades criativas. Assim, ele se torna uma ferramenta não apenas de design, mas de reimaginação crítica do espaço, capaz de traduzir caos aparente em ordem funcional.

## **MONOCEROS**

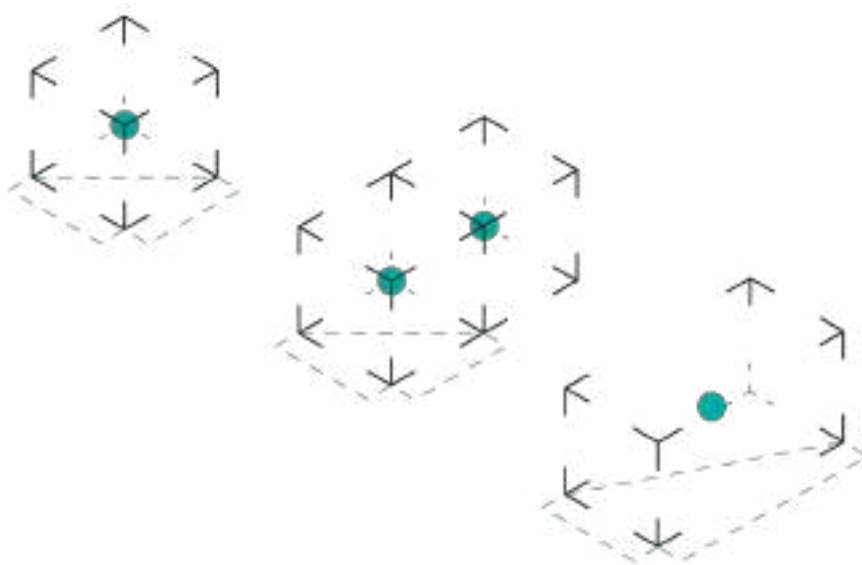
O plug-in Monoceros, integrado ao Grasshopper, surge como um instrumento inovador para a geração algorítmica de layouts, geometrias e volumetrias através do algoritmo WFC. O Monoceros permite criar composições espaciais a partir de regras pré-definidas e restrições adaptativas, facilitando a exploração de infinitas configurações dentro de parâmetros controlados. Sua essência reside na capacidade de automatizar a combinação de módulos (como unidades habitacionais, mobiliário ou elementos estruturais), respeitando condições como proximidade, orientação e hierarquias funcionais – uma resposta à necessidade de eficiência em contextos de alta densidade urbana e escassez de recursos.

Ao operar com uma lógica de “encapsulamento de regras”, o Monoceros não apenas otimiza o processo projetual, mas também incorpora uma camada de inteligência coletiva. Ele permite que arquitetos definam inputs variáveis (como dimensões, conexões e prioridades de uso), enquanto o algoritmo gera soluções, com base no algoritmo de colapso de onda, que respeitam tanto as demandas técnicas quanto as humanas – por exemplo, garantindo iluminação natural em todas as unidades ou evitando sobreposições disfuncionais. Essa abordagem ressoa com teorias como a de Bernard Leupen sobre espaços genéricos, onde a estrutura serve como frame neutro para usos indeterminados, e com a visão de Joseph Fenton sobre hibridização, ao integrar modularidade e personalização.



**Imagem 22:** Exemplo de uso do Monoceros em estudo de projeto.

Fonte: Hyperloop desert campus A conceptual proposal for a competition, por Miriam Löscher and Eva Kvaššayová, 2020.



### SLOTS (ENVOLTÓRIA):

Slot é um cuboide (paralelepípedo retangular) que representa a unidade básica da malha discreta rígida do Monoceros. Os Slots não se sobrepõem e suas coordenadas de posição são definidas em passos numéricos discretos. Os Slots são dispostos lado a lado, preferencialmente formando uma massa contínua coesa ou aglomerados separados que devem ser preenchidos com Módulos. Tal massa ou conjunto será denominado Envelope. Cada Slot carrega consigo as propriedades de:

**1. Centróide do Slot:** ponto central no sistema de coordenadas cartesianas, no qual a coordenada é arredondada automaticamente para representar o centro exato do Slot.

**2. Plano Base:** define o sistema de coordenadas do Slot, no qual a origem e a orientação do sistema de coordenadas coincidem com as do Plano Base. Para que dois Slots sejam compatíveis, seus Planos Base devem coincidir.

**3. Diagonal:** que define as dimensões do Slot nas direções X, Y e Z, conforme estabelecido pelo Plano Base. Para que dois Slots sejam compatíveis, suas Diagonais devem corresponder.

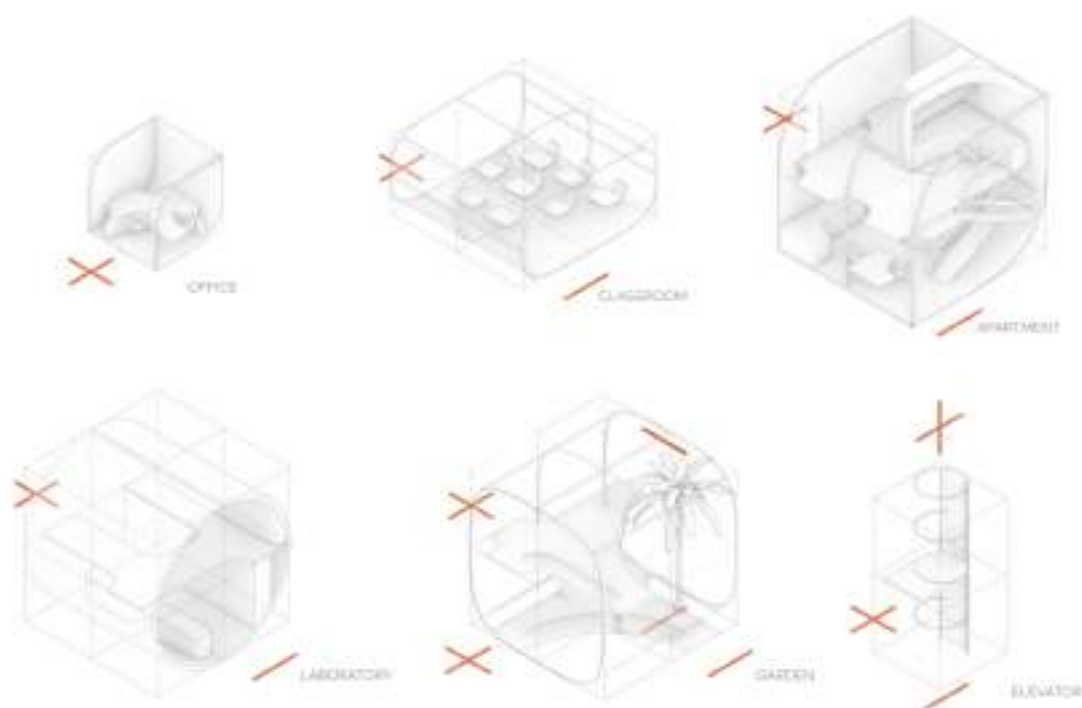
**Diagrama XX:** Exemplo de uso do Monoceros em estudo de projeto.

Fonte: Hyperloop desert campus A conceptual proposal for a competition, por Miriam Löscher and Eva Kvaššayová, 2020.

**4. Nomes de Módulos Permitidos:** é uma lista de Módulos autorizados a serem posicionados (inteiros ou em partes) dentro do Slot.

**5. Permite Tudo:** é um sinalizador que determina se o Slot aceita qualquer Módulo ou parte dele.

**6. Permite Nada:** é um sinalizador que determina se o Slot não aceita nenhum Módulo ou parte dele. Um Slot nesse estado é inválido e impede o Solucionador WFC de reduzir outros Slots de um estado não determinístico para determinístico.



## MODULES (MÓDULOS):

Módulo é uma unidade distribuída no Slot definido. O principal objetivo do Monoceros e do solucionador WFC é decidir qual Módulo ou sua Parte pode ser alocado em qual Slot, garantindo que as restrições de adjacência entre os Módulos sigam o conjunto de Regras especificado. Se esse requisito for atendido, o Envelope é considerado Canônico. Se exatamente um Módulo ou sua Parte for permitido em cada Slot, o Envelope é Determinístico e considerado resolvido. Um módulo é composto pelas seguintes propriedades:

**Imagem 23:** Exemplo de módulos arquitetônicos.

Fonte: Hyperloop desert campus A conceptual proposal for a competition, por Miriam Löscher and Eva Kvaššayová, 2020.

**1. Nome:** é um identificador único em formato de *string de texto* atribuído pelo usuário. O Nome é automaticamente convertido para letras minúsculas. Todos os componentes do Monoceros que recebem listas de Módulos verificam se os nomes são únicos. Caso contrário, não processam os dados. O Nome é o único identificador de um Módulo para todas as finalidades, permitindo substituir um conjunto de Módulos em uma solução por outro diferente.

**2. Centróides das Partes do Módulo:** são as coordenadas dos pontos centrais das Partes do Módulo. Esses pontos são calculados automaticamente e podem ser usados para criar um novo Módulo com as mesmas Partes ou para definir um Envelope de Slots precisamente ao redor do Módulo.

**3. Geometria:** define a geometria a ser posicionada nos Slots por meio do componente Materialize.

**4. Plano Base:** que define o sistema de coordenadas do Módulo, que devem coincidir com o plano base do Módulo.

**5. Diagonal:** que define as dimensões do Slot nas direções X, Y e Z, conforme estabelecido pelo Plano Base, e que devem coincidir com as diagonais do Módulo.

**6. Conectores:** são Planos tangentes ao retângulo do Conector, com Normais apontando para fora e origem no centro do Conector, e servem como pontos de inserção das Regras. Os Índices dos Conectores (ou sua ordem na lista) não representam sua direção.

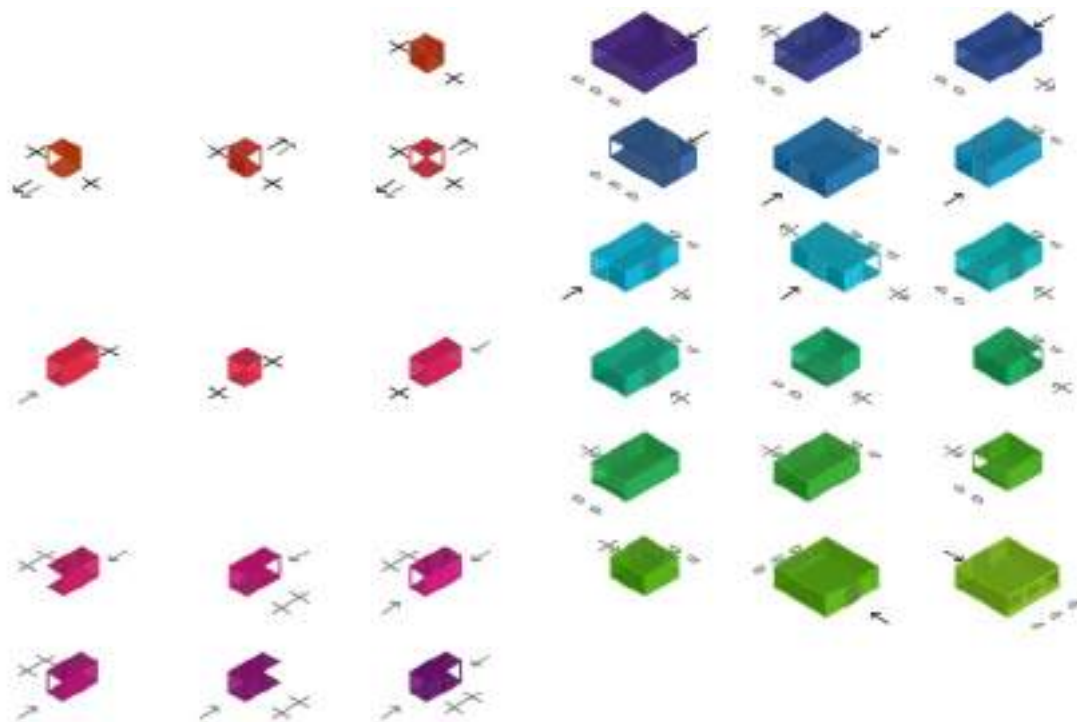
**7. Direções dos Conectores:** são vetores unitários alinhados ao Plano Base, indicando a orientação da Normal do Conector (ex.: direção X positiva é sempre  $\{1, 0, 0\}$ , Z negativa é  $\{0, 0, -1\}$ ). Retorna uma lista paralela à lista de Conectores.

**8. Padrão de Uso do Conector:** referente a lista booleana (verdadeiro ou falso) gerada a partir do Módulo e de todas as Regras, indicando se os Conec-

tores já foram descritos por alguma Regra. O Solucionador WFC exige que cada Conector seja descrito por pelo menos uma Regra, independente do seu tipo. Portanto, é essencial criar Regras para Conectores não utilizados antes de buscar uma solução. Retorna uma lista paralela à lista de Conectores.

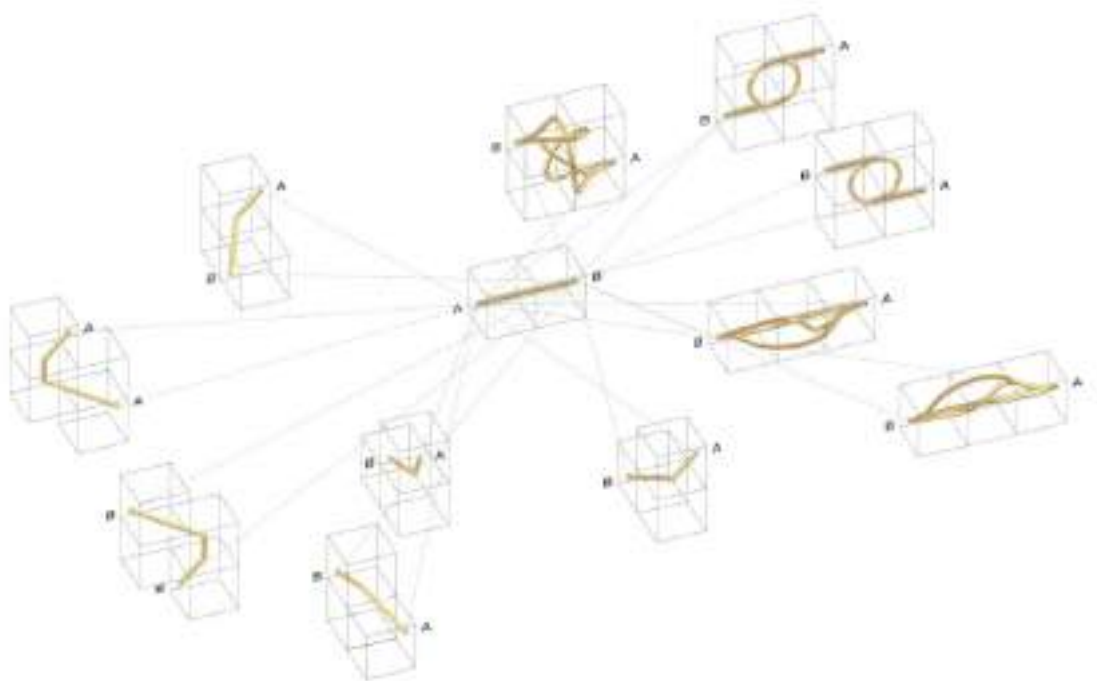
**9. É Compacto:** representa um valor booleano (verdadeiro ou falso) que indica se as Partes do Módulo formam uma massa contínua, coesa e sem lacunas. Se houver espaços vazios ou Partes conectadas apenas por arestas ou vértices, o Módulo não é compacto. Módulos não compactos são ignorados pelo Solucionador WFC, pois não se sustentariam na solução final. É permitido construí-los e visualizá-los para ajustes manuais.

**10. É Válido:** indica se o Módulo atende a critérios internos de validade. No Grasshopper, a única causa de invalidez é um Módulo com excesso de Partes (limite atual: 256 Partes no total). Módulos que excedem esse limite são marcados como inválidos, mas podem ser visualizados para correção manual.



**Imagem 24:** Exemplo alternativo de módulos arquitetônicos.

Fonte: Housing: A series of architectonic exercises, por Michaela Křpalová, Subdigital, 2020.



## RULES (REGRAS):

As Regras são um tipo de dado distinto que descreve uma adjacência permitida entre dois Módulos por meio do alinhamento de seus Conectores em direções opostas. O Solucionador WFC do Monoceros processa os Slots para permitir apenas a alocação de Módulos ou suas Partes que possam se tornar vizinhos adjacentes, conforme definido pelo conjunto de Regras.

Internamente, o Solucionador WFC opera apenas com Regras Explícitas, mas, para conveniência, o Monoceros oferece também Regras Tipo (Typed Rules). Uma Regra Tipo é automaticamente convertida em uma ou mais Regras Explícitas pelo Solucionador WFC e componentes auxiliares. Ambos os tipos de Regras são representados como um único tipo de dados e podem ser processados em conjunto.

**Imagem 25:** Exemplo de regras aplicadas ao módulo.

Fonte: Lalalamp: Public-space kalliroscope, por Ján Pernecký, Subdigital, 2020.

Ela referencia Módulos por seus nomes (em formato de texto) e Conectores por seus índices inteiros. Isso permite que o mesmo conjunto de Regras seja reutilizado com diferentes conjuntos de Módulos (desde que compatíveis). Um único Conector de um Módulo pode ser referenciado por múltiplas Regras, mas pelo menos uma Regra deve descrevê-lo. Em alguns casos, Módulos podem não se conectar mesmo que uma Regra permita, devido à colisão de suas Partes. O Monoceros não verifica tais situações explicitamente, pois o próprio Solucionador WFC as previne. Isso significa que, embora uma Regra seja válida, ela pode nunca ocorrer na solução final.

### **1. Explicit Rule (regra explícita):**

Regra Explícita é a mais próxima de uma Regra WFC original. Ela referencia um Conector de um Módulo que pode se conectar com a de outro Módulo. Sua representação textual segue o padrão módulo:conector -> módulo:conector, por exemplo, cano:1 -> joelho:4, o que significa: o Módulo “cano” pode se tornar vizinho do Módulo “joelho” se seus Conectores 1 e 4 se tocarem.

Uma Regra Explícita deve permitir apenas a conexão de dois Conectores não opostos, caso contrário, a Regra será inválida. Como os índices dos Conectores não indicam sua direção, essa verificação só é possível quando os respectivos Módulos são fornecidos. Assim, uma validação completa ocorre apenas quando ambos os dados estão disponíveis. Ao criar uma Regra Explícita, verifica-se apenas se ela referencia dois Conectores diferentes. Além disso, a Regra Explícita é bidirecional, ou seja, a:1 -> b:4 equivale a b:4 -> a:1.

### **2. Typed Rule (regra tipo):**

Regra Tipo é um dado representativo de conveniência introduzido pelo Monoceros. Ela atribui um “tipo de conexão” a um Conector de um Módulo, permitindo que este se conecte a qualquer Conector oposto de outro Módulo que possua o mesmo “tipo de conexão”. Sua representação textual segue o

padrão módulo:conector = tipo, por exemplo, cano:1 = tubo, o que significa: o Módulo “cano” pode se tornar vizinho de qualquer Módulo se seu Conector 1 tocar um Conector oposto de outro Módulo que também possua o tipo “tubo”.

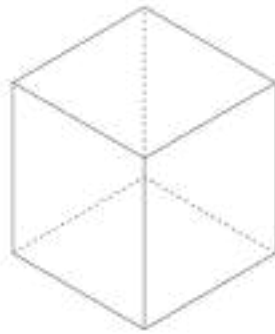
Uma Regra Tipo precisa ser convertida em uma ou mais Regras Explícitas antes de ser processada pelo Solucionador WFC. Essa conversão é feita automaticamente pelo componente Solver ou por componentes auxiliares, como Unwrap Typed Rules ou Collect Rules. Para essa conversão, é necessário fornecer todos os Módulos, pois apenas Conectores opostos do mesmo tipo gerarão Regras Explícitas válidas, como mencionado anteriormente. Como a Regra Tipada é, na prática, uma “meia-regra”, ela sempre é válida desde que referencie um Módulo existente e seu Conector.

### **3. Indifferent Typed Rule (regra tipo indiferente):**

É um tipo de Regra introduzida pelo Monoceros para simplificar configurações. Quando um Conector é marcado como Indiferente, ele pode se conectar a qualquer outro Conector Indiferente de qualquer Módulo. O propósito dessa Regra é indicar que o usuário não se importa com adjacências específicas para o Conector em questão, ao mesmo tempo que satisfaz a exigência do Solucionador de descrever cada Conector com pelo menos uma Regra.

Em cenários típicos, a Regra Indiferente é atribuída a Conectores que não foram descritos por nenhuma Regra Tipo ou Explícita. Para esses casos, existe um componente abreviado: Indifferent Rules For Unused Connectors (Regras Tipo Indiferente para Conectores Não Utilizados).

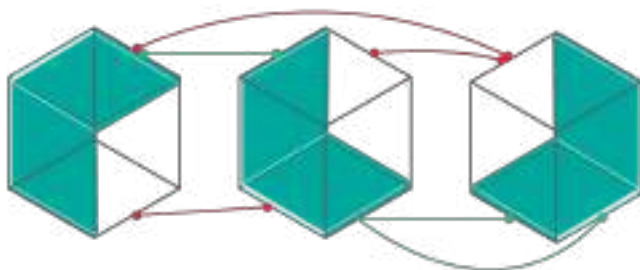
Assim como qualquer outra Regra (Tipada ou Explícita), a Regra Indiferente pode ser atribuída a um Conector já descrito por outra Regra. Ela também pode ser usada como uma Regra proibida (disallowed Rule) com o componente Collect Rules, permitindo controle refinado sobre restrições de adjacência.



slots



modules



rules



solution

Diagrama de síntese dos conceitos do Monoceros e WFC.

## **MODULAÇÃO:**

A modulação, longe de ser um conceito estático, revela-se como uma estratégia dinâmica quando aliada às tecnologias digitais contemporâneas. Se Martins (2002) e Rosso (1976) estabeleceram as bases teóricas da modularidade – entre independência funcional e integração sistêmica –, ferramentas como algoritmos paramétricos, BIM e o plug-in Monoceros para Grasshopper ampliam seu potencial, transformando-a em um sistema vivo de projeto. Essa evolução não apenas otimiza processos construtivos, mas redefine a relação entre padronização e personalização, entre escala industrial e humanização do espaço.

A normatização brasileira (ABNT NBR 15873:2010), ao definir o módulo básico de 100mm, criou uma linguagem comum para a indústria da construção. No entanto, é na interoperabilidade proporcionada pelo BIM que essa padronização ganha efetividade prática. Plataformas BIM permitem que componentes modulares – de paredes a instalações hidrossanitárias – sejam catalogados em bibliotecas digitais, garantindo que um painel de 3M x 3M de um fabricante seja compatível com o sistema de outro. Essa precisão, antes restrita ao papel, agora é automatizada: algoritmos podem gerar variações de layout respeitando o módulo de 100mm, enquanto sensores integrados ao modelo verificam conflitos dimensionais em tempo real. O resultado é uma cadeia produtiva mais ágil, onde erros são minimizados e a customização em massa torna-se viável.

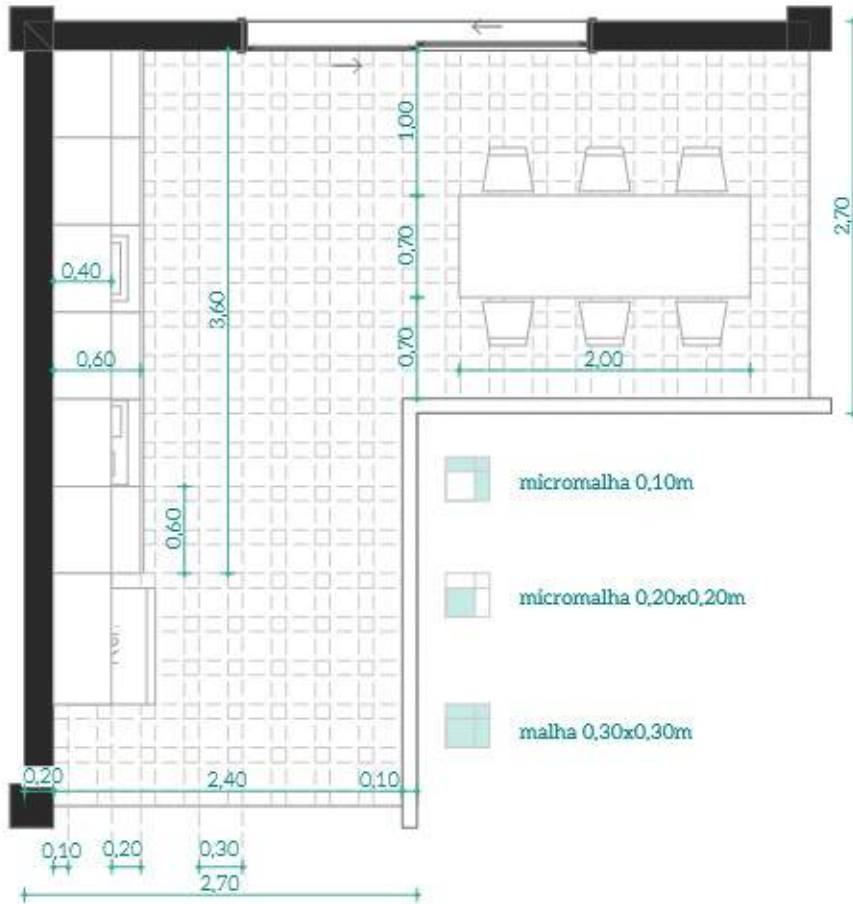
O Monoceros, neste contexto, emerge como uma ponte entre a abstração teórica e a aplicação concreta. Ao operar com regras de adjacência, proporção e prioridade de usos, o plug-in materializa a visão de Rosso (1976) sobre o módulo-objeto. Imagine um conjunto habitacional onde cada unidade é um

módulo de 6M x 6M (600mm x 600mm): o Monoceros pode distribuir esses volumes de forma a garantir que todos tenham acesso à luz natural, evitando sombreamento excessivo, ou que espaços coletivos estejam equidistantes das unidades residenciais. Cada módulo, embora padronizado em dimensões, pode abrigar funções distintas (habitação, comércio, serviços), atualizando-se conforme mudanças demográficas ou demandas sociais – um reflexo direto da mutabilidade defendida por Habraken (2000).

Essa sinergia entre modulação e ferramentas digitais também responde a críticas sobre a rigidez dos sistemas industriais. Se a produção em série do século XX gerou habitações monofuncionais e desconectadas de contextos locais, os algoritmos paramétricos surgem como uma alternativa para a variabilidade dentro da repetição. Por exemplo, um mesmo módulo-forma pode ser revestido com diferentes materiais (madeira, concreto aparente) ou perfurado com padrões distintos, adaptando-se a climas ou culturas específicas sem romper a lógica modular.

## **SÍNTESE;**

A malha escolhida para o projeto foi um conjunto de grelhas simétricas, tendo como base os ensaios de Habraken (2000), que parte da menor palha de 10cm x 10cm, inserindo intervalos duplos, formando assim uma malha composta de 10cm + 20cm x 10cm + 20cm, permitindo uma variação das alvenarias que se configuram com 10, 20 e 30cm. Além disso, este módulo permite o escalonamento horizontal e vertical da malha, abrangendo espessuras de laje e intervalos estruturais, representados pela malha estrutural de 2,70m x 2,70m. Como é possível observar nos diagramas, a malha composta permite não somente dispor dos elementos fixos, mas também de organizar o layout interno com medidas generosas para todos os tipos de mobiliários.



Diagramas da disposição e lógica da malha modular.



Resultado: Micromalha 0,10x0,10m + Micromalha 0,20x0,20m + Malha 0,30x0,30m + Malha tipológica 2,70x2,70m+ Malha estrutural 5,40x5,40m.

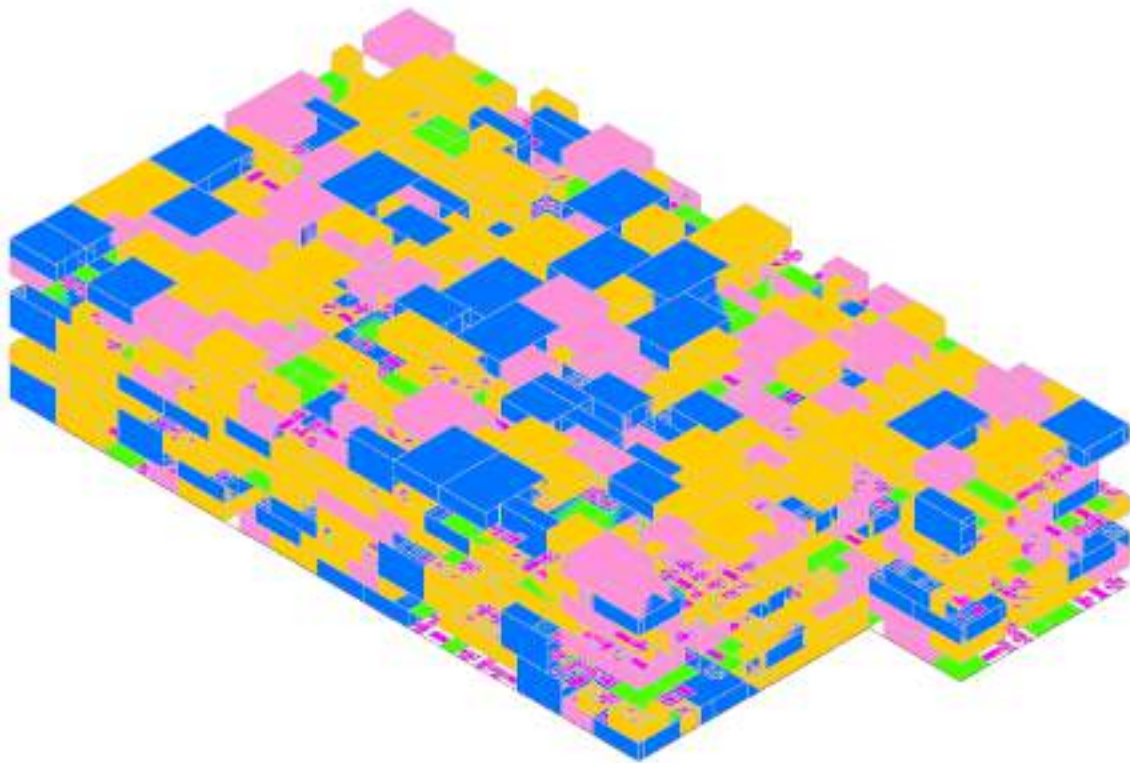
*“In parametric design, the focus shifts from designing the object to designing the process that generates the object. The architect becomes a curator of possibilities, not just a creator of fixed forms” (KOLAREVIC, 2003, p. 28).*

Através do estabelecimento de diferentes tipos de malha que dialogam entre si, o projeto assume uma flexibilidade de desenho interno, com maior resiliência para adaptações tipológicas, como foi proposto nas diretrizes.

**Diagrama** isométrico da disposição da malha em ambiente.

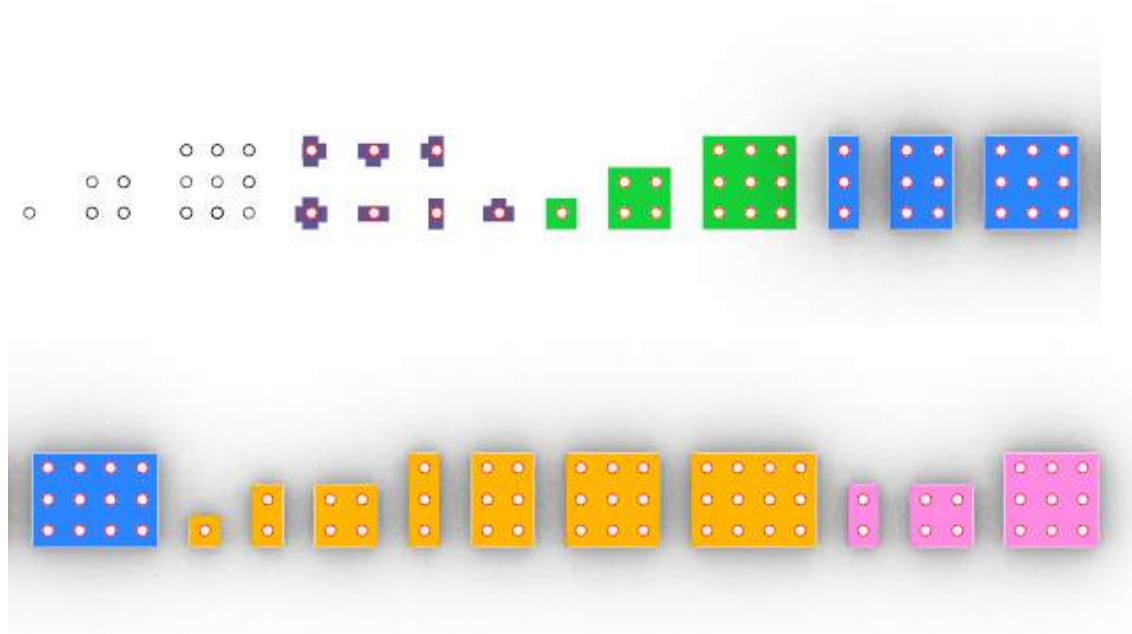
## ESTUDOS DO ALGORITMO:

Com base nas reflexões abordadas anteriormente, de início, o algoritmo tomou uma forma experimental, investigando as Regras, Módulos e as diferentes maneiras de integrar o ambiente BIM com o Monoceros no Grasshopper. A princípio, o estudo de implementação partiu de duas frentes: a de conformação do terreno com a legislação vigente em valores de recuos e alturas devidas no ambiente do ArchiCAD, de maneira manual, para então inserir a geometria extraída a partir da malha do terreno para o Grasshopper como uma surface, reduzindo a necessidade de elaborar um código especificamente para esta tarefa. A segunda frente, já no ambiente do Grasshopper - Monoceros, foram os testes realizados para descobrir o funcionamento do plug-in em si, através de Módulos e Regras inseridos em diversos Envelopes, simulando o resultado até chegar em uma geometria resultante satisfatória.



**Imagem** isométrica da volumetria resultante do quinto algoritmo de testes.

A imagem ilustrada na página ao lado mostra o resultado do teste de número 5 com um algoritmo que incluía diversos módulos com variações de tamanho na horizontal e vertical, a fim de averiguar a capacidade de raciocínio de um input com vários conectores e Regras. Ao todo, mais de 230 conectores e aproximadamente 60 mil regras foram necessárias para que o Solucionador pudesse resolver esta geometria, dos quais 5 a 10% da quantidade de conectores e regras são do tipo Explícitas, e todo o restante ficou determinado como indefinido.



Até então, os módulos representavam as tipologias da edificação de maneira crua e direta, como ilustrado acima, o que justifica a quantidade de conectores e regras por conta do Slot ser de tamanho 2,70x2,70m que envelopa estas geometrias dos tipos que podem chegar até a 8,10m x 10,40m em unidades habitacionais maiores, o que aumenta a quantidade de conectores de maneira desnecessária.

**Imagem** vista superior dos módulos de testes.

Além disso, percebe-se a falta de grandes aberturas na geometria resultante, apesar do uso de módulos com geometrias vazias (representando uma massa de ar) para imitar os espaços abertos de forma orgânica. Provavelmente, isso se deu por conta da inexistência de um parâmetro de atribuição de “peso” para as geometrias a serem inseridas no Solucionador pela sua natureza programada, impedindo um controle refinado dos módulos que serão inseridos.

Como conclusão da etapa de testes, percebeu-se uma ação em comum nas diversas respostas que foram surgindo nas diversas etapas do algoritmo: a simplificação. A redução da quantidade de Módulos, Regras e Slots, bem como a simplificação das geometrias, coincide com a eficiência de simulação e de geração das formas mais orgânicas. A partir desta realização, foi necessário abstrair todos os elementos utilizados para a sua forma mais simples, e que se encontrava presente em todos eles: o ponto.

A partir da redução de tudo para o elemento ponto, foi possível perceber a infinitude de possibilidades de aplicação de um elemento, cuja propriedade carrega sempre uma coordenada (X, Y, Z) dentro do plano de trabalho, que dialoga com outras propriedades como: diagonal, centróide, plano, geometria etc. O ponto, sendo assim, se torna uma simplificação de todas as formas e dados em uma localização específica de um plano cartesiano, seja em uma aresta, face, centróide ou vértice, e que pode servir como elemento de fundação para o algoritmo, desde que todos os pontos de todos os elementos assumam propriedades semelhantes.

O resultado é uma nuvem de pontos que pode ser manipulada de diversas maneiras para acomodar a inserção das geometrias e módulos, permitindo o aproveitamento das propriedades nativas do Slot de permissão e não permissão de Módulos. Então, é possível selecionar pontos específicos dentro

desta nuvem, por exemplo, que vão servir somente para módulos residenciais e outros para comerciais, e criar uma limitação para além dos conectores e Regras, como uma pré-determinação do Solucionador.

Defino, então, a divisão do algoritmo em três partes:

**1.** Temos o algoritmo de leitura e tradução da malha do ArchiCAD para o Grasshopper, seguido do fatiamento do terreno em uma malha de tamanho 2,70x2,70m a preencher o terreno com os recuos assumidos, em paralelo à criação da nuvem de pontos da volumetria da edificação, que serão responsáveis pela geração dos centróides que serão utilizados como Slots.

**2.** O algoritmo WFC em si, recebendo a nuvem de pontos como um dado separado deste algoritmo para manter o desempenho do computador, e com a definição dos módulos e regras nos Slots criados pelo algoritmo 1, resultando na simulação volumétrica preliminar.

**3.** Por fim, o algoritmo de tradução entre Grasshopper e ArchiCAD, que fará a leitura e distinção dos planos entre parede e piso com base na posição das faces e suas arestas, convertendo-os em objetos do ArchiCAD de mesma propriedade.

## ALGORITMO FINAL - PARTE 1:

No algoritmo de leitura e fatiamento do terreno, o dado de entrada são as margens da superfície da malha importada do ArchiCAD, interpretadas aqui como curvas, divididas entre a área maior e menor. Considerando o formato do terreno, dividí-lo em duas partes facilitaria o fatiamento da malha, considerando que a pilha (componentes do Grasshopper que incluem um código que realiza ações específicas, e recebe inputs para gerar outputs) responsável pela geração da mesma faz uma área de seleção quadriculada que engloba todas as geometrias incluídas, impedindo assim, a criação da em regiões fora do terreno.

Primeiro, os dois dados de curva passam por uma série de pilhas responsáveis pelo cálculo dos valores do domínio de  $\{u\}$  e  $\{v\}$ , valores bidimensionais no espaço 3D que variam de  $\{0.0\}$  (incício do domínio) e  $\{1.0\}$  (fim do domínio), solicitados pelo componente *Parameter Surface Grid (ParamSufGrid)* para a distribuição de uma malha uniforme no plano da geometria inserida.

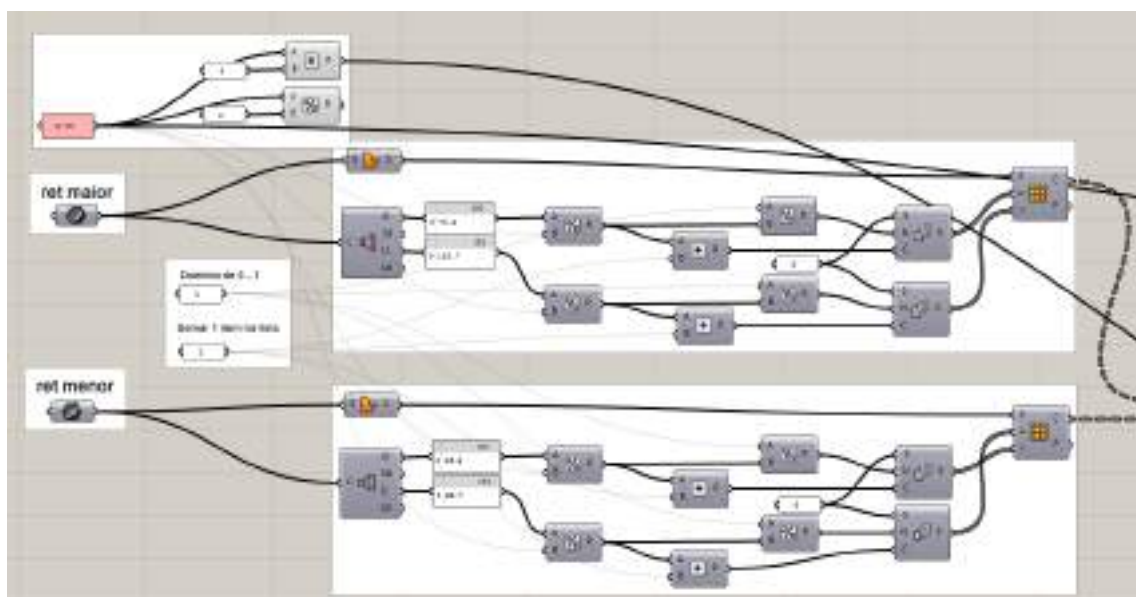


Imagem da área de trabalho do algoritmo de criação da malha.

De maneira simples, preciso apenas fornecer um valor que resulta da razão entre o comprimento das curvas no eixo X e Y (similares a U e V), divididos por 2,70 que é o valor fixo da malha, resultando na quantidade de segmentos que estarão distribuídos ao longo das curvas. Por fim, é necessário traduzir estes valores que variam de (0...n) para um domínio (0...1) solicitado por {u} e {v}, através do remapeamento por meio da pilha de Series que nos permite distribuir os segmentos de forma constante. A pilha de série solicita um início, o valor entre os números sucessivos e a quantidade de valores a serem distribuídos. Para isso, divide-se o resultado numérico (0..n) por UM, e fazendo o ajuste da lista de valores de cada retângulo de maneira que a pilha de série retorne uma lista de valores de 0 a 1, espaçados igualmente.

Após a união da malha maior e menor em uma única lista, aplica-se uma redução aleatória com base nos pontos centróides individuais dos quadrados da malha no valor de 45% ou mais, com o intuito de atingir a taxa de permeabilidade mínima de 40%. Estes pontos, e por associação os quadrados da malha, são apagados com base em uma nuvem de pontos criada à parte de maneira aleatória na totalidade do terreno, pontos estes que servirão de centróides para a criação de retângulos de seleção de tamanhos aleatórios dentro de um domínio com a razão de que {somatória da área dos retângulos  $\geq$  45%}. A partir destes dois dados, é realizada uma filtragem para analisar quais dos pontos escolhidos pela redução aleatória estão próximos ou contidos no retângulo de seleção, e somente se estiverem contidos, estes serão apagados da malha.

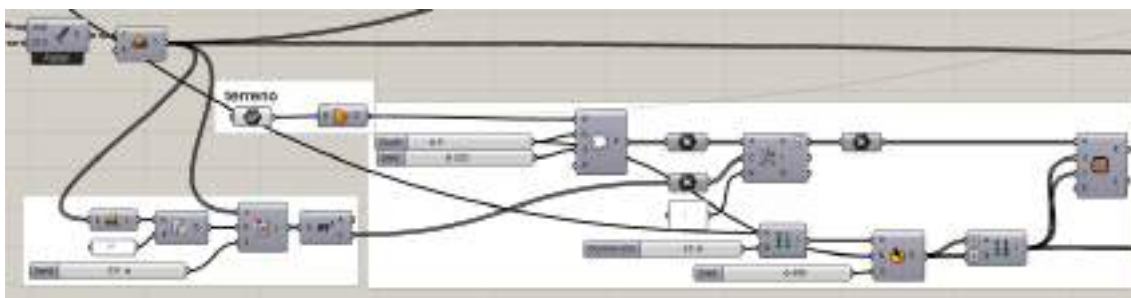
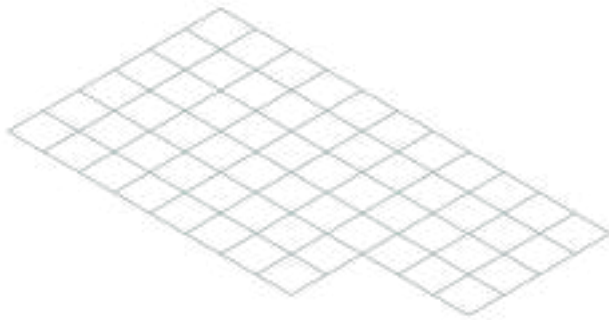
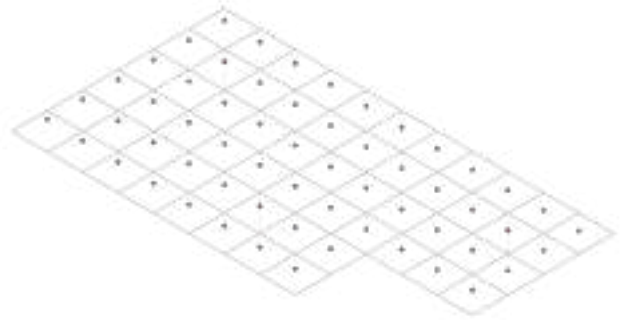


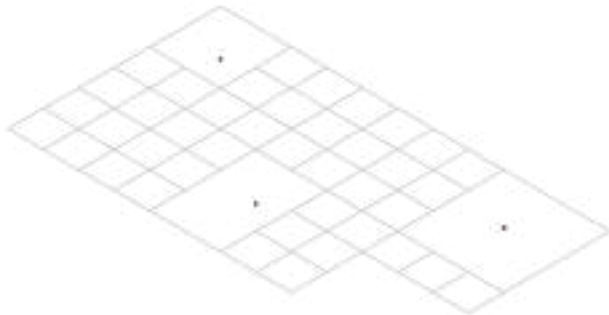
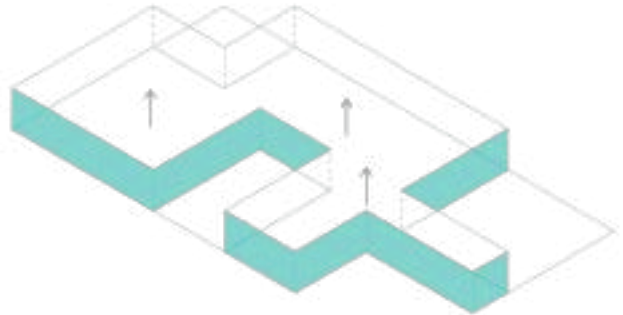
Imagem da área de trabalho do algoritmo de redução da malha.



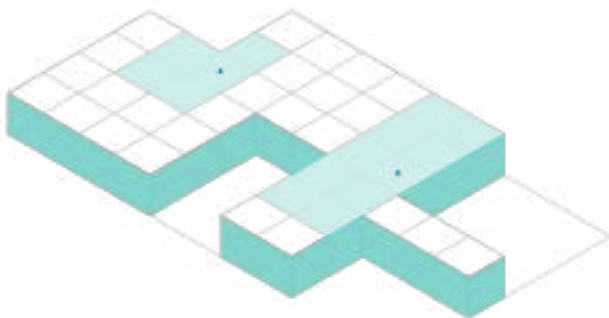
01. criação malha 2,70x2,70m no terreno



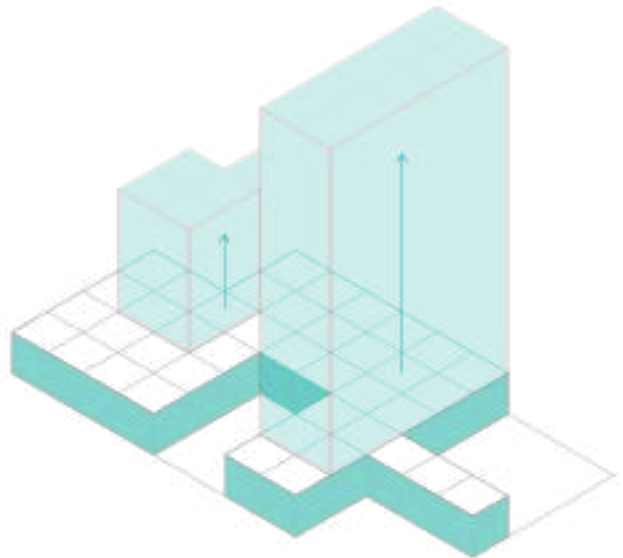
02. seleção de centróides aleatórios da malha

03. exclusão da malha ao redor do centróide  
(malha excluída >= Taxa de Permeabilidade)

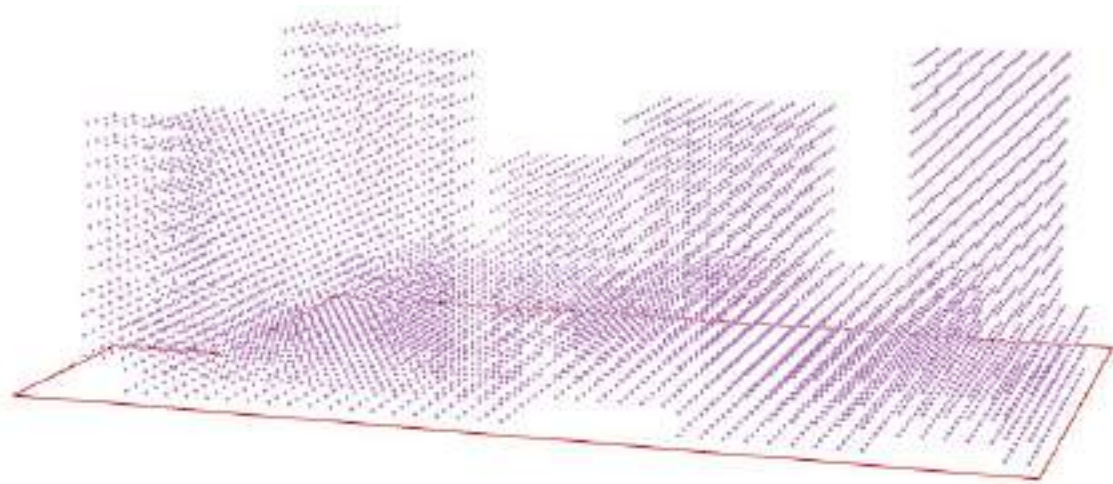
04. extrusão da base



05. seleção de centróides aleatórios da malha superior

06. extrusão das torres de alturas aleatórias  
(extrusão <= altura máxima)

**Diagrama** resumido do processo de criação da volumetria através do algoritmo de fatiamento, seleção e deslocamento.



Em seguida, o terreno recortado com as áreas de permeabilidade então é utilizado como filtro para selecionar novamente os centróides que estão contidos na lista da malha, garantindo que somente os pontos referentes a mancha ocupada sejam considerados. Por fim, os centróides são movidos a uma altura de distância 2,70 dividido por 2, assumindo que se deseja trabalhar com o Slot quadriculado de 2,70 x 2,70 x 2,70m, então quando o centróide sai do plano bidimensional da malha para o espaço tridimensional do Slot, ele deve estar posicionado exatamente na região central das diagonais entre os vértices, que, no caso deste trabalho, é o centro do cubo de tamanho único, resultando assim, no deslocamento vertical de 1.35m.

A partir deste novo ponto, cria-se, pela decisão de incluir uma base de térreo mais dois pavimentos de área comum, um deslocamento em série dos pontos pela distância de 2,70m entre centróides até atingir o pavimento desejado. Então, realiza-se um processo similar ao de exclusão da malha, agora aplicado aos pontos deslocados por três pavimentos, para a escolha aleatória da região de inserção das torres. A área de seleção segue uma aleatoriedade, bem como a quantidade de pontos selecionados para a volumetria da caixa da torre. Contudo, após a seleção da volumetria, o deslocamento vertical nesta etapa se torna aleatório, porém, limitado dentro do domínio de {altura do último pavimento comum (8,10m neste caso)...48,00m}, assumindo que a torre se inicia em uma certa altura a depender do deslocamento em série aplicado aos pontos, até a altura máxima definida pela legislação para a região,

**Imagem** de volumetria exemplo com mais de três torres.

## ALGORITMO FINAL - PARTE 2:

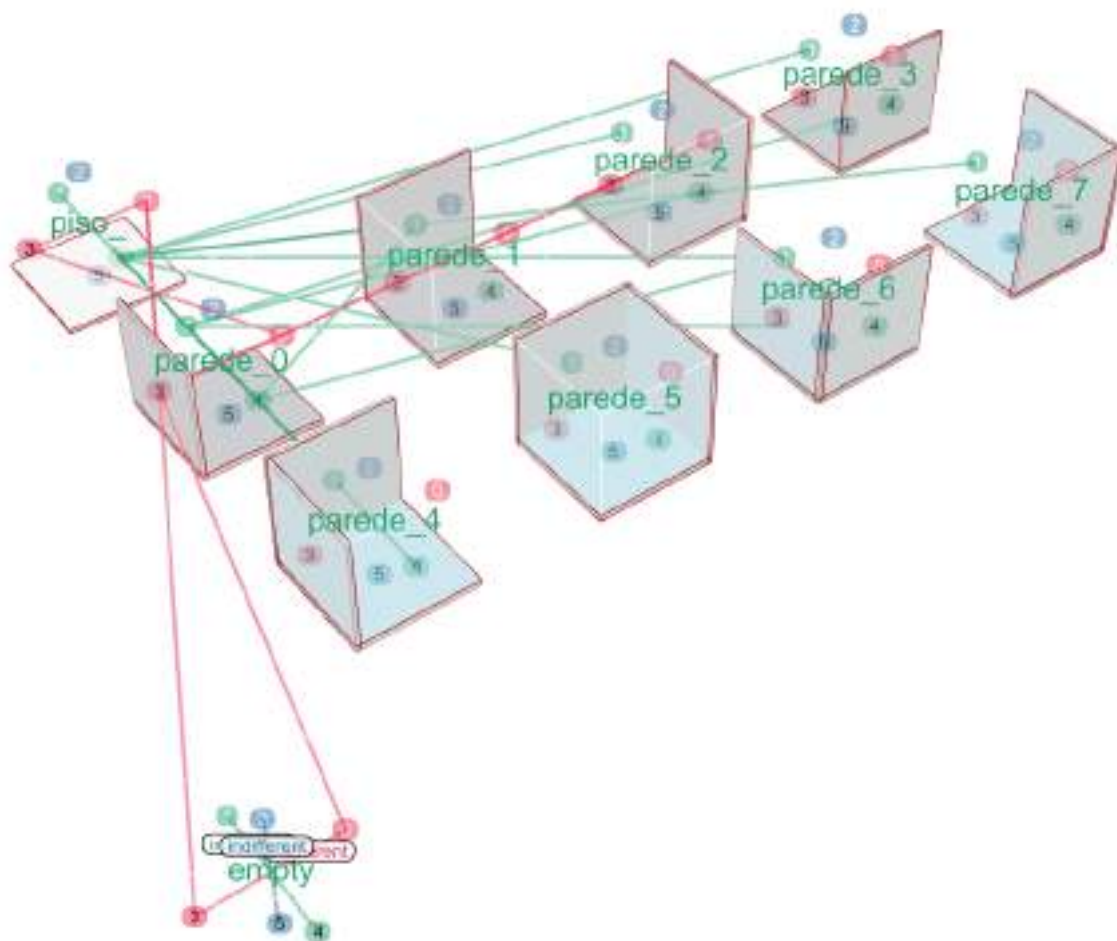
Na segunda parte do algoritmo, em um arquivo separado, a nuvem de pontos resultante é carregada para dar início à construção dos elementos para o Monoceros. Como mencionado, a nuvem de pontos é alimentada diretamente aos Slots, com todos os módulos permitidos para este trabalho, por motivos de complexidade e tempo, apesar da possibilidade de filtragem dos pontos para estabelecer módulos em pontos específicos.

Em seguida, para a definição dos Módulos, o processo de simplificação de todas as frentes resultou num total de 10 módulos, sendo:

**1. Módulo de vazio (total de 1):** essencialmente um módulo que possui apenas o índice de conectores, que ajudou a fornecer variações na fachada graças aos espaços não ocupados criados por ele.

**2. Módulo com geometria de piso (total de 1):** representando as áreas de circulação e zonas internas de um cômodo, servindo o propósito múltiplo de caracterizar espaços de circulação, permanência e áreas verdes, auxiliando na variação da forma em conjunto com o Módulo de vazio.

**3. Módulos com geometrias de parede (total de 8):** cuja geometria consiste na forma mais básica das possibilidades de organização da alvenaria em dois eixos (assumindo apenas dois pontos de conexão), dividida entre 4 módulos de paredes lineares em único sentido, as quais agem como pele, elemento de fachada e divisórias, e 4 módulos de paredes em quina (formato em L) para os encontros entre paredes lineares, com o intuito de induzir a criação de espaços privativos na simulação final, além de proporcionar a quebra do ritmo linear dos outros elementos.

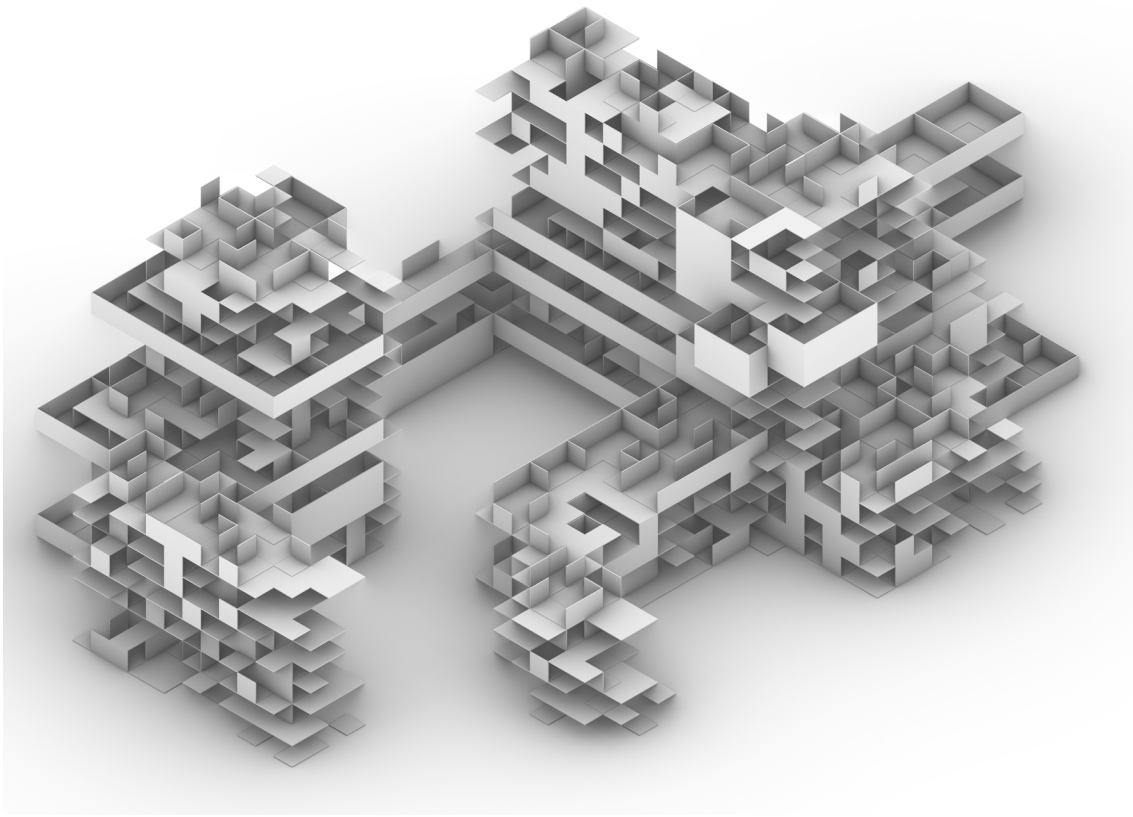


Na imagem acima é possível perceber o desenho dos Módulos, bem como os seus conectores e as regras que coordenam esta simulação. Optou-se pela priorização dos conectores dos Módulos vazio e piso, garantindo a plenitude de regras capazes de gerar a menor quantidade possível de Módulos do tipo parede, a fim de evitar a forma rígida que se resulta da ausência de vazios na geometria final.

Dessa forma, as regras ditam que o Módulo vazio pode se conectar com todos os sentidos do piso, porém nas paredes, o Módulo vazio pode se conectar somente nos conectores que possuem face de parede ou piso.

Já as regras para o Módulo do tipo piso, para além das regras explícitas definidas no vazio, que se interpretam automaticamente para os conectores

**Imagem** da geometria dos módulos e comportamento das regras.



do piso, adicionou-se também as regras específicas para permitir a colocação de paredes do tipo linear, seja no conector da face ou no sentido oposto, a fim de manter a conexão do piso restrita somente à parte interna de um cômodo fechado gerado, ou para circulações e varandas.

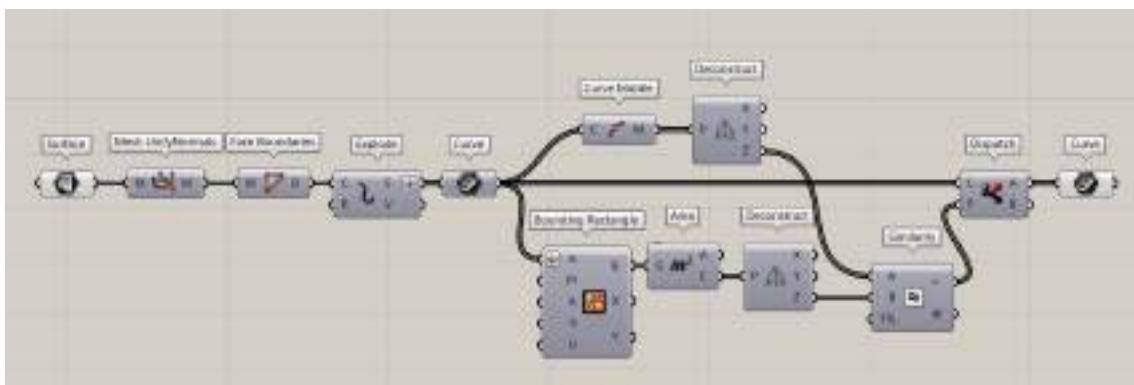
Por fim, as regras dos Módulos parede, para além dos que já foram citados anteriormente, foram definidos somente nos pontos de encontro das paredes de maneira a tentar estabelecer uma certa linearidade entre as alvenarias. Dessa forma, as paredes lineares são mais flexíveis nas conexões, ao contrário das paredes em quina, que podem se conectar somente à paredes lineares.

### **ALGORITMO FINAL - PARTE 3:**

Por fim, a geometrina final é traduzida diretamente para o ArchiCAD através do plug-in Live Connect que permite a criação de elementos BIM a partir das propriedades do Rhinoceros. Entretanto, o processo de tradução de dado para elemento construtivo varia para cada tipo, e no caso deste algoritmo, seria necessário a criação de lajes e paredes para transferir por completo a volumetria gerada pelo Monoceros, além de possibilitar a edição, dentro do ArchiCAD, e o aproveitamento das paredes geradas para agilizar o processo de

concepção da forma final. Para a tradução do elemento parede, o ArchiCAD necessita de um elemento curva, que é interpretada como o local de inserção da parede, e todos os outros dados como espessura e altura são inseridos manualmente nas respectivas pilhas. Em contraponto, para o elemento piso, é necessário fornecer uma superfície plana para que o seu plano seja considerado como o próprio desenho da laje, e os outros dados, assim como no elemento parede, são inseridos manualmente.

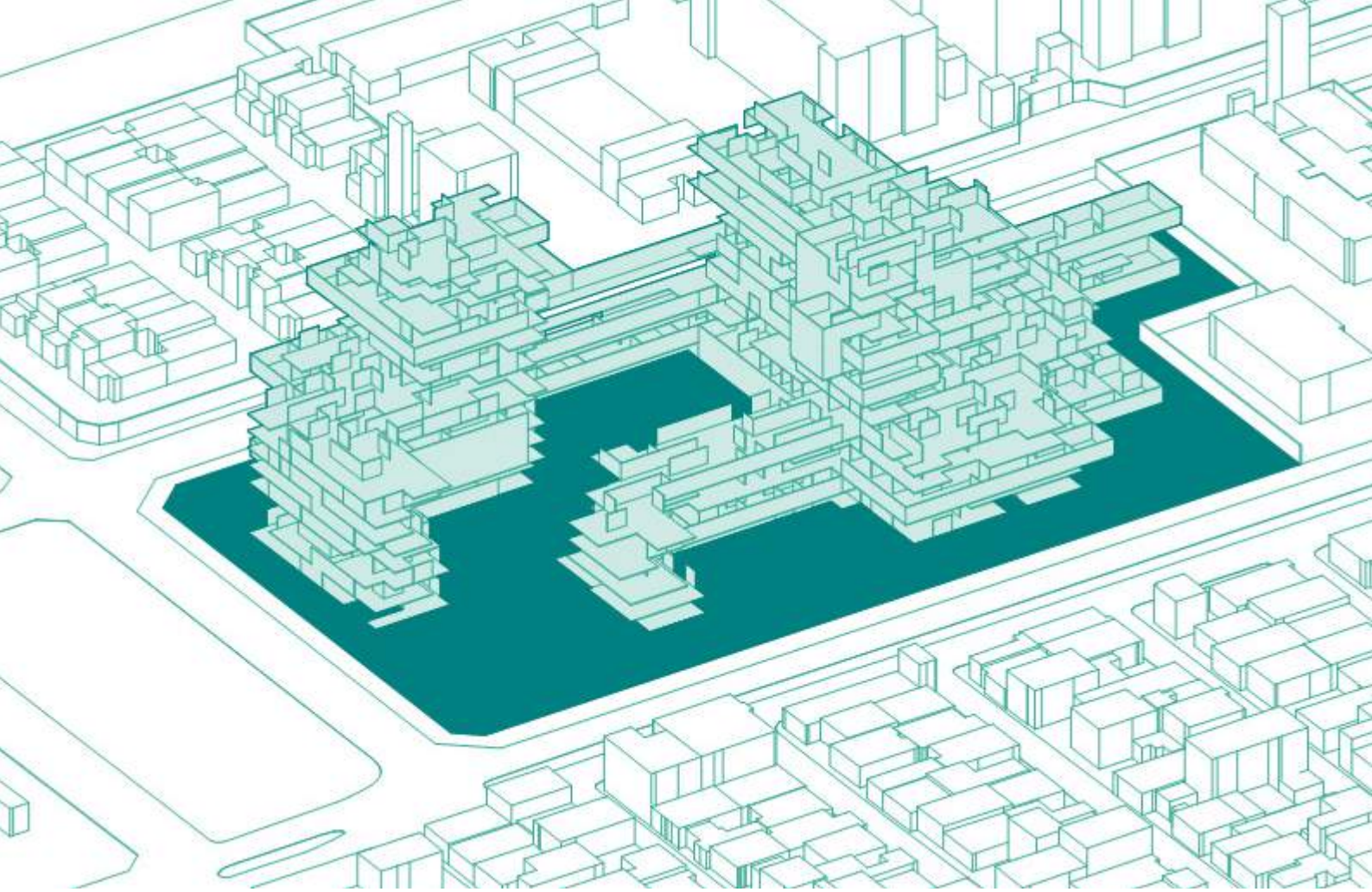
Para possibilitar a separação entre parede e teto da geometria final do Monoceros, seria necessário distinguir os planos horizontais e verticais, e então encontrar as linhas que estão na base do plano que representa a parede. Para isso, iniciou-se a análise dos planos cartesianos de cada geometria, a fim de identificar as geometrias desenhadas no sentido XY (que seriam os pisos) e no sentido XZ ou YZ (que seriam as paredes). A partir disso, todas as geometrias no sentido XY foram isoladas e traduzidas diretamente para o ArchiCAD. Por fim, as demais geometrias são analisadas a partir da desconstrução de suas respectivas Normais do ponto central das arestas, identificando as linhas cujas normais no eixo Z coincidem com o nível de análise (para a parede do pavimento 1, por exemplo, a normal da linha base deve ser de 2,70m que coincide com o pé direito), garantindo a distinção específica das curvas de referência a serem alimentadas para a construção do elemento parede.



**Imagem** do algoritmo de desconstrução e análise das normais no eixo Z.



**PARTE IV**  
ECLOSÃO





Considerando o caráter investigativo do projeto, a forma final atingida foi resultado de um longo processo manual de ajustes e encaixes de diferentes unidades habitacionais e comerciais, com base no único módulo alimentado no Monoceros, representando a alvenaria, a volumetria preliminar consistiu em uma massa de cheios e vazios, que inspiraram a forma final observável ao lado.

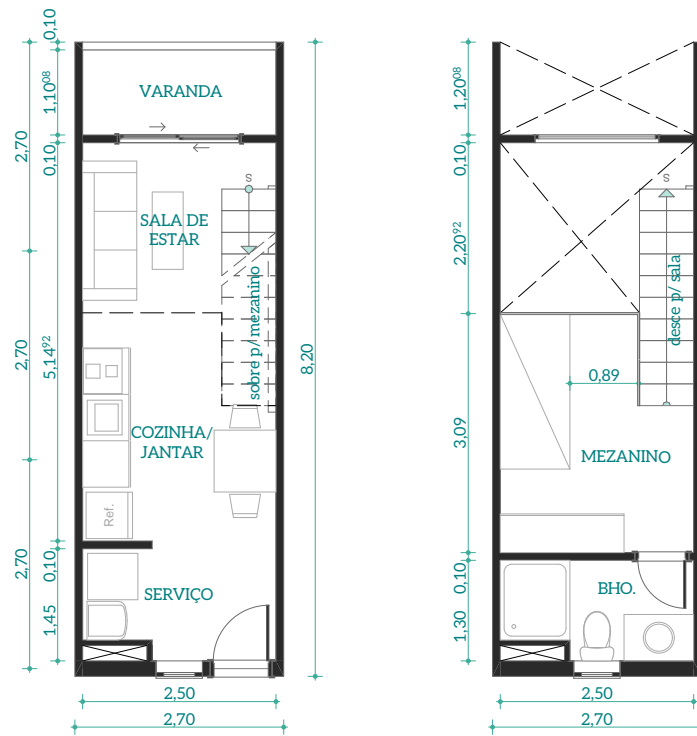
O programa ficou, em boa parte, indefinido, assumindo apenas as possibilidades para a ocupação do espaço com áreas de lazer, comércio, escritório, educacional e residencial. A decisão partiu pelo fato do trabalho em si, ter o foco maior no algoritmo e sua aplicabilidade, resultando num programa de necessidades mais simplificado.

Nas tipologias residenciais, foram definidas 4 tipologias, divididas pela quantidade de moradores por tipo, seguindo o desenho da micro e macromalha deifinida anteriormente.

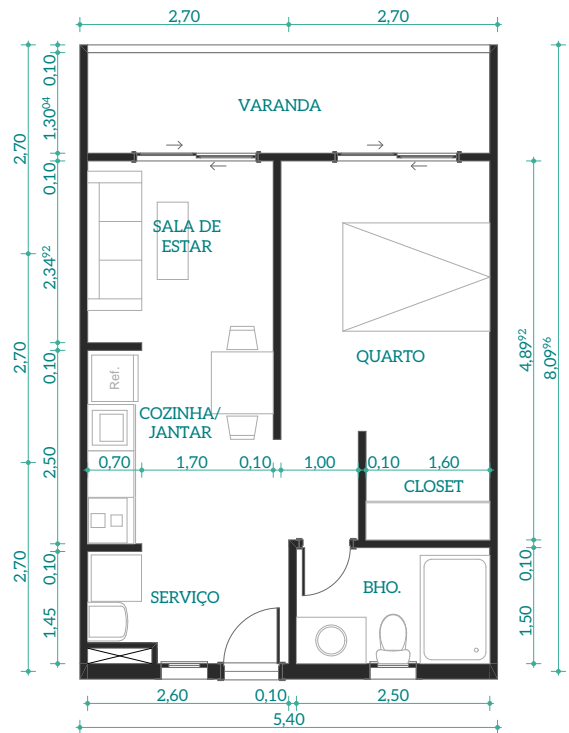
As tipologias padrão seguem em sequência de A (1 a 2 pessoas) duplex, B (1 a 2 pessoas) que compreende ao modelo A em pavimento único, C (2 a 4 pessoas) e D (3 a 6 pessoas).

Estas unidades serviram como base para organização dos volumes dentro da geometria resultante do Monoceros, mas que ao serem inseridas no projeto, cada uma sofreu uma alteração na sua forma, mantendo apenas a característica de habitantes por unidade, com o intuito de ilustrar uma ocupação orgânica da forma.

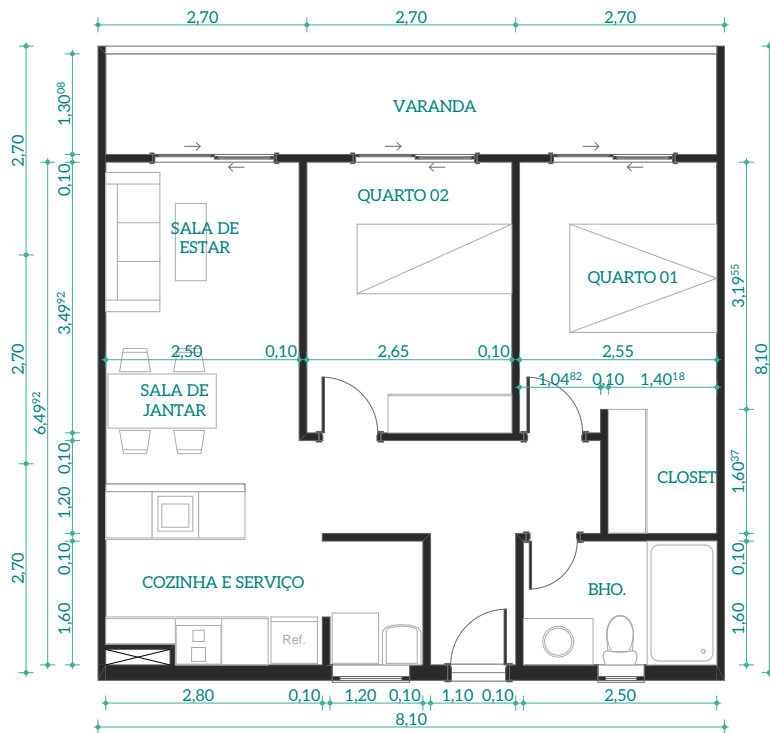
A malha estrutural compreende no espaço de 5,40m x 5,40m, seguindo a lógica de incrementação da malha padronizada. Permitindo assim, a criação de cômodos amplos, acima da exigência mínima para uma unidade habitacional, fomentando a multiplicidade de usos e ocupações que podem ocorrer ao decorrer do tempo.



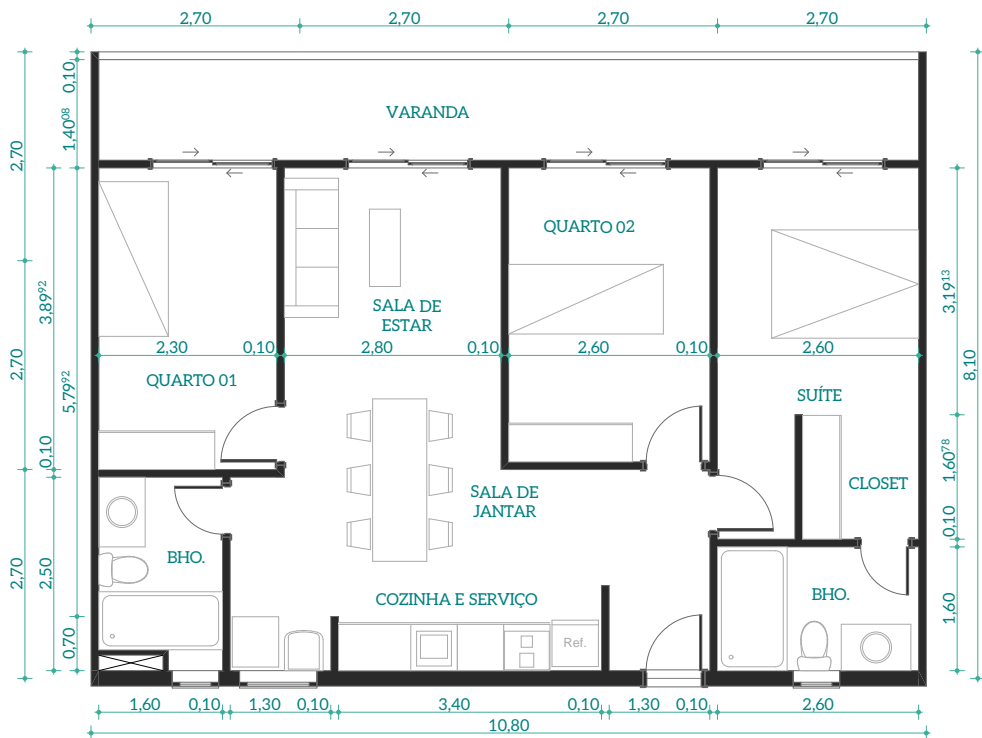
**TIPOLOGIA RESIDENCIAL A (1 a 2 pessoas)**  
Área = 31,00m<sup>2</sup>



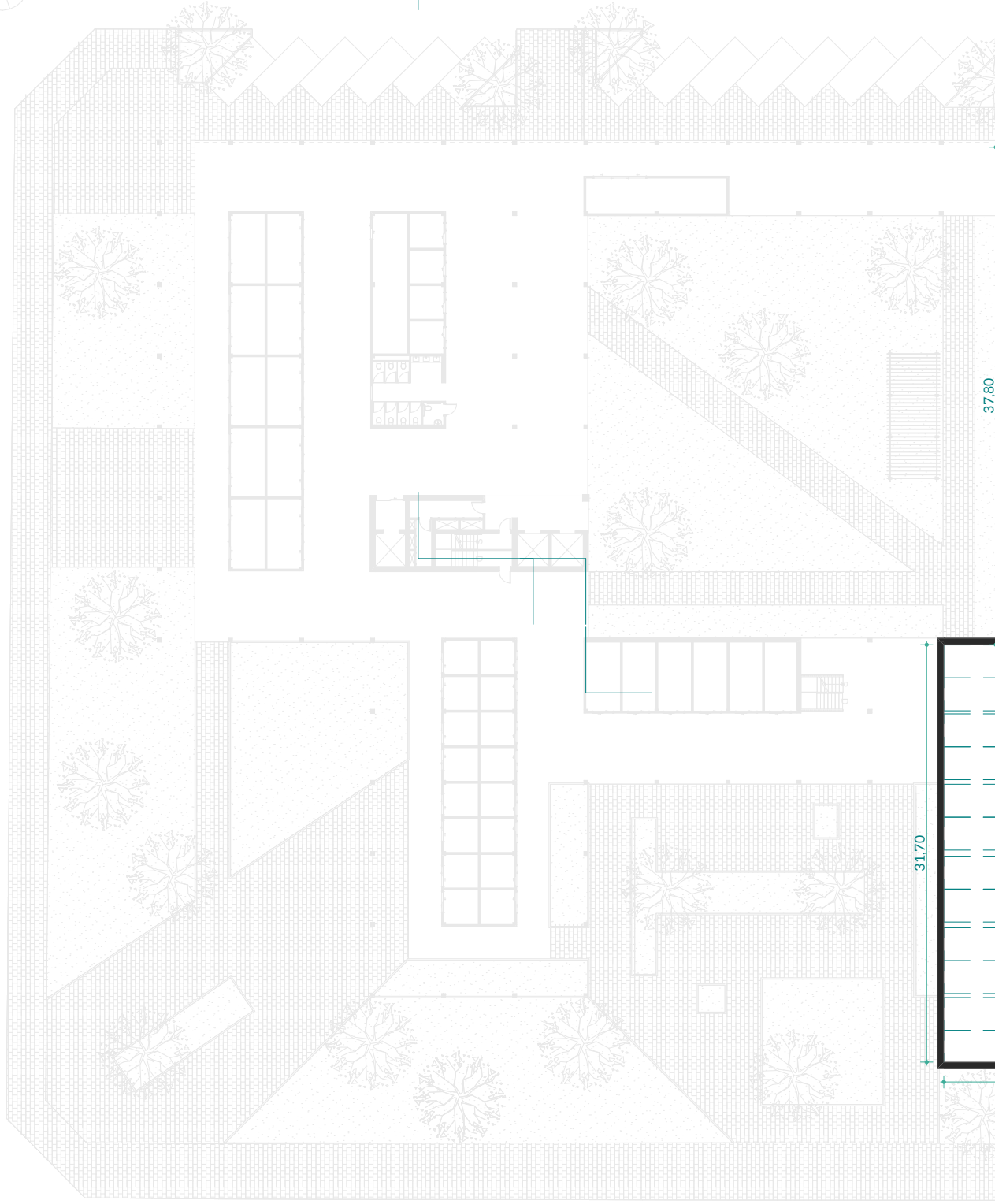
**TIPOLOGIA RESIDENCIAL B (1 a 2 pessoas)**  
Área = 41,00m<sup>2</sup>



**TIPOLOGIA RESIDENCIAL C (2 a 4 pessoas)**  
 Área = 62,40m<sup>2</sup>



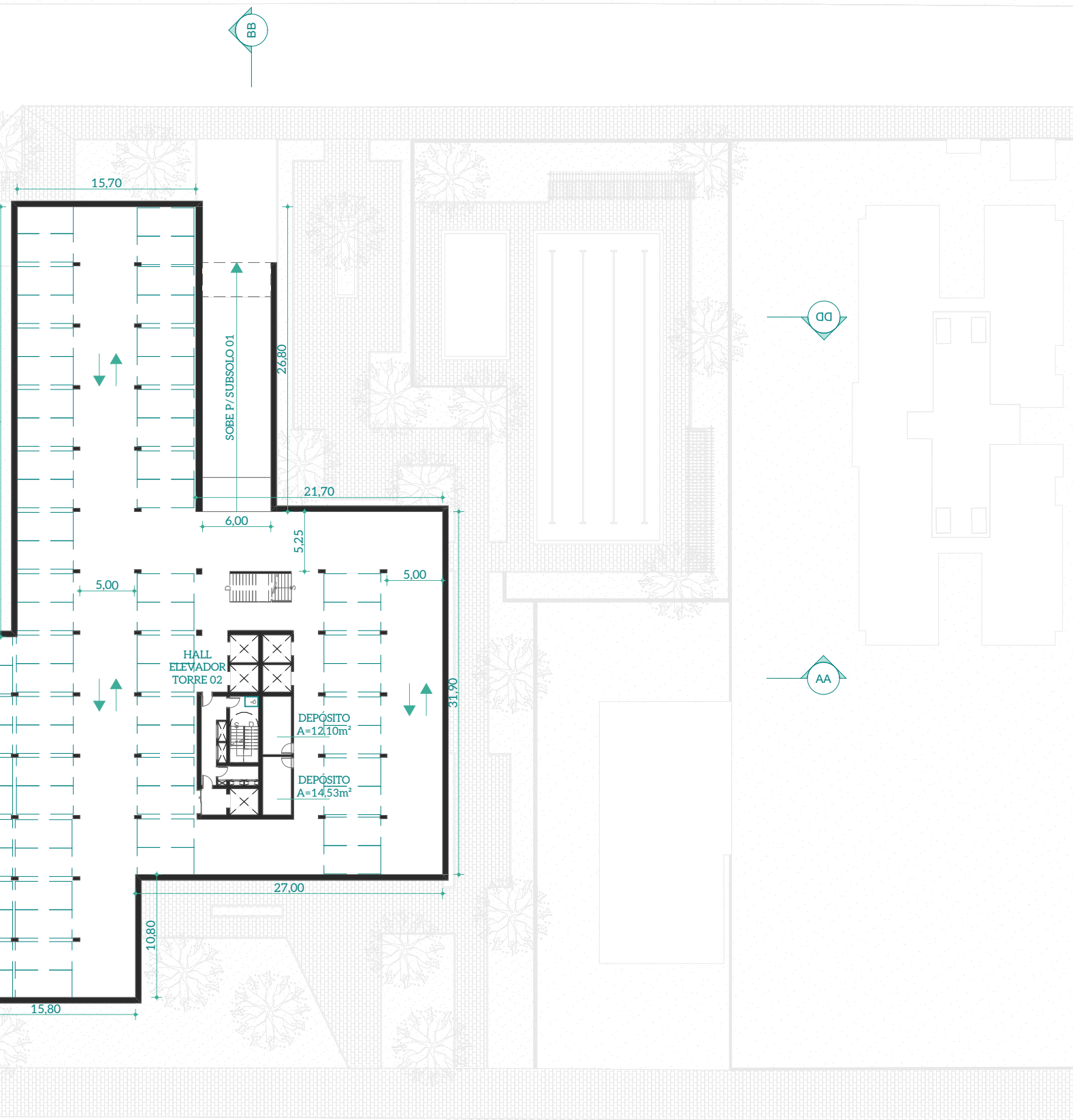
**TIPOLOGIA RESIDENCIAL D (3 a 6 pessoas)**  
 Área = 83,70m<sup>2</sup>



37.80

31.70





PLANTA BAIXA SUBSOLO 02  
 ESCALA 1:500

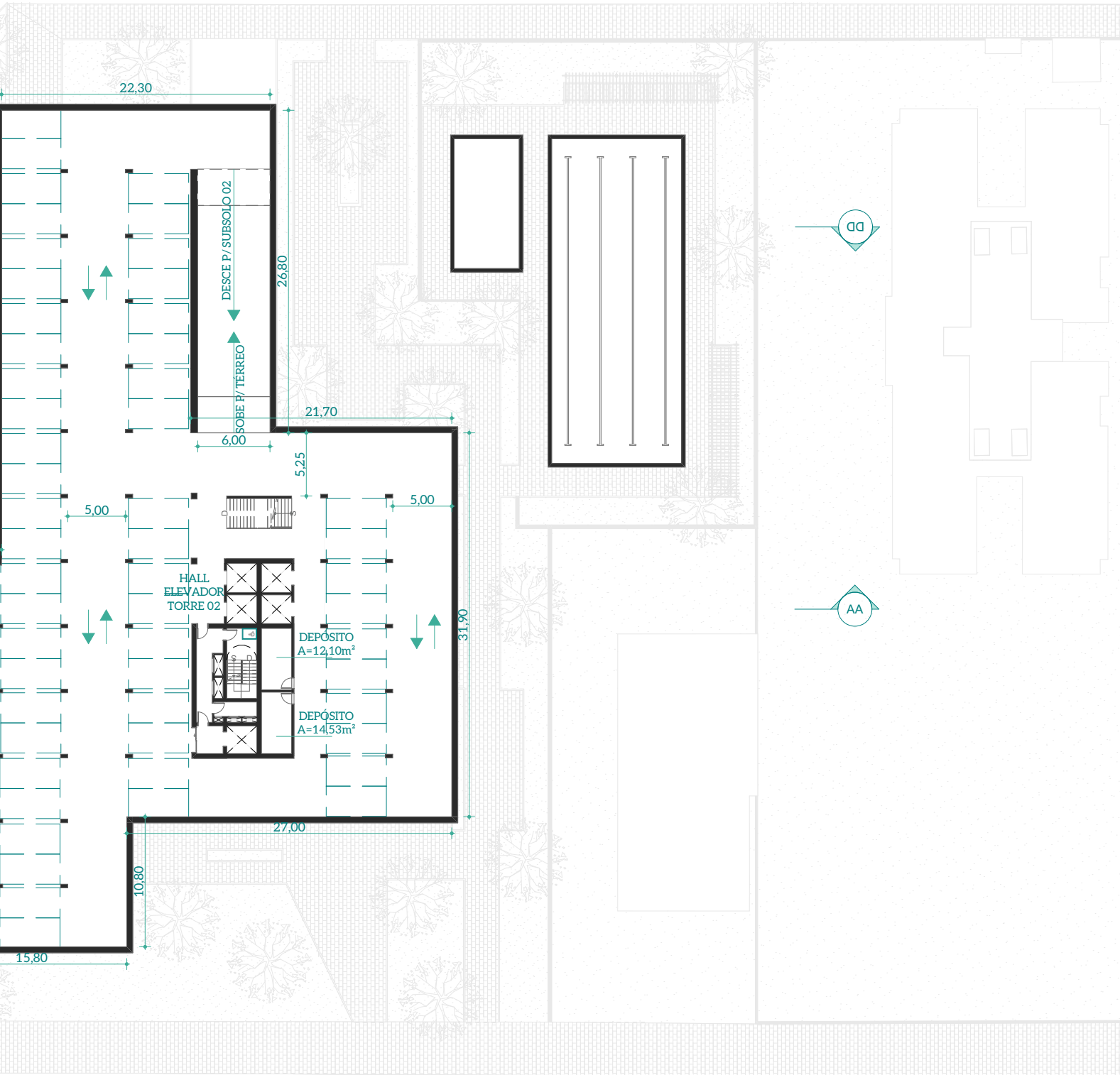


37.80

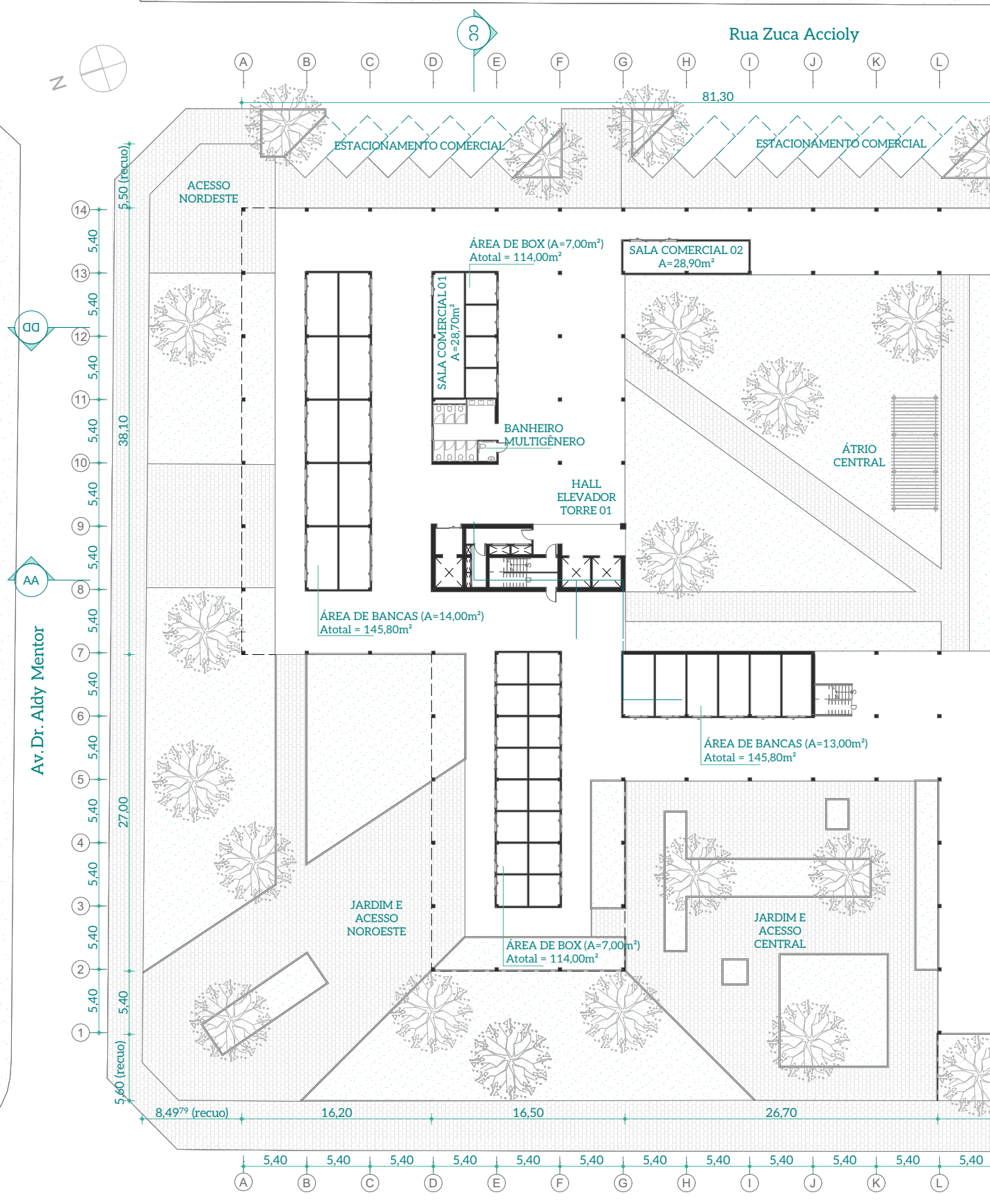
5.40

31.70





PLANTA BAIXA SUBSOLO 01  
ESCALA 1:500



Av. Dr. Aldy Mentor

Rua Zuca Accioly

Av. Nila Gomes de Soárez (Castanholeiras)

Quadra 15

Quadra 16

Quadra 17

Quadra 18

Alameda das Rosas

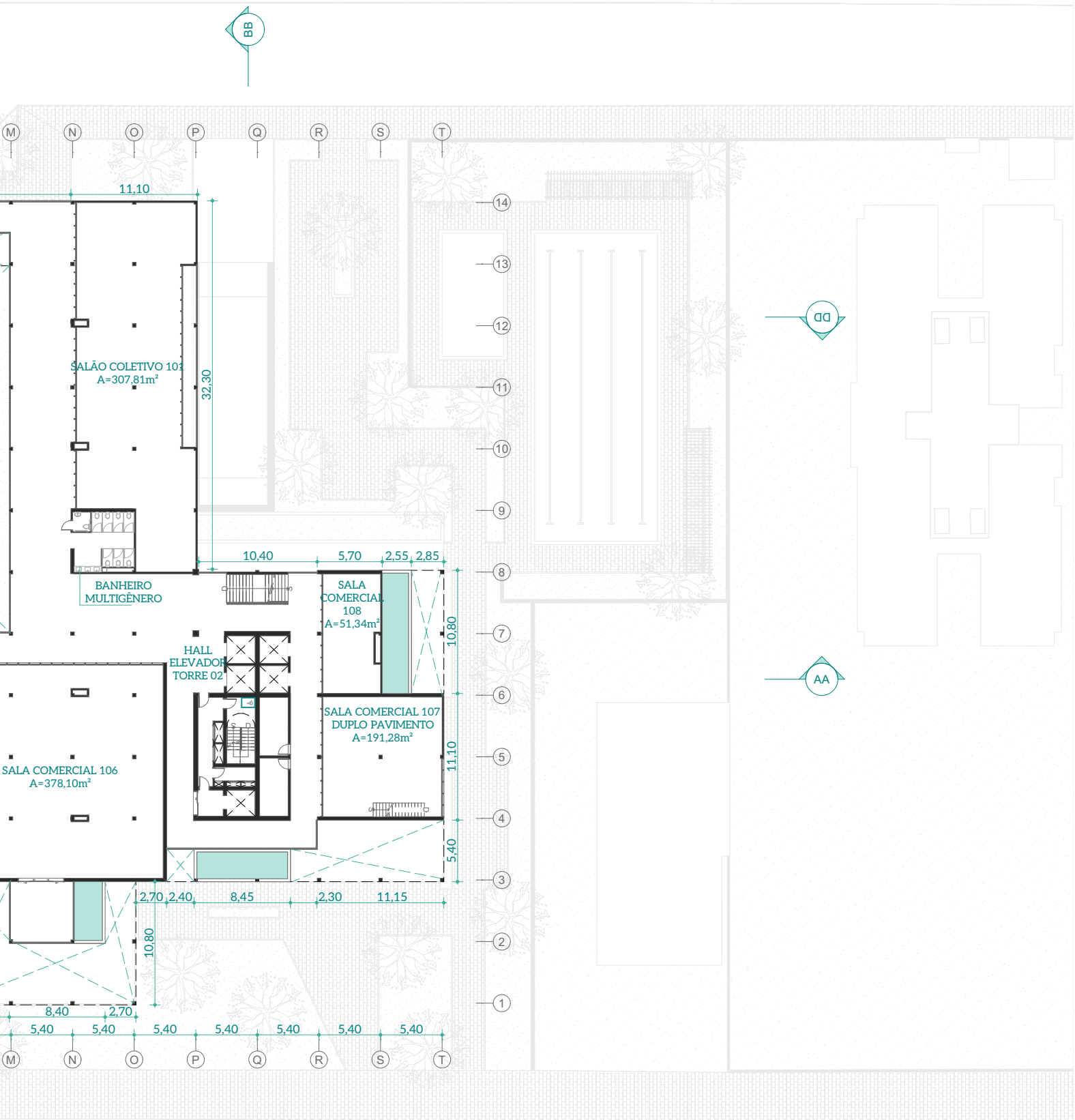
Alameda das Papoulias

Alameda das Pacaviras

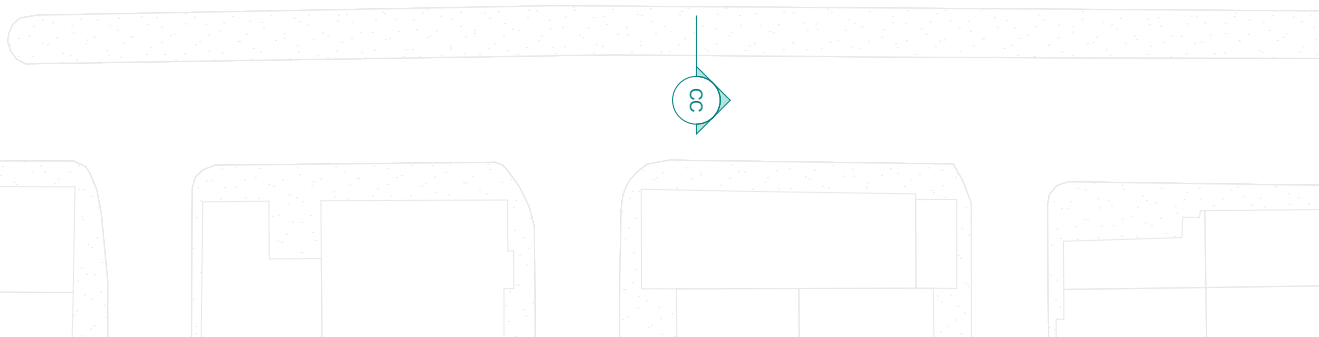
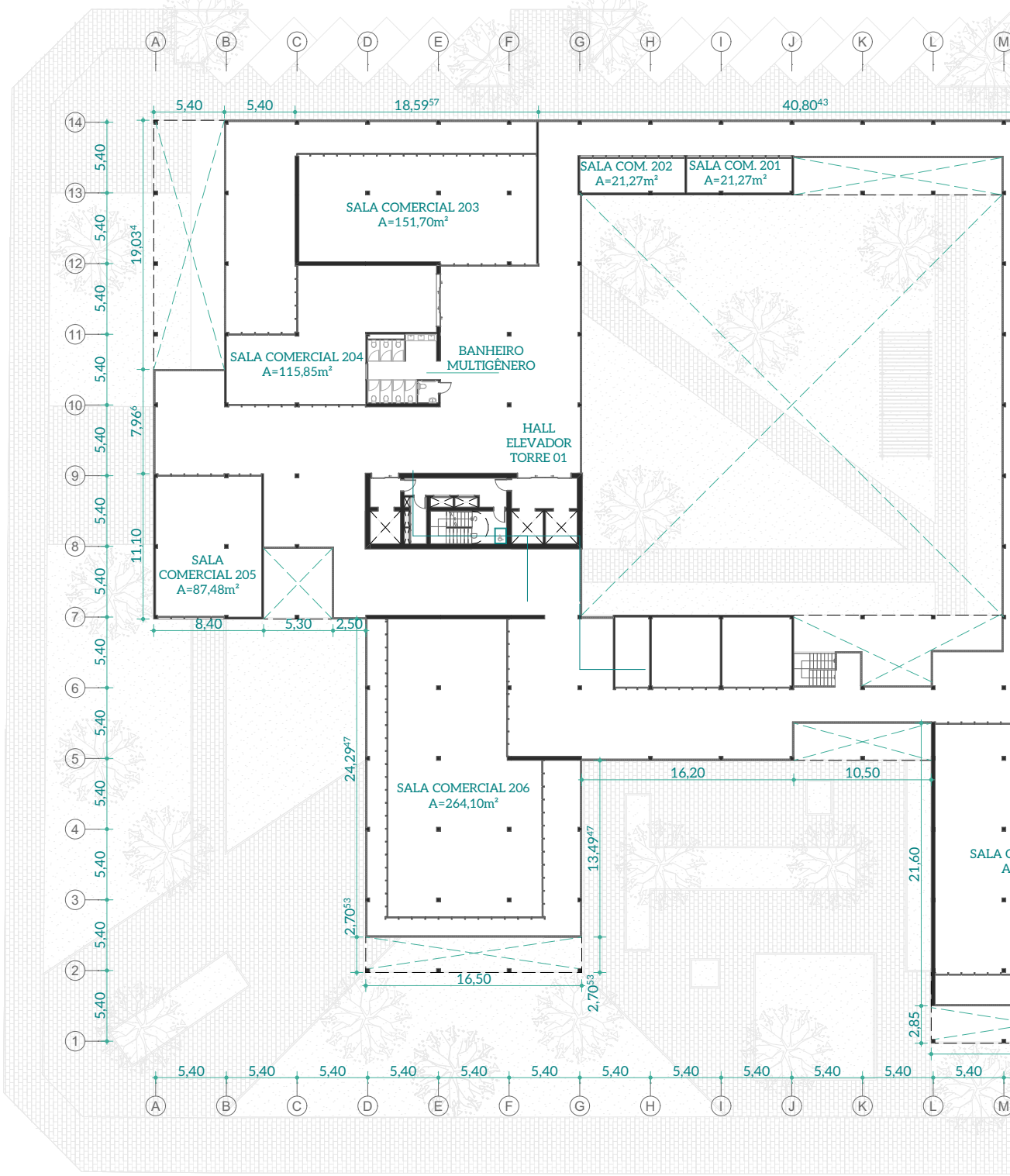
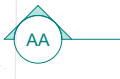
Alameda das Orquídeas

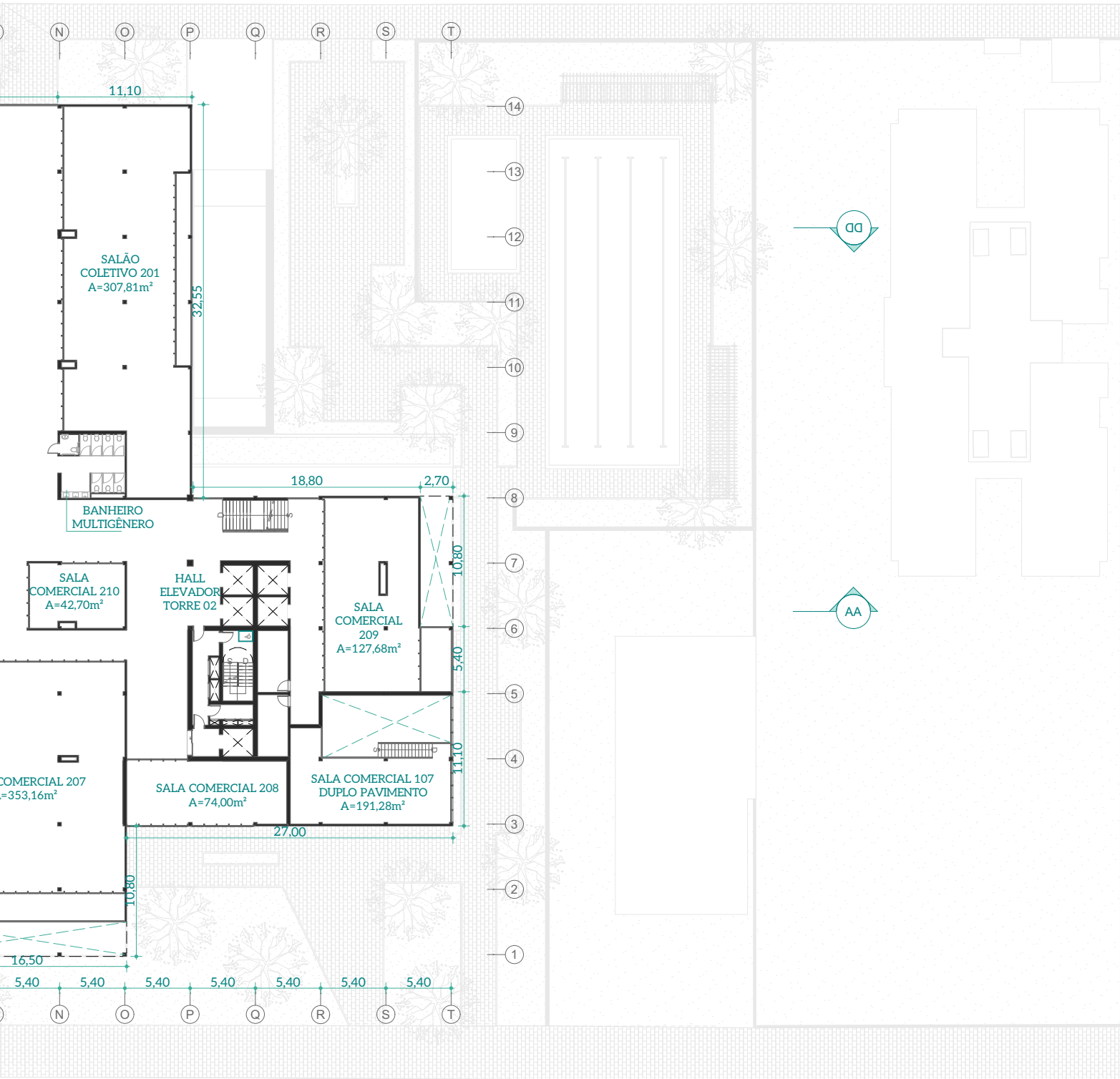






PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500

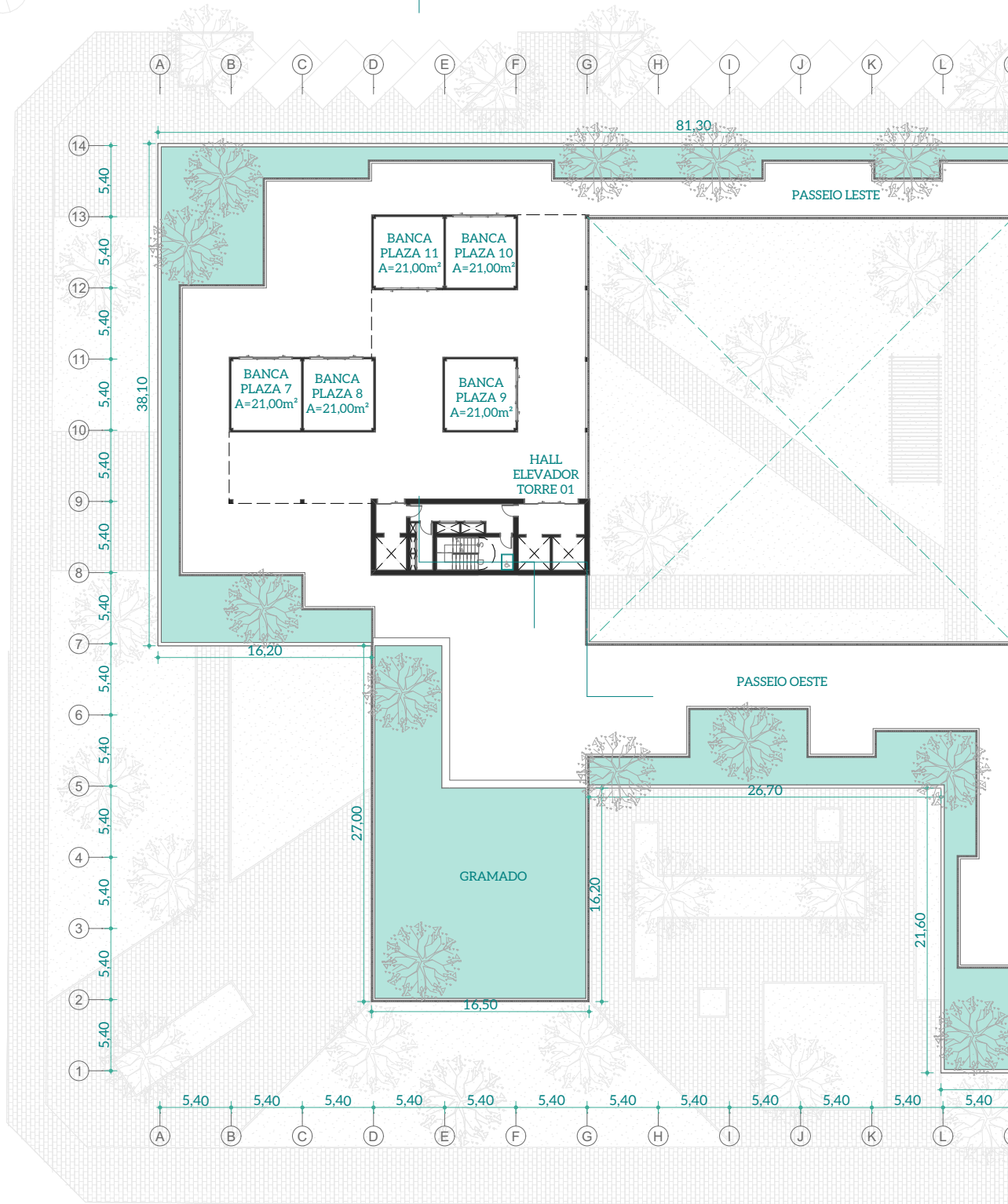


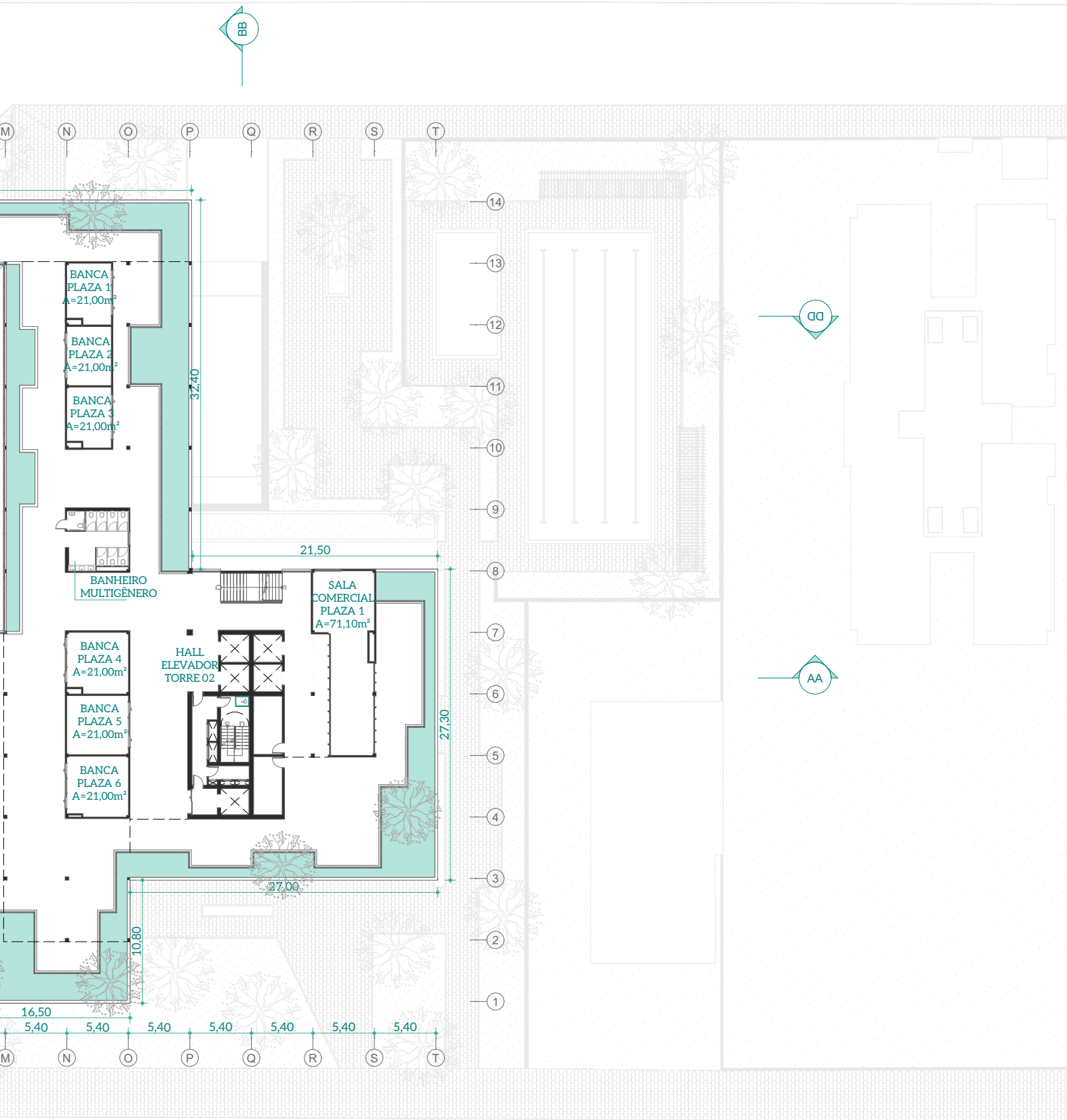


0m 5m 10m

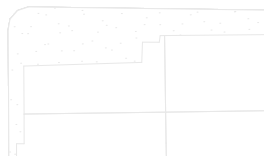
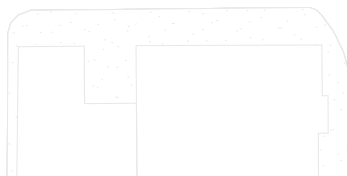
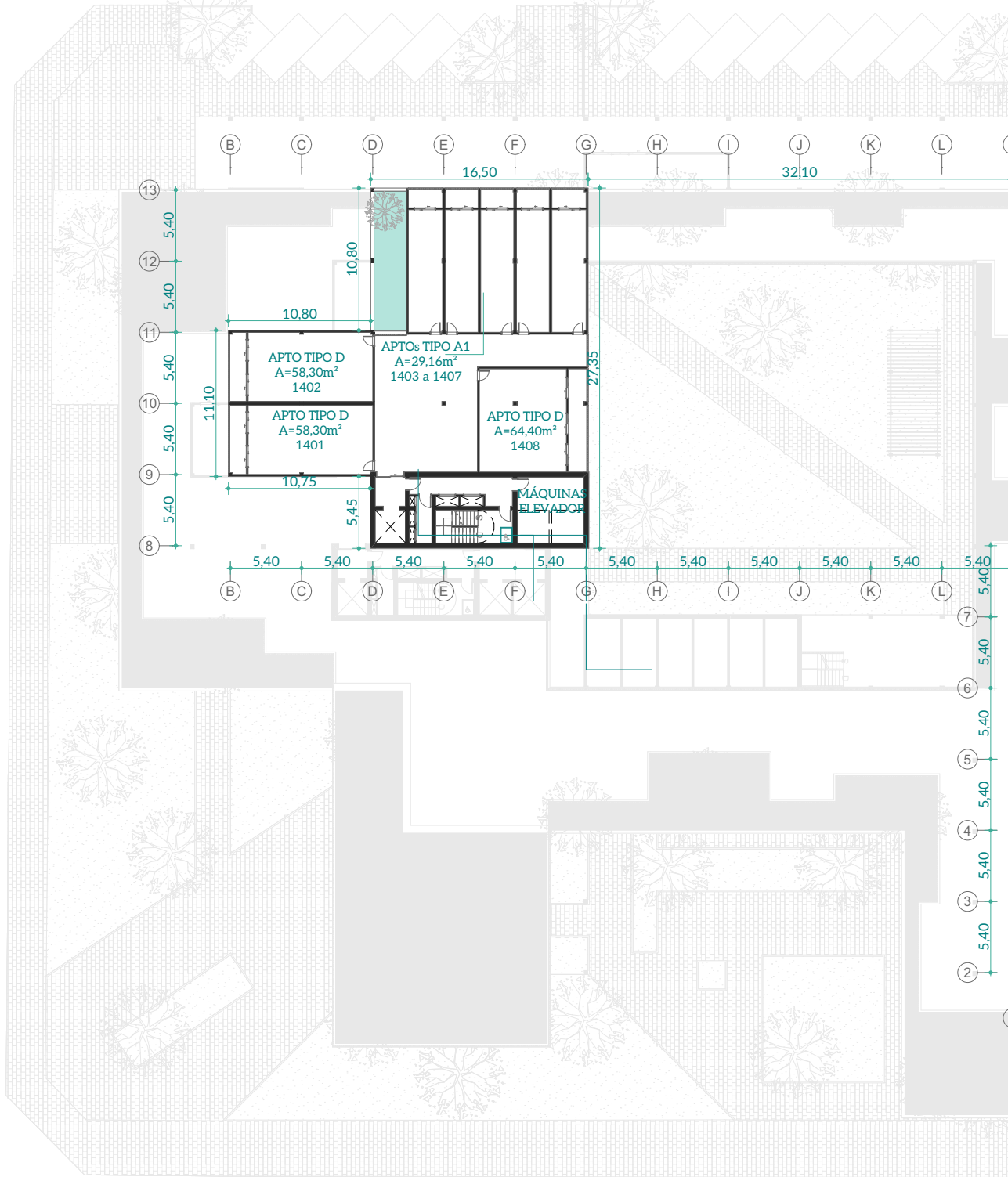


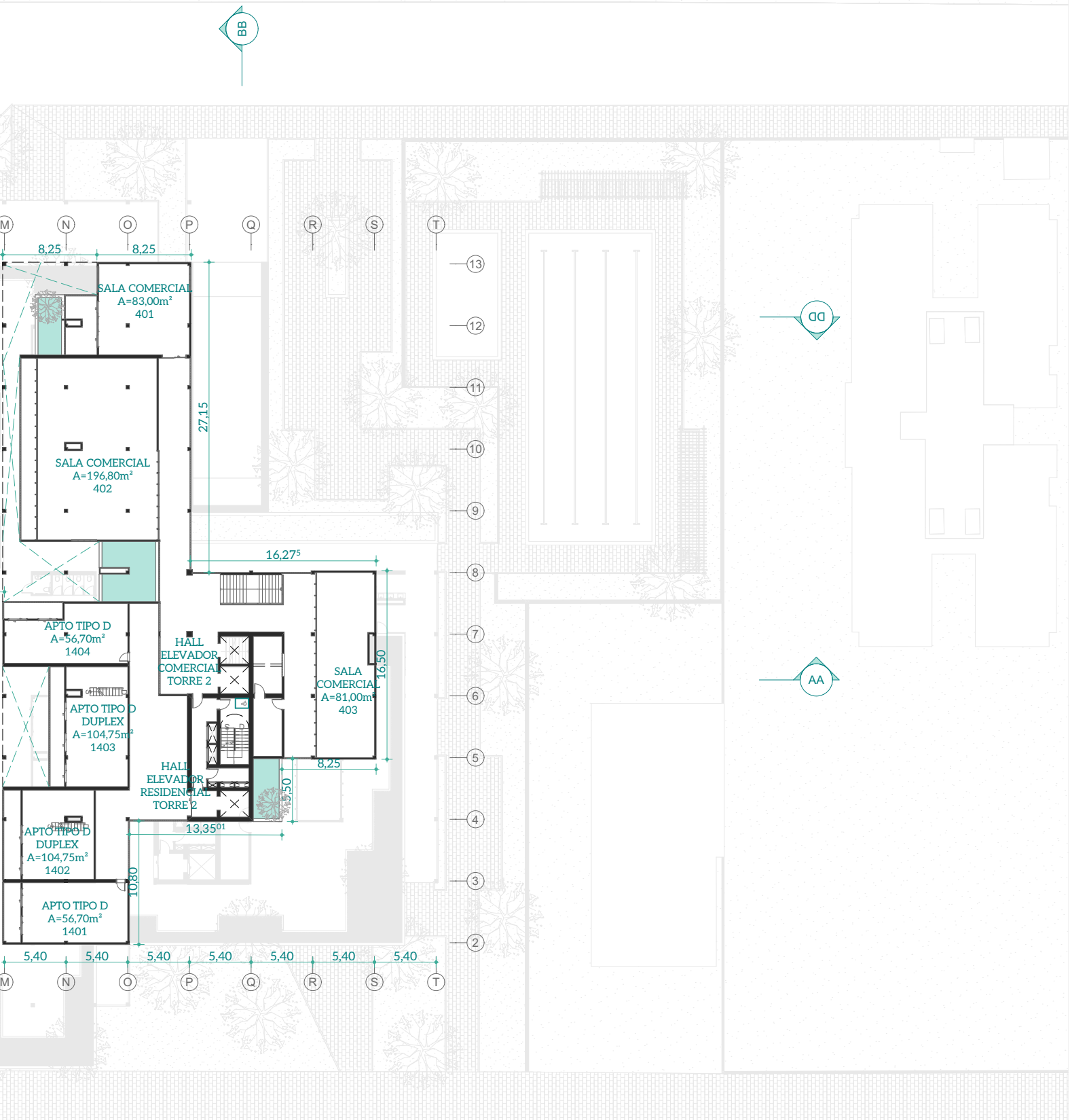
PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500



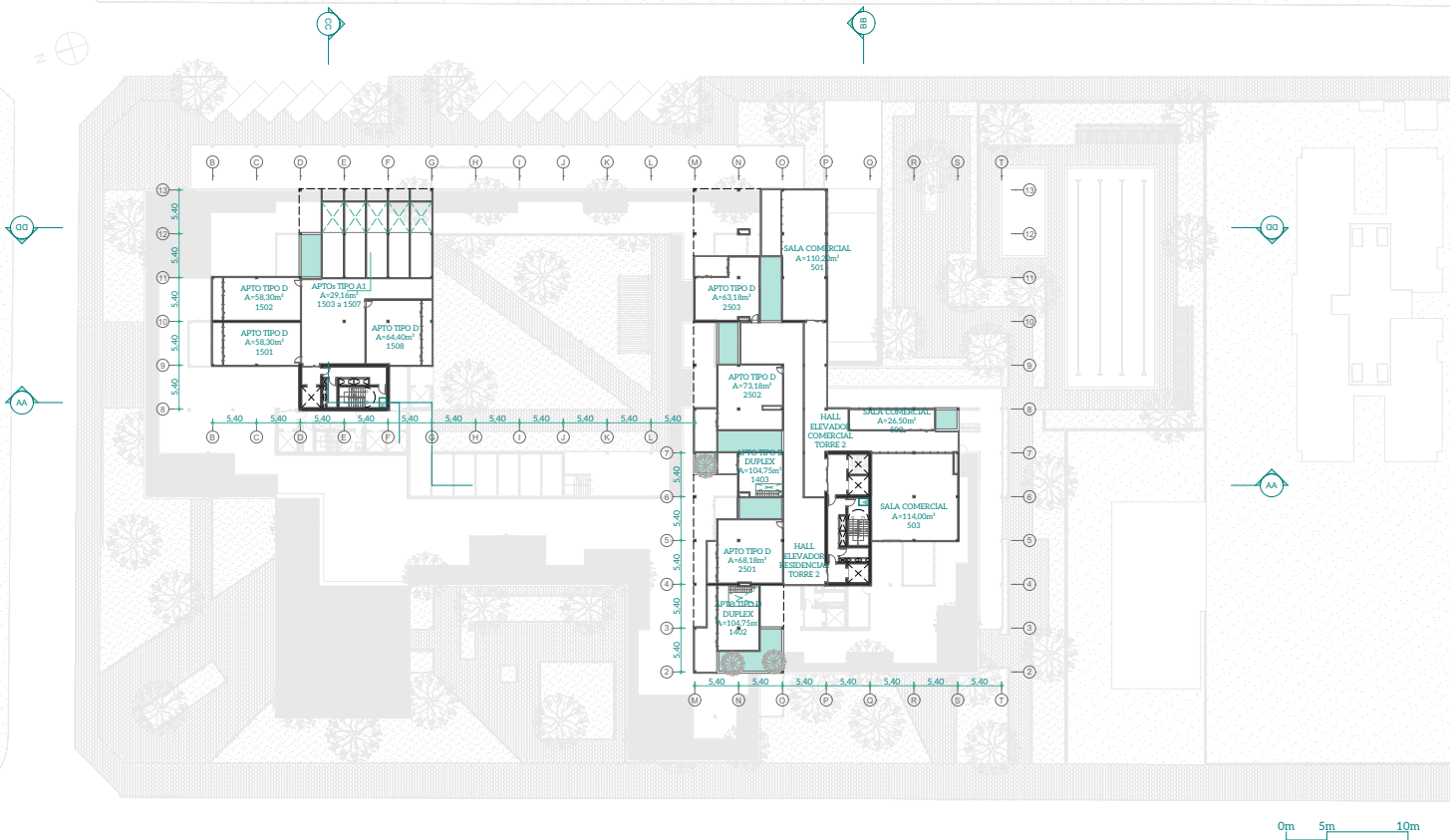


PLANTA BAIXA 3º PAVIMENTO - PLAZA  
 ESCALA 1:500

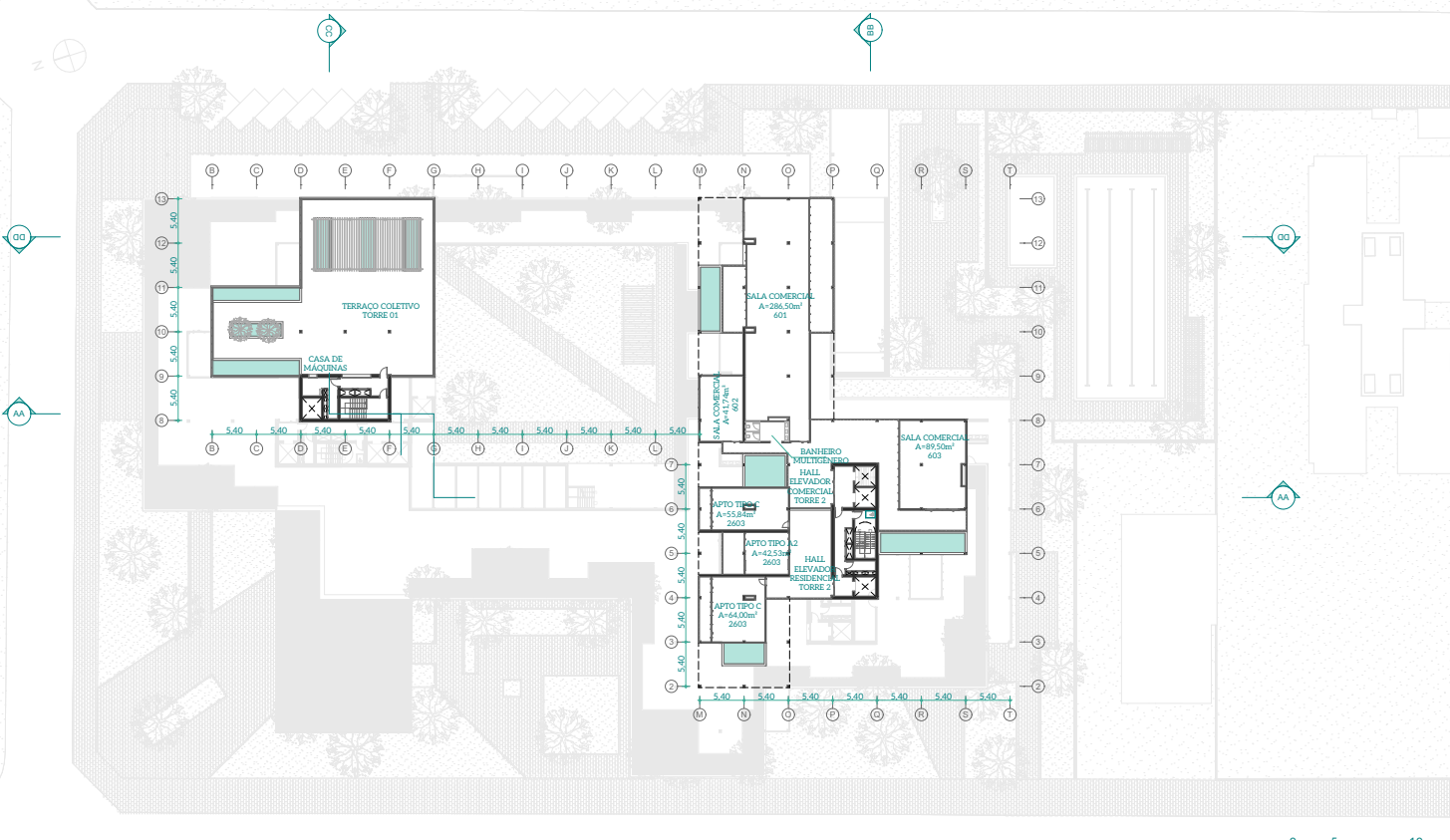




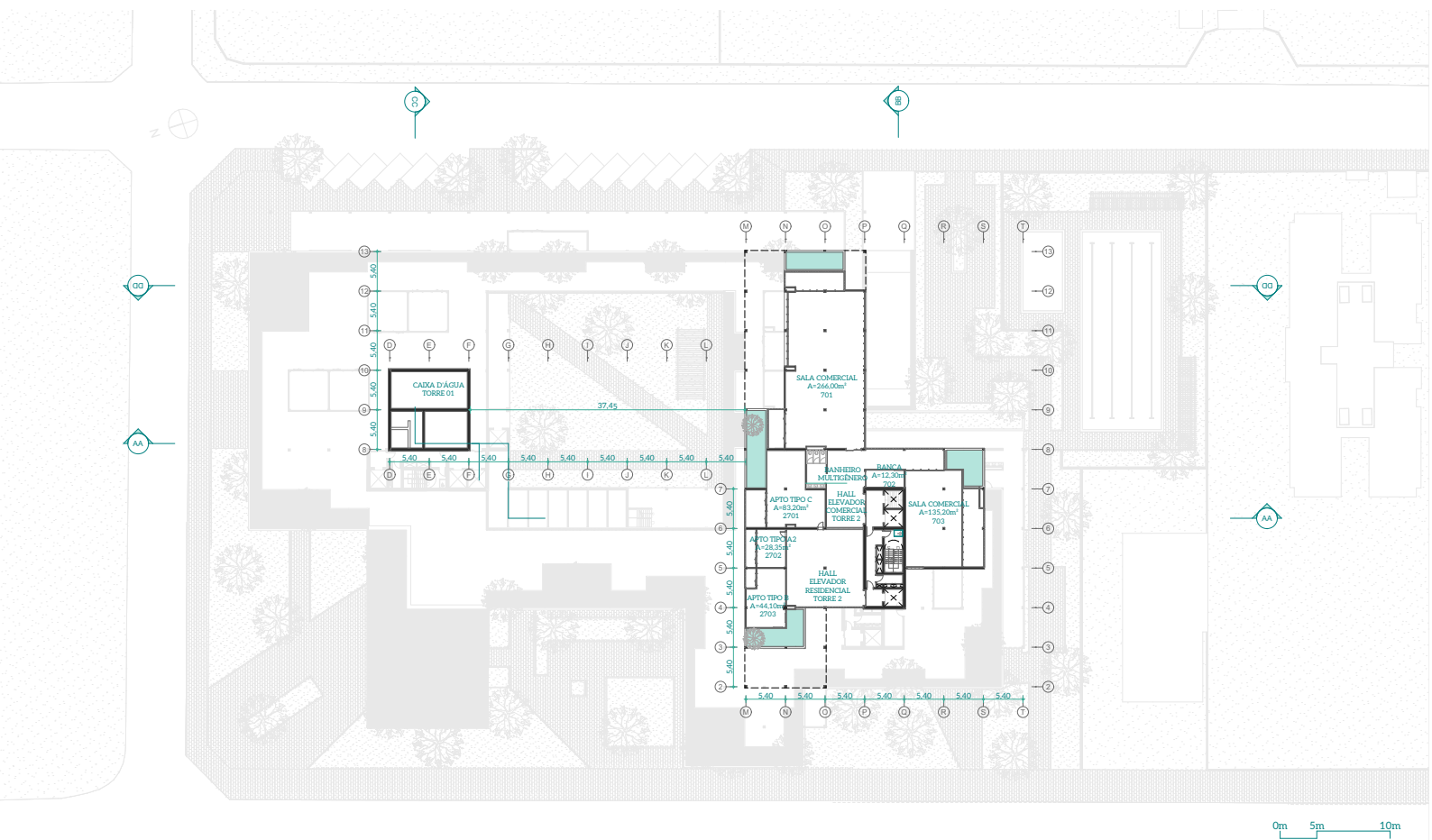
PLANTA BAIXA 4º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500



PLANTA BAIXA 5º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500

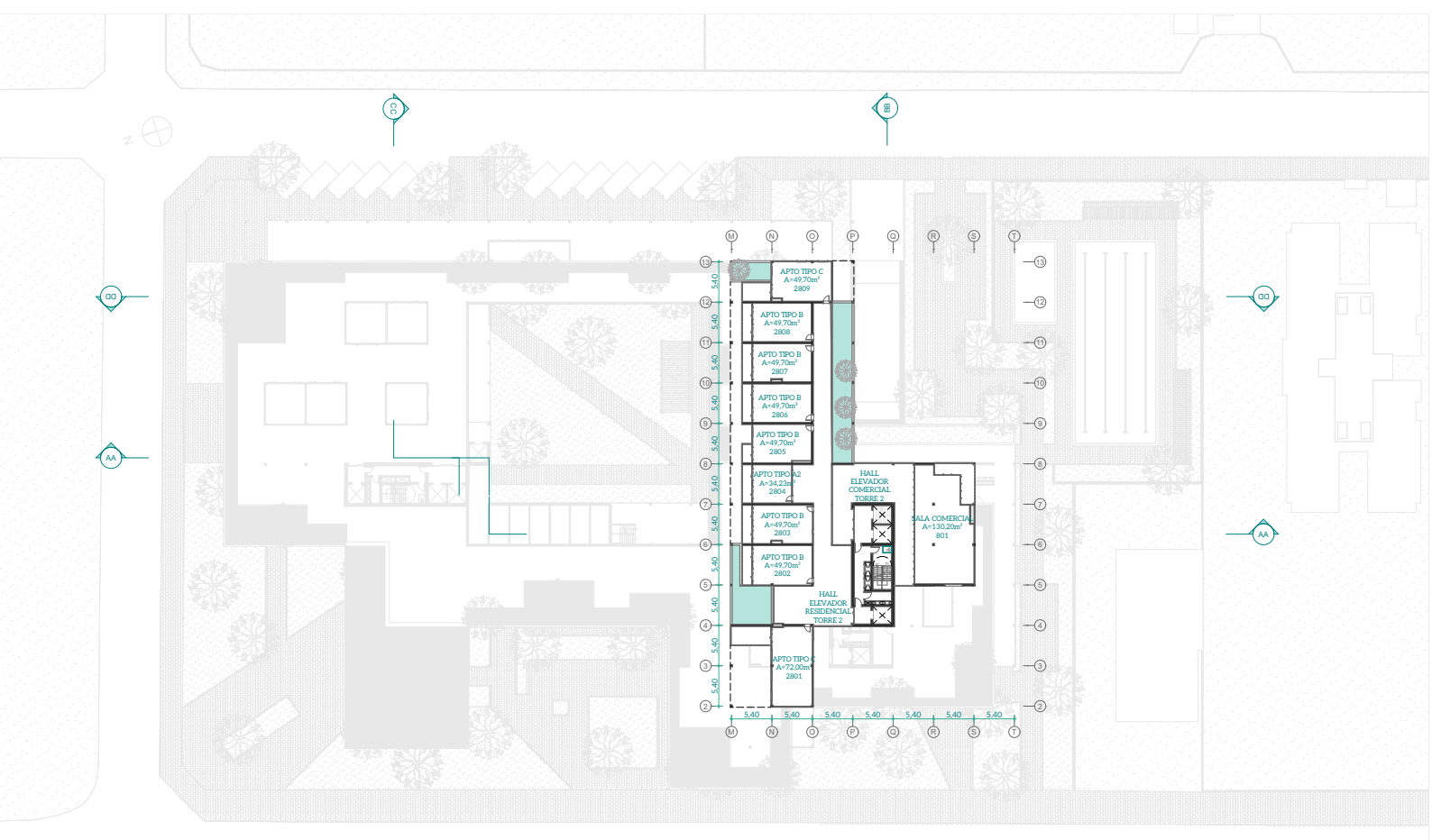


PLANTA BAIXA 6º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500



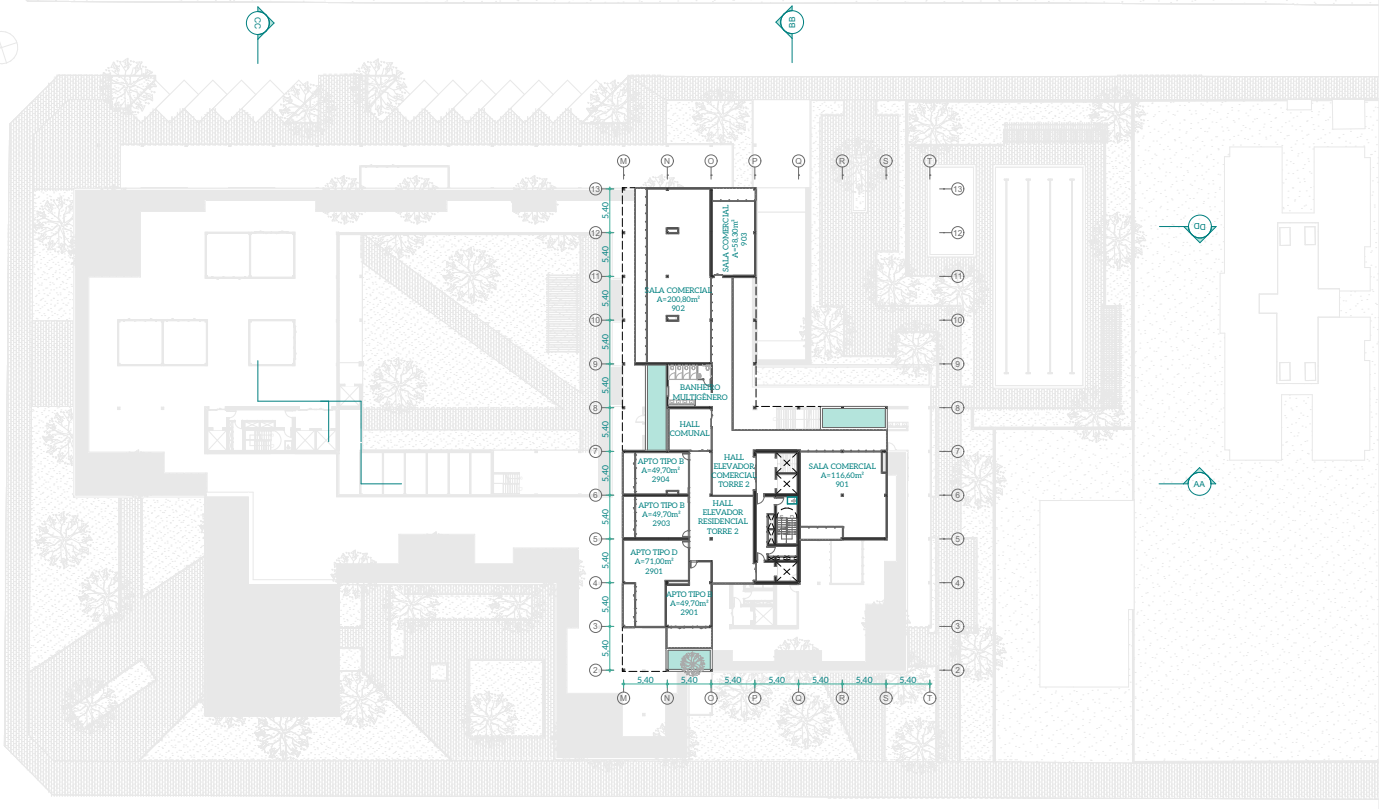
0m 5m 10m

PLANTA BAIXA 7º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500

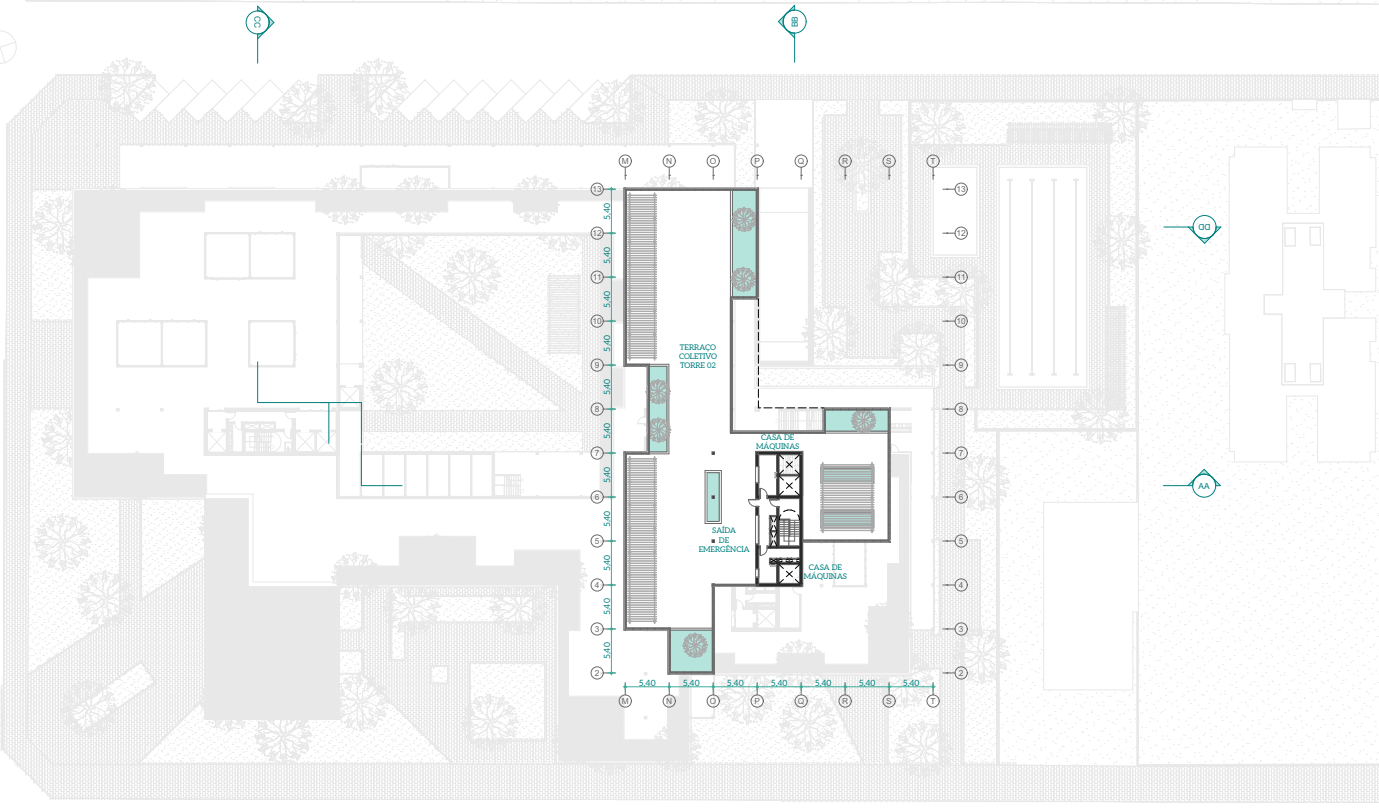


0m 5m 10m

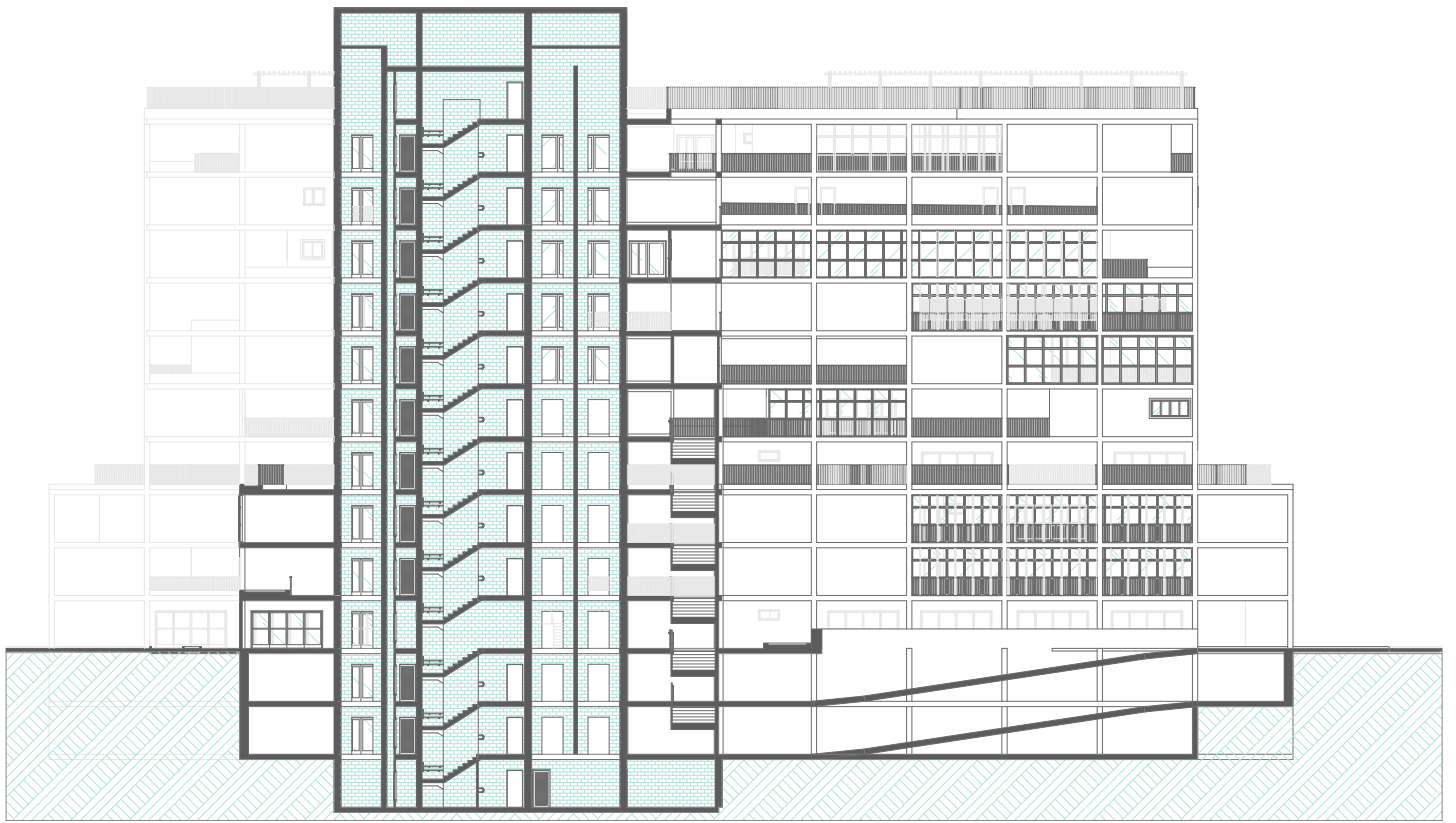
PLANTA BAIXA 8º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500



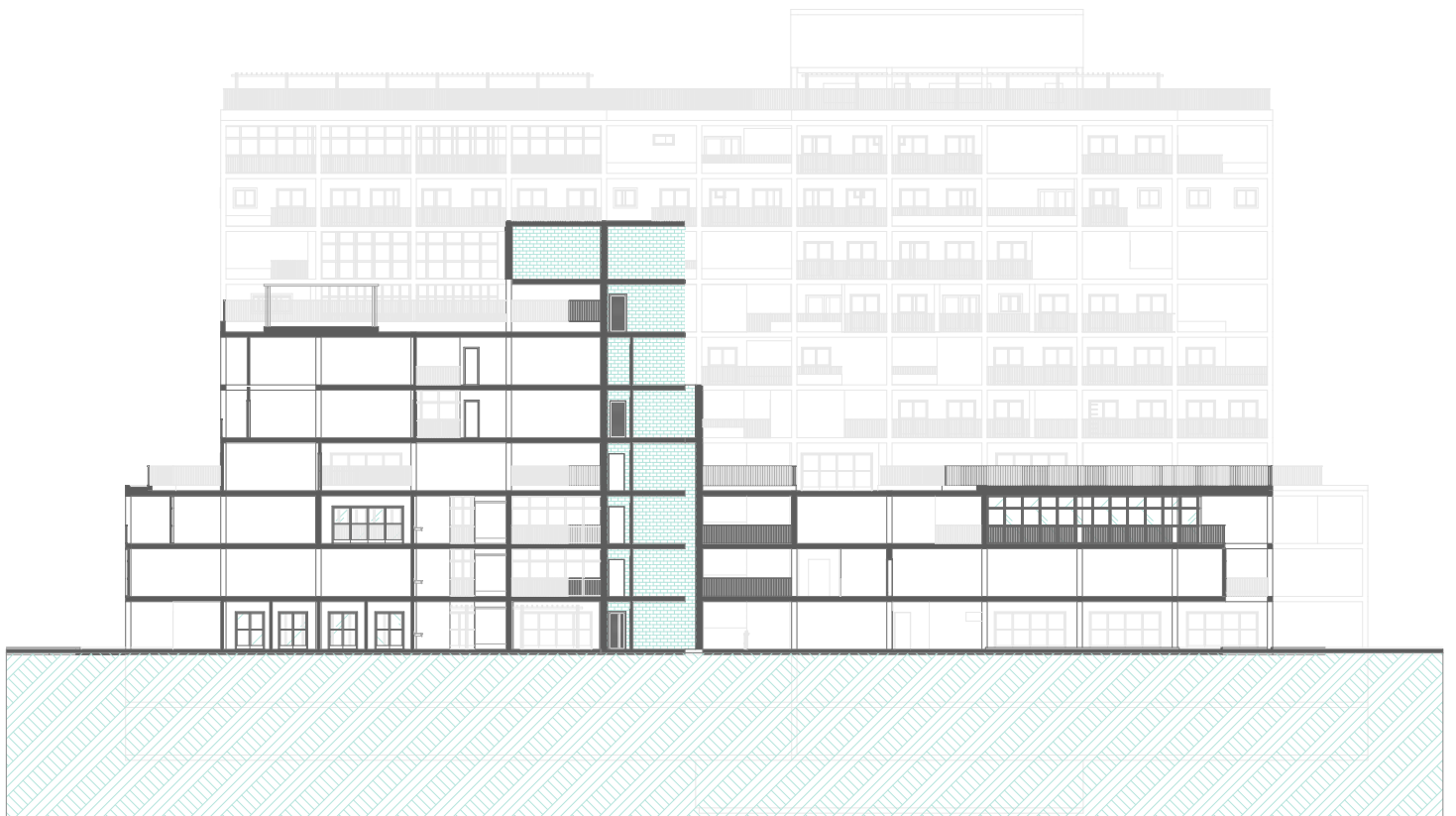
PLANTA BAIXA 9º PAVIMENTO  
ESCALA 1:500



PLANTA BAIXA PAVIMENTO COBERTURA  
ESCALA 1:500



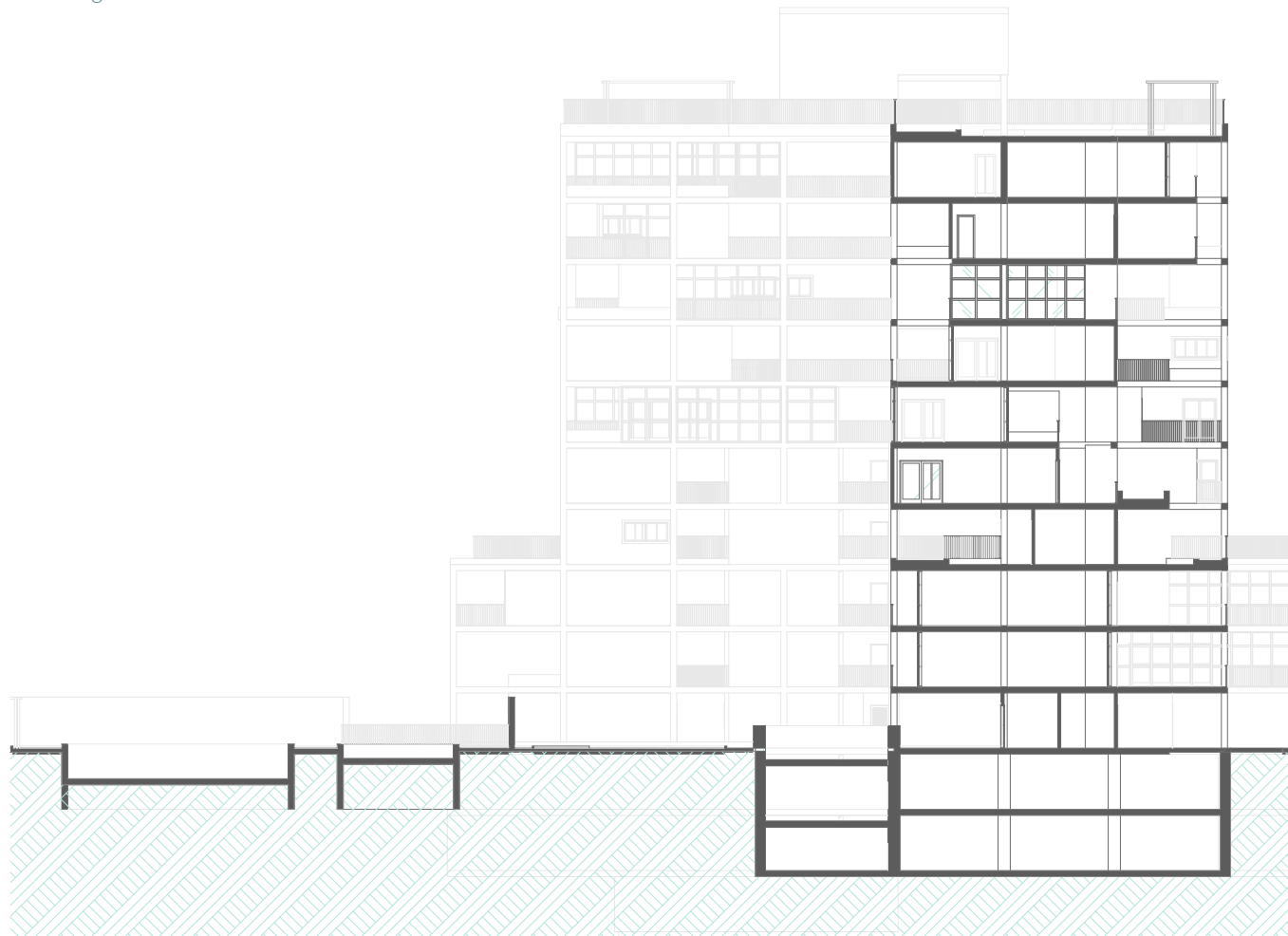
Corte transversal BB



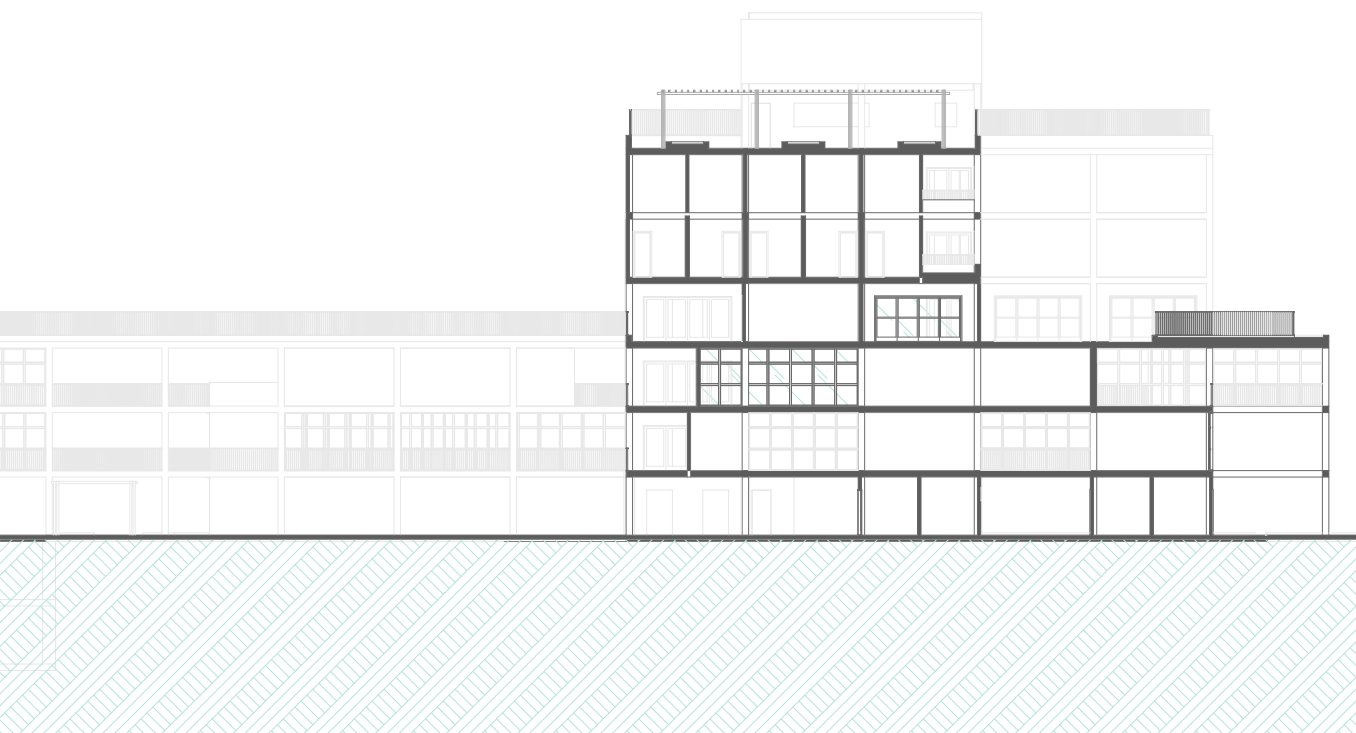
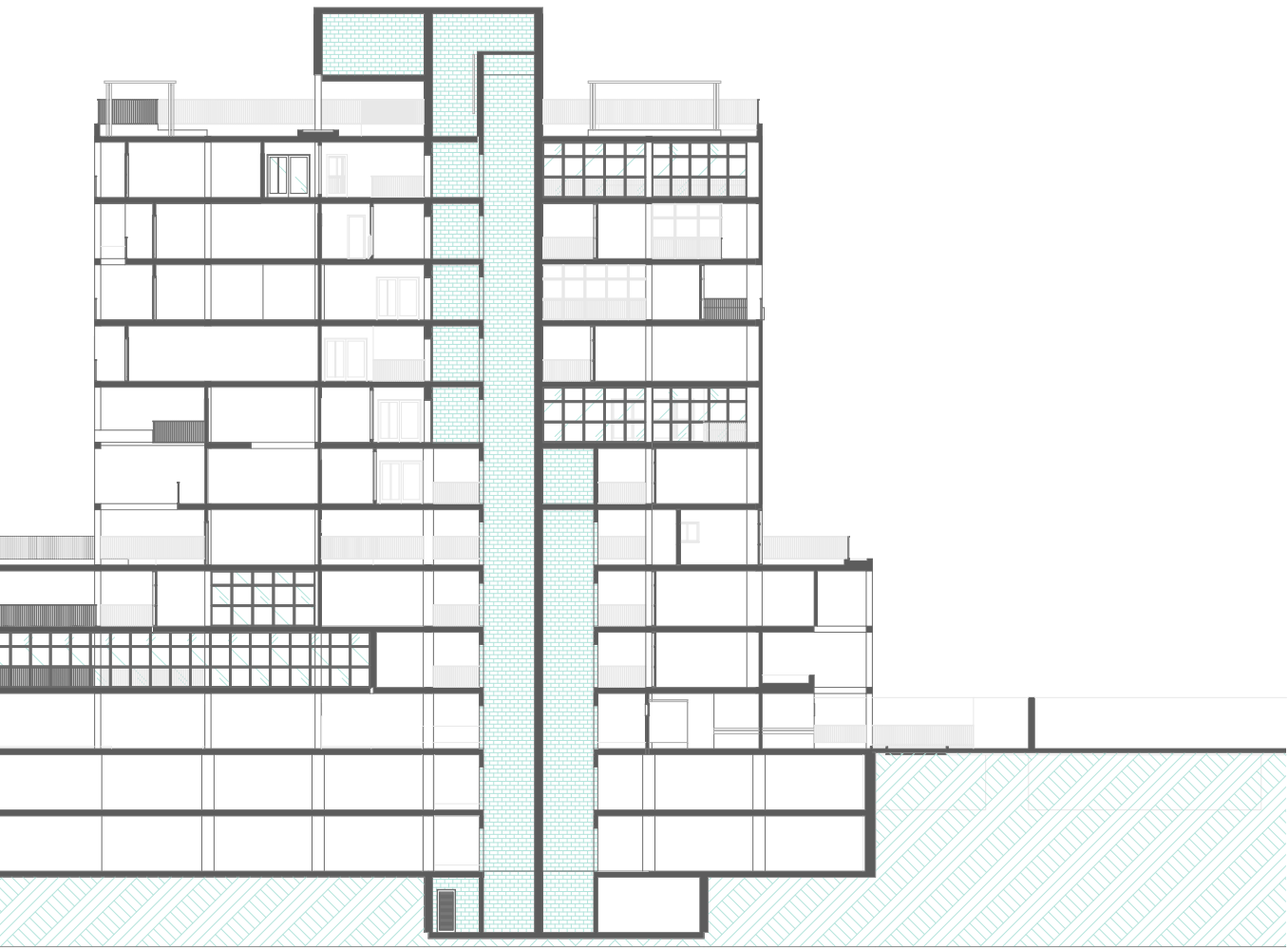
Corte transversal CC



**Corte** longitudinal AA



**Corte** longitudinal DD











## CONCLUSÕES

Analisar a arquitetura sob a ótica da parametrização impõe um desafio à tradição projetual ensinada nas escolas, não apenas pela complexidade técnica inicial, mas pela necessidade de reimaginar processos criativos. No entanto, à medida que a geometria ganha vida por meio de algoritmos, a parametria revela-se uma ferramenta poderosa para transcender métodos lineares, simplificando revisões, iterações e reinícios. Ela não substitui a intuição humana, mas amplifica sua capacidade de explorar caminhos inéditos, integrando variáveis sociais, ambientais e econômicas em simulações computacionais que geram resultados precisos em prazos reduzidos.

O aspecto aparentemente “robótico” da parametrização, longe de ser frio ou mecânico, introduz uma racionalidade híbrida, onde a aleatoriedade controlada confere organicidade às formas. Esse equilíbrio entre caos e ordem – entre a liberdade criativa e as restrições técnicas – é difícil de alcançar em processos convencionais, que muitas vezes oscilam entre a rigidez funcional e a improvisação desconectada. A arquitetura paramétrica, ao contrário, permite que projetos se consolidem em uma lógica estruturada, mas permaneçam abertos à evolução contínua, adaptando-se a novos contextos sem perder sua essência.

Híbrido Mutável: Utopia e Controle é, assim, uma investigação sobre os diálogos entre humano e máquina, entre limites e potencialidades. O estudo revela que a parametrização não é um fim em si mesma, mas um meio para materializar utopias tangíveis, onde a precisão algorítmica coexiste com a imprevisibilidade da vida urbana. Ao unir programação e poética, o trabalho aponta para um futuro em que a arquitetura pode ser simultaneamente rigorosa e flexível, técnica e sensível – um campo fértil para cidades mais inclusivas, onde o projeto não se encerra na entrega do edifício, mas se reinventa

com o tempo. Dessa forma, a pesquisa não apenas encerra uma etapa acadêmica, mas inaugura um horizonte de possibilidades, no qual a fronteira entre controle e liberdade é, ela própria, um espaço de criação.

## **NOTAS PARA O FUTURO**

Encerro esta investigação com reflexões que transcendem o plug-in Monoceros, abrindo caminhos para aplicações mais amplas da parametrização na arquitetura. Partindo de sua lógica de geração de espaços por regras de adjacência, é possível vislumbrar sistemas algorítmicos proprietários ou adaptações em outras plataformas, desde que sustentados por três pilares:

### **1. Nuvem de pontos orgânica:**

A precisão do algoritmo de Wave Function Collapse (WFC) depende criticamente de dados espaciais robustos. É possível, dentro do ambiente do Grasshopper, implementar outros plug-ins de simulação de crescimento ou randomização baseada em pesos para gerar uma nuvem de pontos mais orgânica e robusta, seguindo como parâmetros, por exemplo, o afastamento entre a nuvem de residências e a comercial, a conexão da nuvem de circulações verticais e horizontais, a implementação do peso de nuvem de ponto baseado na altura, recuo, clima e condicionantes existentes do terreno, são muitas das possibilidades de incrementação para a parte crítica do algoritmo. Além disso, nuvens de pontos – geradas por escaneamento 3D ou sensoriamento remoto – podem oferecer um mapa realista do contexto, permitindo que o WFC respeite não apenas regras abstratas, mas condições físicas e topográficas.

Por exemplo, em áreas de assentamentos informais, a nuvem de pontos pode capturar irregularidades do terreno e densidade construída, guiando o

algoritmo a propor módulos habitacionais que se adaptem às pré-existências, em vez de impor uma malha rígida, aproximando-se da vertente de ocupação orgânica da forma arquitetônica.

## **2. Taxonomia da simplificação arquitetônica:**

A simplificação arquitetônica, quando aplicada à lógica modular, não implica reducionismo, mas uma estratégia de organização sistêmica. Os módulos, embora aparentemente irrestritos em sua concepção individual, exigem uma hierarquia de relações para que o algoritmo funcione de maneira eficiente. Essa aparente contradição – entre liberdade formal e regras prévias – é justamente o cerne da taxonomia da simplificação: cada módulo deve ser entendido não como uma entidade isolada, mas como parte de um vocabulário compartilhado, capaz de compor infinitas combinações quando submetido a regras claras de adjacência, proporção e função.

Sob a ótica da teoria geral de sistemas, a simplificação modular revela-se um exercício de síntese. Trata-se de identificar padrões recorrentes nas tipologias de ocupação – como unidades habitacionais, espaços comerciais ou áreas de circulação – e decompô-las em elementos mínimos (módulos) que mantenham uma relação intrínseca com o todo. Por exemplo, uma janela modular não é apenas um componente técnico, mas um elemento que carrega em si relações com iluminação, ventilação e privacidade, podendo ser recombina em diferentes contextos sem perder sua essência funcional.

A criação de uma taxonomia de elementos – ou seja, uma classificação sistemática de módulos baseada em critérios como função, escala e conectividade – permite que o algoritmo opere dentro de parâmetros controlados, mesmo gerando resultados imprevisíveis. Imagine um sistema onde:

Módulos-base (ex.: unidades residenciais de 30m<sup>2</sup>) definem funções primárias;  
Módulos-conexão (ex.: corredores, escadas) estabelecem fluxos;  
Módulos-interface (ex.: varandas, fachadas ativas) medeiam a relação entre interior e exterior.

Cada categoria possui regras explícitas: um módulo-base não pode ser adjacente a outro idêntico sem um módulo-conexão intermediário; módulos-interface devem sempre estar associados a aberturas que garantam ventilação cruzada. Essas regras, longe de limitar o design, criam um campo de possibilidades onde a aleatoriedade é guiada por princípios que equilibram eficiência e diversidade.

Aplicada a ferramentas como o Wave Function Collapse ou o Monoceros, essa taxonomia transforma-se em código. O algoritmo, alimentado por uma biblioteca de módulos categorizados, passa a atuar como um tradutor de intenções projetuais, convertendo abstrações (como “iluminação natural máxima” ou “densidade média”) em configurações espaciais viáveis. Em um projeto de habitação social, por exemplo, o sistema poderia gerar variações de layouts que otimizem a insolação conforme a orientação solar, utilizando os mesmos módulos-base, mas recombina-os de maneira única para cada contexto.

A simplificação modular, portanto, não é sinônimo de padronização massiva, mas de economia criativa. Ao reduzir a arquitetura a um conjunto de elementos-chave interconectados, libera-se o potencial para soluções adaptáveis, onde a repetição não gera monotonia, mas consistência. Essa abordagem ressoa com a filosofia open-source, na qual componentes padronizados (como vigas ou painéis) são recombina-dos por diferentes usuários para atender a demandas específicas, mantendo compatibilidade técnica.

O próximo passo é integrar inteligência contextual aos sistemas. Imagine algoritmos que não apenas combinem módulos, mas aprendam com dados urbanos (como densidade populacional, índices de criminalidade ou padrões climáticos) para propor tipologias que respondam a desafios locais. Nesse cenário, a simplificação modular torna-se uma linguagem universal, capaz de dialogar com culturas, materiais e necessidades distintas – um antídoto contra a homogeneização globalizante e um caminho para arquiteturas verdadeiramente glocais (globais + locais).

Assim, a taxonomia da simplificação não encerra a complexidade, mas a reorganiza, transformando-a em um jogo de possibilidades infinitas – onde cada módulo, por mais simples que pareça, carrega em si o DNA de um todo sempre mutante.

### **3. Implementação de análises energéticas e climáticas:**

A incorporação de análises energéticas e climáticas em processos projetuais parametrizados representa um salto qualitativo na busca por arquiteturas eficientes, resilientes e contextualmente responsivas. Ao unir algoritmos de geração espacial a simuladores de desempenho ambiental, é possível transcender a mera otimização formal, inserindo critérios de sustentabilidade no cerne da tomada de decisão. Essa abordagem não apenas reduz impactos ambientais, mas também humaniza a tecnologia, alinhando-a às necessidades concretas de conforto e bem-estar.

Ferramentas como Ladybug e Honeybee (plug-ins para Grasshopper) permitem integrar análises climáticas e energéticas diretamente no fluxo paramétrico. Por exemplo, um algoritmo pode gerar variações de uma fachada modular, enquanto avalia em tempo real: Carga térmica: Impacto da insolação

em diferentes orientações; Iluminação natural: Distribuição de lux no interior dos ambientes; Ventilação cruzada: Eficiência de aberturas para resfriamento passivo.

Esses dados alimentam o sistema, que descarta configurações ineficientes e prioriza soluções que equilibrem forma e desempenho. Um módulo de habitação, inicialmente definido por dimensões e conexões, passa a ser também avaliado por seu balanço energético anual, tornando a sustentabilidade intrínseca ao design.

A parametrização permite adaptar módulos a condições climáticas específicas, transformando restrições em oportunidades criativas: Em climas quentes e úmidos, algoritmos podem gerar fachadas perfuradas que maximizem sombreamento e ventilação, usando padrões derivados de nuvens de pontos de vento predominantes; Em regiões frias, módulos podem ser otimizados para captação solar passiva, com ângulos de inclinação calculados a partir de dados de radiação local. Essa customização climática não se limita à escala do edifício. Em planejamento urbano, algoritmos podem distribuir tipologias modulares conforme mapas de ilhas de calor ou zonas de inundação, garantindo resiliência frente a extremos climáticos.



# REFERÊNCIAS

FERNÁNDEZ-GALIANO, L. (ED.). HEATHERWICK STUDIO 2000-2020. Tradução: Laura Mulas. Madrid, España: Arquitectura Viva SL, 2020.

GALEANO, Eduardo. O direito ao delírio (BBLA, Vol. 6). In: SERGIO COHN (Org.). Rio de Janeiro, BBLA, 2022.

JACOBS, J. Morte e Vida de Grandes Cidades. São Paulo: Martins Fontes, 1961.

TUAN, Y. Topofilia: Um Estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente. São Paulo: Difel, 1980.

LEITE, C. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes. São Paulo: Bookman, 2012.

HAWKINS, A. The hidden side of Moshe Safdie's Habitat 67. Disponível em: <<https://thespaces.com/moshe-safdie-habitat-67/>>. Acesso em: 25 out. 2024.

Habitat '67. Disponível em: <<https://www.safdiearchitects.com/projects/habitat-67>>. Acesso em: 25 out. 2024.

MORAH, N. Humanising mega-scale habitat 67. [s.l: s.n.]. 2019.

SAFDIE, Moshe. Beyond Habitat. The MIT Press, 1970.

LEOZ DE LA FUENTE, Rafael. Concepto urbanístico: el caso de Habitat 67. Revista de Arquitectura, v. 109, p. 21-27, 1968.

FREARSON, A. Brutalist buildings: Habitat 67, Montreal by Moshe Safdie. Disponível em: <<https://www.dezeen.com/2014/09/11/brutalist-buildings-habitat-67-montreal-moshe-safdie/>>. Acesso em: 25 out. 2024.

QIU, Xi. Análise histórica e pedagógica da teoria de Maki. Journal of Urban Studies, v. 45, p. 45-60, 2013.

FENTON, Joseph. Hybrid Buildings. [s.l: s.n.], 1985.

HABRAKEN, John. Design for Support. [s.l: s.n.], 2000.

Kendall, S.H., & Dale, J.R. The Short Works of John Habraken: Ways of Seeing / Ways of Doing (ed 1). Londres: Routledge, 2023.

- LEUPEN, Bernard. *Frame and Generic Space*. [s.l: s.n.], 2006.
- MAKI, Fumihiko. *Investigations in Collective Form*. St. Louis: Washington University, 1964.
- TUAN, Yi-Fu. *Space and Place: The Perspective of Experience*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977.
- KOLAREVIC, Branko (Org.). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. 1. ed. London: Spon Press, 2003.
- EASTMAN, C. et al. *Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores*. [s.l.] Bookman, 2021.
- MEHTA, G.; MACDONALD, D.; PELLI, C. *New Japan Architecture: Recent Works by the World's Leading Architects*. Tuttle Publishing, 2012.
- ZAXAROVCOM. *The Kanagawa Institute of Technology Workshop by Junya Ishigami*. Disponível em: <<https://www.thisispaper.com/mag/kanagawa-institute-technology-workshop-junya-ishigami>>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- CILENTO, K. *Kanagawa Institute of Technology Workshop / Junya Ishigami*. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/66661/66661>>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- TEAM, A. *The Kanagawa Institute of Technology Workshop by Junya Ishigami + Associates | ArchEyes*. Disponível em: <<https://archeyes.com/kanagawa-institute-of-technology-junya-ishigami-associates/>>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- Azabudai-Hills. Disponível em: <<https://www.azabudai-hills.com/about/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2024.
- Toranomon-Azabudai Project Fact Book. Japan: Mori Building Corporation, 2019.
- TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT. *Urban Development in Tokyo*. Tokyo, Japan: Bureau of Urban Development, 2011.

SEKKEI, N. Urban Planning & Design. [s.l.] Nihon Sekkei, 2019.

Azabudai Hills – Mori Building Co., Ltd. Disponível em: <[https://www.mori.co.jp/en/projects/toranomon\\_azabudai/](https://www.mori.co.jp/en/projects/toranomon_azabudai/)>. Acesso em: 06 out. 2024.

KUROKAWA, Kisho. Metabolism in Architecture. Londres: Studio Vista, 1977.

LIN, ZHONGJIE. Nakagin Capsule Tower and the Metabolist Movement Revisited. *Architectural Education*, v. 65, p. 13-32, 2011.

ISHIDA, Aki. Paradox of a Landmark that is not: the life of the Nakagin Capsule Tower. In: International Conference on East Asian Architectural Culture. 2015. p. 105-110.

CARVALHO, M. A. Verticalização e Metropolização: O Caso da Cidade 2000. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos*, v. 12, p. 45-60, 2010.

IBGE. Censo Demográfico 2010 e Estimativas 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>.

IPLANFOR. Perfil Socioeconômico de Fortaleza. Fortaleza: Prefeitura Municipal, 2023.

IPECE. Atlas do Desenvolvimento Humano no Ceará. Fortaleza: Governo do Estado, 2020.

SILVA, J. M. Dinâmicas Demográficas e Segregação em Áreas Nobres de Fortaleza. *Revista de Geografia*, v. 12, 2018.

MARTINS, J. Design modular: estratégia e aplicação. São Paulo: Editora, 2002.

ROSSO, M. Coordenação modular na arquitetura. Rio de Janeiro: Editora, 1976.

ABNT NBR 15873:2010. Coordenação modular para edificações.

