

SUSTENTABILIDADE URBANA NO BAIRRO GOIÂNIA 2

Entre Ruas, Verdes e Futuros?

REGIS DE CASTRO FERREIRA

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2
ORIENTADORA: PROFA M.E. ADRIANA DE OLIVEIRA BERNARDI MORAES**

**GOIÂNIA
2025**

A cidade é tanto um fenômeno material quanto simbólico. É o palco concreto da vida humana, moldada por nossas mãos. É um reflexo das aspirações, conflitos e desejos da alma coletiva. Juntos, esses dois aspectos formam uma visão completa da urbe como um espaço de coexistência, transformação e busca por significado

Regis de Castro Ferreira



AGRADECIMENTOS

Há forças que não nomeio, mas que reconheço no modo como certos caminhos se abrem quando já não pareciam possíveis. A essa presença discreta, que não se explica e ainda assim move, deixo meu primeiro agradecimento - pela intuição que sustenta, pela coragem que devolve e pela quietude que permite seguir.

À minha família - Tânia, Igor, Pedro, irmãos e meus pais - agradeço não apenas pelo apoio, mas pela permanência. Houve dias longos, ausências inevitáveis e horas que pertenciam aos estudos mais do que ao convívio, mas nada disso rompeu o laço que me ampara. Eles foram a constância necessária para que este percurso pudesse se completar.

Aos professores que encontrei na PUC Goiás, meu reconhecimento sincero. Cada disciplina deixou marcas que fizeram diferença. Mas é preciso destacar Adriana Bernardi e Pedro Batista, que, mais do que orientação acadêmica, ofereceram gesto humano, atenção e generosidade em momentos decisivos. O conhecimento que partilharam valeu, mas a mão estendida valeu ainda mais.

Aos colegas de curso, deixo um agradecimento abrangente e verdadeiro. Seria injusto listar nomes e correr o risco de deixar alguém de fora. Prefiro agradecer ao coletivo - às trocas, às conversas rápidas, aos desafios partilhados, aos silêncios cúmplices de quem enfrenta o mesmo cansaço e a mesma vontade de aprender.

À PUC Goiás e à UFG, instituições que moldaram e ampliaram minha trajetória, agradeço pela oportunidade de crescimento intelectual e pela possibilidade de transitar entre campos que, longe de se excluírem, ampliaram meu olhar e fortaleceram meu modo de compreender a cidade, o ambiente e as pessoas.

Este trabalho se ergue sobre muitas presenças, rápidas ou duradouras, explícitas ou silenciosas. À todas elas - às que pude nomear e às que caminharam sem serem vistas - deixo meu reconhecimento. O percurso é meu, mas não teria sido viável sem o rastro luminoso que cada um, à sua maneira, deixou ao longo do caminho.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso desenvolve uma proposta urbano-arquitetônica e paisagística para um recorte de aproximadamente 13 hectares no Bairro Goiânia 2, em Goiânia (GO), concebido como um protótipo de bairro ecológico fundamentado nos princípios do Urbanismo Ecológico. A escolha da área de intervenção considera não apenas suas condições físicas favoráveis - topografia plana, proximidade a parque urbano, malha viária estruturada e potencial de requalificação - como também sua capacidade de se configurar como laboratório de soluções replicáveis, articulando mobilidade ativa, infraestrutura verde-azul, biodiversidade e habitabilidade. A investigação parte de uma pergunta central: é possível construir, em contexto urbano consolidado, um modelo de unidade ecológica urbana que seja tecnicamente robusta, socialmente inclusiva e ambientalmente eficiente? A fundamentação teórica discute inicialmente o quadro contemporâneo de insustentabilidade urbana, marcado pela expansão dispersa, pelo predomínio do automóvel, pela degradação ambiental e pela fragmentação socioespacial. Autores como Jacobs, Gehl e Acseelrad contribuem para compreender como a forma urbana e os modelos de planejamento moldaram cidades pouco eficientes, impermeáveis e desiguais. Nesse contexto, a sustentabilidade urbana é entendida como resultado da integração entre dimensão ambiental, justiça social e eficiência econômica, superando abordagens setoriais e incorporando a cidade como ecossistema em funcionamento contínuo. A revisão crítica do Novo Urbanismo reconhece avanços na caminhabilidade, no uso misto e na valorização do espaço público, mas aponta limitações quanto à inclusão social, ao metabolismo urbano e à capacidade de adaptação ao contexto brasileiro. Em contraposição, o Urbanismo Ecológico, sistematizado por Salvador Rueda, surge como abordagem capaz de integrar forma urbana, fluxos ambientais e

diversidade social mediante quatro pilares estruturantes: Compacidade, Complexidade, Eficiência e Estabilidade. A partir da função-guia $E/(n \cdot H)$, evidencia-se que cidades sustentáveis são aquelas que reduzem consumo energético (E) enquanto ampliam diversidade (n), densidade informacional (H) e autocontenção. Esses princípios orientam as diretrizes projetuais do bairro, estruturadas a partir dos eixos Ruas, Verdes e Futuros, que organizam as estratégias de forma urbana, infraestrutura ecológica e dinâmica social. A metodologia adotada envolve diagnóstico urbanístico, análise ambiental, leitura morfológica e formulação de diretrizes integradas, culminando em soluções inovadoras que combinam wetlands híbridas, ruas multiuso, fachadas vegetadas com espécies do Cerrado, sistemas descentralizados de captação e reuso de água, produção energética local via BIPV (Building Integrated Photovoltaic), mobilidade ativa e arquitetura bioclimática. A proposta demonstra como a integração entre infraestrutura natural e forma construída pode promover coesão social, eficiência metabólica e qualificação ambiental. Embora a efetividade plena de propostas dessa natureza dependa dos modos de apropriação, da gestão comunitária e da continuidade das políticas urbanas, o conjunto de diretrizes e soluções evidencia que a interrogação inicial do processo projetual se transforma em caminho concreto de futuro. Assim, “Entre Ruas, Verdes e Futuros?” deixa de ser apenas proposição conceitual e se afirma como horizonte possível: um modelo urbano capaz de responder às urgências ambientais e sociais contemporâneas, sustentado por desempenho, equidade e integração ecossistêmica.

Palavras-chave: urbanismo ecossistêmico; infraestrutura verde-azul, metabolismo urbano.

ABSTRACT

This Undergraduate Thesis develops an urban-architectural and landscape proposal for an area of approximately 13 hectares in the Goiânia 2 neighborhood, in Goiânia (GO), Brazil, conceived as a prototype of an ecological neighborhood based on the principles of Ecosystemic Urbanism. The choice of the intervention area considers not only its favorable physical conditions – flat topography, proximity to an urban park, structured road network, and potential for requalification – but also its capacity to serve as a laboratory for replicable solutions, articulating active mobility, green-blue infrastructure, biodiversity, and habitability. The investigation starts from a central question: is it possible to develop, in a consolidated urban context, a model of an urban ecological unit that is technically robust, socially inclusive, and environmentally efficient? The theoretical framework initially discusses the contemporary problem of urban unsustainability, marked by dispersed expansion, the predominance of the automobile, environmental degradation, and socio-spatial fragmentation. Authors such as Jacobs, Gehl, and Acselrad contribute to understanding how urban form and planning models have shaped inefficient, impermeable, and unequal cities. In this context, urban sustainability is understood as the result of the integration between environmental dimensions, social justice, and economic efficiency, overcoming sectoral approaches and incorporating the city as a continuously functioning ecosystem. A critical review of New Urbanism acknowledges advances in mobility, mixed-use development, and the enhancement of public space, but points to limitations regarding social inclusion, urban metabolism, and the capacity for adaptation to the Brazilian context. In contrast, Ecosystemic Urbanism, systematized by

Salvador Rueda, emerges as an approach capable of integrating urban form, environmental flows, and social diversity through four structuring pillars: Compactness, Complexity, Efficiency, and Stability. Based on the guiding function of sustainability $E/(n \cdot H)$, it becomes evident that sustainable cities are those that reduce energy consumption (E) while increasing diversity (n), informational density (H), and self-containment. These principles guide the project's design guidelines, structured around the axes of Streets, Green Spaces, and Futures, which organize strategies for urban form, ecological infrastructure, and social dynamics. The methodology adopted involves urban planning diagnosis, environmental analysis, morphological reading, and the formulation of integrated guidelines, culminating in innovative solutions that combine hybrid wetlands, multi-use streets, vegetated facades with Cerrado species, decentralized water harvesting and reuse systems, local energy production via BIPV (Building Integrated Photovoltaics), active mobility, and bioclimatic architecture. The proposal demonstrates how the integration between natural infrastructure and built form can promote social cohesion, metabolic efficiency, and environmental improvement. Although the full effectiveness of proposals of this nature depends on the modes of appropriation, community management, and the continuity of urban policies, the set of guidelines and solutions shows that the initial question of the design process transforms into a concrete path to the future. Thus, “Between Streets, Green Spaces, and Futures?” It ceases to be merely a conceptual proposition and establishes itself as a possible horizon: an urban model capable of responding to contemporary environmental and social urgencies, supported by performance, equity, and ecosystemic integration.

Keywords: ecosystemic urbanism; green-blue infrastructure; urban metabolism.

SUMÁRIO

01 INTRODUÇÃO

1. - PRIMEIRAS PALAVRAS
2. - PROBLEMÁTICA
3. - OBJETIVOS

Pags.
9
10
12

02 SUSTENTABILIDADE URBANA

1. - SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO URBANO
2. - NOVO URBANISMO
3. - CIDADE DISPERSA *VERSUS* COMPACTA

13
13
15

03 URBANISMO ECOSSISTÊMICO

1. - CONCEITOS E PREMISSAS
2. - CONTEXTO
3. - EFICIÊNCIA DE SISTEMAS URBANOS
4. - HABITABILIDADE URBANA
5. - MODELO DE CIDADE MAIS SUSTENTÁVEL
6. - URBANISMO EM TRÊS NÍVEIS
7. - SÍNTESE INTEGRADA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

23
24
25
26
28
34
36
42

04 METODOLOGIA

1. - ETAPAS METODOLÓGICAS
2. - TABELA METODOLÓGICA

44
45
46

05 O LUGAR

1. - HISTÓRICO
2. - ANÁLISE URBANÍSTICA
3. - DIAGNÓSTICO DA ÁREA E AÇÕES DE INTERVENÇÃO

47
48
54
80

ESTUDOS DE CASO

06

1. - DISTRITO DE VAUBAN
2. - AS "SUPERMANZANAS" DE BARCELONA
3. - LINKED HYBRID TOWERS

83
87
89

DIRETRIZES PROJETUAIS

07

1. - DIRETRIZES PROJETUAIS
2. - TABELA SÍNTESE DAS DIRETRIZES PROJETUAIS

94
95
99

08

A PROPOSTA

1. - DENSIDADE
2. - IMPLANTAÇÃO
3. - FLUXOS
4. - LÓGICA DE OCUPAÇÃO DAS FITAS
5. - ARQUITETURA DAS CONEXÕES
6. - METABOLISMO URBANO
7. - INFRAESTRUTURA VERDE-AZUL
8. - MASTERPLAN
9. - APLICAÇÃO DA FUNÇÃO-GUIA DA SUSTENTABILIDADE

100
101
102
106
117
127
132
149
151

09

NOVAS PALAVRAS

157

10

REFERÊNCIAS

156

11

APÊNDICES

164

01.

INTRODUÇÃO

1.1. PRIMEIRAS PALAVRAS

O presente Trabalho de Conclusão de Curso desenvolve um projeto urbano-arquitetônico-paisagístico localizado no Bairro Goiânia 2, em Goiânia (GO), em área aproximada de 13 hectares.

Embora o título mencione o bairro, não se trata de uma intervenção abrangente sobre o Goiânia 2 em sua totalidade, mas sim da proposição de um recorte urbano específico que funciona como protótipo de um bairro ecológico, coerente com os princípios do Urbanismo Ecológico.

A escolha de situar o projeto no Goiânia 2 deriva não apenas de condicionantes físicos - como a topografia predominantemente plana, proximidade a um parque urbano, existência de áreas com potencial de reestruturação, sistema viário qualificado, dentre outros - mas também da possibilidade de articular, neste local, um conjunto de soluções integradas em mobilidade, metabolismo urbano, biodiversidade e habitabilidade.

Ainda que os conceitos adotados operem em escala de bairro, o foco projetual recai sobre esse fragmento urbano - entendido aqui como um “laboratório” de experimentação de soluções ecológicas e replicáveis. Assim, o projeto assume papel demonstrativo: materializa, em escala exequível, diretrizes de maior abrangência territorial, preservando coerência metodológica sem reivindicar transformação imediata do conjunto do Bairro Goiânia 2.

O caráter inovador da proposta reside justamente na articulação entre arquitetura, urbanismo e ecologia, compreendendo o espaço construído como parte de um ecossistema mais amplo: interdependente, dinâmico e composto por fluxos de água, energia, biodiversidade e relações sociais. Tal abordagem amplia o papel do projeto urbano, deslocando-o do campo exclusivamente formal para uma atuação que busca responder às demandas ambientais, climáticas e sociais contemporâneas. Nesse sentido, o

título “Sustentabilidade Urbana no Bairro Goiânia 2: Entre Ruas, Verdes e Futuros?” foi escolhido como síntese conceitual da proposta. A interrogação imprime ao trabalho um caráter prospectivo e investigativo.

Longe de indicar incerteza ou fragilidade teórica, o ponto de interrogação reforça a compreensão de que a sustentabilidade urbana aqui compreendida sob a perspectiva do urbanismo ecológico, não se configura como um estado fixo, mas como um processo aberto, resultante da interação contínua entre a morfologia projetada e os modos de apropriação e uso por parte dos seus usuários ao longo do tempo.

O projeto assume, portanto, o papel de provocação urbanística: oferece condições estruturais e ambientais para que a sustentabilidade aconteça, porém sua concretização efetiva dependerá da gestão, do cuidado coletivo e da construção cotidiana da vida urbana.

A estrutura do título evidencia ainda três eixos orientadores da proposta:

- (i) Ruas, enquanto dispositivos de mobilidade ativa, encontro social e coesão comunitária;
- (ii) Verdes, como componentes da infraestrutura verde-azul, fundamentais para o metabolismo urbano e para o conforto ambiental; e
- (iii) Futuros, sinalizando a abertura a cenários possíveis decorrentes da apropriação, manutenção e transformação do espaço construído.

Dessa maneira, a Introdução situa o projeto como uma aposta crítica: uma pergunta propositiva sobre como a sustentabilidade urbana pode emergir no Bairro Goiânia 2, Entre Ruas, Verdes e Futuros?

1.2. A PROBLEMÁTICA

Nas últimas décadas, o crescimento urbano brasileiro se deu de forma acelerada e frequentemente desvinculado de planejamento integrado (Fig.1). Esse modelo gerou cidades espraiadas, impermeáveis e hostis ao pedestre. Como alerta Jan Gehl (2013), “as cidades foram moldadas para os carros e não para as pessoas”, o que compromete a convivência, a saúde e o espaço público. Resultado disso são territórios ambientalmente frágeis, com enchentes recorrentes, degradação dos ecossistemas urbanos e perda da biodiversidade.

A urbanização desordenada também revelou profundas desigualdades. Para Jane Jacobs (1961), “a vitalidade das cidades depende da diversidade de usos e da vida nas ruas”. Entretanto, nossos tecidos urbanos seguem caracterizados pela fragmentação socioespacial, pela precarização de serviços e pela ausência de infraestrutura qualificada em bairros periféricos - condições que geram injustiças ambientais e sociais diariamente vivenciadas pela população.

No plano ambiental, modelos urbanos que ignoram o metabolismo natural intensificam a poluição do ar, o descarte inadequado de resíduos, as ilhas de calor e a perda da qualidade hídrica. Para Acsehrad (2009), “a crise ambiental urbana é expressão das desigualdades na apropriação dos recursos e das oportunidades”, reforçando que os impactos ambientais são também produto de escolhas políticas e estruturais.

No plano econômico, os impactos igualmente crescem: maior consumo energético, desperdício de água e recursos, custos elevados com manutenção urbana, alagamentos recorrentes, doenças relacionadas à poluição e perda de produtividade. A cidade mal planejada se torna onerosa para o poder público e para o cidadão, perpetuando o ciclo de ineficiência e vulnerabilidade.



Fig. 1. Efeitos do crescimento desordenada em Goiânia, GO. Em sentido horário: (i) Chuvas intensas causam estragos na Marginal Botafogo; (ii) Ausência de saneamento básico - antigo leito ferroviário, Vila Viana; (iii) Flagrante de descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos; e (iv) Poluição atmosférica durante os meses de estiagem.

Somado a isso, o cenário global alerta para a urgência da transformação: mais de 55% da população mundial vive hoje em cidades e esse número chegará a 70% até 2050, segundo a ONU. A forma como planejamos as cidades determinará o futuro de nossa saúde planetária e coletiva.



Fig. 2. “a vitalidade das cidades depende da diversidade de usos e da vida nas ruas” (JACOBS, 1961)

É nesse contexto de urgência que se evidencia a necessidade de um novo paradigma urbano: um modelo capaz de alinhar equidade social, vitalidade ambiental e eficiência econômica (Fig. 2). Um modelo que compreenda a cidade como ecossistema, e não apenas como infraestrutura construída. Essa mudança conceitual reintroduz a natureza como elemento estruturador, fortalece a mobilidade ativa, estimula a convivência e reconhece a escala do bairro como célula fundamental do metabolismo urbano (Fig. 3).

A perspectiva de Salvador Rueda (2020) amplia o debate ao compreender a cidade como um ecossistema: “o bairro é a unidade metabólica da cidade” (Fig. 4). Assim, a sustentabilidade não se limita à implantação de tecnologias, mas à reorganização profunda das relações entre pessoas, fluxos, serviços e natureza no espaço urbano.

Diante deste quadro, torna-se indispensável um urbanismo que promova equidade, resiliência e habitabilidade. A transição para Bairros Ecológicos - capazes de integrar natureza, mobilidade ativa, infraestrutura azul-verde e gestão eficiente de recursos- surge como estratégia concreta para reposicionar o urbano dentro dos limites do planeta e das necessidades humanas.

Assim, ainda como estudante e futuro profissional, esta proposta representa um posicionamento crítico frente aos desafios urbanísticos atuais, colaborando para o debate sobre a construção de cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis.



Fig. 3. Wetland urbana integrada à habitação no bairro Hammarby Sjöstad, Estocolmo, Suécia. Fonte: Sease (2015)



Fig 4. As Supermanzanas de Barcelona: espaço público destinado à mobilidade ativa e à convivência social. Fonte: Rueda (2020)

Diante deste panorama, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como finalidade maior propor um projeto urbano-arquitetônico-paisagístico de um “bairro-piloto” localizado no Bairro Goiânia 2, em Goiânia (GO), por meio de uma abordagem ecossistêmica do urbanismo.

A proposta se estabelece como demonstração prática de urbanismo ecossistêmico, em que a relação entre forma construída, vida social e metabolismo urbano fortalece a qualidade ambiental e humana da região. Ou seja, a proposta se configura com um protótipo de transição ecológica para futuros urbanos desejáveis.

Objetivo Geral

- Desenvolver um projeto urbano-arquitetônico-paisagístico para um recorte urbano no Bairro Goiânia 2 que adote o urbanismo ecossistêmico como diretriz estruturante, equilibrando infraestrutura verde-azul, mobilidade ativa, diversidade morfológica, inclusão social e eficiência metabólica.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar o contexto urbano, ambiental e social do Bairro Goiânia 2, identificando oportunidades e fragilidades para implantação de um bairro ecológico.
- Definir diretrizes urbanísticas alinhadas ao urbanismo ecossistêmico, considerando densidade equilibrada, uso misto, caminhabilidade e redução do protagonismo do automóvel.
- Incorporar infraestrutura verde-azul como estrutura do desenho urbano, promovendo manejo sustentável da água, arborização funcional e restauração ecológica.

1.3. OBJETIVOS

- Integrar sistemas tecnológicos sustentáveis para energia, água e resíduos, reduzindo o valor de E/nh (energia por habitante) conforme premissas do urbanismo ecossistêmico.
- Aplicar estratégias de arquitetura bioclimática e materialidade sustentável às tipologias propostas (fitas, torres, casas geminadas e edifício-garagem).
- Promover espaços públicos de convivência que estimulem coesão comunitária, segurança urbana e diversidade de usos ao longo do dia.
- Organizar o projeto urbano em torno dos eixos “Ruas, Verdes e Futuros”, dentro de uma abordagem voltada ao planejamento de cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis.

02.

SUSTENTABILIDADE
URBANA

2.1 SUSTENTABILIDADE NO ESPAÇO URBANO

Ao longo dos tempos, os centros urbanos se consolidaram como o lócus em que a vida em comunidade é exercida em sua plenitude. Contudo, o desinvestimento nas zonas centrais, a proliferação desenfreada de expansões urbanas sem sentido, a segregação por classes sociais e a degradação ambiental são alguns dos desafios para o seu futuro

Segundo Silva e Romero (2011), a expansão das cidades ainda segue princípios do urbanismo modernista, caracterizando-se por um modelo de ocupação dispersa. Essa abordagem, baseada em zoneamentos rígidos, resulta em baixa densidade populacional e em espraiamento excessivo da malha urbana. O recorte deste tecido urbano causado pela grande estrutura viária aumenta a distância entre os eixos de grande circulação (priorizados para veículos rápidos) e os polos de uso misto-residências, comércios, serviços e indústrias. Os pedestres são obrigados a percorrer trajetos extensos a pé e, quando dependem do transporte público, enfrentam deslocamentos de centenas de metros - ou até quilômetros - entre os pontos de ônibus e seus destinos. Outro agravante é o impacto do tráfego intenso, que gera desconforto e riscos para quem caminha, comprometendo a mobilidade ativa e a qualidade de vida.

Assim sendo, nas últimas décadas, o planejamento urbano brasileiro tem buscado desenvolver mecanismos para democratizar as intervenções no espaço construído, tradicionalmente marcadas por um viés segregador e elitizado. Tais práticas, muitas vezes intencionalmente excludentes, precisam ser ressignificadas para integrar efetivamente as comunidades no processo de transformação das cidades. Sob a ótica técnico-científico, projetos urbanos devem articular saberes culturais, históricos e sociais com as dimensões socioeconômicas e ambientais da sustentabilidade. O objetivo central



“[...] cidade sustentável é o assentamento humano constituído por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial” (Romero, 2007)

é promover a equidade, garantindo que as soluções urbanas incluam todos os cidadãos, em vez de reforçar antagonismos entre população e território.

Por sua vez, a produção habitacional em áreas periféricas aos centros urbanos gera impactos negativos significativos para as cidades. Essa expansão desordenada eleva os custos tributários, exige maiores investimentos em infraestrutura e amplia os gastos com sua manutenção. Além disso, agrava os desafios da mobilidade, uma vez que amplia a distância entre moradia, locais de trabalho, serviços e áreas de lazer – reforçando a dependência do transporte automotor (seja público ou privado, individual ou coletivo), com custos crescentes para a sociedade.

Outro efeito nefasto é o aprofundamento da segregação socioespacial, que condiciona o direito à cidade à renda familiar, criando enclaves de privilégio, zonas de exclusão e formação de verdadeiros guetos. Somam-se a esses problemas os danos ambientais: a ocupação de áreas naturais, a geração excessiva de resíduos, a degradação causada pela expansão viária e o aumento das emissões de poluentes derivados da queima de combustíveis fósseis.

2.2 NOVO URBANISMO

Como resposta a esses desafios surge na década de 1980 nos EUA o Novo Urbanismo. Este movimento de desenho urbano que surge como reação à expansão dispersa e automotiva do pós-guerra. Ele propõe o resgate do “bairro tradicional”: quadras compactas e caminháveis, mistura de usos, variedade tipológica de moradias, ruas em escala humana e espaços públicos bem definidos por fachadas ativas.

A Carta do New Urbanism, elaborada pelo Congress for the New Urbanism (CNU), aponta como objetivos centrais restaurar centros urbanos, reconfigurar subúrbios, conter a perda de solo rural e reduzir a dependência do automóvel por meio de bairros densos, mistos e orientados ao pedestre e ao transporte coletivo (CNU, 1996; 2001).

Estudos recentes reforçam que a caminhabilidade, a integração entre uso do solo e transporte e a diversidade de usos são princípios estruturantes do movimento e aparecem, por exemplo, em projetos de regeneração urbana analisados por Cysek-Pawlak e Pabich (2021).

Entre os acertos, o Novo Urbanismo devolve centralidade ao pedestre, à escala do bairro e ao espaço público, oferecendo um contraponto importante ao zoneamento funcionalista e à dispersão urbana. Ele contribui para reduzir distâncias de deslocamento, incentivar modos ativos de transporte, aproximar moradia e serviços e revalorizar a rua como lugar de convivência, o que o torna uma referência recorrente em debates sobre qualidade de vida urbana (GARDE, 2020; CYSEK-PAWLAK; PABICH, 2021).

O movimento possui como uma de suas metodologias de planejamento os Transectos Urbano-Rural (Fig. 5), um sistema regulatório que organiza o território em um gradiente contínuo entre o ambiente natural e o altamente urbanizado, estruturando-se em zonas que vão do T1 (zona natural) ao T6 (centro urbano denso).

Essa abordagem, sistematizada pelo CNU, busca harmonizar forma urbana, densidade, usos e tipologias edilícias de acordo com o caráter do lugar, garantindo transições graduais e coerentes entre diferentes contextos urbanísticos. Ao invés do zoneamento funcionalista tradicional - que separa rigidamente usos residenciais, comerciais e industriais - os transectos propõem mistura de usos, caminhabilidade e interação social, atribuindo a cada zona parâmetros específicos de mobilidade, perfis de rua, gabaritos, vegetação, permeabilidade e fachadas. Trata-se, portanto, de um sistema morfológico e regulatório que visa aproximar o planejamento urbano da experiência cotidiana, reforçando a ideia de bairros completos e sustentáveis em escala humana.

Em muitos contextos, seus princípios foram incorporados a políticas de reurbanização de áreas centrais e terrenos abandonados (brownfields), bem como a instrumentos de desenho de bairros compactos que, em tese, usam menos solo, infraestrutura e energia por habitante quando comparados ao subúrbio convencional.

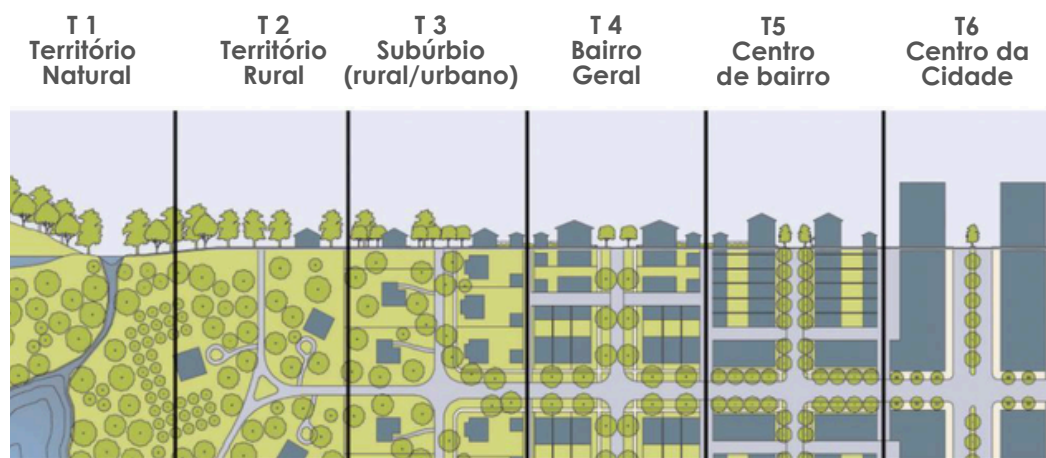


Fig. 5. Diagrama do planejamento em faixas do Novo Urbanismo, mostrando seis zonas da zona natural em direção à zona mais urbanizada. Fonte: Adaptado de Nghiningwa (2019)

Embora o Novo Urbanismo avance em direção a uma cidade mais caminhável e socialmente ativa, parte relevante da literatura aponta que seu foco permaneceu predominantemente formal e normativo, negligenciando transformações mais profundas em governança, justiça espacial e metabolismo urbano. Críticas apontam que, na prática, muitos empreendimentos são implantados em glebas periféricas, como “subúrbios melhor desenhados”, reforçando a lógica de expansão metropolitana e a dependência regional do automóvel (HARVEY, 1997; GARDE, 2020).

Outros autores observam que vários desses bairros são produzidos como enclaves de classe média e alta, com forte apelo estético “nostálgico”, mas pouca efetividade em termos de inclusão social e acessibilidade habitacional, gerando comunidades relativamente homogêneas e contribuindo para desigualdades regionais (TALEN, 2000; BEAUREGARD, 2002).

Igualmente, muitos autores consideram o movimento conservador, porque reforma aparência urbana sem transformar estruturas sociais e econômicas, criando cenários bonitos, mas nem sempre democráticos (HARVEY, 1997; MARCUSE, 2000). Grant (2006) estuda casos em que o design é usado como padrão normativo rígido que pode excluir grupos sociais. Por sua vez, Emily Talen (2000; 2010) critica a falta de mecanismos reais de inclusão social.

Dentro do contexto nacional, o Novo Urbanismo influenciou o planejamento urbano no Brasil, especialmente a partir dos anos 2000, com ênfase em compactação urbana, uso misto, prioridade ao pedestre e transporte coletivo, e recuperação de espaços públicos. As experiências brasileiras ora trazem ações exitosas ora são alvo de polêmicas. Abaixo, destaco as principais influências nas cidades brasileiras:

1. Requalificação de Áreas Centrais e Portuárias

- Porto Maravilha (Rio de Janeiro): Recuperação da zona portuária com espaços públicos, ciclovias e usos mistos (residencial, comercial e cultural) (Fig. 6).
- Revitalização do Centro de São Paulo: Projetos como Nova Luz e Centro Aberto buscaram densificar e diversificar usos, inspirados na ideia de caminhabilidade (Fig. 7).

2. Condomínios Fechados e Loteamentos "Sustentáveis"

- Modelos: alguns empreendimentos incorporaram conceitos do Novo Urbanismo (como quadras caminháveis e áreas verdes), mas muitas vezes de forma elitizada (ex.: Alphaville e Jardins, em Goiânia).
- Crítica: no Brasil, quando apropriado pela iniciativa privada os empreendimentos são frequentemente adaptados como enclaves segregados, contrariando a premissa original de cidades inclusivas.

3. Mobilidade Urbana e Transporte Ativo

- Ciclovias e Calçadas: Expansão em cidades como Curitiba, Bogotá e Rio de Janeiro, alinhadas ao ideário de “ruas completas”.
- BRT (Bus Rapid Transit): apesar de anterior ao Novo Urbanismo, sistemas como o de Curitiba e mais recentemente em Goiânia com a nova rota Norte-Sul, buscam dialogar com a integração transporte-uso do solo.



Fig. 6, Praça Mauá - Porto Maravilha, Rio de Janeiro, RJ



Fig. 7. Largo São Francisco, São Paulo, SP - Prolongar o período de uso, reconquistar espaços públicos. Espaço para encontro, lazer e descanso

4. Legislação e Instrumentos Urbanísticos

- Estatuto da Cidade (2001)
 - Incorporou princípios como função social da propriedade e participação popular, alinhados parcialmente ao Novo Urbanismo (embora com foco em equidade).
 - Operações Urbanas Consorciadas (ex.: Água Branca/SP): Tentativas de densificação com infraestrutura, embora muitas vezes criticadas por gentrificação.

5. Críticas e Limitações no Contexto Brasileiro

- Segregação Socioespacial: frequentemente serve às classes altas, sem resolver desigualdades
- Falta de Escala: projetos pontuais (como "ilhas de sustentabilidade") não transformam a cidade como um todo.
- Dificuldade de Implementação: barreiras como especulação imobiliária e infraestrutura precária limitam a aplicação dos ideais.

Embora o Novo Urbanismo tenha inspirado iniciativas no Brasil – sobretudo em requalificações urbanas seletivas e em empreendimentos imobiliários com design mais caminhável –, sua aplicação ocorre em um contexto socioespacial profundamente desigual, no qual a cidade é frequentemente produzida sob a lógica do mercado imobiliário e marcada por informalidade, déficit habitacional e assimetria de acesso a oportunidades urbanas.

Como observa Maricato (2011), as políticas públicas brasileiras muitas vezes se mantêm “alheias à realidade que elas próprias ajudam a produzir”, o que dificulta a materialização de princípios como compacidade, diversidade tipológica e inclusão social, centrais ao discurso do movimento.

Nesse cenário, a construção de comunidades sustentáveis não pode se limitar à melhoria da forma urbana, devendo garantir que todos tenham condições reais de usufruir da cidade - afinal, como enfatiza Lefebvre (2001), o direito à cidade implica a possibilidade coletiva de transformar os espaços urbanos conforme as necessidades e aspirações sociais. Ainda que propostas inspiradas no Novo Urbanismo busquem qualificar a experiência do pedestre e revitalizar a vida pública, sem políticas integradas que ampliem o acesso à moradia e à infraestrutura, corre-se o risco de promover uma sustentabilidade superficial — uma espécie de greenwashing urbano - que beneficia apenas segmentos privilegiados.

Além disso, é essencial que soluções urbanas sejam replicáveis e escaláveis, aplicáveis não apenas em novos bairros planejados, mas também em assentamentos populares e áreas consolidadas, reduzindo desigualdades estruturais. Como destaca Milton Santos (2009), a urbanização só tem sentido quando atende ao conjunto dos cidadãos, e não a uma minoria. Assim, o urbanismo ecossistêmico oferece uma resposta mais adequada aos desafios brasileiros, ao integrar morfologia urbana, metabolismo ambiental e inclusão social em uma mesma estrutura de projeto, alinhando transformações espaciais ao compromisso com justiça socioambiental e com o direito à cidade para todos.

2.3 CIDADE DISPERSA VERSUS COMPACTA



A dimensão social e comunitária constitui o cerne da sustentabilidade urbana, uma vez que as principais mazelas das cidades emergem das dinâmicas das relações humanas. O modelo de crescimento urbano contemporâneo ignora frontalmente os limites ecológicos do planeta, gerando uma contradição insustentável com o paradigma econômico dominante que preconiza a expansão infinita do capital.

Como alerta Leite (2018) em seus estudos sobre cidades insustentáveis, o modelo de urbanização dispersa impõe severos impactos ambientais mediante a expansão desordenada sobre ecossistemas naturais. Conforme o autor, esse processo provoca: (1) a supressão de coberturas vegetais, (2) a sobre-exploração de recursos naturais - caracterizando um verdadeiro “urbanismo predatório” -, (3) a elevação exponencial do consumo energético e (4) a geração descontrolada de resíduos.

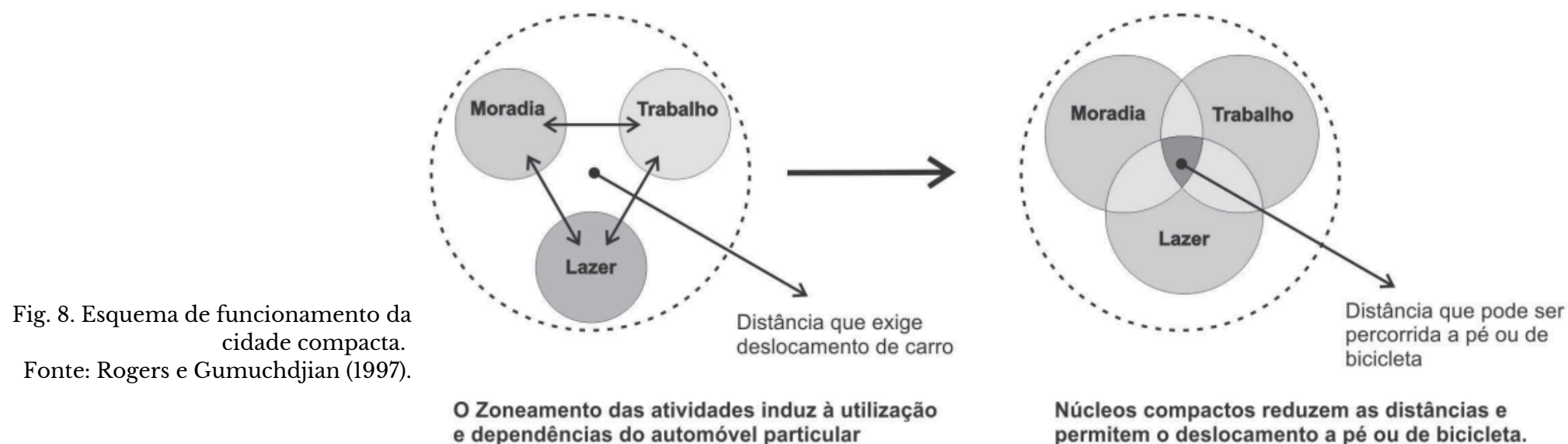
Ademais, essa configuração urbana demanda complexos sistemas de transporte que, segundo Leite (2018), perpetuam a “mobilidade do carbono” - uma dependência estrutural de combustíveis fósseis que resulta na emissão massiva de poluentes. Complementando essa análise, a impermeabilização generalizada dos solos cria o que o autor denomina “cidades impermeáveis”, desequilibrando o ciclo hidrológico e agravando eventos extremos.

Quanto mais a cidade se espalha, mais cara se torna a provisão de infraestrutura - redes de água e esgoto, transporte público, energia, saúde e educação percorrem trajetos maiores para atender menos pessoas -, gerando altos custos públicos e privados com baixo retorno socioambiental. Trata-se, em essência, de um modelo urbanístico que amplia desigualdades: quem pode pagar escolhe localizações privilegiadas, enquanto as maiorias se deslocam por longas distâncias, absorvendo “no corpo e no bolso” os custos da insustentabilidade.

Em contraposição, cidades compactas e policêntricas, com uso misto do solo e mobilidade ativa, favorecem eficiência de serviços, redução das emissões e economia de escala ao aproximarem as pessoas das atividades cotidianas e reduzirem a necessidade de deslocamentos longos. A vida urbana torna-se mais saudável e produtiva quando o acesso é facilitado - deslocar-se menos é viver mais.

Assim, a busca por modelos urbanos sustentáveis não deve se limitar ao desempenho ambiental, mas também garantir justiça espacial, economia urbana eficiente e bem-estar social, alinhando planejamento e qualidade de vida na escala do cotidiano (Fig 8).

Nesse contexto, Rogers e Gumuchdjian (2001) defendem a “cidade compacta”, onde a redução das distâncias intraurbanas estimularia a mobilidade ativa (caminhadas e ciclismo) (Fig. 8). Henri Acselrad (2009) amplia essa perspectiva, propondo não apenas a densificação, mas uma “reestruturação policêntrica” que redistribua equipamentos e serviços das áreas centrais para as periféricas - estratégia que, segundo o autor, reduziria a segregação espacial ao “costurar o tecido urbano fragmentado”. Sua abordagem enfatiza a integração socioespacial através da: (1) universalização do acesso a infraestrutura, (2) conexão entre centralidades e (3) equilíbrio entre interesses públicos e privados. Contudo, Acselrad ressalva que tais transformações exigiriam simultaneamente “mecanismos de gestão demográfica” aspecto frequentemente negligenciado nos planejamentos urbanos.



O planejamento urbano contemporâneo exige uma abordagem sistêmica e integrada, substituindo o modelo linear extrativista - incompatível com a finitude dos recursos naturais - por sistemas circulares e interconectados que garantam a perpetuidade da vida em seus múltiplos aspectos. Neste contexto, revela-se limitada e anacrônica qualquer tentativa de estabelecer modelos urbanos padronizados, especialmente quando confrontada com a complexidade e diversidade inerentes às dinâmicas das cidades modernas.

Por sua vez, para analisar a complexidade urbana, é essencial adotar metodologias que avaliem a qualidade morfológica das cidades, promovendo melhorias por meio de projetos social, econômica e ambientalmente equitativos. Essa análise deve considerar indicadores que integrem as diferentes escalas de atuação (local, regional e nacional) e os múltiplos agentes envolvidos na construção da sustentabilidade urbana (Fig 9) (Silva e Romero, 2011).

Em seu trabalho, Silva e Romero (2011) reúnem em um diagrama (Fig. 10) quatro temas principais recorrentes em teorias que se aplicam no processo de percepção dos sistemas urbanos sustentáveis, como se segue: A) As Conexões Urbanas: Mobilidade, Acessibilidade, Sistema Viário, Segregação Espacial; B) Identidade e Percepção Ambiental: Social, Econômico e Cultural, Perceptiva e Visual; C) Morfologia: Aspectos Morfológicos, Ambiente Edificado; D) Meio Ambiente: Vegetação e Microclima, Recursos Hídricos, Poluição e Energia. Os autores mostram que através desses elementos devidamente parametrizados, quantificados e qualificados conforme as respectivas unidades de medida e leitura das características, é possível aplicar uma leitura de indicadores urbanísticos que traduzam a qualidade espacial de uma cidade (bairros e conjuntos urbanos), podendo-se ainda estabelecer critérios de ordenação e planejamento urbano.



Fig. 9. Organograma representativo dos Sistemas Urbanos a partir das escalas de análise, os contextos e subcontextos interligados na promoção da sustentabilidade urbana. Fonte: Adaptado de Silva e Romero (2011).



Fig. 10. Avaliação das características dos Sistemas Urbanos Sustentáveis, suas conexões urbanas regionais e nós de sistemas integrados conforme os temas, subtemas e principais parâmetros elencados. Fonte: Silva e Romero (2011).

Baseado no exposto, tem-se como premissa que a cidade sustentável é democrática e participativa, volta-se ao regional, compreende a morfologia a partir da lógica evolutiva e estruturada para o crescimento orgânico e em conformidade com o sistema-entorno equilibrado. Assim sendo, o trabalho a ser desenvolvido buscará obedecer à percepção das escalas, sustentando as funções vitais, face à necessária adequação aos futuros habitantes, seus usos e equipamentos.

Entende-se que a compacidade urbana deve ser adotada como configuração espacial, encurtando distâncias para o pedestre, aumentando a coesão social, minimizando a dependência de automóveis individuais (com ênfase ao transporte coletivo). Contudo, o nível adequado de compacidade deve respeitar as condicionantes locais — clima, topografia, patrimônio cultural, características ambientais — e ser definido a partir de pesquisas urbanísticas específicas.

Nesse contexto, a Fig. 11 auxilia a compreender as diferentes respostas morfológicas possíveis diante dessas condicionantes. A fragmentação evidencia uma urbanização descontínua, onde os tecidos se rompem em partes isoladas e de baixa articulação funcional, gerando maiores deslocamentos, fragilidade de redes e perda de identidade territorial. A dispersão, embora mantenha certa continuidade territorial, dilui as centralidades e amplia a expansão horizontal da cidade, intensificando custos ambientais e a dependência do automóvel.

Já a compactação representa a conformação espacial mais alinhada à sustentabilidade, pois concentra atividades, otimiza infraestrutura existente, reduz distâncias funcionais e favorece a integração social e metabólica do tecido urbano.

Essas três configurações ilustram como a forma urbana impacta diretamente a coesão espacial, o desempenho ambiental e a eficiência dos sistemas de mobilidade, reforçando a necessidade de se buscar modelos urbanos capazes de equilibrar densidade, diversidade e qualidade socioambiental.

Como defendem Rogers e Power (2020), o urbanismo sustentável deve promover “a mixidade funcional em tecidos urbanos densos, porém adaptados às condicionantes bioclimáticas e geográficas”. Os autores enfatizam ainda a preservação “da identidade cultural local e das escalas humanas de apropriação do espaço” como elementos essenciais para o desenho urbano sustentável. Assim, a cidade ideal do futuro harmonizaria: (1) comunidade e pertencimento, (2) eficiência energética e (3) respeito às particularidades locais.

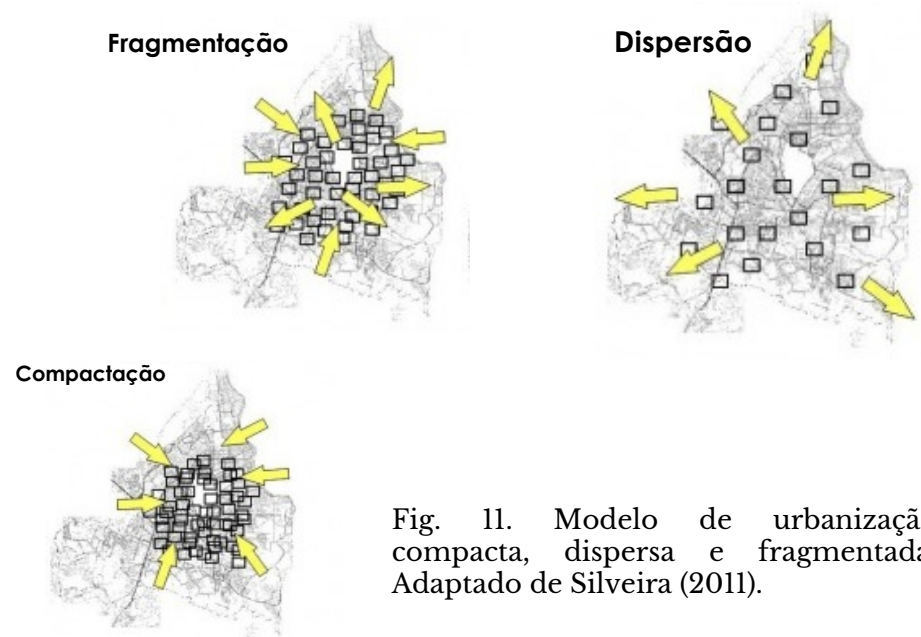


Fig. 11. Modelo de urbanização compacta, dispersa e fragmentada. Adaptado de Silveira (2011).

03.

URBANISMO
ECOSSISTEMICO

3.1. CONCEITOS E PREMISSAS

Um bairro ecológico é uma unidade urbana planejada para equilibrar desenvolvimento socioeconômico, preservação ambiental e qualidade de vida. Baseia-se em princípios como compactação urbana, mixidade de usos (residencial, comercial e de serviços) e mobilidade ativa (priorizando pedestres, ciclistas e transporte público). Esses elementos reduzem a dependência de veículos particulares, diminuem emissões de carbono e fortalecem a coesão social. Além disso, incorpora infraestrutura verde (parques, telhados verdes, sistemas de drenagem sustentável) para mitigar ilhas de calor e melhorar a resiliência climática.

Projetos como BedZed (Inglaterra) (Fig. 12), Vauban (Alemanha) (Fig. 13) e Hammarby Sjöstad (Suécia) (Fig. 14) demonstram a viabilidade de bairros sustentáveis. BedZed é exemplo em bairro carbono neutro. Em Vauban, a prioridade é dada às zonas livres de carros, com ampla malha ciclável e energia renovável. Em Hammarby Sjöstad, a gestão integrada de água, energia, resíduos e infraestrutura verde-azul são o destaque.

Se se afirmar que todos os empreendimentos urbanos são ecossistemas urbanos, como distinguir qual é ecológico e qual, não é? Quais são as razões para um novo empreendimento se qualificar como "orgânico"? Para Salvador Rueda (2011), é o sistema de restrições (indicadores e fatores) utilizado no planejamento de um projeto e suas características que estabelecem a base do sistema e permitem mensurar se ele é ecológico ou não.

Fig 12. Distrito BedZED (Inglaterra), primeiro bairro zero-energia em larga escala com edifícios de alto desempenho energético e energia renovável local. Fonte: Eletrobras (2008)



Fig. 13. Distrito de Vauban, (Alemanha), referência em urbanismo sustentável, mobilidade ativa e eficiência energética. Fonte: Butera (2013)

Fig. 14. Bairro Hammarby Sjöstad, Estocolmo: ecobairro modelo com gestão integrada de água, energia e resíduos, articulando infraestrutura verde-azul e mobilidade sustentável. Fonte: Sease (2015)



3.2. CONTEXTO

O primeiro conjunto de restrições no Urbanismo Ecológico é determinado pelo contexto, a tal ponto que, às vezes, a melhor solução é não intervir. Em outras ocasiões, a intervenção é recomendada porque pode regenerar um ecossistema ou parte dele. Em qualquer caso, o plano proposto deve avaliar o impacto e as mudanças que ele pode causar e, se for o caso, deve atender ou acomodar a proposta de reduzir seu impacto ao mínimo.

A ideia de um sistema é que ele seja “onicompreensivo”; portanto, entende-se que “fora” do sistema não há nada. Essa amplitude, que de alguma forma poderia ser interpretada como uma fraqueza, também é uma força, pois requer abordagens holísticas (sistêmicas) tanto para sua análise quanto para sua intervenção. Ecologicamente, abordar a transformação de uma determinada área (sistema) requer considerar o meio ambiente (sistema mais amplo) sob todos os aspectos: ambiental, econômico e social. A solução adotada não deve criar disfunções no contexto nem nas variáveis secundárias que a acompanham.

Os componentes do contexto são tão amplos quanto a realidade: paisagem, patrimônio, identidade, geografia, metabolismo, biodiversidade etc. Dentro da escala de um contexto, há a geometria de cada variável de acordo com suas características. Rueda (2020) ilustra esse conceito usando a imagem de pequenas bonecas russas de madeira, onde o tamanho de cada estatueta depende das peculiaridades da variável que ela contém e daquela que a contém (Fig. 15). A poluição, por exemplo, pode ter um impacto local (partículas sedimentares), mas também regional e global (gases de efeito estufa). Ou seja, qualquer mudança no território implica a liberação de uma certa quantidade de contaminantes e, como o contexto inclui todas as escalas, todas elas devem ser levadas em consideração.

Em intervenções urbanas, podemos distinguir dois grandes conjuntos de restrições: um relacionado à eficiência do sistema e outro relacionado à habitabilidade. Esses dois grupos abrangem a maioria dos fatores mencionados posteriormente neste trabalho.



Fig. 15. Metáfora das bonecas russas de madeira (matrioshkas): organização ecológica e funcional da cidade em camadas hierárquicas interdependentes. Assim como as bonecas menores estão contidas dentro das maiores, cada escala urbana está inserida em outra mais ampla, sem perder sua identidade e funcionalidades (ENACHEV, 2018).

3.3. EFICIÊNCIA DE SISTEMAS URBANOS

Na natureza, a permanência no tempo de sistemas complexos, como organismos e ecossistemas, está vinculada a um princípio de eficiência sistêmica, em que a organização é mantida, ou mesmo se torna mais complexa, com a redução do consumo de recursos (Rueda, 2011).

Em uma floresta queimada, a complexidade (biodiversidade) é bastante reduzida devido ao efeito do fogo. A incidência de energia solar é constante. Com o passar do tempo, a superfície da floresta queimada será colonizada por organismos que viverão da energia solar incidente. A complexidade (H) fará isso sem aumentar a energia, o que mantém a organização cada vez mais complexa. Ou seja, “maximizar a entropia em termos de informação” (biodiversidade) é a expressão dada por ecólogos ao princípio da eficiência.

Em sistemas urbanos, a equação de eficiência (Eq. 1) pode ser expressa pela seguinte razão, que, ao longo do tempo, deverá ter valores cada vez menores (RUEDA, 2020):

$$\frac{\text{Recursos}}{\text{Organização urbana}} \quad \text{Eq. 1}$$

Tempo →

Pode-se converter esse quociente em uma equação sintética (Eq. 2), que se configura como função norteadora da sustentabilidade urbana:

$$\frac{E}{nH} \quad \text{Eq. 2}$$

Em que E é o consumo de energia (como uma síntese do consumo de recursos), n é o nº de entidades jurídicas urbanas (atividades econômicas, instituições, instalações e associações) e H é o valor da diversidade de entidades jurídicas, também chamada de complexidade urbana (informação organizada).

No entanto, em vez de diminuir com o tempo, nos sistemas urbanos atuais os valores da “função guia” tornam-se maiores, e a equação da cidade, insustentável (Eq. 3).

$$\frac{E}{nH} ; \frac{E}{nH} ; \frac{E}{nH} \quad \text{Eq. 3}$$

Tempo → Processo rumo à insustentabilidade urbana

O aumento do fator energético é significativamente maior do que o crescimento da organização. Isso ocorre porque a lógica econômica atual utiliza uma estratégia baseada na competição no consumo de recursos. Nessa lógica, uma região organizada para consumir mais recursos em seu próximo estágio de crescimento obtém vantagem competitiva.

Por outro lado, no Urbanismo Ecológico, a “função guia” é minimizada, fazendo com que a necessidade de recursos se torne cada vez menor – ou, pelo menos, pretende-se manter o fator de consumo de recursos proporcionalmente menor que o nível de organização urbana. Dessa forma, é possível manter ou tornar mais complexa uma organização urbana existente e tornar a cidade mais sustentável (Eq. 4).

$$\frac{E}{nH} ; \frac{E}{nH} ; \frac{E}{nH} \quad \text{Eq. 4}$$

Tempo → Processo rumo à sustentabilidade urbana

Ao contrário da tendência atual, a redução dos valores da equação aumenta a estabilidade do sistema. As incertezas (os valores que fazem a “função guia” aumentar) e a instabilidade atual – mudanças climáticas, esgotamento de recursos, dependência energética e de materiais, redução da biodiversidade, movimentos populacionais em massa devido a causas ambientais etc. – vêm acompanhadas de uma lógica e poder econômicos que deslocam os fluxos metabólicos. Ou seja, o uso massivo atual de recursos não renováveis se expande sem limites (globalização) e a energia é superexplorada, de modo que muitos sistemas de suporte, bem como os sistemas urbanos que dependem deles, são claramente insustentáveis.

Sistemas urbanos que, na medida de suas possibilidades, buscam a autossuficiência local em termos de energia, água, alimentos e materiais sem sobrecarregar os sistemas de suporte, poderiam reduzir a incerteza e, dessa forma, aumentar sua capacidade de antecipação e resiliência. Se, além disso, esses sistemas urbanos pudessem reduzir o valor da “função guia” – isto é, reduzir o consumo de recursos, mantendo ou mesmo aumentando a complexidade organizada – então o futuro processo de mudança adquiriria estabilidade e, finalmente, seria mais sustentável.

A informação dos sistemas urbanos está condensada em suas organizações, ou seja, nas pessoas jurídicas (n) e no valor da diversidade das pessoas jurídicas (H). Assim, uma estratégia de competição baseada em informação é exponencial, pois possui um componente multiplicativo (a estratégia para aumentar a complexidade dos ecossistemas urbanos é adicional, ou seja, ao adicionar uma quantidade igual de informação a dois sistemas diferentes, aquele com maior complexidade inicial será o mais beneficiado por essa estratégia).

Aumentar H aumenta o fator de informação da organização, bem como o valor da diversidade urbana. Em contraste, a atual estratégia energética baseada no consumo de recursos é aditiva. A informação organizada se multiplica apenas se energia for adicionada. Seguindo a função guia, a Tabela 1 a mostra quais são as consequências da redução de E e do aumento de n e H.

Tabela 1. Consequências do aumento da complexidade urbana e da redução do uso de recursos.
Fonte: adaptado de (RUEDA, 2023)

Reduzir E implica:	Aumentar n e H implica:
Reduzir a estratégia de competição entre territórios baseada no consumo de recursos, desmaterializar a economia e dissociar o crescimento econômico do consumo	Desenvolver uma estratégia econômica baseada em informação e conhecimento, um dos dois principais desafios deste século
Reduzir o consumo de recursos	Aumentar a diversidade e a mistura de usos e funções urbanas. Esta é uma característica fundamental para a resiliência e a estabilidade econômica; a estabilidade depende do grau de complexidade das redes e relações urbanas e da diversidade do sistema urbano.
Aumentar a capacidade de antecipar e reduzir as incertezas derivadas da escassez de recursos ou da dependência dos combustíveis fósseis e do aumento dos seus preços	Aumentar a estabilidade social, diversificar as oportunidades de emprego para cidadãos de diferentes níveis educacionais e idades
Reduzir as emissões de gases de efeito estufa	Aumentar a autocontenção e a autossuficiência
Confiar nos recursos locais	Aumentar o capital econômico através do foco no capital social
Redução das emissões de gases de efeito estufa	Aumentar a criatividade, a investigação e a inovação
Reduzir a proporção de superfícies urbanas construídas expostas a níveis de ruído inaceitáveis (pois o ruído é um sinal de dissipação de energia)	“Fazer Cidade”, entendendo que Cidade é espaço público, de encontro e diálogo entre pessoas jurídicas

Continua...

... continuação

Reduzir E implica:	Aumentar n e H implica:
Promover a reabilitação em vez da renovação urbana e novos empreendimentos	Criar polos de centralidade e desenvolver os existentes
Tornar mais eficientes os processos de construção e uso de edifícios	Aumentar a proximidade entre serviços e funções e promover o acesso a eles por meio de meios de transporte alternativos
Tornar mais eficientes os serviços públicos e privados	Acessibilidade ao espaço público para todos os cidadãos
Participação dos cidadãos nas tentativas de redução do consumo de recursos desde a fase inicial de um projeto. Ou seja, tanto para novas construções quanto para renovações urbanas (quando apropriado).	Criar redes de ajuda social que acompanhem o crescimento da sociedade civil
Tornar-se autossuficiente em energia e concentrar-se em recursos renováveis locais	Aumentar o número de atividades de conhecimento denso e de Tecnologia da Informação e Comunicação
Tornar-se neutro em carbono	Aumentar as atividades de produção de valor agregado
Mudar o modelo de mobilidade	Aumentar as redes e criar relações complementares, bem como clusters de atividades

3.4. HABITABILIDADE URBANA

Aumentar a eficiência do sistema urbano é condição necessária para a formulação do urbanismo ecológico; a condição suficiente é alcançada pelo desenvolvimento de cenários de habitabilidade urbana "máxima" para as pessoas e organismos que ali vivem.

Conforto e interação são dois aspectos inseparáveis na ecologia urbana. O primeiro refere-se às características do local (espaço público, idade, residência, equipamentos etc.); o segundo refere-se à condição social dos humanos e da maioria dos organismos vivos encontrados em um determinado local ou sistema urbano, ou seja, à sua coesão social e diversidade ambiental.

3.4.1. Habitabilidade e Espaço Público

No urbanismo ecológico, o espaço público é o principal local e ponto de encontro. É a noção simbólica de "lugar", onde cidade, democracia e política se encontram. É o espaço público que define os limites do conceito de "cidade". Portanto, fazer cidade e não urbanização é uma premissa básica do planejamento urbano ecológico.

Ao reconhecer o espaço público como escala estratégica de transformação, o urbanismo ecossistêmico desloca o foco da lógica do automóvel para as necessidades humanas e ambientais. A cidade torna-se mais coesa, viva, eficiente e saudável quando o espaço público é tratado como prioridade absoluta - não como sobra, mas como o primeiro lugar do projeto.

O espaço público é "a casa de todos" porque oferece ao cidadão um ingresso para a natureza. Em uma cidade, deve-se utilizar o conjunto de funções potenciais do espaço público sem restrições para atividades como jogos, festas, trocas econômicas, subsistência, esporte etc. (Fig. 16). Ao contrário, onde o espaço urbano é utilizado principalmente para a mobilidade motorizada (que é apenas uma função do espaço público, entre outras, mas não a principal), o morador urbano deixa de ser "cidadão" e se torna um mero "pedestre" (meio de transporte).

Nesse contexto, as restrições relacionadas discutidas a seguir visam alcançar a "máxima habitabilidade" no espaço público, visto que o espaço público deve ter seu próprio potencial, usos e funções. Isso só é possível quando as condições adequadas de conforto, acessibilidade, segurança, etc. são atendidos.



Fig. 17. Square Louis Michel, Montmartre, Paris. Fonte: Villagomez (2025)

Habitabilidade, equipamentos e serviços básicos

Os equipamentos fornecem alguns serviços urbanos básicos. Suas características (tamanho, funções etc.) estão relacionadas às peculiaridades do tecido urbano e à população que atende. Para cada empreendimento urbano, a existência de equipamentos adequados e a sua acessibilidade a pé serão cruciais para determinar o nível de habitabilidade urbana nessa área.

Em "Emergent Vernacular Architecture", o EVA Studio (2017) descreve que a habitabilidade da habitação está relacionada com a existência de serviços básicos, os novos empreendimentos devem dispor de instalações e serviços básicos adequados para satisfazer as necessidades dos seus cidadãos e atingir um determinado nível de habitabilidade urbana (Fig. 18).



Fig. 18. Tapis Rouge, Carrefour-Feuilles, Haiti. Espaço público construído como Varte do programa LAMIKA - "uma vida melhor no meu bairro". Fonte: Emergent Vernacular Architecture (EVA Studio, 2017).

3.4.2. Habitabilidade e construção

A construção residencial é o campo onde o conceito de habitabilidade tem sido mais utilizado e desenvolvido. Nela, a habitabilidade tem sido tradicionalmente associada ao conforto e à segurança do lar. Ferramentas como os Códigos de Edificações Municipais e Normas Técnicas de Desempenho como as NBR 15220 e 15575, respectivamente, desempenho térmico e desempenho geral das edificações têm sido importantes para alcançar uma melhor acessibilidade energética e física nos edifícios.

No entanto, o planejamento ecológico vai um passo além em termos de eficiência energética e coesão social. Para tal, a habitação e qualquer equipamento predial devem ser concebidos em conformidade com o princípio do conforto e da eficiência urbana (E/H), obtidos com o consumo mínimo de recursos renováveis. Orientação, largura da edificação, ventilação cruzada, tipo de coleta e uso de águas residuais, ganhos solares etc., são questões que se relacionam com o princípio da eficiência no projeto de edificações.

Motta e Aguilar (2009) demonstram que 80% dos custos e impactos ambientais de um edifício ocorrem durante sua fase de uso e operação, reforçando a necessidade de estratégias projetuais que reduzam consumo energético, hídrico e de manutenção ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (Fig. 19).

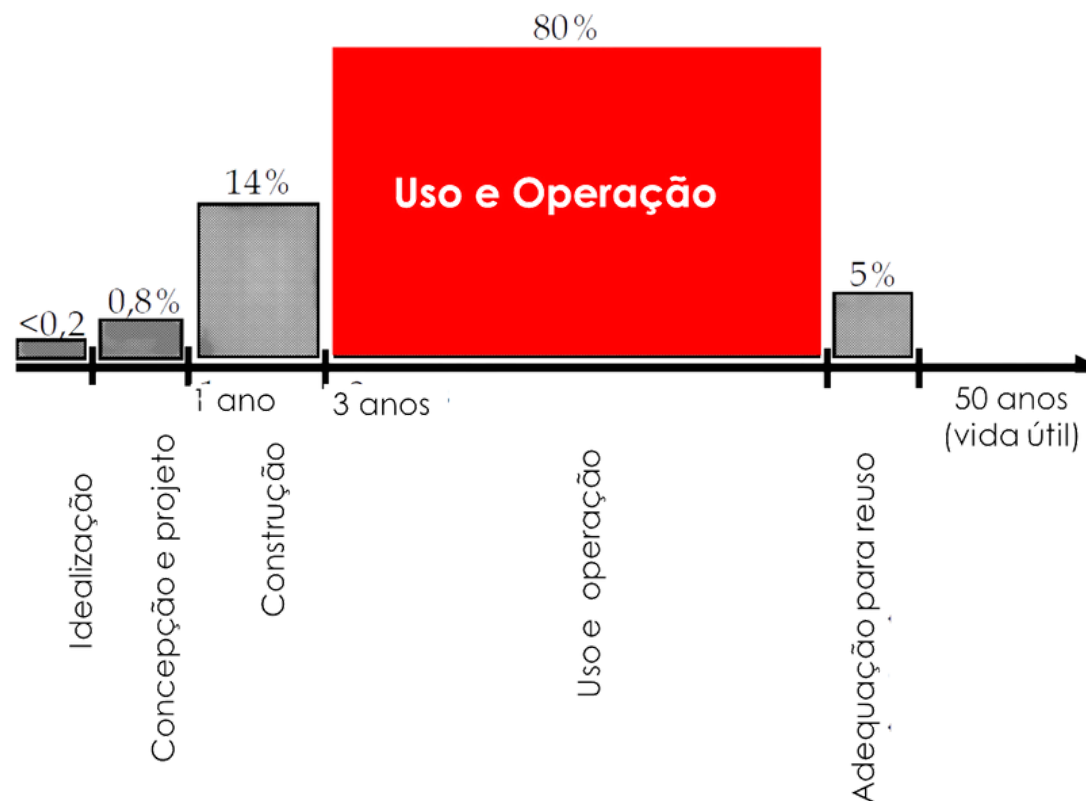


Fig. 19. Custo total de um edifício comercial em 50 anos
Fonte: adaptado de Motta e Aguilar (2009)

3.4.3. Habitabilidade e coesão social

O urbanismo ecológico considera a coesão social como o primeiro passo para alcançar a mistura social e funcional. Assim, a coexistência como expressão da habitabilidade social está intimamente relacionada à confluência, em espaços relativamente pequenos, de pessoas com diferentes condições. A mistura de rendas, idades, grupos étnicos e culturas no “mesmo” espaço urbano tende a favorecer o encontro, a convivência e a troca - elementos fundamentais para a construção de redes sociais ricas e resilientes. A diversidade social, nesse sentido, amplia a complexidade e a estabilidade das relações que sustentam a vida urbana. Exemplo emblemático dessa dinâmica é observada no Superkilen Park, Copenhague (Fig. 20), onde eventos comunitários e o uso cotidiano do espaço revelam a potência da convivência multicultural em ambiente público qualificado. O parque foi projetado para celebrar e integrar a grande diversidade étnica do bairro de Nørrebro, incorporando objetos e mobiliário urbano de mais de 60 países, reunidos através de um intenso processo de participação comunitária, criando um espaço multicultural de encontro e lazer, dividido em áreas temáticas para esporte, convivência e relaxamento (BIG; TOPOTEKI; SUPERFLEX, 2012) (Fig. 20).



Fig. 20. Superkilen Park, Copenhague. Exemplo de diversidade e coesão social (BIG; TOPOTEKI, 2012).

Em contraste, os modelos contemporâneos de produção do território frequentemente reforçam a segregação socioespacial, à medida que o mercado imobiliário e a infraestrutura urbana são distribuídos de forma desigual, limitando as possibilidades de interação entre grupos sociais distintos e restringindo o exercício do direito à cidade (LEFEBVRE, 2001; SANTOS, 2009).

A proliferação de condomínios horizontais fechados ao longo da GO-020 - como os Alphavilles e os Jardins - materializa, no território de Goiânia, a tendência apontada por Maricato (2011) de formação de enclaves urbanos socioeconomicamente homogêneos. Esses empreendimentos, caracterizados por baixa permeabilidade, controle de acesso e forte dependência do automóvel, criam barreiras físicas e simbólicas, rompem a malha viária tradicional e aprofundam a segregação socioespacial, reduzindo as possibilidades de convivência, circulação e interação entre grupos sociais distintos (Fig. 21).

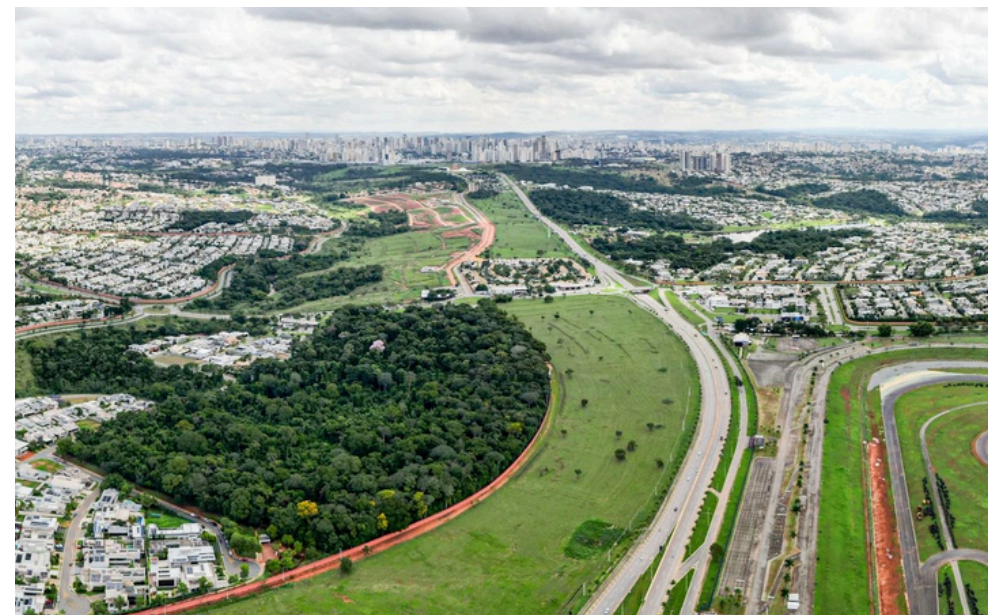


Fig. 21. Vista aérea da região sudeste de Goiânia, mostrando a GO-020, áreas de expansão urbana fragmentada e o skyline da cidade ao fundo (FREITAS, 2022).

Assim, ao reconhecer que a coesão social depende da convivência e da diversidade no espaço urbano, o Urbanismo Ecológico evidencia que a inclusão não é resultado espontâneo do crescimento da cidade, mas consequência de escolhas projetuais e políticas que valorizam o encontro, a mistura e o uso democrático do espaço público. Para que isso se concretize, é necessário articular compacidade urbana, diversidade de usos, variedade social e intensidade de uso do espaço público em uma mesma estrutura territorial - fatores que, quando integrados, fortalecem redes sociais, ampliam o direito à cidade e fazem emergir cidades mais igualitárias e vibrantes. Esses componentes podem ser visualizados na Fig. 22, que apresenta como tais dimensões interagem para potencializar ou restringir a inclusão social nas cidades contemporâneas.

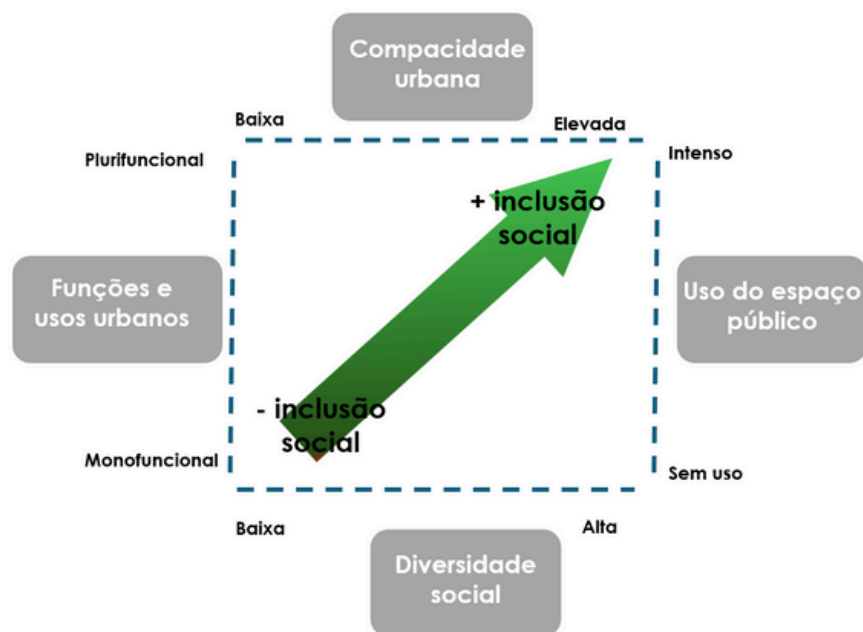


Fig. 22. Componentes que facilitam uma maior inclusão social urbana
Fonte: Adaptado de Agência de Ecologia Urbana de Barcelona (2010).

3.4.4. Habitabilidade e biodiversidade

As áreas verdes — incluindo parques, praças, hortas urbanas e infraestruturas verde-azul — constituem a principal base de biodiversidade no ambiente urbano e desempenham funções essenciais para a qualidade ambiental e a vida cotidiana. Além de atuarem como espaços de convivência, saúde e lazer, esses elementos regulam o metabolismo urbano, contribuindo para o equilíbrio térmico, a infiltração da água da chuva, a purificação do ar e a oferta de habitats para diferentes espécies.

Ao fortalecer vínculos entre sociedade e natureza, ampliam-se as condições de habitabilidade ecológica, possibilitando que a vida prospere na cidade não apenas para os seres humanos, mas para todos os organismos que nela coexistem. Assim, por exemplo, a infraestrutura verde-azul não é acessório estético do projeto urbano, mas componente estruturante de uma cidade resiliente, saudável e ambientalmente integrada.

No urbanismo ecossistêmico, o metabolismo urbano é entendido como a dinâmica de fluxos de água, energia, materiais e biodiversidade que garantem o funcionamento da cidade enquanto ecossistema. Assim, a sustentabilidade não é um atributo decorativo do projeto urbano, mas um resultado sistêmico, dependente de como os componentes da cidade — edifícios, vias, áreas verdes, infraestrutura — se relacionam para reduzir impactos e ampliar benefícios ambientais.

Nesse sentido, estratégias que favorecem a infiltração de água, a redução da demanda energética, o uso de materiais de baixo impacto e a promoção da biodiversidade tornam-se essenciais para ampliar a resiliência e a qualidade ambiental do espaço urbano.

A gestão sustentável da água é um dos pilares desse metabolismo, articulando desde soluções descentralizadas de drenagem e armazenamento até sistemas naturais de tratamento, como wetlands e bacias de infiltração. Ao transformar a cidade em esponja urbana, reduz-se pressão sobre o sistema público de esgoto, atenuam-se eventos extremos e melhora-se o microclima local. Do mesmo modo, o enfoque energético prioriza a redução do consumo na fonte, sobretudo por meio de uma mobilidade estruturada, da ventilação natural, do sombreamento e da eficiência construtiva, complementada pela produção local e renovável - reduzindo emissões de carbono e custos operacionais.

No campo dos materiais, o urbanismo ecossistêmico defende o uso de soluções construtivas que minimizam energia incorporada e impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida dos edifícios. Materiais como madeira engenheirada, pavimentos permeáveis e fachadas vegetadas, por exemplo, contribuem simultaneamente para conforto térmico, menor consumo energético e redução de emissões. Por fim, a integração da natureza ao desenho urbano favorece serviços ecossistêmicos - controle térmico, purificação do ar, drenagem urbana, suporte à fauna e flora - ao mesmo tempo em que reforça a biofilia e o bem-estar social.

Portanto, projetar um bairro sob a ótica ecológica significa operar o metabolismo urbano como um sistema integrado, no qual o desempenho ambiental está diretamente associado à qualidade de vida e ao direito à cidade. A sustentabilidade emerge não como efeito isolado de tecnologias ou áreas verdes pontuais, mas como resultado da articulação estrutural entre forma urbana, infraestrutura e processos ambientais, aproximando a cidade de seu papel fundamental: ser ambiente propício à prosperidade da vida. O Bairro Hammarby Sjöstad, Estocolmo, Suécia, representa um sistema único de metabolismo urbano em circuito fechado, onde os fluxos de energia, água e resíduos são projetados para circular por meio de ecociclos interconectados (Fig. 23).



Fig. 23. Bairro Hammarby Sjöstad, Estocolmo, Suécia - Circuito fechado de metabolismo urbano.

Fonte: Pandis e Brandt (2009)

3.5. MODELO DE CIDADE MAIS SUSTENTÁVEL URBANISMO ECOSSISTÊMICO

Após a análise comparativa de vários sistemas urbanos, o modelo urbano que melhor se enquadra no princípio da eficiência urbana e da habitabilidade apresenta as seguintes características gerais: morfologicamente **compacto**, **complexo** em sua organização, metabolicamente **eficiente** e socialmente **coeso**. O Urbanismo Ecológico adota este modelo tanto para a transformação de tecidos existentes quanto para novos projetos de desenvolvimento urbano.

De acordo com Rueda (2011), um modelo urbano mais sustentável utiliza uma abordagem sistêmica para a relação entre a cidade e seu meio ambiente. Ele é dividido em oito áreas que, por sua vez, estão inseridas nos quatro objetivos básicos do desenvolvimento urbano sustentável: **Compacidade**, **Complexidade**, **Eficiência** e **Estabilidade** (Fig. 24).

3.5.1. Compacidade

Consiste no eixo que serve à realidade física do território e, portanto, às soluções formais adotadas, à densidade de construção, à distribuição espacial das funções, à porcentagem de área viária ou de espaços verdes. Ela determina a proximidade entre usos e funções urbanas. Este conceito deve ser conjugado ao modelo de mobilidade, ao modelo de espaço público e aos modelos de ocupação do território

Sendo o espaço público o elemento estrutural de um modelo de cidade sustentável, é o espaço de coexistência e forma, juntamente com a rede de equipamentos, áreas verdes e alojamentos, os principais eixos da vida social e das relações. A qualidade do espaço não é apenas um indicador relacionado ao conceito de compacidade, mas também um indicador de estabilidade.

Compacidade e funcionalidade



Fig. 24. Matriz função guia da Sustentabilidade Urbana
Fonte: Adaptado de Rueda (2023)

3.5.2. Complexidade

Complexidade da organização urbana é o grau de miscigenação de usos e funções implementados num determinado território; ou seja um reflexo das interações estabelecidas na cidade entre entidades organizadas, também designadas por pessoas coletivas (atividades econômicas, associações, equipamentos e instituições).

A complexidade implica uma mistura equilibrada de ordem e caos nos sistemas urbanos, podendo ser parcialmente analisada através do conceito de diversidade. Os organismos vivos, e especialmente o homem e suas organizações, são portadores de informações e “tesouros” que, dinamicamente ao longo do tempo, indicam o grau de acumulação de informações e a capacidade de influenciar e controlar significativamente o futuro. Nos exemplos citados anteriormente acerca dos condomínios horizontais em Goiânia-GO, têm-se unidades urbanas de pouca complexidade e, conseqüentemente, de baixa quantidade de informação.

A partir da definição das condições urbanas, as estratégias urbanas que aumentariam o índice de diversidade são aquelas que buscam o equilíbrio entre os usos e funções urbanas desde o início do planejamento da cidade. Isso implica, entre outras coisas, possibilitar a proximidade como uma relação mais estreita entre pessoas, serviços e empregos, o que reduziria o consumo de energia. Indicadores como autocontenção (população ocupada trabalhando na mesma cidade) e autossuficiência (emprego no município ocupado por moradores) podem determinar o grau de proximidade entre a casa e o trabalho.

Medidos em pontos sucessivos no tempo, os indicadores de complexidade (diversidade) ilustram a maturidade e a riqueza de um tecido urbano com base em seu capital econômico, social e biológico.

3.5.3. Eficiência

Está relacionada ao metabolismo urbano, portanto, aos fluxos de materiais, água e energia, que são a espinha dorsal de qualquer sistema urbano. Estes últimos mantêm sua estrutura e evitam que o sistema seja contaminado. A gestão dos recursos naturais deve, portanto, atingir a máxima eficiência com o mínimo de perturbação dos ecossistemas.

No campo da energia, deve-se planejar um nível mínimo de geração de energia renovável e um certo grau de autossuficiência energética que combine medidas de geração, conservação e eficiência. É essencial conectar o desenvolvimento urbano ao ciclo da água, especialmente em escala local (captação de água da chuva, reuso da água utilizada etc.). A gestão integrada considera tanto a disponibilidade de recursos locais quanto o abastecimento disponível, buscando a máxima autossuficiência por meio de um programa de medidas de economia e eficiência hídrica.

Um modelo de gestão de resíduos projetado com critérios de sustentabilidade deve visar à redução da exploração de recursos (extração de materiais e energia) e, ao mesmo tempo, contribuir para a redução do impacto da pressão da poluição. O objetivo é obter o máximo controle local sobre os recursos e a gestão de resíduos.

3.5.4. Coesão social

Este indicador beneficia as relações sociais das pessoas dentro de um sistema urbano. A mistura social (de culturas, idades, rendas e profissões) tem um efeito estabilizador no sistema urbano, pois representa um equilíbrio entre os diferentes atores de uma cidade.

A análise da diversidade mostra quem ocupa um espaço urbano e como, e as chances de interação ou relacionamento entre eles. Também auxilia na obtenção de outros componentes de informação da cidade. Em contrapartida, a segregação social que ocorre em certas áreas da cidade gera problemas como insegurança, instabilidade e marginalização. Nessas áreas, frequentemente há homogeneidade de renda, entre outros aspectos, o que afeta negativamente a ideia de diversidade e coesão social.

Um planejamento bem-sucedido permite que o espaço público seja utilizado por pessoas de diferentes status e deve facilitar a interação entre elas. Isso tende a uma redução geral do conflito social; como indicador, também ajuda a determinar a estabilidade e a maturidade de um sistema.

A chave para a inclusão social e a mistura social é minimizar a exclusão de qualquer grupo social, garantindo que as necessidades básicas de moradia, emprego, educação, cultura, etc., sejam atendidas. As ações devem incluir a proximidade física entre instalações e moradias, a mistura de diferentes tipos de moradia para diferentes grupos sociais, a integração de favelas a locais urbanos estratégicos e polos de atração, a priorização de conexões de pedestres e a acessibilidade a todas as categorias de espaço urbano para pessoas com mobilidade reduzida.

3.6. URBANISMO EM TRÊS NÍVEIS

Segundo Rueda (2019) o método de planejamento atual expressa especificações formais em um planejamento bidimensional e considera praticamente apenas o projeto ao nível da rua. O projeto é, portanto, limitado por um instrumento e apresenta uma visão muito limitada do projeto. As variáveis mencionadas anteriormente (compacidade, complexidade, eficiência e estabilidade) não têm lugar e, portanto, não são consideradas na análise e no planejamento urbano. Isso pode ser parcialmente explicado pelo fato de que o que se encontra abaixo da superfície da rua não aparece nos planos e esquemas conceituais; são elementos adicionados ao final, como mera consequência do que foi planejado em níveis superiores.

O Urbanismo Ecossistêmico projeta em três níveis com o mesmo detalhe e escala (Fig. 25). Desenhar uma planta ao nível da rua e subsequentes níveis superiores e inferiores permite ilustrar um conjunto de variáveis que podem ajudar a enfrentar os desafios atuais. Assim, Rueda sugere que as ferramentas de escala de planejamento (não em escala arquitetônica ou territorial) devem ser projeções horizontais e verticais para criar os modelos de habitação urbana de acordo com as questões descritas neste texto.

Portanto, pode-se descrever a principal ferramenta conceitual do Urbanismo Ecossistêmico como urbanismo de níveis superior, urbanismo de nível de rua e urbanismo de nível subterrâneo (SCUDELLARI, 2017). Assim como no planejamento urbano tradicional, o desenvolvimento dessas camadas implica um conjunto complexo de considerações legais, financeiras e organizacionais, mas, desta vez, abordando novos desafios. Dessa maneira, o Urbanismo Ecológico para novos empreendimentos concentra-se em resolver a relação entre muitas variáveis relacionadas aos desafios contemporâneos que atualmente estão sendo apenas parcialmente resolvidos.

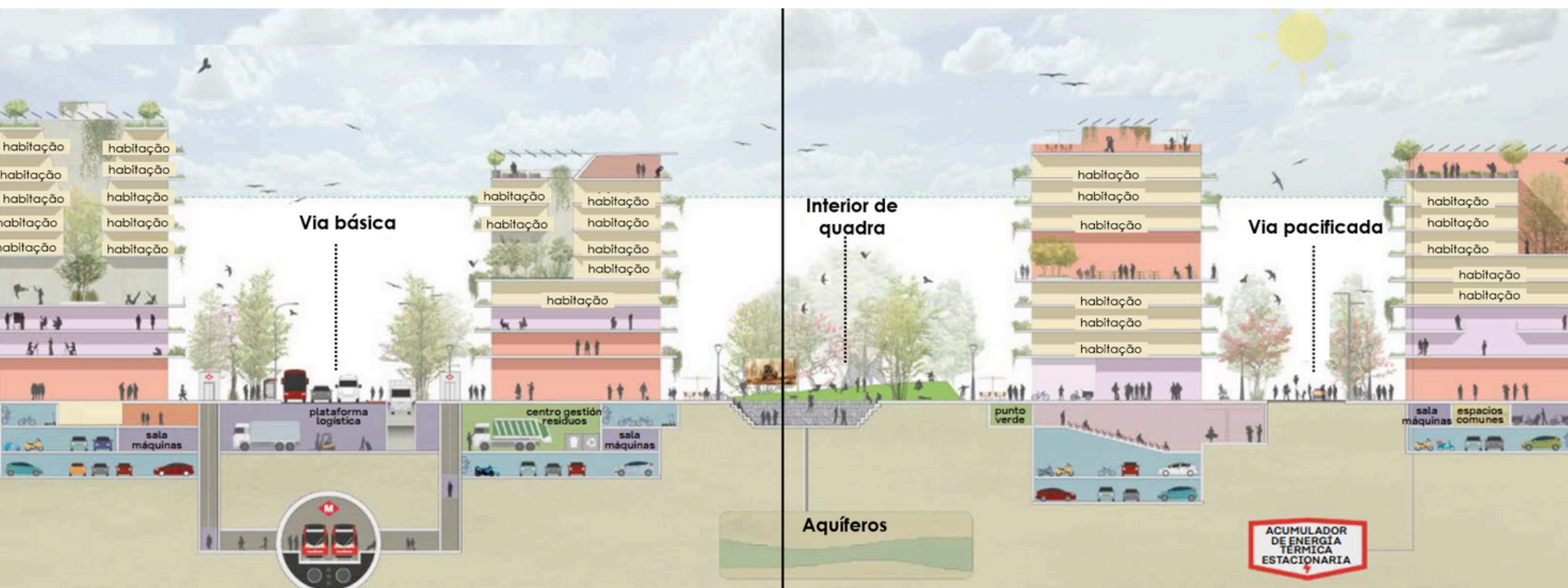


Fig. 25. O Urbanismo em Três Níveis.
Fonte: adaptado de Ayuntamiento de Barcelona (2023)

O planejamento urbano em três níveis, um dos instrumentos de planejamento do planejamento urbano ecossistêmico, considera três planos com os mesmos detalhes e escala de um plano urbano de superfície. Isso permite capturar as variáveis que afetam os desafios do planejamento urbano atual. Além disso, proporciona uma série de soluções que potencializam as possibilidades de cada nível para alcançar maior autossuficiência, funcionalidade e habitabilidade do ambiente urbano.

Cada nível é projetado em sua totalidade e conectado aos demais. Essa interconexão vem da construção (em três níveis), da mobilidade, serviços, biodiversidade, ciclos de materiais, água e energia:

- Níveis superiores e cobertura estão ligados à biodiversidade, à energia e à água.
- O subsolo está associado a serviços, distribuição urbana, estacionamento, mobilidade em massa de passageiros, ciclo da água, gestão de energia e gestão de resíduos subterrâneos.
- O térreo está relacionada aos usos, à funcionalidade e ao espaço público. Temos, portanto, três planos que dão origem ao planejamento urbano em altura, na superfície e no subsolo.

As questões críticas a serem resolvidas pelo Urbanismo Ecológico são:

a) Preservação da biodiversidade e dos valores naturais e geográficos

- O nível superior, ou a terceira dimensão da intervenção urbana considerada pelo Urbanismo Ecológico, é a principal camada de biodiversidade a ser desenvolvida. Situada acima do nível da rua, seu objetivo, entre outros, é restaurar a capacidade biológica que a urbanização pode ter diminuído com o tempo.

Essa definição de biodiversidade, utilizando um modelo de espaço verde urbano de dois níveis (superior e da rua), difere da concepção atual de biodiversidade urbana. De fato, os elementos naturais encontrados nessas duas camadas de biodiversidade se conectam a outros tipos de redes urbanas por meio de grandes árvores e trepadeiras. Os espaços contidos nesses dois níveis devem ser projetados de forma a auxiliar a reprodução da fauna, interconectando-se para criar paisagens sonoras urbanas interessantes.

Além disso, o nível superior da organização urbana deve incluir espaço adequado para dispositivos domésticos, como sistemas de autocompostagem e sistemas de reciclagem de águas residuais e matéria orgânica, por exemplo. As superfícies dos níveis superiores devem incluir coberturas verdes instalados para capturar e transformar a energia derivada da inércia térmica.

- O primeiro nível, ou a camada subterrânea do projeto urbano ecológico, inclui áreas de solo estrutural que captam água da chuva para garantir a habitabilidade adequada de árvores e vegetação. Esses solos estruturais devem ser combinados com pavimentos permeáveis que filtrem a água na superfície da rua e garantam que quantidades suficientes de líquido cheguem ao solo abaixo.

Incluem-se nesse nível, a infraestrutura verde-azul destinada tanto para o armazenamento de água captada de chuva (água proveniente da cobertura dos edifícios; água superficial infiltrada) quanto aquelas estruturas utilizadas para a remediação de águas negras e cinzas, por exemplo parques filtrantes – como no presente trabalho, ao se utilizar sistema para tratamento de dejetos por zona de raízes

Projetar com critérios de Urbanismo Ecológico significa que, além de todos os planos de construção, devem ser incluídos uma série de planos especiais que enfoquem a definição de categorias de espaços públicos urbanos, tipos de solo, infraestrutura, sistemas energéticos públicos e privados e tipologias de espaços verdes, etc.

Assim, o Urbanismo em Três Níveis constitui-se em ferramenta que busca adaptar o projeto urbano às condições naturais de um local, a fim de maximizar o que a natureza tem a oferecer. Ele apoia projetos que levam em consideração o clima local, o sol, a chuva, as águas subterrâneas e superficiais, ou a condição de um substrato rochoso. Ou seja, todo novo empreendimento urbano deve respeitar as peculiaridades geográficas do território e preservar os valores naturais existentes, bem como a capacidade de suporte do território.

b) Metabolismo urbano

Novos empreendimentos urbanos devem integrar os fluxos metabólicos existentes para minimizar seu consumo de energia e seu impacto no meio ambiente.

Gerenciar a demanda de água é fundamental. Algumas soluções podem ser encontradas na forma como a água da chuva é captada e armazenada, bem como na água subterrânea ou superficial. O problema deve ser resolvido combinando tecnologia, por um lado, mas também reciclagem e economia de água. Assim, um alto nível de autossuficiência hídrica poderá ser alcançado

A gestão da demanda de energia e a captação de energia limpa são questões-chave. Radiação solar, energia eólica, energia geotérmica etc., e seu armazenamento (por meio de depósitos subterrâneos sazonais, por exemplo), bem como os dispositivos de sistemas passivos instalados para economia e eficiência energética, devem ser considerados como parte da solução; reservatórios de água em pavimentos superiores, coberturas e fachadas com terraços verdes e projetos de arquitetura bioclimática podem contribuir para alcançar a autossuficiência hídrica.

A autossuficiência e a reciclagem de materiais devem se concentrar no uso local de materiais e considerar a hierarquia da gestão de resíduos (ou seja, os 3 Rs: reduzir, reutilizar, reciclar) durante todo o ciclo de vida. Por exemplo, isso não deve ser feito apenas no processo de ocupação urbana, mas também durante o uso subsequente do novo empreendimento e, finalmente, em seu processo de desconstrução.

c) Gestão de serviços e logística urbana

Água, gás, eletricidade e comunicações estão localizadas principalmente dentro de passagens de serviço subterrâneas. A distribuição de mercadorias urbanas é gerenciada dentro de plataformas logísticas, de modo a ganhar espaço público na superfície e reduzir os atritos atuais entre a entrega e as atividades civis (RUEDA, 2023). Scudellari (2017) afirma que para serem rentáveis, as plataformas logísticas devem ser dimensionadas em função da massa crítica operacional esperada, que está intimamente relacionada à densidade de atividades a serem atendidas. Por exemplo, no bairro de Eixample, em Barcelona, a implantação de uma “supermanzana”, área de 400 x 400 m, ou nove quarteirões, seria mais do que suficiente para abrigar uma plataforma logística. O interesse de tal infraestrutura subterrânea reside principalmente na grande quantidade de espaço de superfície que ela libera para o uso civil. Além disso, suas passagens podem coexistir com áreas de estacionamento subterrâneas, permitindo assim entregas noturnas silenciosas (com máquinas e veículos silenciosos) sem perturbar as atividades residenciais ou do espaço público durante o dia (Fig. 26)

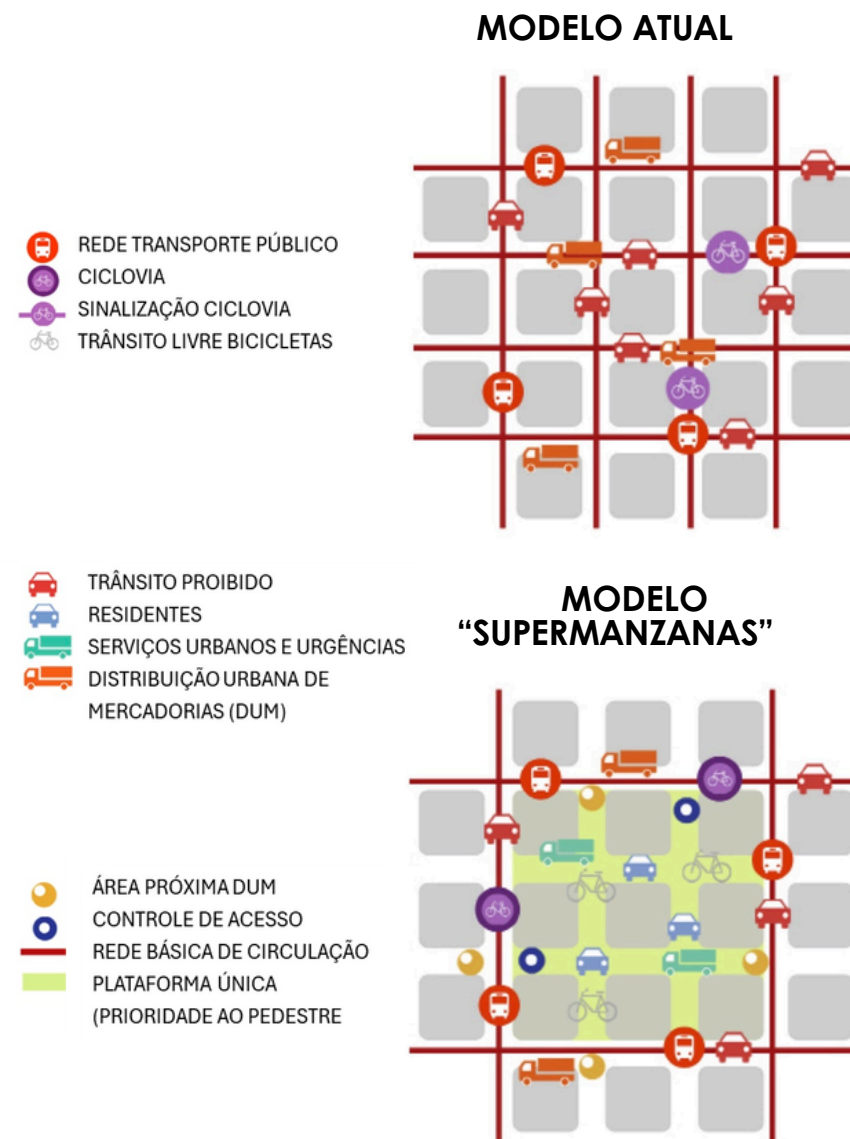


Fig. 26. Plano de Mobilidade Urbana de Barcelona 2013-2018 Fonte: adaptado de Scudellari (2017)

A gestão da demanda de energia e a captação de energia limpa são questões-chave. Radiação solar, energia eólica, energia geotérmica etc., e seu armazenamento (por meio de depósitos subterrâneos sazonais, por exemplo), bem como os dispositivos de sistemas passivos instalados para economia e eficiência energética, devem ser considerados como parte da solução; reservatórios de água em pavimentos superiores, coberturas e fachadas com terraços verdes e projetos de arquitetura bioclimática podem contribuir para alcançar a autossuficiência hídrica.

Considerando as tecnologias disponíveis atualmente e, especialmente, as futuras, os sistemas de plataformas logísticas poderiam ser gerenciados por robôs móveis para realizar diversas operações de entrega. Obviamente, quanto maior a escala e grau de complexidade dos problemas enfrentados, tais soluções vão se tornando viáveis.

d) Mobilidade e funcionalidade

- Estabelecer redes separadas para otimizar cada meio de transporte; dar prioridade especial ao transporte público de massa, tanto na superfície quanto no subterrâneo.

Considerando uma nova “célula urbana” de aproximadamente 400m por 400m, composta por vários quarteirões, ou seja, uma “superquadra” como no exemplo anterior (Fig. 26). Uma vez multiplicada em escala urbana, essa nova unidade permite a redução da infraestrutura de veículos particulares ao mínimo necessário, sem comprometer a funcionalidade da organização urbana; da mesma forma há redução dos estacionamento nas ruas ao mínimo necessário.

e) Espaço público

- Multiplicar os tipos de uso e as funções do espaço público de superfície, de modo a tornar todo o espaço urbano adequado para atividades cívicas. Ao liberar áreas de espaço de superfície que atualmente atendem ao transporte de veículos motorizados, as pessoas poderiam deixar de ser meros “pedestres” e se tornarem “civis”.
- De fato, o modelo de estrutura urbana de superquadra pode resultar em ganhos de espaço público de pelo menos 75% da área total de uma cidade. Uma distribuição diferenciada dos usos do espaço público (que mantenha em qualquer caso a funcionalidade urbana necessária) deveria permitir menos de 30% da área pública para circulação de automóvel e 70% para uso civil, de modo a otimizar o conjunto de indicadores de sustentabilidade e qualidade urbana.
- Surge a consideração de duas novas dimensões para o espaço público: subterrâneo e acima do nível da rua (fachadas, coberturas, interiores de edifícios etc.).
- Incorporar o máximo possível de variáveis ambientais no processo de projeto do espaço público: conforto térmico, luz e sombra, ventilação natural, paisagem e paisagem sonora.

O espaço público é o receptor das atividades urbanas, pois é onde as características e a identidade de uma cidade são definidas principalmente. É também onde a interação entre elementos urbanos específicos resulta em paisagens e paisagens sonoras únicas. Além disso, é o cenário de interação, relacionamento e troca para usos e funções urbanas.

Em sistemas naturais, a interação entre determinados componentes é o que determina e controla as variáveis ambientais. Luz, temperatura, umidade relativa, caminhos e vias são exemplos de elementos que devem ser previamente considerados em um projeto, do início ao fim. Em uma cidade, controle semelhante pode ocorrer dentro de edifícios, onde o projeto arquitetônico é realizado com o objetivo de controlar as variáveis de conforto.

No entanto, na maioria das vezes, não é assim que o espaço público é projetado; o Urbanismo Ecológico visa controlar variáveis ambientais como conforto térmico, ruído, poluição, segurança, acessibilidade etc., e sugere fazê-lo desde a fase de planejamento do projeto. A Agência de Ecologia Urbana de Barcelona desenvolveu uma metodologia para a medição de um indicador sintético intimamente relacionado com o conceito de qualidade do espaço público.

f) Complexidade urbana e sociedade do conhecimento

Embora o Urbanismo Ecológico seja originalmente inspirado na cidade mediterrânea - compacta, diversa e com intensa vida pública - seus princípios são especialmente oportunos para cidades como Goiânia, cuja expansão urbana, historicamente dispersa, tem gerado dependência do automóvel, baixa densidade e menor interação entre moradia, trabalho e serviços.

No contexto do Bairro Goiânia 2, essa fragilidade se expressa na escassez de atividades urbanas no térreo, longos deslocamentos cotidianos e uso subaproveitado da infraestrutura já implantada. Assim, ao aplicar o modelo ecológico em uma gleba estratégica desse bairro, busca-se resgatar a proximidade funcional e criar condições para maior coesão social e vitalidade urbana.

A abordagem das três camadas de usos proposta por Sakvador Rueda - que privilegia atividades mais atrativas ao nível da rua e resguarda funções mais técnicas ou privadas nos pavimentos superiores - mostra-se decisiva para evitar “terras de ninguém” no espaço público, muito comuns em áreas exclusivamente residenciais. Ao estruturar térreos ativos com comércio de bairro, serviços essenciais e equipamentos coletivos, a proposta para o Goiânia 2 contribui para uma organização urbana mais dinâmica, reduzindo a necessidade de deslocamentos até setores consolidados como o Centro, Campinas ou Jardim Goiás, fortalecendo a autossuficiência local e promovendo melhor qualidade de vida aos moradores.

Além disso, a cidade da informação e do conhecimento demanda ambientes urbanos que incentivem interação humana, circulação de ideias e diversidade cultural. Goiânia tem ampliado sua vocação para o setor de tecnologia e economia criativa, e bairros como o Goiânia 2 podem desempenhar um papel relevante ao integrar moradia, trabalho e espaços de uso público capazes de fomentar redes sociais densas e produtivas. Essa complexidade urbana é essencial para a construção de comunidades mais resilientes, colaborativas e inovadoras.

Nesse sentido, projetar a gleba do Goiânia 2 sob a ótica do urbanismo ecológico significa integrar fluxos metabólicos, tecnologia e cultura local em um mesmo sistema urbano: edifícios que promovam conforto ambiental passivo, áreas verdes conectadas à drenagem sustentável, mobilidade ativa priorizada sobre o carro e espaços públicos que funcionem como suporte à convivência e ao aprendizado social. Ao compatibilizar complexidade urbana, competitividade econômica e alta qualidade de vida, a proposta reforça a ideia de que bairros metabolicamente equilibrados podem se tornar protótipos replicáveis para a transição sustentável de Goiânia em direção a uma cidade mais inclusiva, eficiente e adaptada ao seu clima.

3.7. SÍNTESE INTEGRADA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A compreensão da sustentabilidade urbana no presente trabalho articula duas tradições teórico-metodológicas complementares: (1) a crítica socioambiental de Henri Acselrad, que reconhece a desigualdade e o metabolismo urbano como dimensões estruturantes na produção das cidades brasileiras, e (2) a proposta sistêmica de Salvador Rueda, cujo Urbanismo Ecológico estrutura um modelo de cidade baseado em compacidade, complexidade, eficiência e estabilidade.

Para Acselrad, as cidades são produzidas sob um regime de assimetrias territoriais, no qual a distribuição desigual de benefícios urbanos, riscos e infraestruturas gera conflitos socioambientais e restringe o exercício do direito à cidade. O metabolismo urbano - entendido como o fluxo desigual de recursos, energia, resíduos e oportunidades - revela a profundidade dessas desigualdades e orienta a necessidade de reorganização socioespacial. Assim, a sustentabilidade crítica não se limita à gestão ambiental, mas exige o enfrentamento das estruturas que produzem exclusão, segregação e injustiça territorial.

Em convergência, Rueda propõe um modelo de organização urbana orientado pela **função E/(n·H)**, que relaciona o consumo de energia (E) à intensidade de vida urbana (n·H), orientando soluções que reduzam impactos ambientais enquanto ampliam diversidade, vitalidade e habitabilidade. Seus quatro pilares estruturantes - **Compacidade, Complexidade, Eficiência e Estabilidade** - traduzem-se em diretrizes espaciais que integram mobilidade sustentável, densidade equilibrada, usos mistos, infraestrutura verde-azul, gestão eficiente de fluxos urbanos e fortalecimento da vida pública.

A convergência entre Acselrad e Rueda, permite compreender que a sustentabilidade urbana exige simultaneamente:

- justiça socioambiental,
- organização urbana eficiente,
- diversidade funcional e humana,
- formas urbanas compactas e caminháveis,
- infraestrutura ecológica integrada,
- redução de consumos e emissões,
- ampliação da vida urbana e das interações sociais.

Essa articulação constitui o eixo teórico do projeto desenvolvido para o Bairro Goiânia 2, estruturando a proposta de um recorte urbano ecossistêmico, capaz de integrar metabolismo eficiente, diversidade de usos, mobilidade ativa, infraestrutura verde-azul e soluções arquitetônicas de alta habitabilidade.

A Tabela 2 sintetiza os principais eixos teórico-metodológicos que orientam a proposta desenvolvida, articulando autores, conceitos-chave e suas implicações diretas para o recorte urbano do Bairro Goiânia 2. Essa sistematização permite visualizar de forma integrada como as referências de Acselrad, Rueda e demais autores convergem na construção do marco conceitual que sustenta o presente trabalho.

Tabela 2. Síntese Teórico-Metodológica Integrada

Eixo	Autores / Referências	Conceitos-Chave	Implicações para o Projeto Goiânia 2
Desigualdade Socioambiental	Acselrad (2009; 2010)	Justiça territorial; conflitos socioambientais; segregação; acesso desigual aos bens urbanos	Garantir inclusão social, diversidade habitacional e distribuição equilibrada de equipamentos e infraestruturas
Metabolismo Urbano	Acselrad; Girardet; Kennedy et al.	Fluxos de energia, água, resíduos; assimetrias metabólicas	Wetlands híbridos; reuso de água; geração solar; redução de consumo energético
Direito à Cidade	Lefebvre; Harvey	Participação; apropriação do espaço; vida pública	Ativação do térreo; espaços públicos multiuso; caminhabilidade
Compacidade Urbana	Rueda (2011; 2023)	Densidade equilibrada; proximidade funcional; redução de deslocamentos	Edifícios em fita; torres otimizadas; mix de usos
Complexidade Funcional	Rueda; Jacobs; Gehl	Diversidade de usos; vitalidade urbana; mistura social	Térreos ativos; comércio de proximidade; centralidades
Eficiência dos Fluxos	Rueda; Newman & Kenworthy	Mobilidade sustentável; sistemas de baixo impacto	BRT/ônibus; ciclovias; mobilidade ativa
Estabilidade Ambiental	Rueda; McHarg	Infraestrutura verde-azul; resiliência climática	Arborização; corredores verdes; espelhos d'água; microclimas
Função Guia E/(n·H)	Rueda (2023)	Mais vida urbana com menos impacto ambiental	Estratégias para aumentar n·H e reduzir E: adensamento qualificado, diversidade, vitalidade, eficiência energética

04.

METODOLOGIA

4.1. ETAPAS METODOLÓGICAS

A metodologia adotada no trabalho fundamenta-se nos princípios do Urbanismo Ecológico, que reconhece o bairro como unidade metabólica da cidade, capaz de integrar fluxos ambientais, sociais e econômicos de forma equilibrada.

Assim, não se trata de um processo linear e estanque, mas de método dinâmico e transdisciplinar, organizado em etapas que se relacionam transversalmente às dimensões que estruturam o metabolismo urbano: Ruas (mobilidade e convivência), Verdes (infraestrutura ecológica) e Futuros (resiliência e adaptação).

Em cada dimensão, desenvolvem-se análises, diretrizes e proposições espaciais de modo integrado, possibilitando a avaliação contínua de impactos e resultados esperados. Dessa forma, a metodologia incorpora um sistema de retroalimentação que permitiu revisões, correções de rumo e otimização das soluções, sempre orientada ao melhor cenário ecológico, social e econômico para o Bairro Goiânia 2.

Logo, o método empregado assume caráter iterativo e evolutivo, refletindo o entendimento de que a sustentabilidade urbana é um processo em constante ajuste - construído tanto pelo projeto quanto pelas formas de apropriação e transformação do espaço ao longo do tempo.

A Tabela 3 organiza de forma sistematizada as etapas metodológicas que estruturam o desenvolvimento do projeto urbano-arquitetônico-paisagístico, articulando procedimentos, produtos esperados e suas correspondentes dimensões ecossistêmicas. Essa organização evidencia como cada fase contribui progressivamente para a consolidação do modelo ecossistêmico proposto para o bairro Goiânia 2, garantindo coerência entre diagnóstico, diretrizes, soluções técnico-ambientais e síntese projetual.

Tabela 3. Etapas Metodológicas

Etapas	Procedimentos	Produtos Esperados	Dimensão Ecológica
1. Diagnóstico urbano-ambiental e social	Levantamento físico-territorial, análise de mobilidade e infraestrutura, estudos socioeconômicos e ambientais	Mapa de fragilidades e potencialidades; delimitação da gleba piloto	Compreender o estado metabólico atual do bairro
2. Diretrizes do Urbanismo Ecológico	Adequação ao modelo de Rueda: densidade equilibrada, uso misto, caminhabilidade, mobilidade ativa	Matriz de diretrizes urbanísticas	Mobilidade e coesão comunitária
3. Estrutura ecológica urbana	Proposição de infraestrutura verde-azul: wetlands, microdrenagem, arborização funcional, biosistemas	Desenho da estrutura ecológica como “espinha dorsal” do bairro	Metabolismo: água + biodiversidade
4. Estratégias de metabolismo técnico	Soluções para energia, água e resíduos; integração com edificações e espaços públicos	Plano de sistemas sustentáveis com redução de E/nh	Eficiência energética e circularidade
5. Materialidade sustentável e bioclimática	Definição de materiais de baixo impacto e desempenho passivo nas tipologias	Memorial de materialidade e conforto ambiental	Envoltória ecológica
6. Qualificação socioespacial e convivência	Redes de praças, mobiliário urbano, acessibilidade e inclusão	Desenho dos espaços públicos articulados com o tecido residencial	Vida urbana e justiça socioespacial
7. Síntese “Ruas, Verdes e Futuros”	Consolidação do projeto urbano-arquitetônico e documentação técnica	Masterplan, pranchas de apresentação e cenários futuros	Resiliência urbana e adaptabilidade

Fonte: elaboração própria (2025)

05.

O LUGAR

5.1. HISTÓRICO

O Bairro Goiânia 2 foi fundado pela Encol, antiga construtora goianiense de renome internacional que foi à falência no final da década de 1990. A ideia, inicialmente, era que o bairro fosse um condomínio fechado, porém, por conta da decadência financeira da construtora, o projeto foi interrompido.

O Loteamento foi aprovado pelo Decreto Municipal nº 182 de 11 de março de 1983 conforme apresentado no Diário Oficial do Município de Goiânia nº 719 (Fig 27). Já o posterior registro do parcelamento foi efetuado no Cartório do Registro de Imóveis da 2ª Zona de Goiânia em 08 de março de 1984. Nesse mesmo ano as vendas começaram a ser efetuadas.

DECRETO N. 182, DE 11 DE MARÇO DE 1983.

“Aprova o loteamento denominado Goiânia 2”.

O PREFEITO DE GOIÂNIA, no uso de suas atribuições legais e tendo em vista o disposto na Lei Municipal n. 5.726, de 16 de dezembro de 1980, bem como o contido nos processos ns. . . . IPLAN-5542/78, IPLAN-1260/79, IPLAN-1743/79, IPLAN-0801/81, IPLAN-0539/82, IPLAN-0021/82, SEGOV-90801/82 e IPLAN-0091/83,

DECRETA.

Art. 1o. — É aprovado o loteamento denominado “Goiânia 2”, de propriedade de Encol S/A Engenharia, Comércio e Indústria, conforme plantas, memorial descritivo e demais atos integrantes dos processos ns. 021/82 e 091/83, do IPLAN, como Conjunto Habitacional de Natureza Social.

Fig. 27. Cópia do Decreto Municipal nº 182/1983 que aprova o loteamento Goiânia 2. Fonte: Goiânia. Decreto nº 182, de 11 de março de 1983. Reprodução do autor.

A Figura 28 apresenta uma vista aérea do Bairro Goiânia 2, evidenciando a conformação urbana inicial do loteamento e sua relação direta com o vale do Rio Meia Ponte. Observa-se que a implantação do bairro ocorreu em interface imediata com a área de preservação permanente do curso d'água, condição que influenciou o desenho viário, a distribuição dos lotes e a delimitação dos setores de preservação previstos no decreto de aprovação. Essa configuração reflete a lógica de ocupação característica do período, marcada pela expansão periférica e pela apropriação de áreas ambientalmente sensíveis, aspectos que ainda hoje condicionam a estrutura socioambiental do bairro.



Fig. 28 – Vista aérea do Bairro Goiânia 2 e entorno imediato, extraída e tratada a partir de imagem do Google Earth. Fonte: GOOGLE EARTH, 2025. Tratamento gráfico: Autor.

A Fig. 29 apresenta a planta geral do loteamento (cópia da original). O Loteamento foi inicialmente dividido em dez setores, sendo que: os IV, VII, VIII e X referem-se às áreas verdes públicas (bosques) e as de preservação permanente (margem de cursos d'água). Os setores restantes foram destinados aos parcelamentos totalizando 3.463 lotes.



Fig. 29 – Planta geral do Loteamento Goiânia 2 (cópia da planta original elaborada pela Encol S/A em 1983).
Fonte: ENCOL S/A. Planta Geral do Loteamento Goiânia 2. Goiânia, 1983. Reprodução do autor.

O lançamento do Bairro Goiânia 2 foi aguardado com grande expectativa e amplamente divulgado. Veiculações televisivas em horário nobre eram uma das estratégias de divulgação (Figs. 30 e 31).

Contudo, devido à falência da Encol, somente o setor VI foi ocupado, com a totalidade dos lotes destinados a residências unifamiliares com exceção do Edifício Tropical Privé, entregue no ano de 1985 (Fig. 32). Houve também vendas de casas construídas pela Encol com financiamento direto pela construtora, então chamado MPE - Moradia Programada Encol, também amplamente veiculado



Fig. 30. Propaganda televisiva da Encol - construção do Goiânia 2. Década de 80
Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=921364920080741>



Fig. 31. Propaganda televisiva da Encol - Moradia Programada Encol. Década de 1980
Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=921364920080741>



Fig. 32. Condomínio Tropical Privé - primeiro edifício do Goiânia 2
Foto: o autor (2025)

A partir da série histórica de vinte anos (Fig. 33) verifica-se o forte movimento de ocupação do Setor Goiânia 2. Em 2009 houve um processo de remembramento e desmembramento (Fig 34) de áreas originais da antiga proprietária do bairro (Construtora Encol) por empreendedores regionais e nacionais, iniciando a construção de edifícios residenciais em altura. No período de 2012 a 2014 já havia sido entregues 20 torres em quatro empreendimentos diferentes.

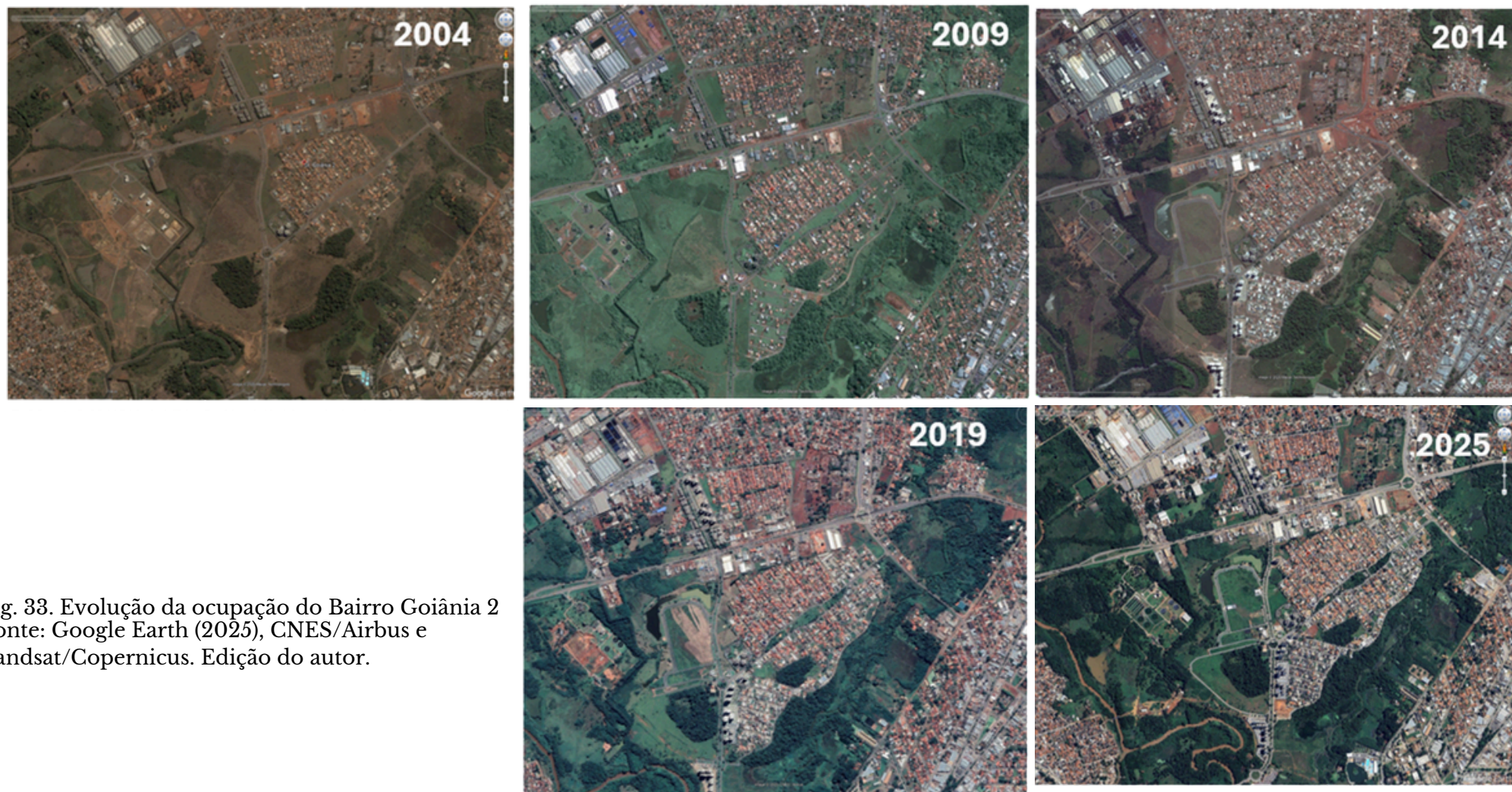


Fig. 33. Evolução da ocupação do Bairro Goiânia 2
Fonte: Google Earth (2025), CNES/Airbus e
Landsat/Copernicus. Edição do autor.



Em 2011 foi criado o Parque Leolídio di Ramos Caiado, ou simplesmente, Parque do Goiânia 2. Originalmente a Encol havia destinado essa área para ocupação residencial. Da mesma forma, a gleba de intervenção do presente trabalho estava destinada à residências unifamiliares.

Recentemente, a área de interveção está sendo comercializada como “Condomínio Tecnológico GYNTEC”, embora a apropriação efetiva tem sido feita por meio de galpões comerciais de baixa qualidade arquitetônica conforme diagnóstico a ser apresentado a seguir. Conforme ilustra a Fig. 31 (TROPICAL IMÓVEIS, 2025), o Condomínio Tecnológico Gyntec encontra-se em fase inicial de implantação.

Após atualização de informações obtidas junto ao empreendedor, o Gyntec está sendo implantado somente na porção sul da área. Futuramente é prevista a passagem de uma via dividindo a área em duas, dando a porção norte lugar a um condomínio residencial.



Fig. 31 – Implantação do Condomínio Tecnológico Gyntec sobre imagem de satélite. Fonte: Tropical Imóveis (2025), sobre base Google Earth.

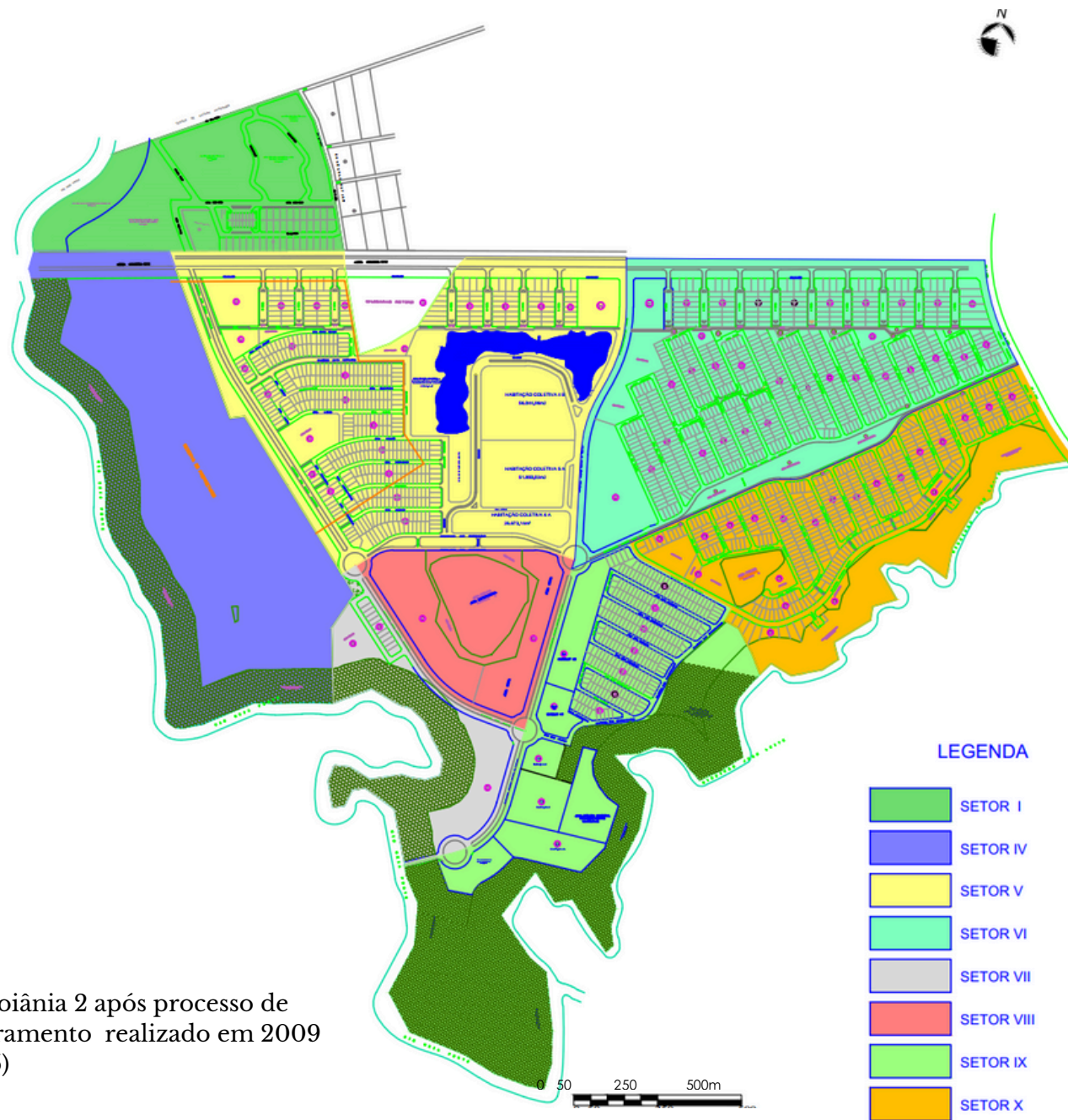


Fig. 34. Setorização final do Goiânia 2 após processo de desmembramento e remembramento realizado em 2009
 Fonte: Tropical Imóveis (2025)

5.2. ANÁLISE URBANÍSTICA

5.2.1. Localização da Gleba, Entorno e Acessos

A gleba situa-se no Bairro Goiânia 2, na região norte de Goiânia (Fig. 35). Seus limites são definidos, ao norte, pela Avenida Perimetral Norte e, ao oeste e noroeste, pelo Parque Leolídio di Ramos Caiado, que contorna a área nessas porções. A leste, a gleba é margeada pela Avenida Pedro Paulo de Souza, principal acesso ao tecido urbano do Bairro Goiânia 2. Ao sul, a ligação ocorre pela Avenida Boulevard Conde dos Arcos, que conecta o setor à Avenida Cotovia (continuação da GO-080). O levantamento fotográfico dos principais pontos de interesse do bairro encontra-se apresentado nas Figs. 36 a 58.

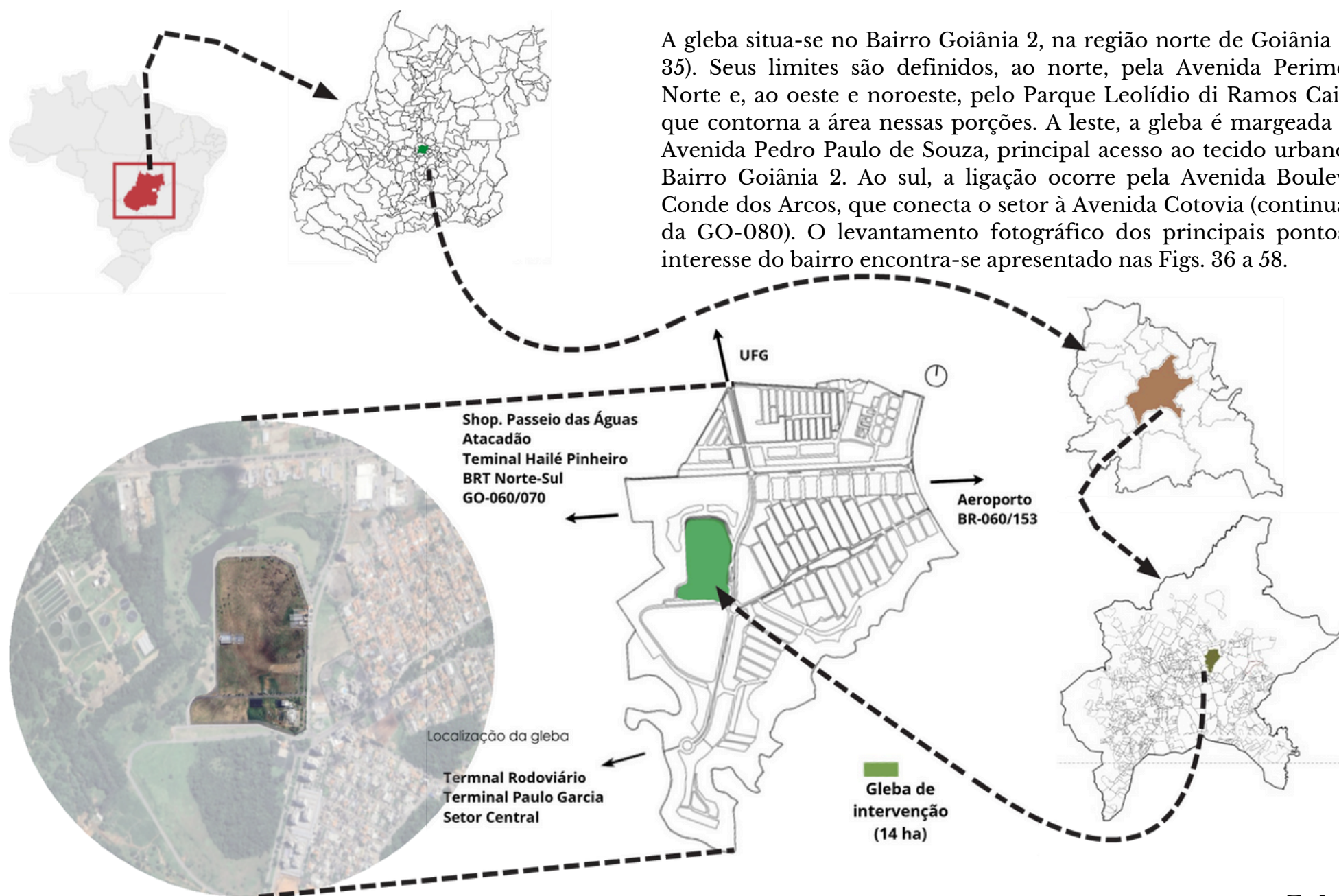


Fig. 35. Localização da Gleba
Fonte: Elaboração própria (2025).

5.2.2. Levantamento Fotográfico



Legenda

- 1 Acesso ao Bairro Goiânia 2 - Ponte sobre o Rio Meia-Ponte Avenida Pedro Paulo de Souza (Sentido Sul-Norte)
- 2 Academia Corpo de Bombeiros Militar
- 3 Edifício Felicitá (8 torres entregues entre 2012 e 2013)
- 4 Edifício Pitangueiras - entrega em 2027
- 5 Bosque municipal - APP
- 6 Edifício Happy Days (4 torres entregues em 2013)
- 7 Edifício Gran Vitá (3 torres entregues em 2013)
- 8 Edifício Week Family (3 torres entregues em 2013)
- 9 Show Ball Centro de esportes e lazer
- 10 Praça gastronômica (antigo Show Room da Encol)
- 11 Edifício Gran Cerrado Residence (2 torres entregues em 2014)
- 12 Orla EBM - Stand de Vendas
- 13 Edifício Tropical Privê - (primeiro edifício do Bairro, 1985)
- 14 Complexo comercial: Panificadora, Floricultura, Imobiliária
- 15 Galpões comerciais em construção- Rua Apolo
- 16 Ar Vertical - Prestadora de Serviços de refrigeração - Rua Júpiter
- 17 Parque Goiânia 2 - Playground 1
- 18 Parque Goiânia 2 - Extravasor do lago
- 19 Parque Goiânia 2 - Lago
- 20 Visão Geral da Gleba de intervenção
- 21 Parque Goiânia 2 - Playground 2
- 22 Academia Sky/Fogueiro Bar
- 23 Futuras Instalações da Assembleia de Deus - Ministério Fama
- 24 Parque Goiânia 2 - Vegetação ao fundo
- 25 Edifício Sunset Residence - entrega em 2027
- 26 Estação de Tratamento de Esgoto Hélio Seixas de Brito

1



Fig. 36. Acesso ao Bairro Goiânia 2 pela Av. Pedro Paulo de Souza Sentido Setor Central → Campus Samambaia/UFG.
Fonte: Google Street View, Google Maps (imagem de 2023).

2



Fig. 37. Academia Bombeiro Militar-Go
Fonte: Google Street View, Google Maps (imagem de 2023).

3



Fig. 38. Residencial Felicitá - entrada norte
Fonte: foto do autor (2025)

4



Fig. 39. Residencial Pitangueiras EBM - entrega 2029
Fonte: Google Street View, Google Maps (imagem de 2023).

5



Fig. 40. Bosque Municipal - Av. Pedro Paulo de Souza.
Fonte: foto do autor (2025)

6



Fig. 41. Edifício Gran Vitória- Av. Pedro Paulo de Souza
Fonte: foto do autor (2025)

7



Fig. 42. Edifício Happy Days - Av. Pedro Paulo de Souza
Fonte: foto do autor (2025)

8

10



Fig. 43. Praça gastronômica -Torres Week Family ao fundo
Fonte: foto do autor (2025)

9



Fig. 44. Show Ball Centro de esportes e lazer
Fonte: foto do autor (2025)

11

12



Fig. 45. Stand de Vendas EBM/Torre Gran Cerrado Residence ao fundo. Fonte: foto do autor (2025)

13



Fig. 46. Edifício Tropical Privê (prédio residencial do bairro, 1985)
Fonte: foto do autor (2025)

14



Fig. 47. Complexo comercial: Panificadora, Floricultura, Imobiliária
Fonte: foto do autor (2025)

15



Fig. 48. Rua Apolo - ocupação por galpões comerciais (baixa qualidade arquitetônica)
Fonte: foto do autor (2025)

16



Fig. 49. Ar Vertical Refrigeração, Rua Júpiter (dir). Ao lado, grande galpão em construção (esq.).
Fonte: foto do autor (2025)

17



Fig. 50. Parque Goiânia 2 - Playground 1 (dir.) e galpões ao fundo - vista a partir do Playground 1 (esq.).

18



Fig. 51. Parque Goiânia 2 - extravasador do lago
Fonte: foto do autor (2025)

19



Fig. 52. Parque Goiânia 2 - lago
Fonte: foto do autor (2025)

20



Fig. 53. Vista geral da gleba
Fonte: foto do autor (2025)

21



Fig. 54. Parque Goiânia 2 - Playground 2
Fonte: foto do autor (2025)

22



Fig. 55. Steak House Fogueiro e Academia Sky Fit ao fundo
Fonte: foto do autor (2025)

23



Fig. 56. Futuras Instalações da Assembleia Deus -
Ministério Fama (desvio de uso previsto para o GynTec)
Fonte: foto do autor (2025)

24

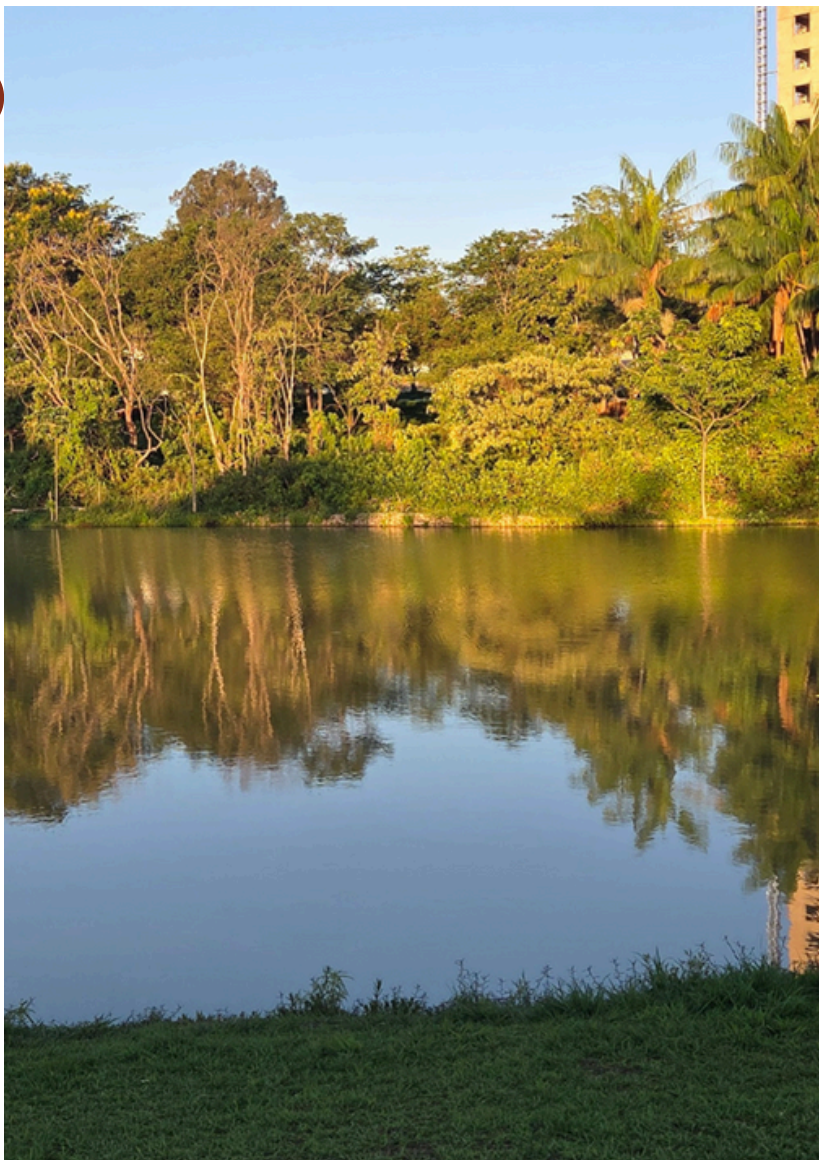


Fig. 57. Lago, Parque Goiânia 2 e vereda ao fundo.
Fonte: foto do autor (2025)

25



Fig. 58. Edifício Sunset Residence - Av. Pedro Paulo de Souza.
No lançamento foi divulgado como o primeiro edifício de alto padrão da região (entrega em 2027)
Fonte: foto do autor (2025)

5.2.3. Condicionais Ambientais do Território: Clima, ventos, Insolação e Topografia

O clima de Goiânia é classificado como Tropical Típico Subúmido (Aw - classificação de Köppen). É caracterizado por duas estações bem definidas: um período chuvoso, que se estende de outubro a abril, e um período seco entre maio e setembro, marcado por baixa umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, principalmente entre agosto e outubro. A temperatura média anual é de aproximadamente 23°C, com picos no mês de setembro e mínimas em junho. A precipitação média anual gira em torno de 1.500 mm.

Quanto aos ventos, observa-se comportamento sazonal:

- verão / período chuvoso → predominância dos ventos N e NE
- inverno / estiagem → predominância dos ventos SE e NE
- ao longo do ano → maior frequência dos ventos de Leste (fev a out)

Essas informações fundamentam a orientação das edificações, visando otimizar a ventilação natural cruzada e o conforto ambiental (Fig. 59).

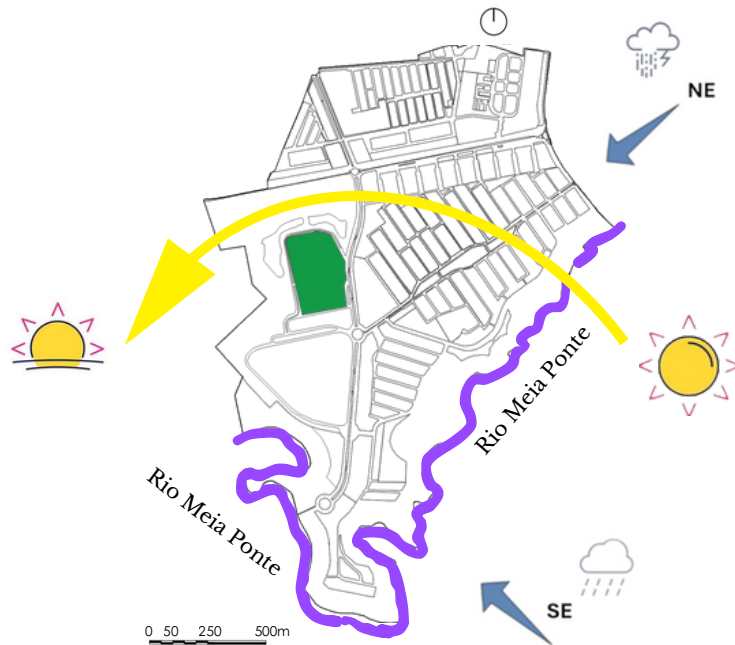


Fig. 59. Condicionantes Ambientais: vento e insolação
Fonte: elaboração própria

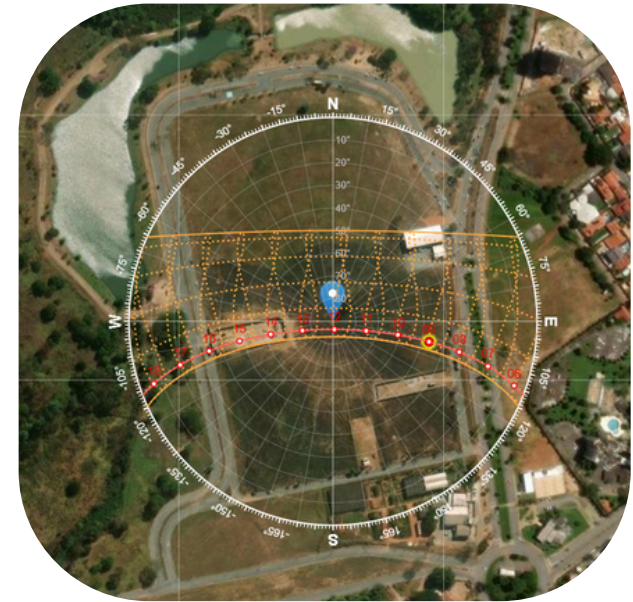


Fig. 60. Carta Solar de Goiânia referente ao mês de dezembro e sobreposta à gleba
Fonte: elaborada pelo autor

A análise da carta solar (Fig. 60) evidencia alta exposição à radiação direta ao longo de todo o ano no sítio, principalmente na orientação oeste, onde o ganho térmico é mais intenso e crítico no final das tardes, principalmente nos períodos de estiagem. Como a área não apresenta barreiras naturais significativas, tornam-se necessárias estratégias de sombreamento, proteção solar e resfriamento passivo.

Nesse sentido, a implantação das fitas residenciais busca:

- captar a ventilação predominante e
- reduzir insolação direta nas fachadas sensíveis

Já as torres residenciais adotam geometrias mais delgadas, favorecendo ventilação cruzada, reduzindo a dependência de climatização mecânica e ampliando o conforto térmico interno.

Associado a isso, a infraestrutura verde-azul do bairro - wetlands, arboreto, arborização viária e áreas permeáveis — desempenham papel determinante na mitigação das ilhas de calor por meio de:

- sombreamento dos caminhos
- evapotranspiração
- resfriamento evaporativo junto aos espelhos d'água

A topografia da gleba, com declividade média de apenas 0,6% ao longo de aprox. 515 m de extensão (eixo de maior comprimento), caracteriza-se como plana, favorecendo o acesso universal, a implantação de soluções de drenagem sustentável e a mobilidade ativa (Figs. 61 a 63). Conclui-se que as diretrizes de implantação, materialidade construtiva e paisagismo adotadas são respostas diretas às condicionantes solares, climáticas e topográficas do sítio, reforçando o desempenho termoambiental da proposta dentro dos princípios do Urbanismo Ecológico.

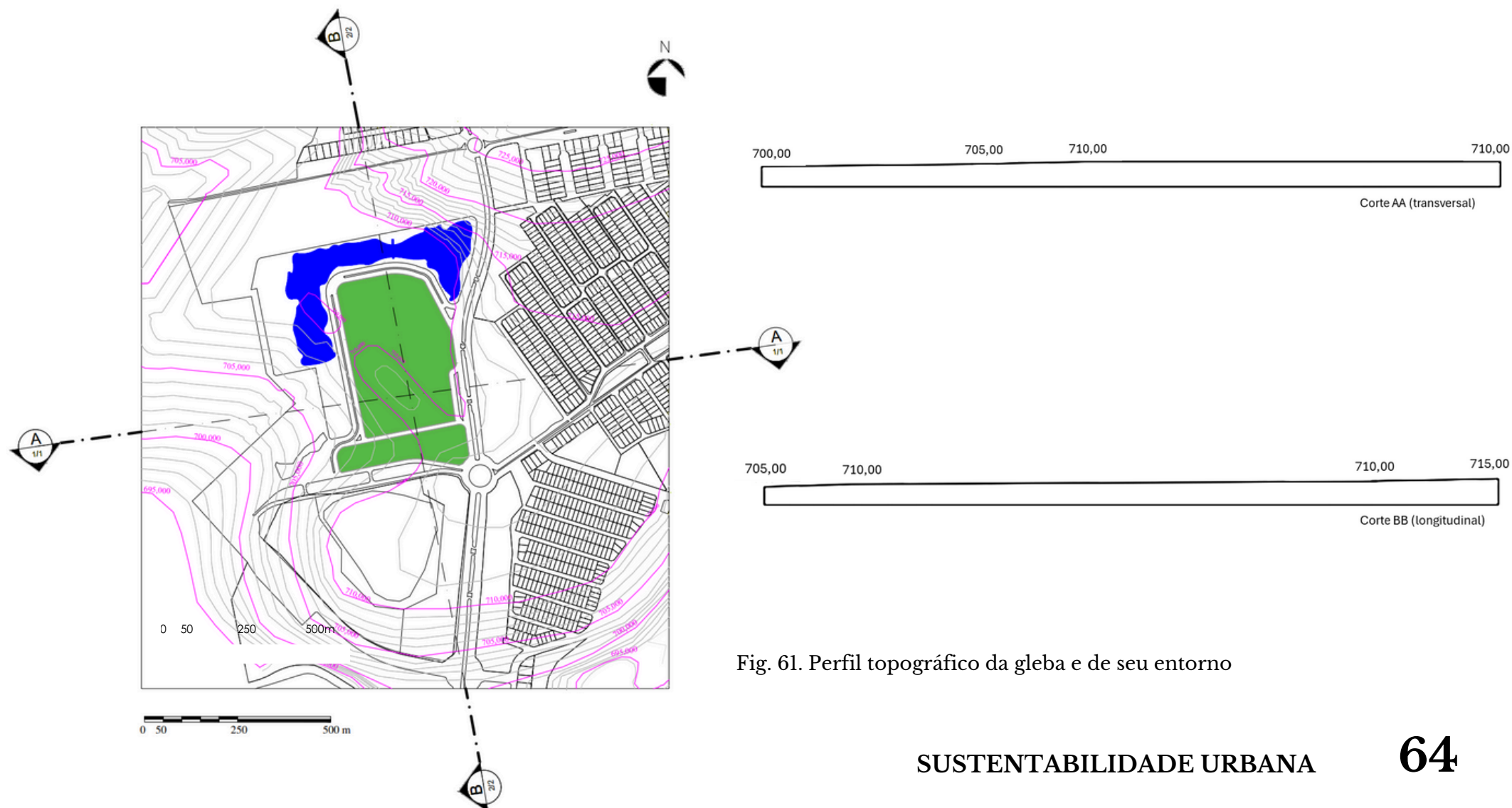


Fig. 61. Perfil topográfico da gleba e de seu entorno

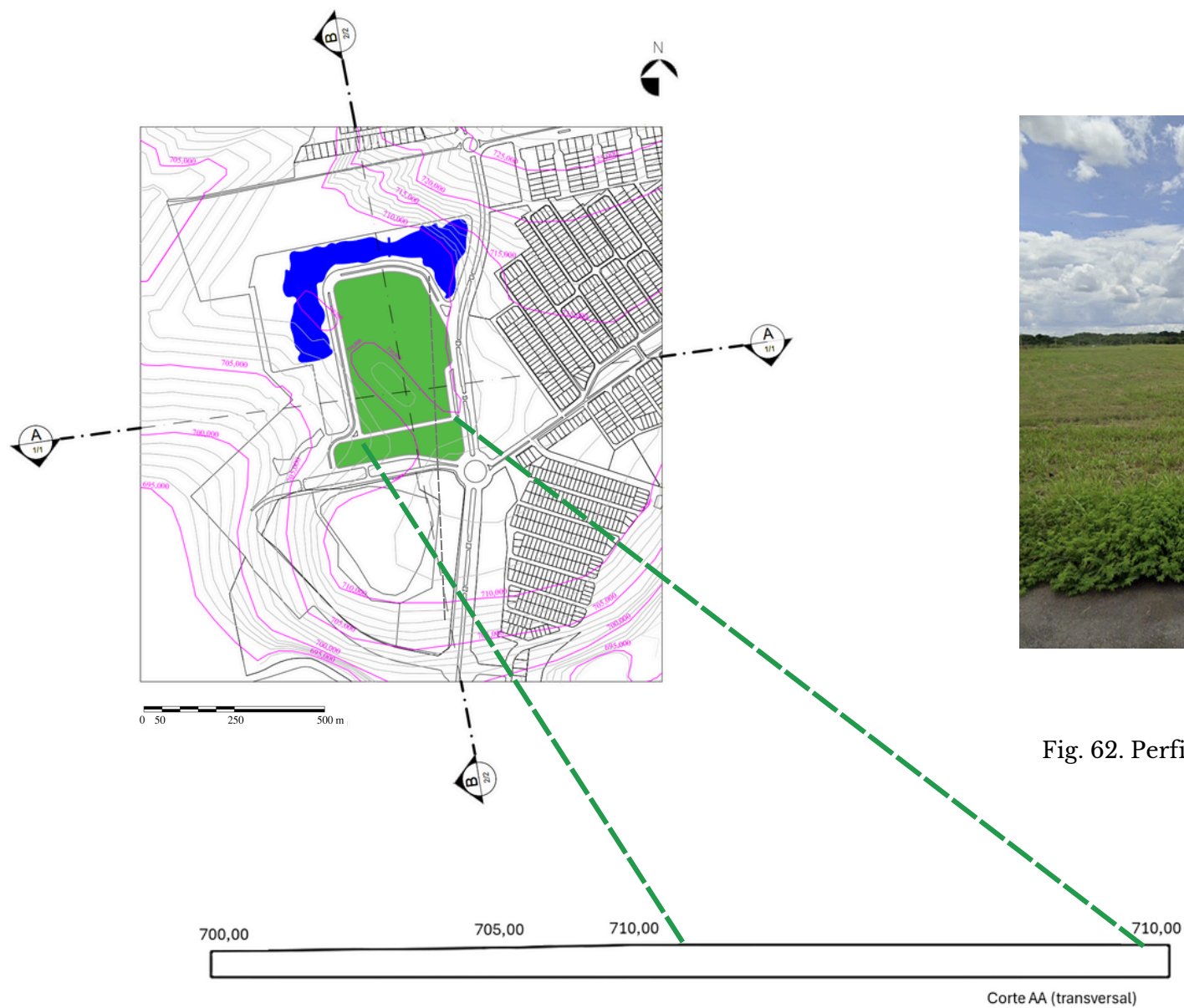


Fig. 62. Perfil topográfico e vista da gleba a partir da Rua Apolo
Foto: elaboração própria (2025).

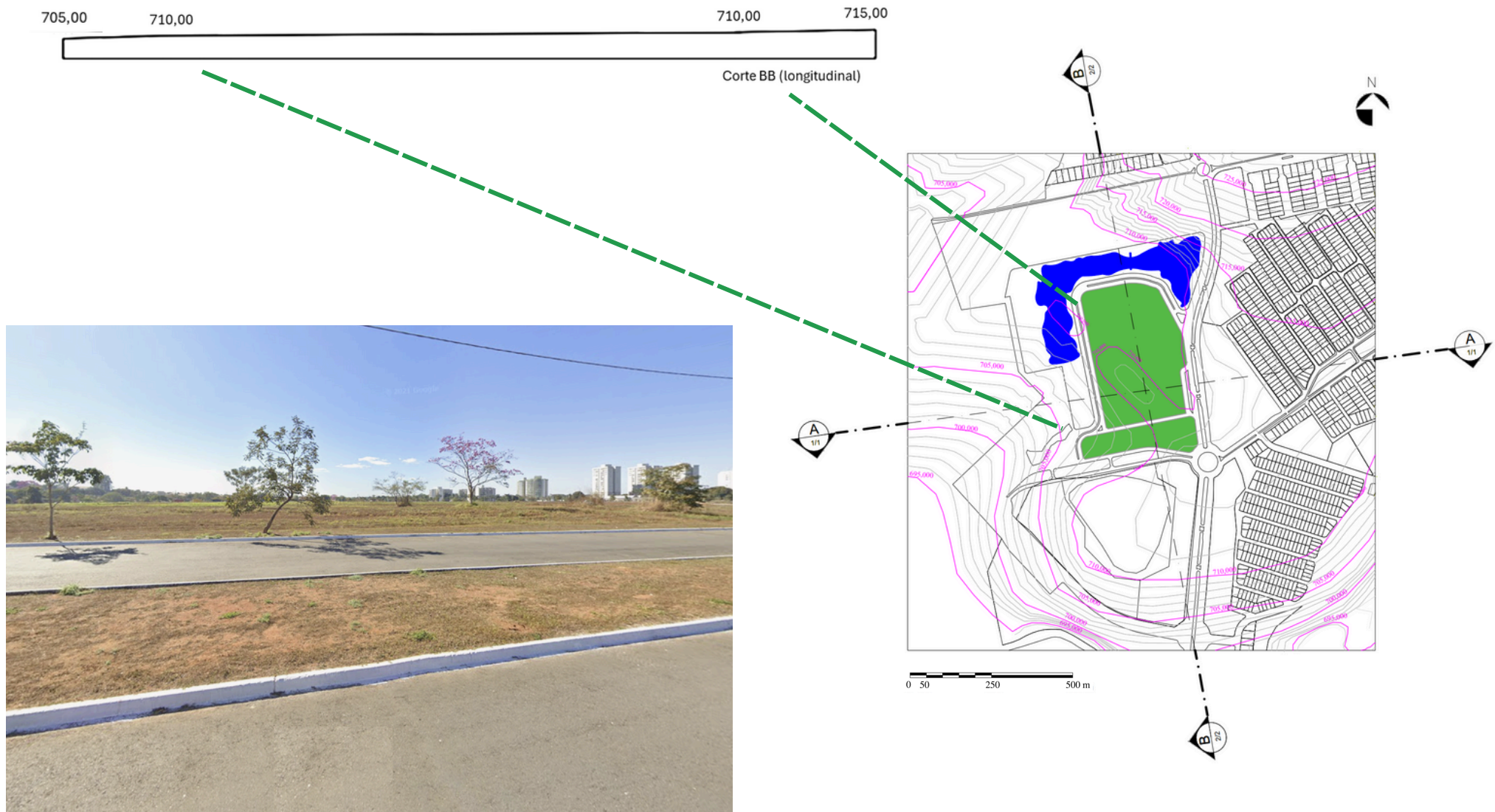


Fig. 62. Perfil topográfico e vista da gleba a partir da Rua Júpter
Foto: elaborados pelo autor (2025).

5.2.4. Intraestrutura urbana

Abastecimento de Água

De acordo com o Censo 2022, o município de Goiânia possui 1.437.366 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 728,84 km², resultando em densidade populacional de 1.972,13 hab/km² (IBGE, 2022). Esse padrão confirma um tecido urbano de baixa densidade média, associado historicamente a um processo de expansão espraiada.

A prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é de responsabilidade da Saneamento de Goiás S/A (Saneago), que atende praticamente a totalidade da população urbana: estima-se que 99,6% dos habitantes de Goiânia sejam abastecidos com água tratada por rede geral (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2023).

O abastecimento de água da capital é estruturado a partir de três sistemas produtores que utilizam dois mananciais: o Rio Meia Ponte (captação superficial) e o Ribeirão João Leite, represado pela Barragem João Leite (Fig. 63). O Sistema Meia Ponte é formado pela captação no Rio Meia Ponte e pela Estação de Tratamento de Água (ETA) Meia Ponte, com capacidade de tratamento de 2.000 L/s. Já o Sistema Mauro Borges/João Leite integra a Barragem João Leite, a ETA Mauro Borges e a ETA Jaime Câmara, com capacidades de 4.000 L/s e 2.000 L/s, respectivamente (AGÊNCIA CORA CORALINA, 2021).

Em média, 64% da água distribuída na capital é proveniente do Ribeirão João Leite, enquanto 36% tem origem no Rio Meia Ponte (Fig. 64), proporção que reflete a crescente importância do Sistema Mauro Borges/João Leite na matriz de abastecimento (AGÊNCIA CORA CORALINA, 2021).

A cidade conta com 170 reservatórios, que juntos armazenam mais de 300 milhões de litros de água tratada, permitindo maior regularidade e segurança operacional (SANEAGO, 2022). Os sistemas produtores estão interligados por meio de uma adutora de integração que possibilita o reforço do Sistema Meia Ponte com até 800 L/s de água proveniente do Reservatório João Leite, especialmente durante o período seco (AGÊNCIA CORA CORALINA, 2021).

Essa configuração tem permitido à Saneago reduzir gradualmente a dependência do Rio Meia Ponte, cuja vazão sofre quedas acentuadas nas estiagens, e ampliar o papel estratégico do Sistema Mauro Borges/João Leite no abastecimento de Goiânia e de sua Região Metropolitana.

Em termos geográficos, o Sistema Meia Ponte abastece predominantemente as regiões Norte, Noroeste, Oeste e Sudoeste de Goiânia, enquanto o Sistema Mauro Borges/João Leite atende as regiões Leste, Central, Sul e Sudeste, além de parte da região Norte (Figs. 65 e 66) (AGÊNCIA CORA CORALINA, 2021).

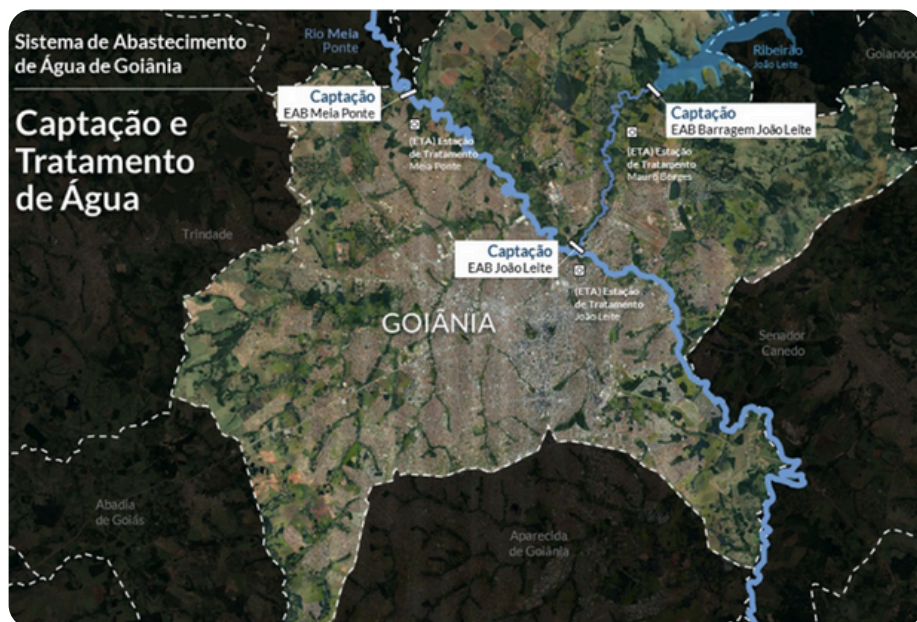


Fig. 63. Sistemas produtores de água no município de Goiânia
Fonte: Agência Cora Coralina (2021).

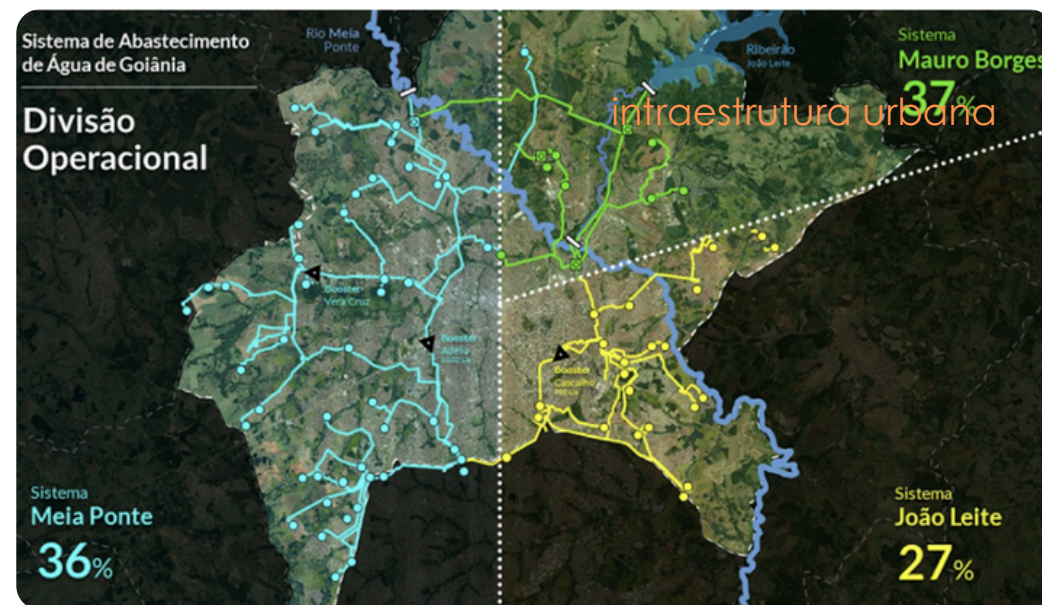


Fig. 64. Divisão operacional de abastecimento de água no município de Goiânia
Fonte: Agência Cora Coralina (2021).



Fig. 65. Sistema produtor Meia Ponte
Fonte: Agência Cora Coralina (2021).



Fig. 66. Barragem Ribeirão João Leite - Sistema de Abastecimento Mauro Borges. Fonte: Agência Cora Coralina (2021).

Esgotamento Sanitário

O tratamento dos efluentes em Goiânia é feito em sete Estações de Tratamento de Esgotos, distribuídas em seis subsistemas de esgotamento sanitário (Fig. 67).

Resumidamente, o Instituto Água e Saneamento (IAS, 2024), destaca as seguintes estatísticas de abastecimento de água e saneamento básico do município de Goiânia:

- 98,41% da população é atendida com abastecimento de água, frente a média de 89,01% do estado e 84,24% do país;
- 22.883 habitantes não têm acesso à água.
- 98,04% da população é atendida com esgotamento sanitário, frente a média de 63% do estado e 55,5% do país;
- O esgoto de 28.233 habitantes não é coletado.
- 98,04% da população é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares e possui coleta seletiva de Resíduos Sólidos, e recupera 3,83% do total de resíduos coletados no município;
- O lixo de 27.619 habitantes não é recolhido. Segundo alerta da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás, a vida útil do aterro sanitário é de mais 2 anos
- 38,2% da população é atendida com Drenagem de Águas Pluviais, frente a média de 16,36% do estado e 26,8% do país;
- 0,2% dos domicílios do município estão sujeitos à inundação; O município tem mapeamento de áreas de risco; e existem sistemas de alerta para riscos hidrológicos.

ETE Dr. Hélio Seixo de Britto	População Atendida: 1.265.311 hab Volume de Esgoto Tratado: 141.696 m³/dia
ETE Jardins Cerrado	População Atendida: 2.052 hab Volume de Esgoto Tratado: 466,56 m³/dia
ETE Buena Vista	População Atendida: 5.716 hab Volume de Esgoto Tratado: 397,44 m³/dia
ETE Parque Atheneu	População Atendida: 64.260 hab Volume de Esgoto Tratado: 9.910,08 m³/dia
ETE Campos Dourados	População Atendida: 907 hab Volume de Esgoto Tratado: 95,04 m³/dia
ETE Aruanã	População Atendida: 17.604 hab Volume de Esgoto Tratado: 2.920,32 m³/dia
ETE Samambaia	População Atendida: 1.296 hab Volume de Esgoto Tratado: 155,52 m³/dia

Fig. 67. Volume tratado e população atendida por cada ETE em Goiânia
Fonte: IAS (2024)

Energia Elétrica e Iluminação Pública

O fornecimento de energia elétrica no município de Goiânia é realizado pela Equatorial Goiás, concessionária que assumiu oficialmente o serviço após a transferência societária aprovada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023). A rede de distribuição da capital é estruturada a partir de oito subestações principais: Goiânia Leste, Meia Ponte, Xavantes, Carajás, Jardim Atlântico, Ferroviário, Campinas e Setor Aeroporto (Fig. 68) - infraestrutura herdada das antigas Celg/Enel e incorporada à operação da Equatorial após sua entrada no estado (GOIÁS, 2022).

Em termos de atendimento, Goiânia apresenta um dos mais altos índices de acesso autorizado à energia elétrica entre as capitais brasileiras: 99,7% da população possui ligação regular, conforme levantamento recente do IDSC/ONU divulgado pela mídia local (MARTINS; SAGRES, 2024). Esse indicador reforça a robustez do sistema elétrico local e a elevada cobertura do serviço em áreas urbanizadas consolidadas.



Fig. 68. Espacialização das subestações de energia de Goiânia
Fonte: CELG, s.d. Reprodução do autor.

5.2.5. Serviços públicos

Apesar de ser um bairro com boa ocupação e constante crescimento, o Goiânia 2 conta com escassa estrutura de serviços públicos como postos de saúde, escolas, delegacias e transporte público.

As unidades de saúde mais próximas se encontram à norte, no setor São Judas Tadeu, e a sudoeste, nos setores Urias Magalhães e Crimeia Oeste. Igualmente as escolas públicas se localizam no São Judas e a Delegacia mais próxima na Praça dos Violeiros, Urias Magalhães.

Quanto ao transporte público somente a Avenida Afonso Pena na divisa com o Bairro São Judas e a Avenida Pedro Paulo de Souza, que ladeia a gleba, contam com circulação de ônibus. A Avenida Bouvelard Conde dos Arcos, apesar de ser uma via coletora, não possui esse serviço (Fig. 69).



Figura 69. Serviços Públicos: saúde, educação, transporte e segurança

5.3. Situação Regulatória e Urbanística Atual

De acordo com o Plano Diretor de Goiânia - PDG (Lei Complementar nº 349/2022), a Região Norte de Goiânia, conhecida por suas importantes fontes de água, como a barragem do Rio Ribeirão João Leite e o Rio Meia Ponte, continuará sendo um foco de atenção devido à sua relevância ambiental e ao abastecimento de água que fornece para a cidade. Uma das mudanças mais notáveis é a expansão de novos loteamentos próximos à Barragem do Ribeirão João Leite. Essa expansão pode comprometer a área de proteção ao redor da barragem

O novo PDG de Goiânia insere o bairro Goiânia 2 em Área Adensável em torno do Eixo de Desenvolvimento (ED) Campus 2 UFG (Fig. 70).

- LEGENDA
- Eixo de Desenvolvimento (ED)
 - Áreas de adensamento básico
 - Áreas Adensáveis (AA)
 - Áreas de Desceleração de Densidade
 - Macrozona Rural do Capivara
 - Macrozona Rural do João Leite
 - Vila Jardim Poméia
 - Bairro Goiânia 2
 - Setor Jaó
 - Universidade Federal de Goiás

Quanto ao adensamento

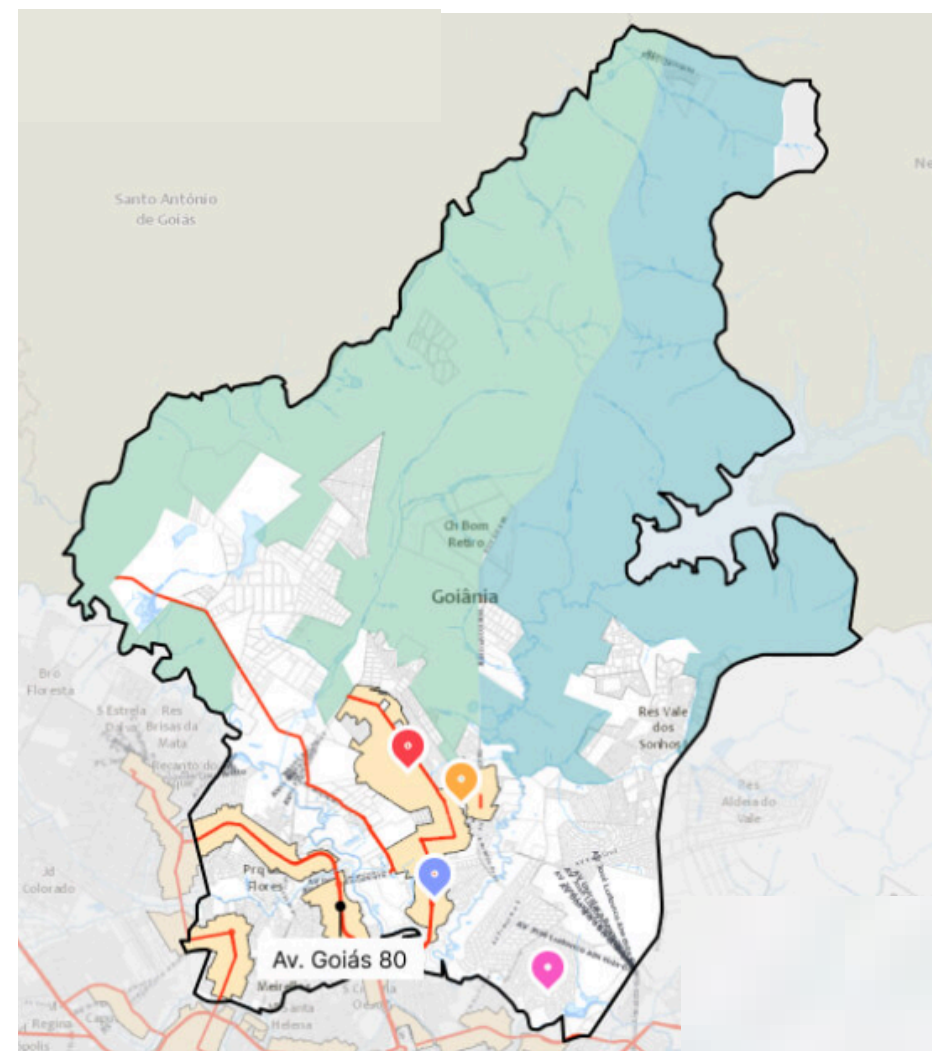
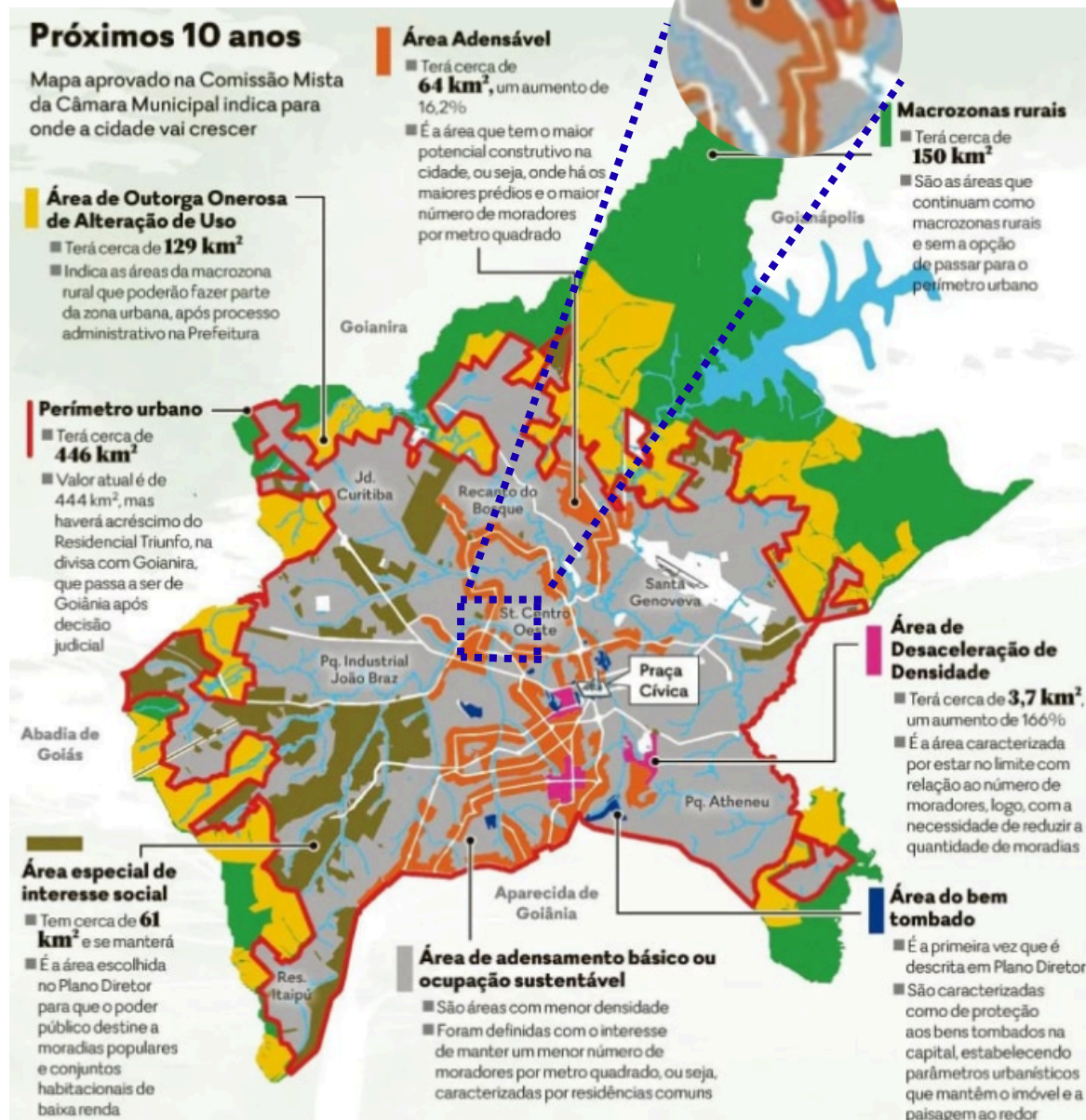


Fig. 70. Região Norte de Goiânia. (sem escala)
Fonte: Elaboração do autor (2025), sobre base cartográfica do Google Maps.

Bairro Goiânia 2.
Área adensável de grande
potencial construtivo



Quanto ao adensamento

De acordo com o PDG vigente, a gleba se insere em Área Adensável de grande potencial construtivo (GOIÂNIA, 2022). Ainda que o Plano Diretor estabeleça premissas claras de vocação urbanística, a definição exata de parâmetros numéricos - como gabaritos máximos, coeficientes de aproveitamento e taxas de ocupação e permeabilidade - depende de regulamentações complementares da Lei de Uso e Ocupação do Solo e demais normativas específicas aplicáveis aos corredores urbanos.

Os mapas e diagramas que mostram o contexto recente de expansão urbana e infraestrutura da região - amplamente discutidos pela imprensa local - reforçam esse cenário, como apresentado por Pulcinelli (2022) ao analisar os impactos da aprovação do novo Plano Diretor (Fig. 71). Nesse sentido, os parâmetros adotados neste Trabalho configuram-se como hipóteses projetuais plausíveis, fundamentadas nas diretrizes estruturantes do Plano Diretor.

Adotar tais premissas proporciona coerência entre a proposta projetual e os princípios contemporâneos de qualificação urbana defendidos pelo município, permitindo que o recorte estudado desempenhe um papel demonstrativo e indutor de uma urbanização mais compacta, integrada e eficiente, alinhada aos objetivos metropolitanos e ao modelo do Urbanismo Ecológico, aplicado ao bairro como unidade metabólica.

Fig. 71. Goiânia dos próximos 10 anos. Mapa aprovado na Comissão Mista da Câmara Municipal indica para onde a cidade vai crescer
Fonte: PULCINELLI, Fabiana. O Popular, 2022. Adaptação do autor.

A Fig. 72 apresenta a hierarquia e as condições de acesso viário da gleba analisada. A partir do mapa, observa-se que a área dispõe de excelente conectividade urbana, articulando-se ao sistema viário estrutural de Goiânia por meio de três eixos principais: a Avenida Perimetral Norte (via Expressa de 2ª Categoria), a Avenida Pedro Paulo de Souza (via Arterial de 2ª Categoria) e a Avenida Boulevard Conde dos Arcos (via Coletora). Essa combinação de vias de diferentes categorias garante acessibilidade eficiente tanto ao bairro Goiânia 2 quanto às demais regiões da cidade.

Em um raio ampliado, a gleba relaciona-se diretamente com importantes eixos metropolitanos, como a Avenida Goiás Norte e as rodovias GO-080, GO-070 e BR-060/153, reforçando sua inserção estratégica na malha urbana e regional.

Segundo o Plano Diretor de Goiânia, a Av. Pedro Paulo de Souza integra o Corredor-Campus UFG, com diretriz para implantação de corredor exclusivo de transporte coletivo. Essa classificação também orienta a conformação de uso misto, adensamento qualificado, mobilidade sustentável e incentivo a fachadas ativas, fortalecendo a vitalidade urbana em escala de bairro.

Já a Av. Perimetral Norte, limite norte da gleba, funciona como importante eixo de conexão regional, assegurando fluidez e capacidade de deslocamento intersetorial. Por sua vez, o Boulevard Conde dos Arcos atua como via coletora fundamental, estabelecendo a transição entre o tráfego de maior capacidade e as áreas residenciais adjacentes.

A circulação atual apresenta, no geral, boa fluidez ao longo do dia, com apenas um ponto de retenção recorrente no final da tarde, no cruzamento da Perimetral Norte com a Pedro Paulo de Souza, onde um breve acúmulo de veículos se forma devido ao ciclo semaforico — situação típica, mas de curta duração.

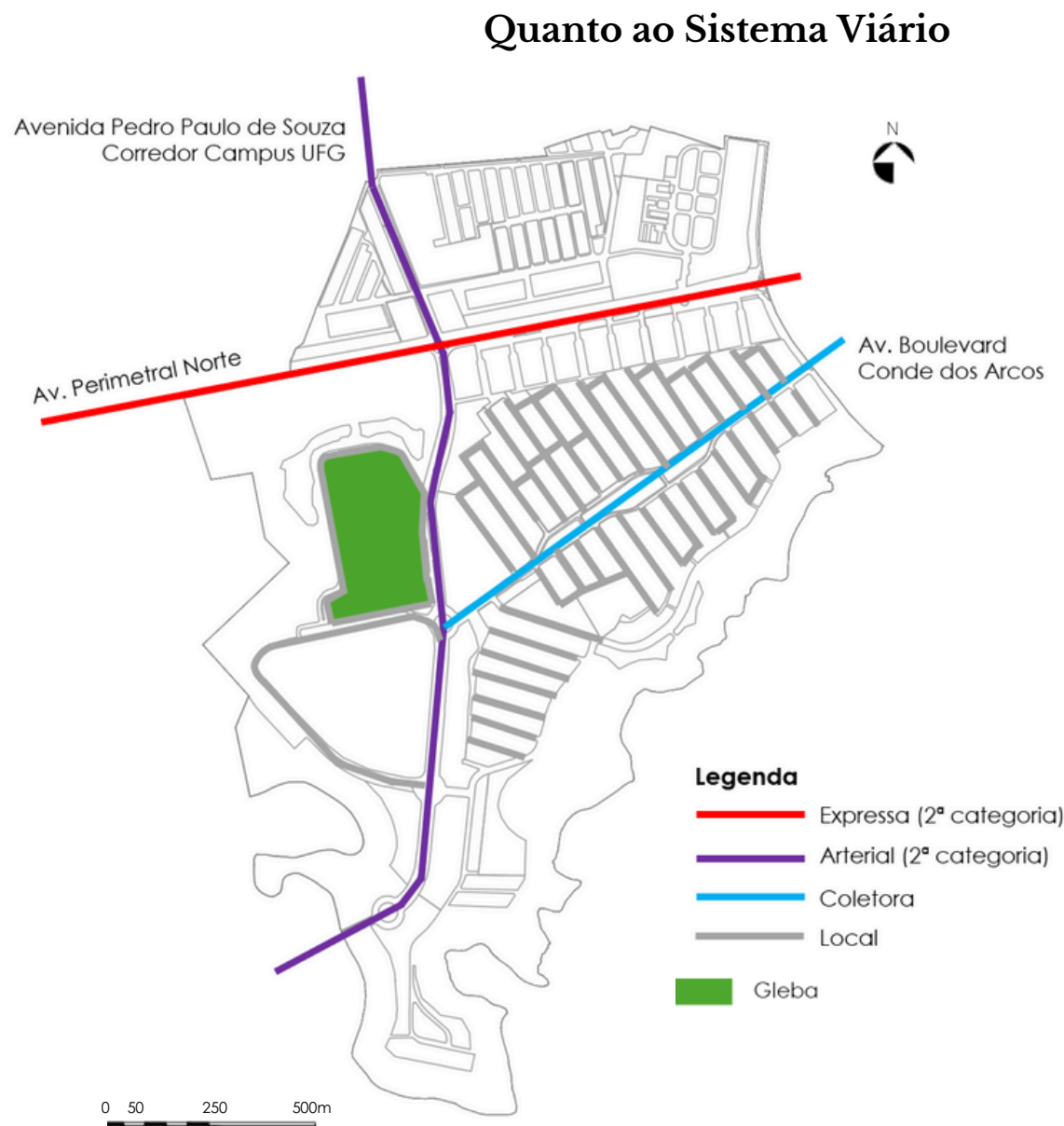
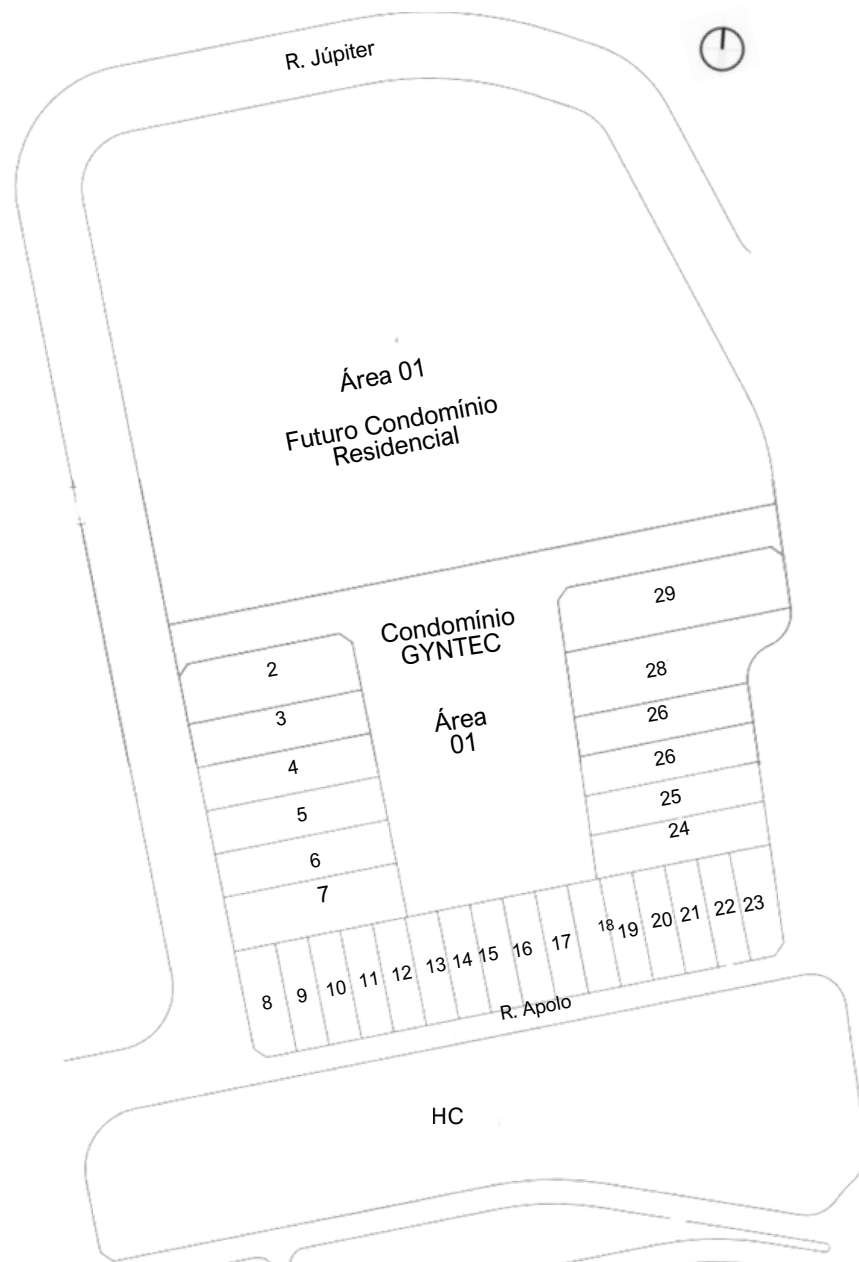


Fig. 72. Hierarquia das vias próximo à gleba
Fonte: elaboração própria



Quanto à ocupação fundiária atual

A Fig. 73 ao lado mostra a situação de ocupação fundiária do gleba. Em seu Boletim de Informações Cadastrais (Mapa Fácil Goiânia - www.portalmapa.goiania.go.gov.br/mapafacil) a área aparece atualmente dividida em duas grande porções.

A porção inferior corresponde atualmente ao Condomínio Tecnológico Gyntec contando com 29 lotes com áreas variando entre 750m² a 17.434,51m² cuja dinâmica de ocupação foi abordada anteriormente. A porção superior corresponde à implantação de futuro Condomínio Residencial.

Fig. 73. Mapa da Gleba.
Fonte: Mapa Fácil - Goiânia (12025). Adaptado pelo autor



A análise visual do mapa de cheios e vazios permite compreender com maior precisão a lógica de ocupação do solo, os padrões de densidade urbana e a distribuição dos espaços públicos e privados no Bairro Goiânia 2 (Fig. 74). Essa leitura é fundamental para identificar o grau de consolidação do tecido urbano, suas oportunidades de transformação e as áreas com maior potencial de reestruturação.

O entorno imediato da gleba apresenta extensas áreas não edificadas, que se justificam tanto por sua destinação como espaços públicos estruturantes - caso do Parque Leolídio de Ramos Caiado e do bosque ao sul - quanto pela existência de grandes lotes privados ainda não ocupados. Esses vazios, especialmente aqueles situados à direita da Av. Pedro Paulo de Souza, já começam a sinalizar mudança no padrão de ocupação: muitos exibem outdoors e anúncios imobiliários indicando projetos de edifícios residenciais de maior altura, evidenciando um movimento emergente de verticalização no setor.

De forma geral, o mapa revela um bairro cuja morfologia combina áreas consolidadas de baixa densidade - marcadas por predominância de habitações unifamiliares - com setores que caminham para uma densidade intermediária, sobretudo ao longo dos eixos viários estruturais. A coexistência desses padrões expressa um tecido urbano em transição, no qual a presença de vazios estratégicos representa oportunidades significativas para qualificação urbana, diversificação de usos e evolução da estrutura ecológico-urbana do bairro.

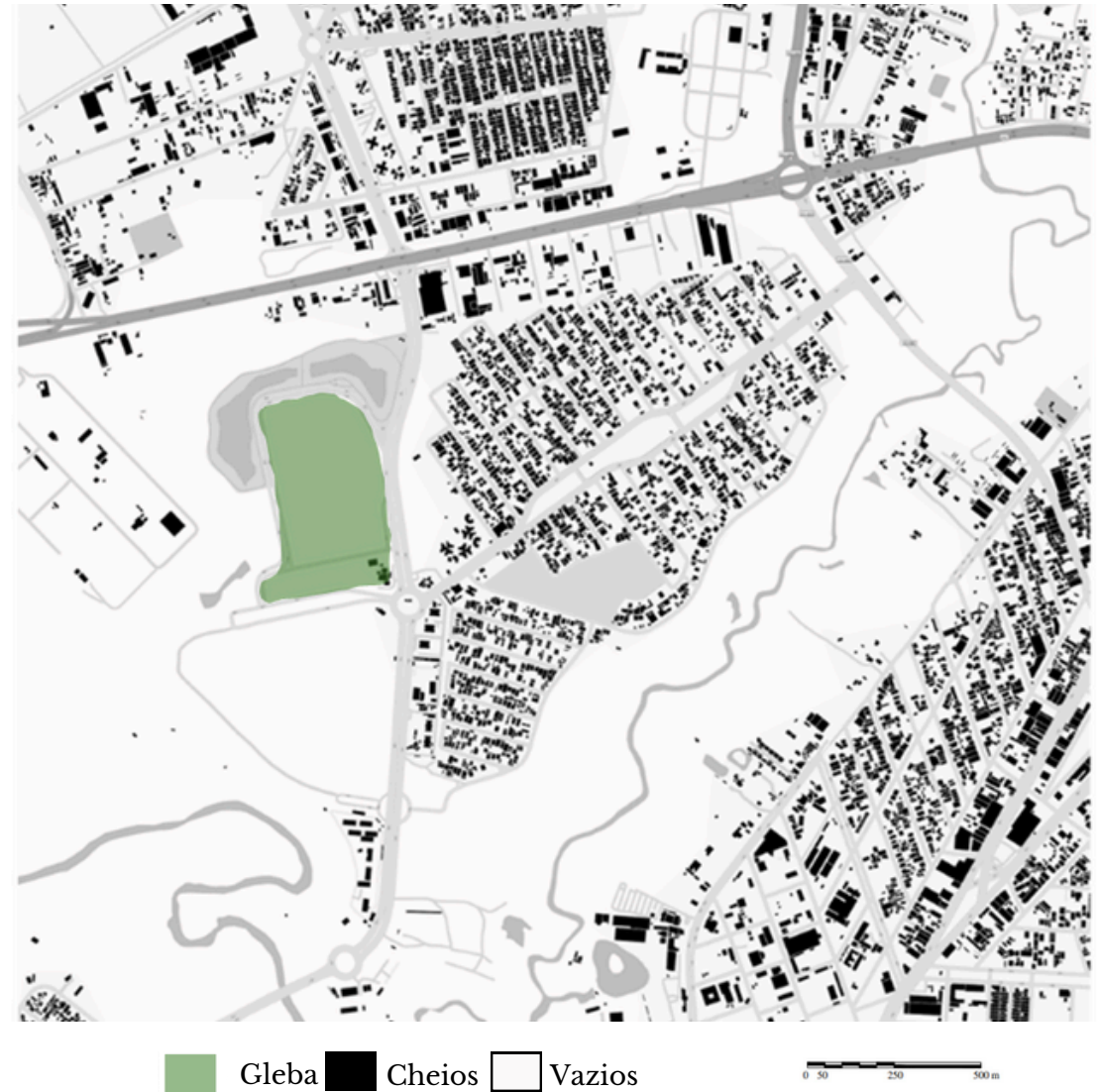


Fig. 74. Mapa do Gabarito - Bairro Goiânia 2
Fonte: elaboração própria (2025)

Uso do Solo

O Bairro Goiânia 2 apresenta, de modo geral, baixo adensamento urbano, caracterizado majoritariamente por unidades habitacionais unifamiliares (Fig. 75). Essa morfologia é especialmente perceptível na porção norte, nas imediações do Bairro São Judas, e também nos trechos a oeste da Avenida Pedro Paulo de Souza e ao longo da Avenida Boulevard Conde dos Arcos, onde predomina um tecido residencial contínuo, de baixa altura e ocupação pouco intensa.

As Avenidas Perimetral Norte e Boulevard Conde dos Arcos concentram os principais usos não residenciais, com presença expressiva de comércios, serviços e atividades de caráter metropolitano. Esses eixos assumem papel estratégico na dinâmica do bairro, funcionando como corredores estruturadores do fluxo de pessoas, mercadorias e transporte.

Importa destacar que o Plano Diretor Municipal vigente (LC nº 349/2022) indica para o setor uma perspectiva de maior adensamento construtivo e verticalização, especialmente nos corredores urbanos, bem como ampliação de áreas destinadas ao uso comercial e de serviços. Essa reestruturação normativa tende a induzir uma evolução do bairro em direção à multifuncionalidade, promovendo maior diversidade de atividades urbanas e potencializando a vitalidade econômica e social do território.

Essa tendência de intensificação do uso do solo contribui para um cenário futuro mais dinâmico, capaz de fortalecer a oferta de serviços, estimular a ocupação mais eficiente da infraestrutura instalada e favorecer a consolidação de uma centralidade de bairro, alinhada aos princípios contemporâneos do urbanismo sustentável e do uso racional do território.

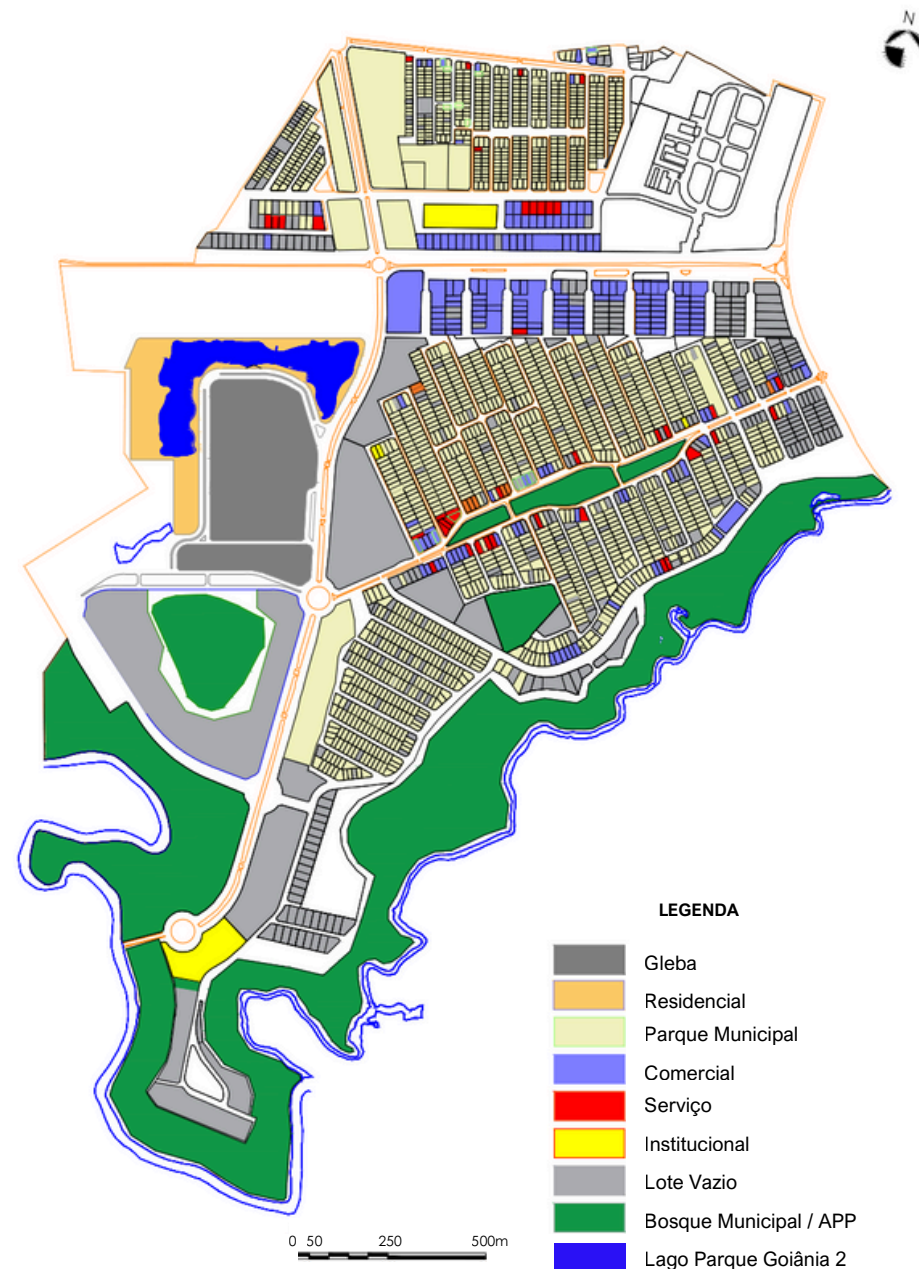


Fig. 75. Mapa de Uso do Solo - Bairro Goiânia 2
Fonte: elaboração própria (2025)

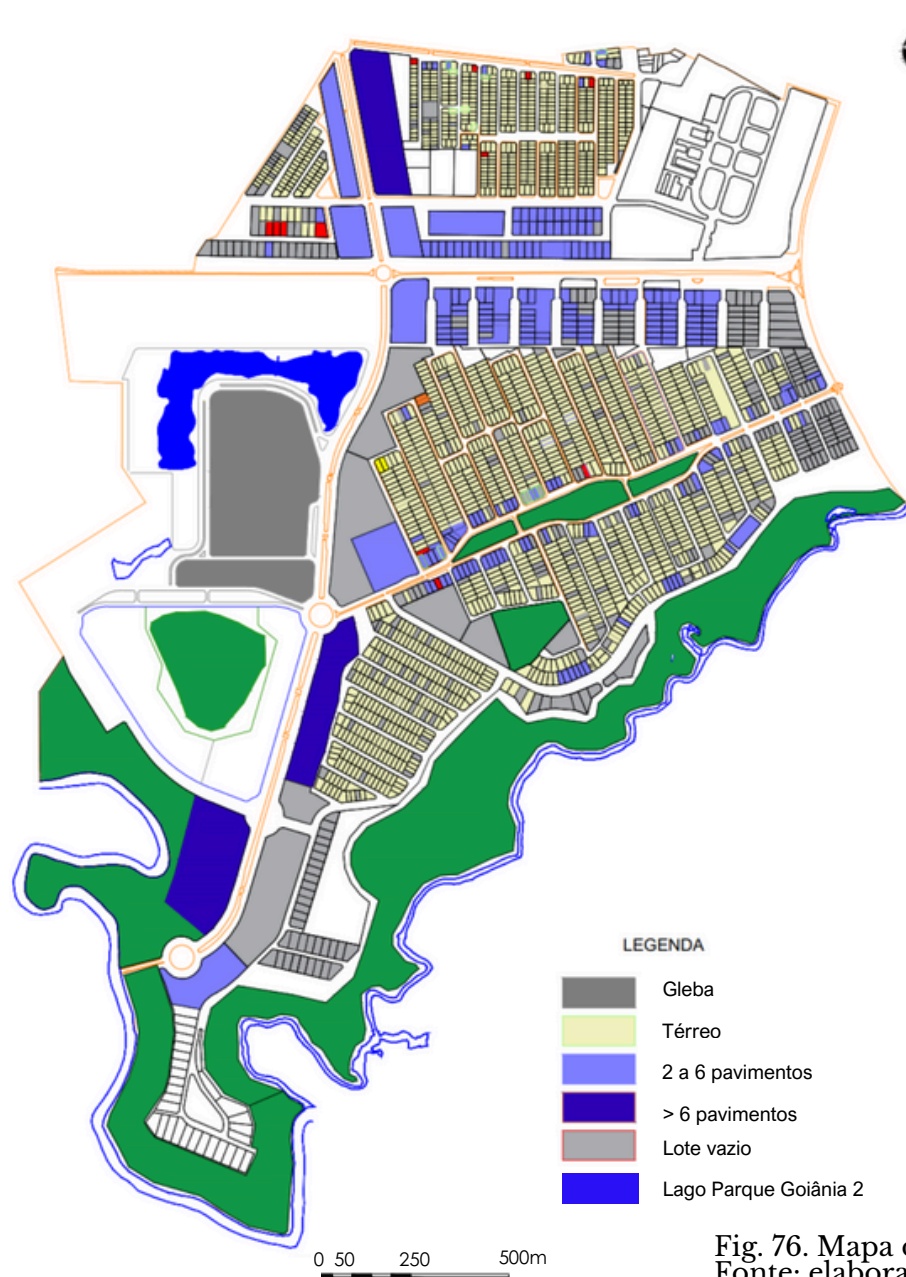


Fig. 76. Mapa do Gabarito - Bairro Goiânia 2
Fonte: elaboração própria (2025)

O Bairro Goiânia 2 é caracterizado predominantemente por edificações unifamiliares térreas ou com até 2 pavimentos, configurando um tecido residencial de baixa verticalidade e morfologia essencialmente monofuncional (Fig. 76). Essa condição reflete o padrão tradicional de ocupação do setor, marcado por lotes amplos, baixa densidade e uso quase exclusivamente habitacional.

Entretanto, nas últimas duas décadas observa-se uma mudança gradual nesse cenário, especialmente ao longo da Avenida Pedro Paulo de Souza, onde se consolidam processos de verticalização seletiva. Esse eixo, classificado pelo Plano Diretor como Arterial de 2ª Categoria e integrante do Corredor Campus UFG, passou a atrair empreendimentos multifamiliares de médio e alto porte, favorecidos pela oferta de infraestrutura e pelo potencial construtivo previsto nas diretrizes municipais.

Atualmente, dois empreendimentos com mais de 20 pavimentos encontram-se em fase de construção na avenida, somando-se aos edifícios já existentes. Esses novos marcos edificadas começam a alterar perceptivelmente a paisagem urbana, introduzindo maior presença volumétrica no horizonte e indicando uma tendência de adensamento que pode reconfigurar o papel urbano do bairro no médio prazo.

Essa dinâmica evidencia que o Goiânia 2 vive um momento de transição morfológica, no qual a tipologia unifamiliar tradicional convive com a emergência de edificações verticais, sinalizando um movimento de diversificação do uso do solo e possível consolidação de novas centralidades.

Parâmetros Urbanísticos de Referência para a Proposta

A definição dos parâmetros urbanísticos que orientam a proposta projetual exige a articulação entre o marco regulatório vigente - especialmente o Plano Diretor e as hipóteses necessárias ao desenvolvimento deste Trabalho. Assim, a Tabela 4 sintetiza os principais aspectos normativos identificados para o eixo estruturante da Av. Pedro Paulo de Souza, destacando sua classificação viária, funções urbanas atribuídas, diretrizes de uso e ocupação do solo e parâmetros atualmente em regulamentação.

Além disso, a tabela explicita as premissas projetuais adotadas como hipóteses para gabarito, coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação e permeabilidade, garantindo coerência com o modelo de adensamento qualificado, uso misto e mobilidade sustentável previsto para os corredores urbanos. Dessa forma, o quadro comparativo torna-se um instrumento de apoio para compreender como as escolhas projetuais dialogam com o PDG, reforçando a compatibilidade entre as intenções do Urbanismo Ecológico e a estrutura urbana proposta para o Bairro Goiânia 2.

Tabela 4. Classificação viária e parâmetros urbanísticos adotados

Aspecto Urbanístico	Situação Normativa Identificada (PDG 2022)	Parâmetros Projetuais Adotados no TCC (Hipóteses)	Observação
Classificação da via principal (Av Pedro Paulo de Souza)	Arterial 2ª Categoria	—	Corredor Campus UFG
Função urbana da via	Corredor exclusivo a implantar	—	Uso misto e adensamento
Gabarito	Em regulamentação*	6 pav. (fitas) + 20 pav. (torres)	Compatível com eixo estruturante
Coeficiente de Aproveitamento	Não definido neste anexo	2,5 a 4,0	Baseado em adensamento moderado
Taxa de ocupação	Não definida	30–50%	T.O. reduzida para ventilação e luz natural
Taxa de permeabilidade	Em definição para corredores	30% área central / 40% bordas ecológicas	Suporte a infraestrutura verde-azul
Uso do solo	Uso misto incentivado	Térreos ativos + habitação acima	Economia de bairro e vitalidade urbana
Transição de escala	Diretriz não explicitada	Fitas/torres → morfologia unifamiliar existente	Integração suave com Av. Boulevard Conde dos Arcos

*Há edifício de 25 andares em construção na Av. Pedro Paulo de Souza (Ed. Sunset Residence)

Fonte: elaboração própria (2025)

5.3. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da área de intervenção revela um território com significativo potencial de transformação urbana, mas marcado por desafios estruturais que exigem soluções integradas. A localização da gleba, inserida em bairro consolidado e próxima a um parque urbano, configura um ponto de partida favorável, embora a estrutura atual apresente fragmentação do tecido e baixa integração com o entorno imediato. A leitura das dinâmicas locais mostra que a mobilidade é fortemente marcada pelo predomínio do automóvel, o que compromete a segurança de pedestres e limita a adoção de modos ativos, mesmo havendo proximidade a vias estruturais capazes de sustentar um sistema de deslocamentos mais eficiente e equilibrado.

No campo do uso e ocupação do solo, a gleba apresenta dimensão e condições adequadas para a reestruturação com usos mistos, capazes de diversificar o território e gerar vitalidade urbana. Entretanto, predomina no entorno um padrão monofuncional, que reduz a oferta de serviços e limita a presença de atividades coletivas no térreo. A infraestrutura ambiental, por sua vez, evidencia uma condição frágil: a impermeabilização e a recorrência de eventos extremos apontam para a necessidade de soluções baseadas na natureza, capazes de ampliar a resiliência hidrológica e qualificar a paisagem ambiental da área.

O conforto ambiental e o microclima também constituem um dos eixos de maior atenção. A insuficiência de arborização funcional na gleba pode contribuir para a formação de ilhas de calor. Já na dimensão habitacional, observa-se potencial para diversidade tipológica e densidades equilibradas, embora o entorno imediato revele sinais de homogeneidade social

e segregação espacial, ressaltando a importância de políticas e estratégias que promovam maior inclusão.

Os espaços públicos, apesar de apresentarem capacidade de abrigar novas centralidades sociais, encontram-se atualmente pouco qualificados e com baixa atratividade, reforçando percepções de insegurança ao redor da gleba, especialmente no período noturno, quando o Parque já não possui ocupação. Ao mesmo tempo, o metabolismo urbano mostra condições favoráveis ao aproveitamento de energia solar e ventilação natural, mas ainda fortemente atrelado a infraestruturas tradicionais e pouco eficientes, o que abre oportunidades para soluções energéticas inovadoras e sustentáveis.

No âmbito comunitário, a área apresenta chance de fortalecer o senso de pertencimento local, embora enfrente um cenário de vida pública enfraquecida e fragmentada. Soma-se a isso a proximidade com a Estação de Tratamento de Esgoto Dr. Hélio Seixo de Britto, que se configura simultaneamente como desafio - devido ao estigma e eventuais odores - e como oportunidade educativa, ambiental e tecnológica, sobretudo pela possibilidade de integração com ações de mitigação, pesquisa e atividades pedagógicas.

Assim, o diagnóstico evidencia um território multifacetado, no qual potencialidades e fragilidades se entrelaçam. A leitura integrada desses aspectos fundamenta as diretrizes e ações projetuais propostas para a gleba, sintetizadas na Tabela 5.

Tabela 5. Diagnóstico da área e ações de intervenção

Parâmetros analisados	Potencialidades	Problemas / Desafios	Ações Projetuais Propostas
Localização e integração urbana	Inserção em bairro consolidado e próximo a parque urbano	Fragmentação do tecido e baixa integração com o entorno	Conexões caminháveis, ativação de frentes urbanas
Mobilidade e acessibilidade	Possibilidade de mobilidade ativa e proximidade de vias estruturais	Predomínio do automóvel e insegurança para pedestres	Ruas compartilhadas, ciclovias, moderação de tráfego
Uso e ocupação do solo	Grande gleba apta à reestruturação com uso misto	Monofuncionalidade predominante	Mistura de usos e ativação do térreo
Infraestrutura ambiental - água e drenagem	Oportunidade para soluções baseadas na natureza	Impermeabilização e eventos extremos	Wetlands, drenagem sustentável, reuso
Conforto ambiental e microclima	Potencial para arborização funcional e sombreamento	Ilhas de calor e desconforto térmico	Infraestrutura verde-azul, espelhos d'água
Habitação e diversidade tipológica	Possibilidade de mix tipológico e densidade equilibrada	Segregação e homogeneidade social	Diversidade habitacional com inclusão social
Espaços públicos e convivência	Capacidade de criar novas centralidades sociais	Ruas pouco qualificadas e pouco seguras	Praças integradas, fachadas ativas e usos comunitários
Metabolismo urbano (energia e materiais)	Clima favorece energia solar e ventilação natural	Alta dependência de infraestrutura tradicional	Eficiência energética, madeira engenheirada, BIPV
Identidade comunitária e inclusão social	Oportunidade para fortalecer pertencimento local	Vida pública enfraquecida e segregação	Equipamentos sociais e desenho favorecendo caminhabilidade e encontros
Proximidade com a ETE Hélio Seixo de Britto	Uso educativo: pesquisas, visitas guiadas, suporte ao parque filtrante	Mau cheiro em determinados períodos, estigma da vizinhança	Barreira verde, tecnologias de mitigação de odores, integração pedagógica e ambiental

Fonte: elaboração própria (2025)

06.

ESTUDOS
DE CASO

DISTRITO DE VAUBAN - ALEMANHA

Ficha Técnica

Localização: Freiburg, sudoeste da Alemanha, cerca de 4 km ao sul do centro da cidade.

Área: Aproximadamente 41 hectares (410.000 m²).

População: Cerca de 5.000 a 5.500 habitantes.

Empregos: 600 empregos.

Unidades residenciais: Aproximadamente 2.000.

Projeto: Bairro modelo sustentável, construído em um antigo quartel militar francês.

Início da construção: 1998.

Conclusão do projeto: 2006.

Planejamento: Participativo, envolvendo associações locais e o governo municipal.

Foco: Sustentabilidade, qualidade de vida, eficiência energética e planejamento urbano ecológico.

Eficiência energética: Edifícios com alta eficiência energética, incluindo "casas passivas" e "casas solares" que produzem mais energia do que consomem.

Transporte: Redução de carros com zonas de tráfego acalmado, estacionamento em garagens periféricas e uma linha de bonde para incentivar o transporte público e a bicicleta.

Geração de energia: Um sistema de cogeração a partir de biomassa (cavacos de madeira) abastece o bairro, gerando eletricidade e calor, com o excesso de energia repassado para a rede pública.



Fig. 77. Vista aérea do Distrito de Vauban, Freiburg, Alemanha.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Marchi, Locatelli e Pugliese (2018)

Segundo a Innovation Academy (s.d.), o distrito Vauban é considerado “um exemplo notável de planejamento urbano sustentável”, com soluções integradas de mobilidade, uso misto, energia solar e participação cidadã.

O distrito se apoia em diversas premissas, dentre elas o controle da diversidade social através da existência de alguns critérios que refletem e determinam a diversidade desejada para os futuros moradores, como a situação da família, o número de filhos, profissão, idade, etc. Vauban se consolidou como um laboratório vivo de transições sustentáveis no setor da construção, articulando políticas públicas, inovação tecnológica e participação social para viabilizar edifícios energeticamente eficientes (MARCHI; LOCATELLI; PUGLIESE, 2018) (Fig. 77).

O conceito dos transportes e tráfego também é muito presente. A redução do uso do automóvel representou um notável aumento da qualidade de vida. A utilização do conceito “car-free”, que se resume à ausência de garagem à porta de casa, funciona pelo limite da entrada de carros particulares na entrada do em’prendimento, ao ficarem parados no estacionamento comunitário localizado na periferia da área residencial. Os carros só estão autorizados a entrar na área residencial para embarque e desembarque (busca e entrega). O limite de velocidade na rua principal é de 30 km/h e na área residencial não se deve conduzir a mais de 5km/h (velocidade de caminhada) (Fig. 78).

O bairro possui 42 unidade de casas passivas com consumo menor que 15 kWh/m² ao ano com calefação. Elas não necessitam de sistemas de aquecimento convencionais. Há o uso

de energia solar com coletores solares e placas fotovoltaicas, sendo Valban considerado um dos maiores distritos solares da Europa (Fig. 79).

Além disso, o transporte público funciona com duas linhas que se conectam com o centro e a principal estação ferroviária. Um a linha de VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) e uma linha de trem suburbano também foram acrescentados em 2006 (Fig. 80).

O plano de desenvolvimento de edificações incluiu alguns regulamentos para construção ecológica, como os telhados verdes, conservação e plantio de árvores, infiltração de águas pluviais, uso de materiais de baixa energia embutida (madeira, argila e outros produzidos localmente).



Fig. 78. Rua local, bairro Vauban, Freiburg (Alemanha). Fonte: Carfree.com (s.d.)



Fig. 79 – Edifícios solares no bairro Vauban, Freiburg (Alemanha).
Fonte: Innovation Academy (s.d.)

Como infraestrutura verde-azul (Fig. 81), foi desenvolvido um sistema de infiltração da água de chuva no solo que abrange 80% da área residencial. Já o novo sistema de esgoto ecológico se inseriu dentro de um projeto-piloto, que funciona por tubos à vácuo onde os dejetos são transportados para biodigestores gerando biogás que é utilizado para cozinhar. O remanescente das águas cinzas é tratado por um sistema por zona de raízes (wetland) e retornam para o ciclo da água (GAUZIN-MÜLLER, 2010).

O masterplan de Vauban demonstra como o desenho urbano compacto, a mobilidade sustentável e a infraestrutura verde-azul integrada podem estruturar bairros eficientes e de alta qualidade de vida (Fig. 82). A partir das experiências de Vauban, foram incorporados ao presente trabalho os princípios de bairro compacto, priorização do pedestre e infraestrutura verde-azul distribuída no tecido urbano.



Fig. 80. Trem urbano (tram) no bairro Vauban, Freiburg (Alemanha).
Fonte: Wikimedia Commons (2020). Foto de Taxiarchos228. Licença CC BY-SA 4.0..0.



Fig. 81. Pátio residencial de Vauban com infraestrutura verde-azul integrada
Fonte: Gauzin-Müller (2010)



Fig. 82. Estrutura urbana de Vauban: referência internacional em urbanismo ecossistêmico, articulando mobilidade sustentável, diversidade tipológica e gestão ambiental integrada. Fonte: Carfree.com (s.d.)

Plano Cerdà

O traçado urbano atual de Barcelona tem como base o Plano de Extensão (Ensanche) idealizado por Ildefons Cerdà (Fig. 83), engenheiro e urbanista catalão, aprovado em 1859. O plano visava expandir a cidade além das muralhas medievais, que já estavam saturadas e insalubres.

As principais características deste traçado são as quadras regulares em forma de grade (manzanas, com lados de 113 metros) com esquinas chanfradas. Foram planejadas ruas largas e arborizadas, com enfoque em higiene, ventilação e iluminação natural, sendo o planejamento geral baseado em princípios científicos, igualitários e sociais, com zonas mistas e espaços públicos amplos.



Fig. 83. Plano de Cerdà, aprovado em 1859. Fonte: Instituto de Estudos Territoriais (Barcelona) <http://www.ietcat.org/>

AS “SUPERMANZANAS” DE BARCELONA

Ao longo do processo de implementação do Plano Cerdà, várias alterações foram introduzidas, impactando a configuração urbana inicial. Entre as mudanças mais notáveis, destacam-se as variações nos gabaritos das edificações, o aumento das profundidades dos edifícios e a modificação da natureza dos espaços livres nas quadras (Fig. 84).

O que originalmente havia sido planejado como uma cidade funcional e equilibrada transformou-se em um ambiente urbano marcado pela insuficiência de áreas acessíveis para uso coletivo

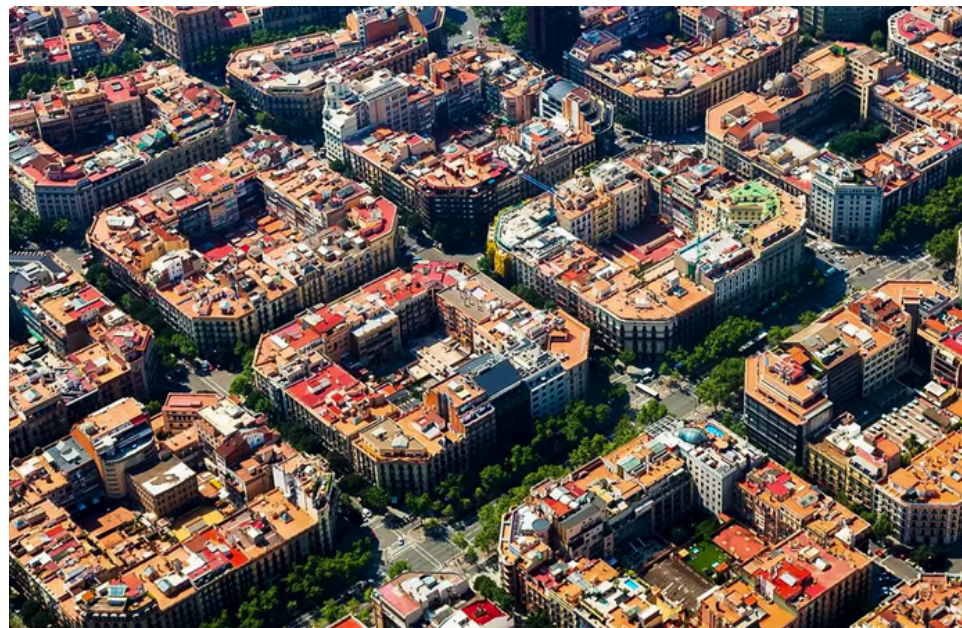


Fig. 84 – Exemplo de Barcelona: transformações morfológicas decorrentes do adensamento, aumento das profundidades edificadas e compressão dos espaços coletivos originalmente propostos por Cerdà. Fonte: Wikimedia Commons

São um modelo de reorganização urbana criado em Barcelona com o objetivo de reduzir o tráfego de veículos, aumentar espaços públicos e qualificar a mobilidade ativa (pedestres e ciclistas).

Surgiu como uma resposta inovadora aos desafios urbanos enfrentados por grandes cidades contemporâneas, especialmente relacionados à qualidade de vida, mobilidade urbana, saúde pública e sustentabilidade ambiental. O projeto piloto iniciou-se em 2013 com a “superquadra Poblenou” delimitada pelas ruas Badajoz, Pallars, La Llacuna e Tànger.

Uma supermanzana (Fig 85) é formada por um conjunto de 9 quarteirões (3x3) com 160.000 m² (400m x 400m) em que:

- Tráfego de passagem desviado para vias periféricas.
- Tráfego local muito reduzido, com limite de velocidade de 10 km/h
- Espaço reconfigurado para pedestres, ciclovias, praças e áreas verdes.
- Incentivo a novos usos: cafés, áreas de descanso e lazer ao ar livre.

Os espaços entre as superquadras, chamados de "ruas pacificadas" ou eixos verdes, são projetados para serem mais amigáveis aos pedestres, com mais árvores, mobiliário urbano e áreas de descanso (Fig. 86).

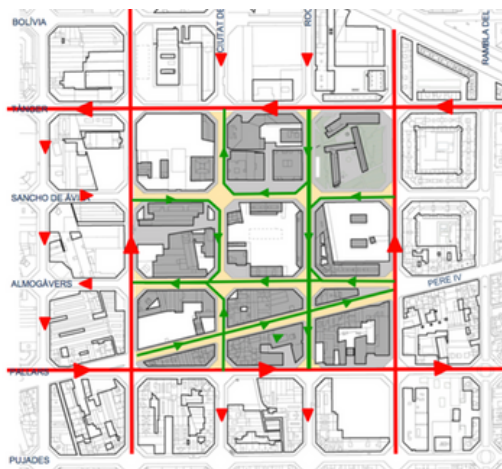


Fig. 85. Esquema de uma superquadra típica - em verde, tráfego pedonal e em vermelho, tráfego motorizado. Fonte: Rueda (2011).

Das supermanzanas de Barcelona, adotaram-se para o presente trabalho conceitos de pacificação viária, centralidade comunitária e espaço público como palco das relações sociais. O desenvolvimento do partido das fitas residenciais teve como referência inicial a lógica de quadras barcelonesas, reinterpretada a partir da adoção de permeabilidades, recuos e aberturas capazes de gerar maior conectividade pedonal e integração entre espaços construídos e áreas verdes.



Fig. 86. Barcelona, Poblenou, 2016. Superquadra piloto. Cruzamento entre as ruas Sancho de àvila-Roc Boront, destinada ao lazer. Fonte: Barcelona (2023)

Ficha Técnica

Localização: Pequim, China

Projeto arquitetônico: Steven Holl Architects (Nova York)

Área construída: Aproximadamente 249.000 m²

Programação: Uso misto - habitação, hotel, escritórios, comércio, educação e lazer

Altura: As torres atingem cerca de 100 m de altura

Estrutura: torres elevadas conectadas por pontes aéreas e lajes-terraço que formam redes de fluxo e espaços de convivência

Construção-conclusão: 2010-2016

Sistemas sustentáveis destacados: Sistemas de ventilação natural, jardins verticais, lajes de interligação como “rasos urbanos”, captação de águas pluviais, integração com transporte público (estação de metrô)

Visão de projeto: reunir diferentes programas construindo um “mini distrito” em altura, promovendo densidade com alta qualidade ambiental e espaços exteriores elevados.



Figura 87. Linked Hybrid Towers - vista geral
Fonte: ArchDaily. (2009)

LINKED HYBRID TOWERS, PEQUIM, CHINA

O Linked Hybrid é um complexo urbano misto em Pequim projetado pelo escritório Steven Holl Architects entre 2003 e 2009, composto por oito torres residenciais interligadas por passarelas elevadas que promovem circulação pedonal e uso público, combinando habitação, comércio, educação e lazer em um “espaço urbano tridimensional” concebido para fortalecer a convivência e a vida coletiva no entorno (Fig. 87 e 88).



Figura 88. Passarelas aéreas conectando as torres
Fonte: ArchDaily. (2009)

HISTÓRICO

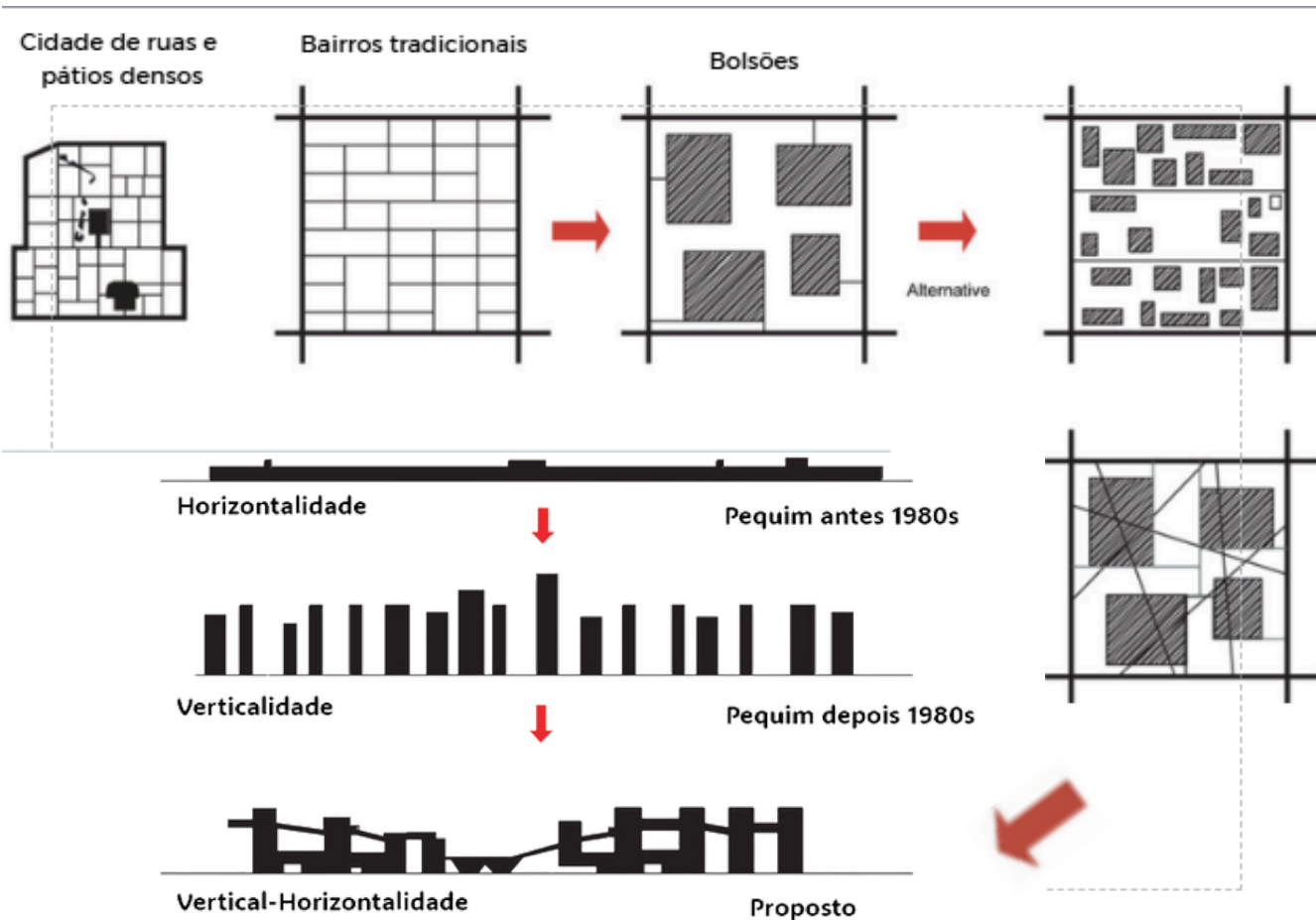


Fig. 89. Da cidade antiga, passando pela tradicional e o novo conceito: vertical-horizontalização. Fonte: Steven Holl Architects. (2009)

O conceito de vertical-horizontalidade aplicado no conjunto Linked Hybrid Towers, em Pequim, representa uma resposta crítica à transformação urbana ocorrida na capital chinesa nas últimas décadas (Fig. 89). Antes de 1980, predominava na cidade um modelo de urbanidade horizontal, marcado por ruas estreitas, pátios comunitários e intensa vida coletiva ao nível do solo - como nos tradicionais hutongs. Com o processo de modernização acelerada no pós-1980, esse tecido urbano passou a ser substituído por torres isoladas, caracterizando uma urbanização de verticalidade desconectada, com edifícios que geravam grandes vazios urbanos e reduziam drasticamente os espaços públicos de convivência.

O Linked Hybrid emerge como alternativa a essa ruptura urbano-social. O projeto reconcilia a verticalidade com a escala comunitária, criando passarelas e pavimentos suspensos que funcionam como ruas elevadas, ampliando a experiência pública para níveis superiores e promovendo a continuidade dos fluxos pedonais. Ao interligar usos, acessos e percursos em vários níveis, o conjunto recria a vitalidade dos antigos pátios e ruas, porém agora em múltiplas camadas espaciais. Assim, verticalização e vida urbana não são vistos como opostos, mas como dimensões complementares de uma cidade mais integrada e democrática.

Arquitetura de uso misto

Todas as funções públicas no térreo – incluindo um restaurante, hotel, escola Montessori, jardim de infância e cinema – estão conectadas aos espaços verdes que circundam e penetram o projeto. O elevador se desloca como um "corte de acesso" para outra série de passagens em níveis mais altos (Fig. 90).

O térreo oferece diversas passagens abertas para todos (moradores e visitantes). Essas garantem um microurbanismo de pequena escala. Lojas ativam o espaço urbano ao redor do grande lago refletivo. No nível intermediário dos edifícios mais baixos, jardins públicos nas coberturas oferecem espaços verdes tranquilos e, no topo das oito torres residenciais, jardins privativos nas coberturas são conectados às coberturas.

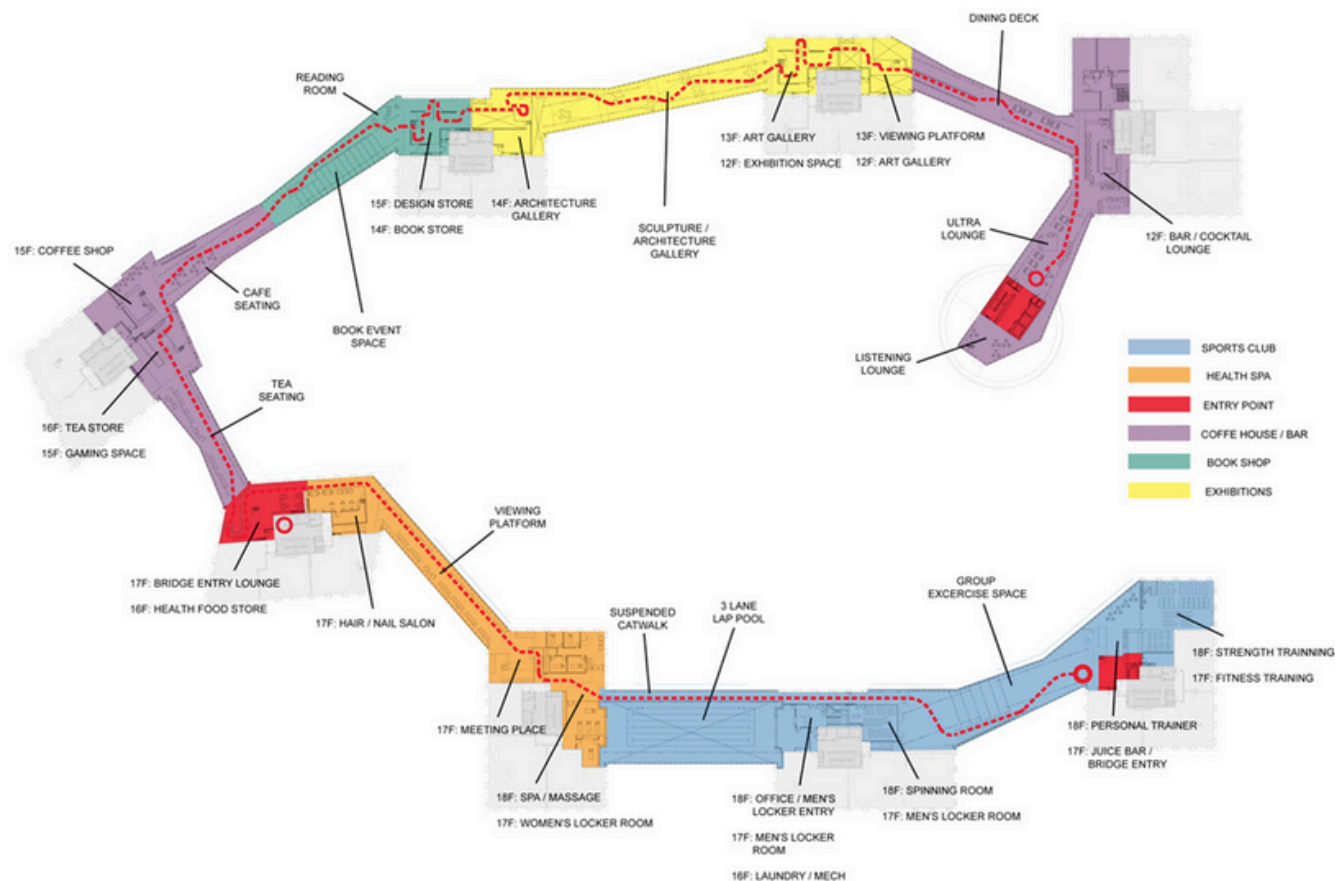


Fig. 90. Nível intermediário; usos e funções das passarelas.
Fonte: Steven Holl Architects. (2009)

Circulação e interrelações

“Ao redor, sobre e através” das camadas espaciais multifacetadas, bem como as muitas passagens pelo projeto, fazem do complexo uma "cidade aberta dentro da cidade" (Fig. 91). O projeto promove relações interativas e incentiva encontros nos espaços públicos que variam de comerciais, residenciais e educacionais a recreativos. Todo o complexo é um espaço urbano tridimensional no qual edifícios no solo, subterrâneos e sobre o solo se fundem.

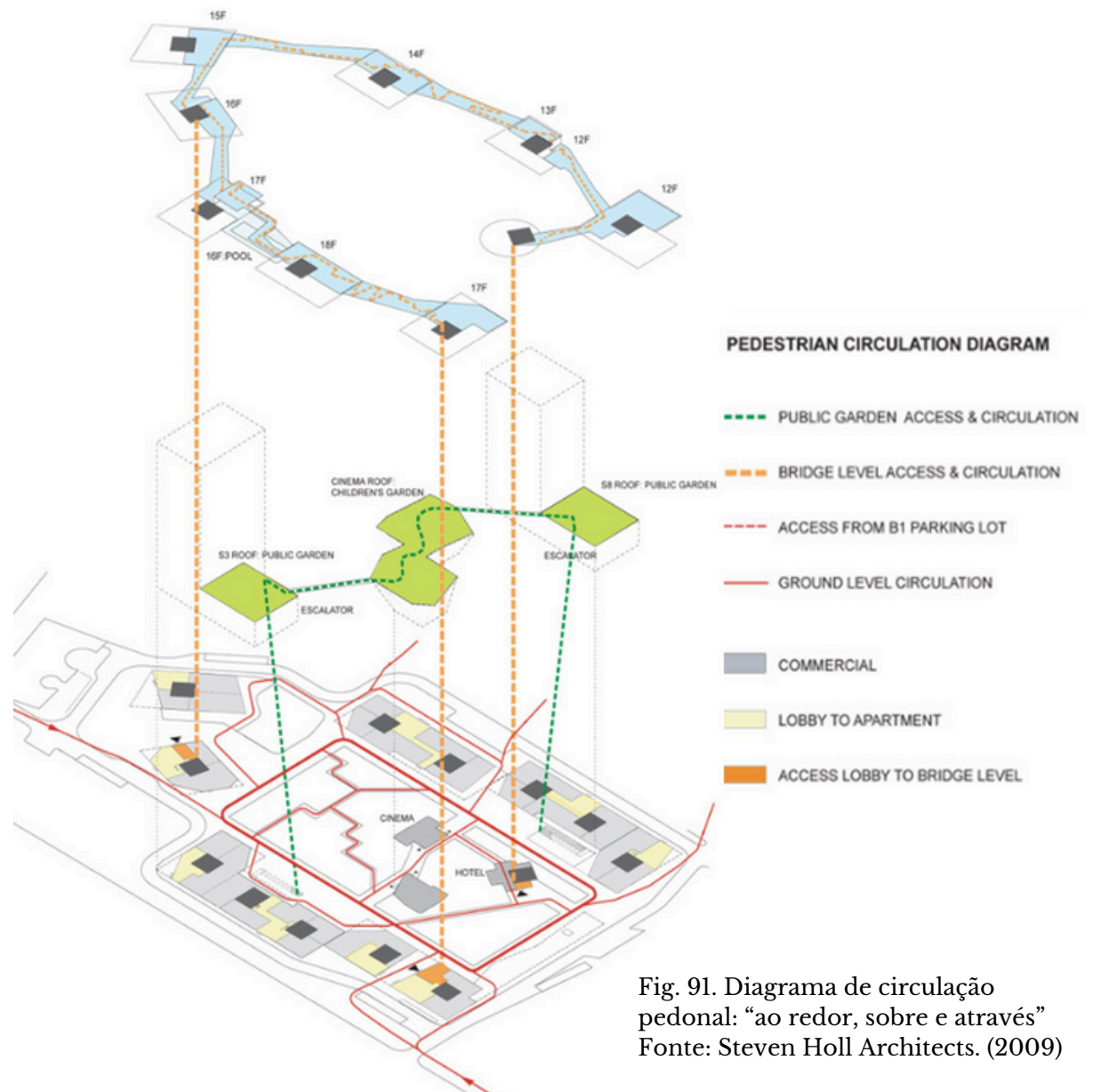


Fig. 91. Diagrama de circulação pedonal: “ao redor, sobre e através”
Fonte: Steven Holl Architects. (2009)

“Vertical - Horizontalidade”

Do 12º ao 18º andar, uma série multifuncional de passarelas com piscina, academia, cafeteria, galeria, auditório e um minissalão conecta as oito torres residenciais e a torre do hotel, oferecendo vistas espetaculares da cidade em desenvolvimento. Programaticamente, este loop se assemelha a uma semi-rede, em vez de simplista e linear (Fig. 92).

O loop do céu público e o loop da base geram constantemente relações aleatórias. Eles funcionam como condensadores sociais, promovendo um senso de comunidade e interação pública, além de proporcionar comodidades compartilhadas e caminhos acessíveis entre os diferentes níveis e torres.

Como propostas aplicadas no presente trabalho, deriva-se do conjunto Linked Hybrid a criação de percursos elevados e espaços coletivos articulados aos edifícios (conceito de vertical-horizontalidade), estimulando convivência e diversidade de usos.

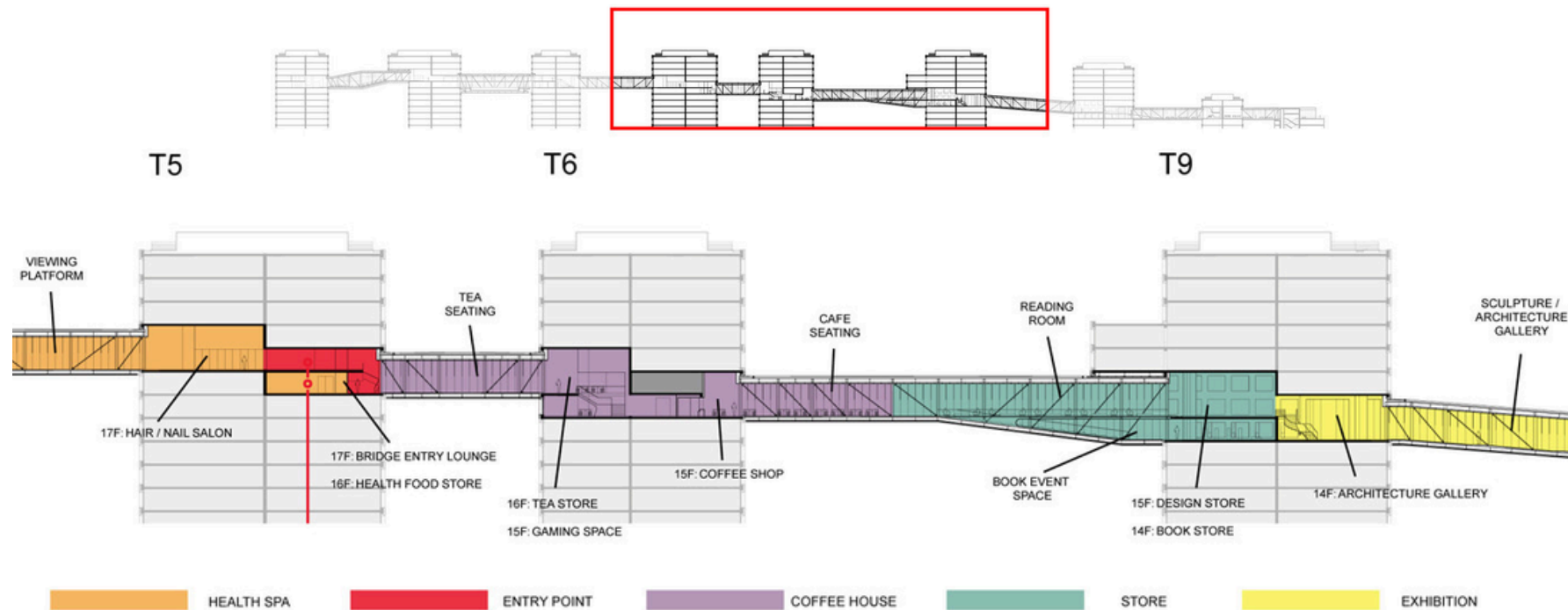


Fig. 92. Conjunto Linked Hybrid - vertical-horizontalidade
Fonte: Steven Holl Architects. (2009)

07.

DIRETRIZES

DIRETRIZES PROJETOAIS

A proposta do bairro ecológico no Setor Goiânia-2 foi estruturada a partir dos quatro eixos centrais do Urbanismo Ecológico - **compacidade, complexidade urbana, eficiência metabólica e coesão social**. Cada uma dessas dimensões foi traduzida em decisões espaciais, ambientais e sociais que orientaram a implantação, a forma urbana e os sistemas verdes-azuis do projeto. A seguir são descritas as principais decisões projetuais com sua síntese apresentada na Tabela 6.

Compacidade

A organização territorial baseia-se na proximidade entre usos e serviços, reduzindo dependência do automóvel e reforçando a caminhabilidade (Fig. 93). As seis fitas residenciais e as torres formam um conjunto compacto, que otimiza área urbanizada e permite maior quantidade de áreas verdes públicas. Os acessos diretos a praças, comércio local, ciclovias e equipamentos comunitários garantem acessibilidade universal e continuidade física entre habitar, conviver e circular - ampliando o uso cotidiano dos espaços públicos.

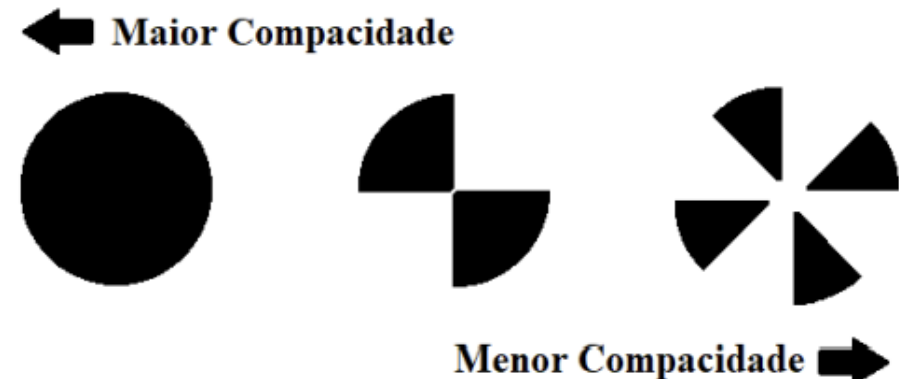


Fig. 93. Exemplo de descrição da compacidade urbana.
Fonte: Menzori e Gonçalves (2024).

Principais decisões

- densidade concentrada + permeabilidade social e visual
- usos complementares distribuídos ao longo da promenade principal (eixo Norte-Sul longitudinal)
- mobilidade ativa como sistema estruturante do bairro

Complexidade Urbana

O projeto adota a miscigenação funcional como motor de vitalidade urbana a exemplo dos eixos de transformação urbano do PDG (Fig. 94). Os térreos e o primeiro pavimento das fitas com atividades de serviço, lazer e economia local promovem interações constantes entre moradores e visitantes.

Equipamentos como CMEI, Unidade Básica de Saúde, bicicletário, wetlands interpretativas, arboreto didático e áreas esportivas geram uma estrutura urbana multifuncional, evitando zonas monótonas ou subutilizadas.

Principais decisões

- diversidade tipológica: apartamentos, geminadas, torres
- polos de convivência distribuídos estrategicamente
- presença de funções urbanas que ativam o térreo o dia inteiro



Fig. 94. Esquema ilustrativo de uso misto nos Eixos de Estruturação da Transformação Urbana do Plano Diretor de Goiânia.
Fonte: SEPLAM Goiânia (2022).

Eficiência do Metabolismo Urbano

O metabolismo urbano pode ser visualizado como um conjunto interdependente de fluxos de energia, água, materiais, transporte e sistemas edificados, articulados de forma sistêmica (KENNEDY; CUDDIHY; ENGEL-YAN, 2007) (Fig. 95).

A infraestrutura ambiental foi concebida como sistema metabólico do bairro.

Principais decisões

- Wetlands híbridas tratam águas cinzas e negras;
- Fachadas reduzem carga térmica e melhoram a qualidade do ar;
- Grandes áreas permeáveis garantem drenagem sustentável;
- Estruturas BIPV (Fotovoltaica Aplicada ao Edifício) funcionam como vedação de parte das fachadas dos edifícios garagens ao mesmo tempo que geram energia renovável
- Estruturas BAPV (Fotovoltaica Aplicada ao Edifício) nas coberturas das fitas e garagem geram energia renovável;
- Placas de aquecimento solar diminuem a dependência do chuveiro elétrico;
- Frutíferas urbanas fortalecem cadeias curtas de alimentação.

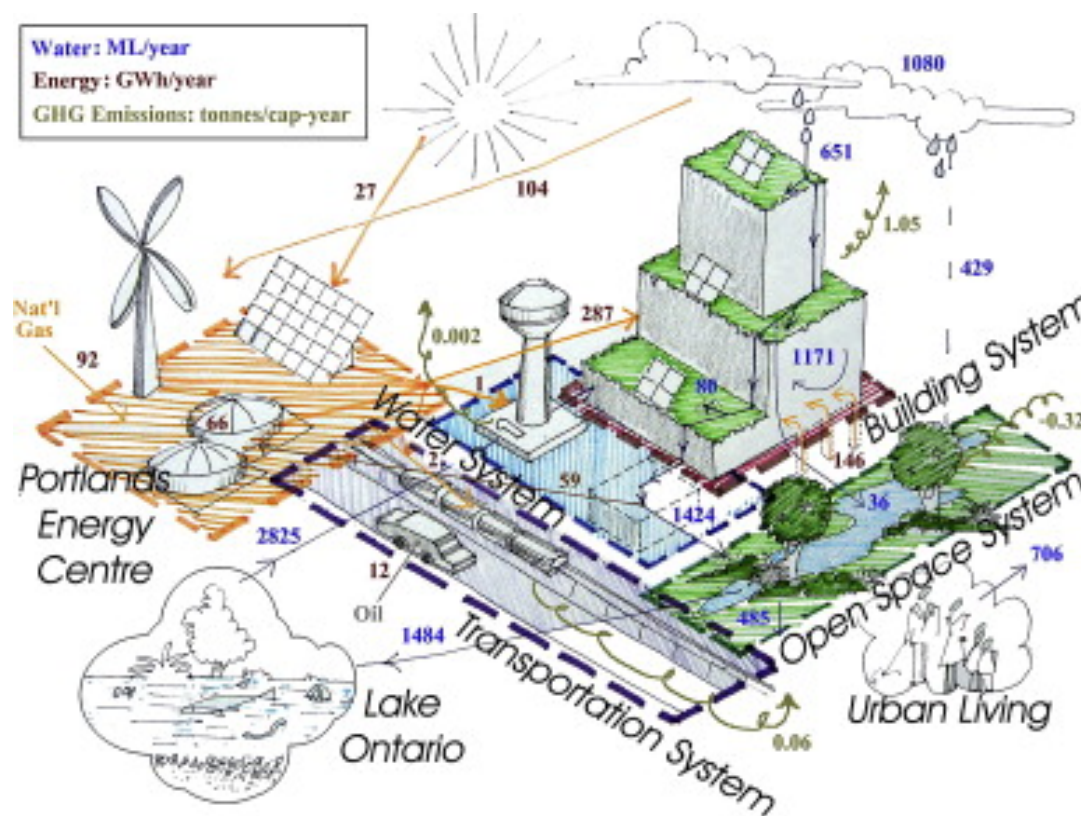


Fig. 95. Diagrama dos fluxos do metabolismo urbano, representando interações entre sistemas de energia, água, edifícios, espaços abertos, transporte e atividades humanas.

Fonte: adaptado de Kennedy, Cuddihy e Engel-Yan (2007).

Coesão Social e Habitabilidade

O projeto urbano busca o encontro, não o isolamento. A praça-eixo, os percursos sombreados, as esplanadas e o número equilibrado de unidades por bloco incentivam relações comunitárias. A diversidade tipológica ampliada e o acesso horizontal facilitado evitam barreiras sociais internas. As áreas comuns, lúdicas, sensoriais e esportivas promovem bem-estar, saúde e senso de pertencimento.

Principais decisões

- espaços públicos como extensão da casa (Fig. 96)
- paisagismo biofílico estimulando interações entre diferentes faixas etárias
- design urbano inclusivo e acessível em toda a gleba



Fig. 96. Paley Park, Nova Iorque: microparque referência mundial em conforto, sombra e qualidade de espaço público.
Fonte: Project for Public Spaces (2024).

Tabela 6. Síntese das Diretrizes Projetuais adotadas na Proposta

Eixo da Sustentabilidade	Princípios	Diretrizes Projetuais Adotadas	Soluções Arquitetônicas e Urbanísticas
Compacidade	Uso racional do solo Proximidade entre funções Mobilidade ativa	Densidade adequada com otimização da gleba; distribuição equilibrada dos usos urbanos; redução de deslocamento motorizado	Fitas residenciais compactas; torres com implantação otimizada; comércio e serviços articulados ao térreo pavimento superior; caminhabilidade + ciclovias + acessibilidade universal
Complexidade Urbana	Mistura de usos e tipologias Vitalidade urbana contínua Ativação do térreo	Instalação de programas complementares e áreas coletivas Adoção do térreo ativo como princípio Equipamentos estruturadores do convívio	CMEI e Unidade Básica de Saúde; praças e esplanadas públicas; bicicletário sob pilotis wetlands visitáveis; lugares de permanência e lazer distribuídos
Eficiência / Metabolismo Urbano	Redução de emissões e consumos Infraestrutura circular Drenagem Urbana	Gestão ecológica da água e energia Conforto climático passivo Infraestrutura verde-azul estruturante	Wetlands híbridas para tratamento natural de águas negras e cinzas; fachadas vegetadas; BIPV e BAPV fachadas e coberturas; sombreamento arbóreo + evapotranspiração; áreas permeáveis e espelhos d'água
Coesão Social / Habitabilidade	Inclusão social Segurança e pertencimento Biofilia e saúde urbana	Espaços públicos como extensão da moradia; integração das diferentes faixas etárias; ambiências sensoriais para encontros cotidianos	Arborização viária; praças multiuso frutíferas urbanas; mobiliário de convivência e recreação; desenho inclusivo e acessível

Fonte: elaboração própria (2025).

08.

A PROPOSTA



8.1. DENSIDADE

Área do terreno = 13,58 ha

Área a adensar: 10 ha (13,58 - 35% vias e equipamentos)

Densidade escolhida de 300 hab/ha

10 ha ----- 300/ha ----> **3000 pessoas**

Pop Goiânia = 1.495.000 (censo 2022)

nº domicílios = 549.614 -> $1.495.000 / 549.614 = 3$ pessoas/domicílio

3000 hab / 3hab/domicílio = **1000 unidades habitações**

Tipologias Habitacionais

- 06 edifícios em fita = 6 pavimentos => 648 unidades
- 02 edifícios torre = 20 pavimentos => 320 unidades
- 32 casas geminadas => 32 unidades

Total = 1000 unidades

A densidade de 300 hab/ha situa-se no intervalo considerado ideal para bairros com alto desempenho ambiental e social. De acordo com o Relatório Técnico “Urban Planning for City Leaders (ONU-HABITAT, 2013), “densidades entre 150 e 450 hab/ha são necessárias para sustentar serviços urbanos eficientes, transporte público e um ambiente de uso misto. Densidades em torno de 300 hab/ha são consideradas ótimas para bairros caminháveis e sustentáveis”. Aplicada à área útil, essa densidade resulta em aproximadamente 3.000 habitantes, número que, ao ser convertido para unidades habitacionais (considerando a média demográfica de Goiânia de 3 pessoas por domicílio), corresponde a 1.000 unidades residenciais

A partir desse quantitativo global, o projeto organiza um mix tipológico equilibrado, a saber:

- **06 Edifícios em Fita (6 pav residenciais) → 648 unidades**

As fitas garantem ocupação contínua de quadra, frentes ativas e densidade moderada distribuída horizontalmente. Conjugam compacidade e permeabilidade, estruturando vida de rua, conforto térmico e facilidade de acesso aos serviços.

- **02 Edifícios Torre (20 pavimentos) → 320 unidades**

As torres introduzem densidade vertical localizada, evitando expansão horizontal excessiva e liberando solo para áreas verdes, infraestrutura ecológica e espaços públicos.

- **32 Casas Geminadas → 32 unidades**

Oferecem diversidade social e morfológica ao conjunto, atendendo perfis familiares distintos e garantindo transição suave entre escalas. Também servem como laboratório para soluções de infraestrutura descentralizada (como as bacias de evapotranspiração).

A soma das três tipologias resulta nos 1.000 domicílios. A mescla de verticalidade localizada, ocupação linear em fita e baixa densidade pontual cria um tecido urbano capaz de suportar:

- mobilidade ativa eficiente;
- proximidade funcional;
- redução de emissões;
- menor custo operacional;
- infraestrutura verde-azul integrada;
- maior resiliência climática; e
- vitalidade comunitária contínua.

8.2. IMPLANTAÇÃO

A implantação geral do conjunto (Fig. 97) estabelece a base territorial sobre a qual se organizam as três tipologias habitacionais - fitas, torres e casas geminadas - articuladas a equipamentos públicos, áreas verdes e ao sistema viário. As seis fitas residenciais constituem o elemento estruturador central da proposta, funcionando como um sistema contínuo que organiza fluxos, qualifica frentes urbanas e distribui habitação, comércio e serviços ao longo da gleba. As duas torres, bem como o conjunto com as 32 casas geminadas foram locados na porção sul da gleba.

8.2.1. Implantação das fitas

O processo de conformação do partido das fitas é apresentado de forma sequencial na Fig. 98. Essas etapas ilustram a lógica projetual adotada: parte-se de um arranjo compacto inicial, inspirado na ideia matricial das supermanzanas de Barcelona, mas progressivamente “desdobrado” para responder às condições reais da gleba - aberturas estratégicas orientadas ao Parque Goiânia 2, à Avenida Pedro Paulo de Souza, aos fluxos internos e às oportunidades de convivência. Como observa Salvador Rueda, a supermanzana define um “ecossistema urbano de proximidade, capaz de reduzir o tráfego e multiplicar os espaços de encontro” (RUEDA, 2012); aqui, tal conceito é reinterpretado por meio de um processo de abertura morfológica que torna o sistema mais poroso e ambientalmente responsivo.



Fig. 97. Implantação geral da proposta.
Fonte: elaboração própria (2025).

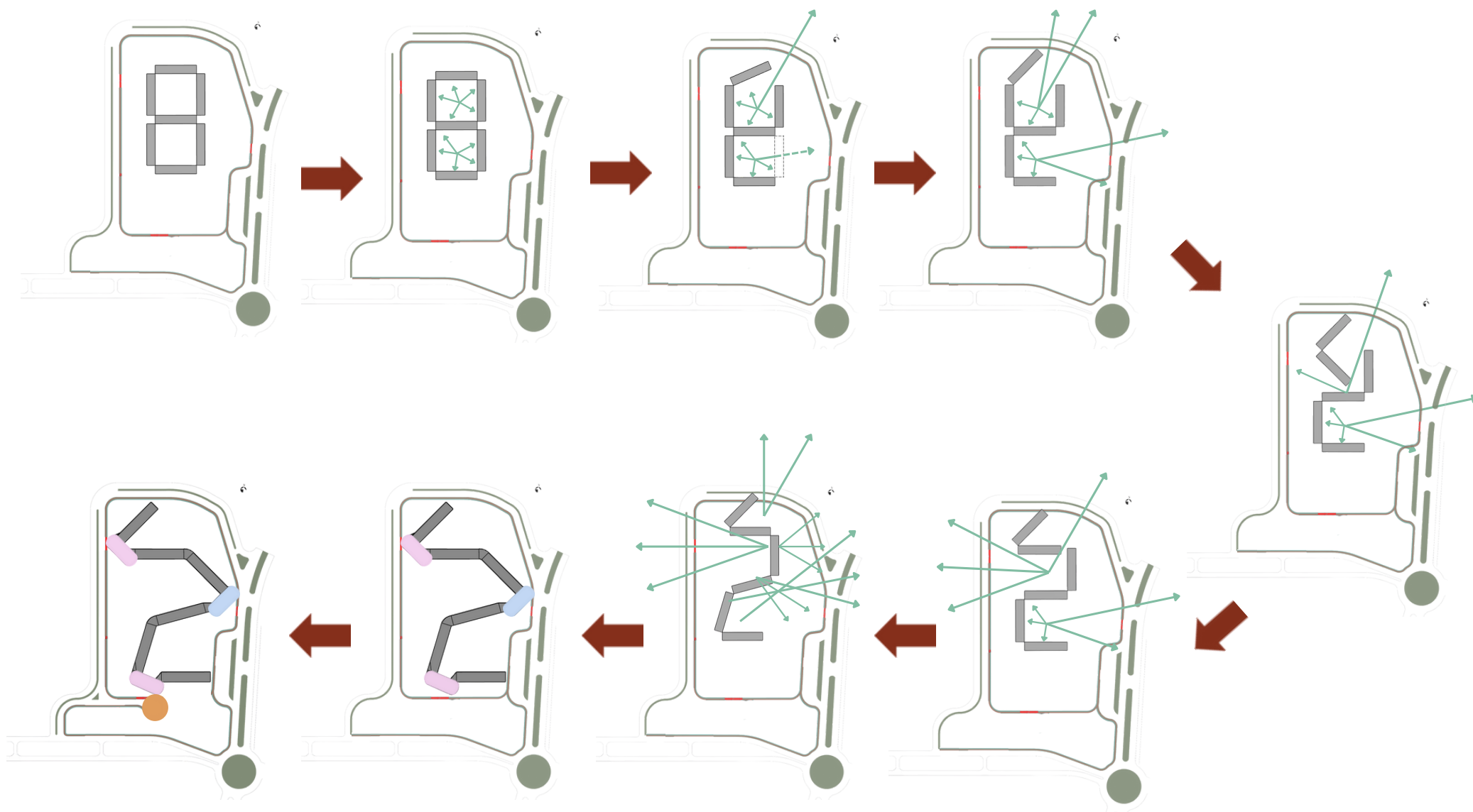


Fig. 98. Processo de derivação do partido das fitas a partir de princípios de urbanismo ecossistêmico: etapas de transformação do volume-base em um sistema permeável de fitas, guiado por diretrizes de conectividade, orientação às áreas verdes e estruturação das centralidades, resultando em uma malha aberta e responsiva ao contexto. Fonte: elaboração própria (2025).

8.2.2. Criação de Centralidades

A criação das três centralidades - AtivoUrbana, BemViver e EcoCultural - é representada na Fig. 99 (implantação temática das manchas de centralidade). Cada uma opera como um núcleo programático que reforça a vitalidade do conjunto, alinhando-se ao que Jane Jacobs (1961) descreve como a “diversidade de usos que sustenta a vida urbana” e ao que Gehl (2010) denomina de “camadas de interação humana em escala do pedestre”.

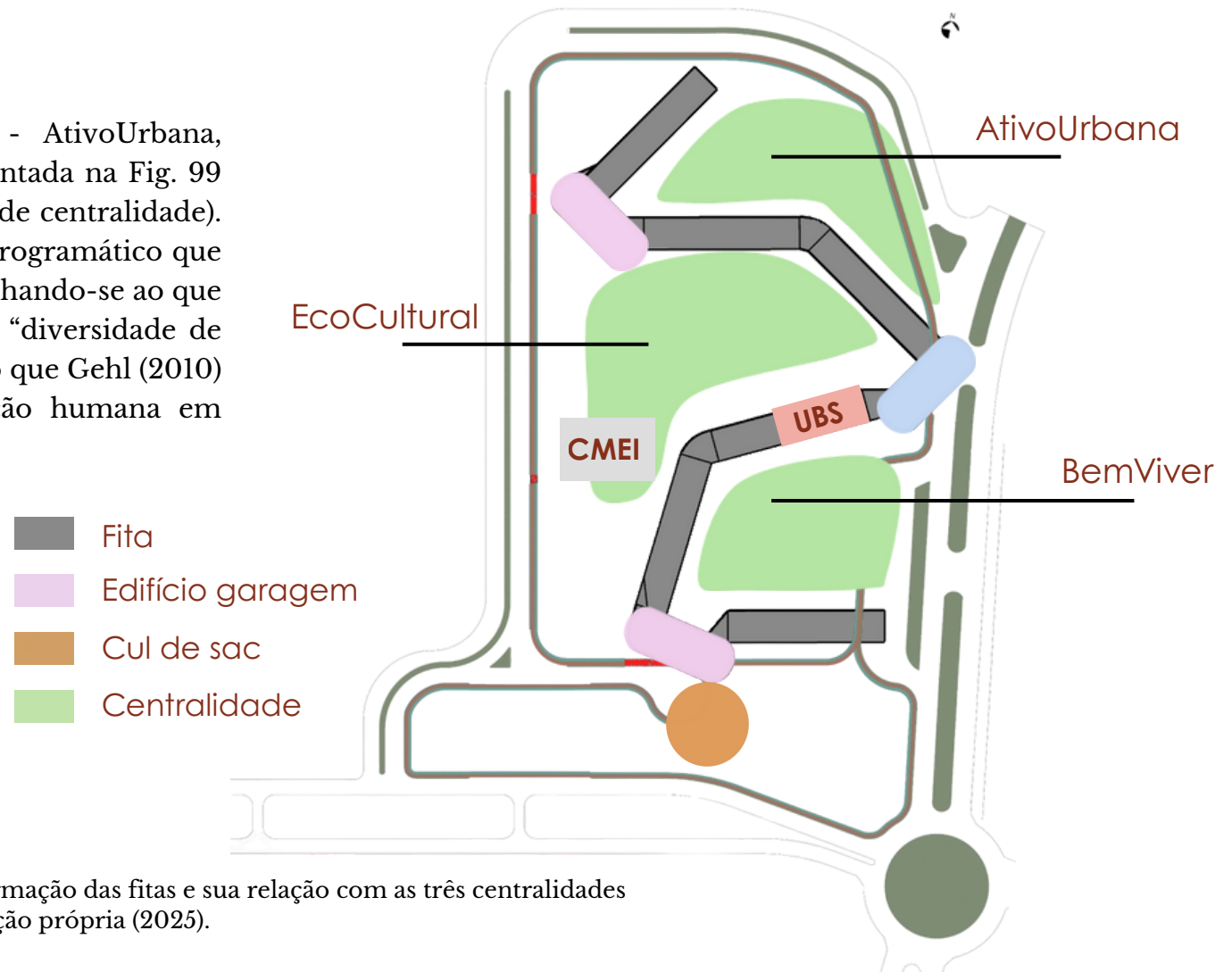


Fig. 99. Conformação das fitas e sua relação com as três centralidades
Fonte: elaboração própria (2025).

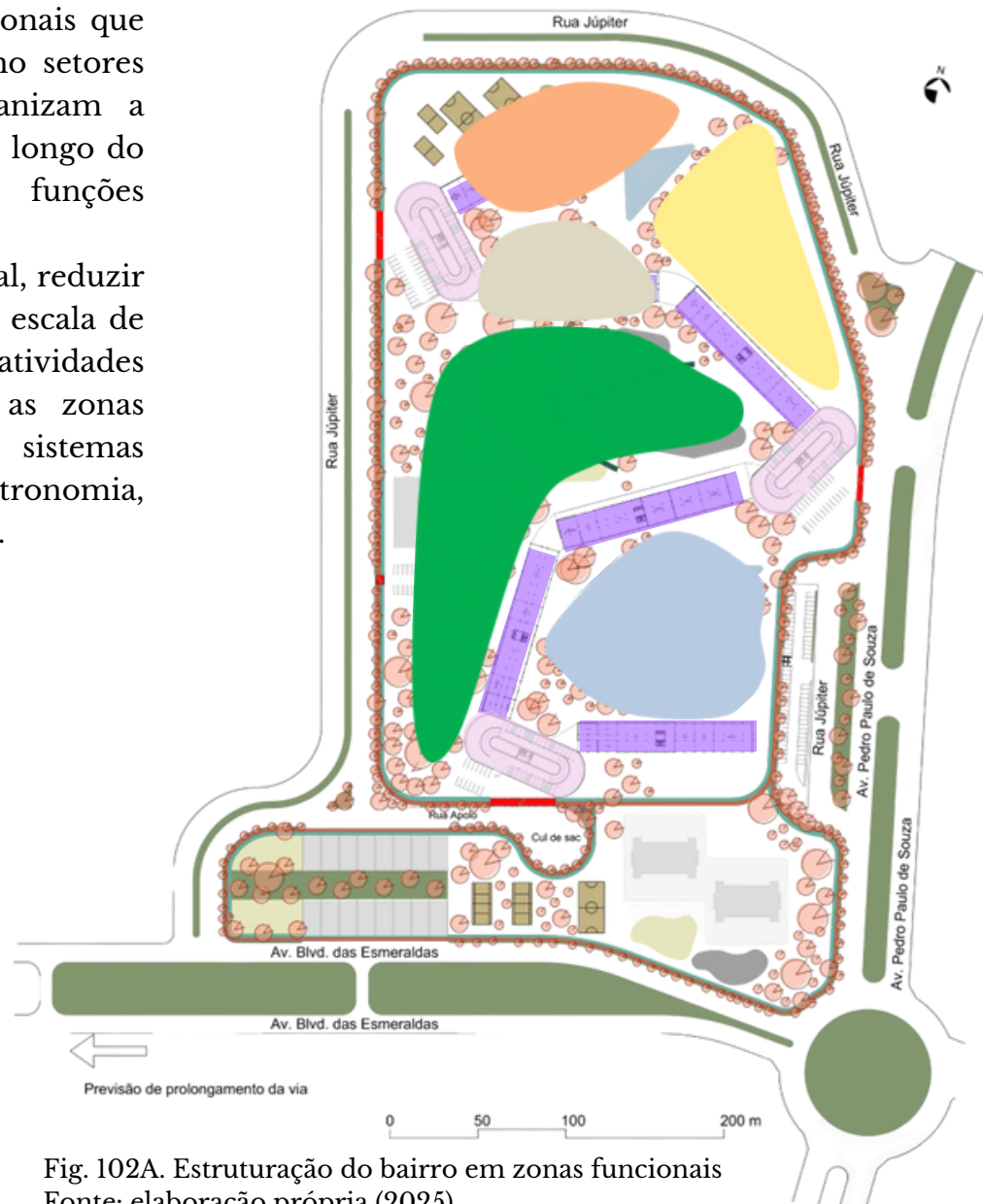
8.2.3. Implantação geral

A implantação geral do conjunto evidencia a articulação entre morfologia urbana, mobilidade, espaços públicos e edifícios-garagem (Fig. 100). Estes últimos desempenham papel fundamental na costura territorial do bairro, ao concentrar estacionamento, integrar sistemas de circulação e liberar o térreo para o pedestre, reforçando a lógica de mobilidade ativa e a prioridade ao uso público do espaço urbano.



Fig. 100. Implantação geral do conjunto
Fonte: elaboração própria (2025).

A lógica adotada busca promover proximidade funcional, reduzir deslocamentos cotidianos e qualificar a vida urbana em escala de bairro, reforçando a articulação entre espaço público, atividades coletivas e tecido construído. De forma integrada, as zonas articulam atividades da vida cotidiana e da saúde, sistemas ambientais e de natureza, espaços de convivência e gastronomia, ambientes de conhecimento e polos de economia criativa.



SUSTENTABILIDADE URBANA 107

8.4. LÓGICA DE OCUPAÇÃO DAS FITAS

A distribuição espacial das atividades nas fitas foi orientada por critérios de permeabilidade, relação com o espaço público, sinergias funcionais e complementaridade entre atividades.

A numeração das Zonas não implica correspondência espacial direta entre térreo e primeiro pavimento. Elas funcionam como categorias programáticas que estruturam intenção e intensidade de uso - não como dispositivos de empilhamento temático.

Assim, enquanto o térreo reúne usos do cotidiano que ativam as frentes e promovem vitalidade urbana, o primeiro pavimento organiza programas de maior permanência - como economia criativa, conhecimento e bem-estar - criando camadas produtivas sem a necessidade de coincidência física entre Zonas.

A lógica é funcional, ecológica e social, e não rígida ou formal. Por sua vez, a ocupação alternada nos pilotis garante ambiências diversas, resfriamento natural pela ventilação cruzada, favorecendo o promenade* e o encontro.

No primeiro pavimento os usos organizam-se em quatro dimensões temáticas: economia criativa, conhecimento, convivência/gastronomia e natureza/bem-estar - abrigando atividades de maior permanência, aprendizagem contínua e produção colaborativa. Essa disposição vertical integra cotidiano, inovação e natureza viva num mesmo percurso, fortalecendo a vida comunitária, reduzindo deslocamentos externos e ativando a economia local.

***Promenade:** aqui referindo-se à ação de caminhar como parte integrante da experiência estética e sensorial do espaço

A Tabela 7 traz uma sugestão programática para as fitas e sua relação entre foco funcional, usos por pavimento e zonas predominantes em cada fita, permitindo compreender como a lógica territorial se converte em programa arquitetônico e funcionamento urbano do conjunto.

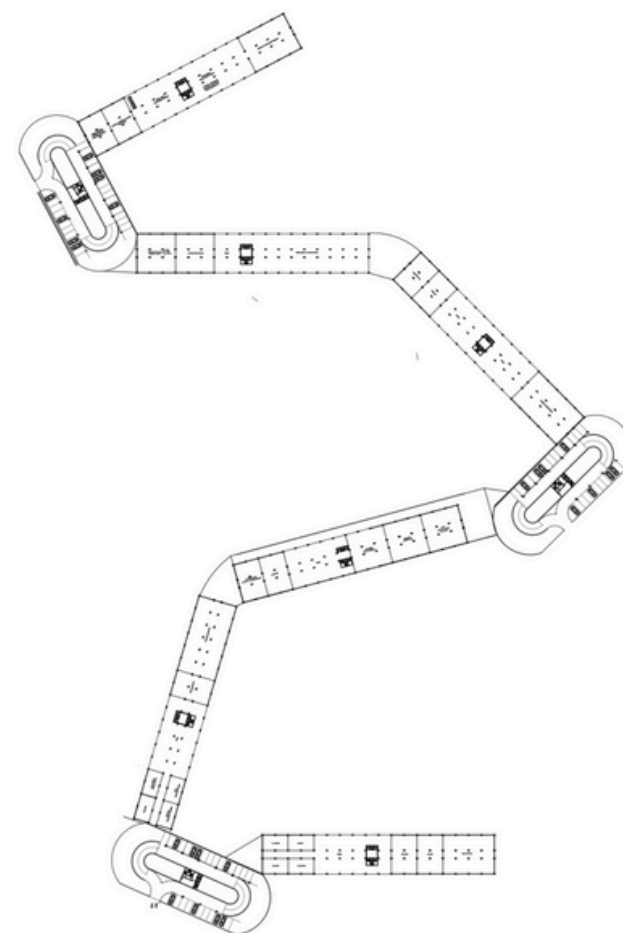


Fig. 102B. Disposição final das fitas e edifícios garagem.
Fonte: elaboração própria (2025).

Tabela 7. Sugestão programática das fitas e sua relação com as zonas funcionais

Fita	Foco	Térreo	1º Pavimento	Zona(s)	Observação
1	Vida cotidiana	Mercearia; Padaria	Coworking; Escritórios; Serviços leves	Z1	Rotina diária
2	Natureza	Floricultura; Loja sustentável; ecoponto; Café	Apoio técnico e gestão (viveiro/arboreto); Eco- oficinas, Centro Comunitário	Z5	Integra Arboreto
3	Saúde / Bem-estar	Drogaria e Manipulação; Laboratório de Exames Clínicos, Moda Fitness, Empório Natural	Consultórios; Academia; Pilates; loga	Z1	Privacidade no 1º pav
4	Convivência/Gastronomia	Mercado gastronômico.; Café; Bicicletaria	Lounge; Bistrô; Oficinas culinárias	Z4	Ativa espaço público
5	Conhecimento	Recepção; Apoio	Biblioteca; Miniauditório; Escola de línguas	Z2	Coração pedagógico
6	Economia Criativa	Serviços leves	FabLab; Ateliês; Estúdios; Galeria	Z3	Produção cultural

Fonte: elaboração própria (2025).

Organização programática e funcional das fitas

- **Fita 1:** reúne os serviços essenciais da vida cotidiana, com comércio de abastecimento e serviços leves no térreo e atividades de trabalho e apoio - como coworking, escritórios e serviços domésticos - no pavimento superior.



- **Fita 2:** voltada ao eixo ambiental, articula-se diretamente ao Arboreto, ao CMEI e às wetlands, abrigando no térreo programas relacionados à natureza, fitoterapia e educação ambiental, enquanto no pavimento superior concentra núcleos de pesquisa aplicada, biblioteca temática, monitoramento da infraestrutura verde e azul e governança e centro comunitário.

- **Fita 3:** estrutura o conjunto de saúde e bem-estar, oferecendo no térreo Unidade Básica de Saúde, farmácia, laboratório de exames clínicos e comércio especializado; e no pavimento superior academia, studios corporais e consultórios, com circulações laterais qualificadas para garantir privacidade e continuidade do percurso elevado.





- **Fita 4:** organiza o polo gastronômico-cultural, e mercado gastronômico no térreo e, no pavimento superior, lounge, coworking gastronômico, pocket stage para eventos culturais intimistas, varanda gourmet e bistrô, reforçando a centralidade pública e convivial do bairro.



- **Fita 5:** consolida o eixo do conhecimento, reunindo no térreo o Centro Cultural e uma livraria e, no pavimento superior, um verdadeiro “campus suspenso”, composto por apoio pedagógico, escola de línguas, biblioteca, sala de exposições e miniauditório, articulados por uma circulação interna contínua.



- **Fita 6:** constitui o núcleo da economia criativa, reunindo no térreo serviços leves especializados, comércio artístico e um pilotis criativo, ou seja, espaço urbano produtivo - “o palco urbano”. No pavimento superior integra ateliês e studios, FabLab (cultura maker) e o Hub de Desenvolvimento de Jogos Digitais e Mídias Interativas (GameLab), configurando um ecossistema robusto de inovação, arte e produção digital. É o espaço onde criação, produção e performance acontecem.

Juntas, as seis fitas conformam um bairro ecológico completo, diverso e interdependente, no qual natureza, cultura, conhecimento, saúde, convivência e criatividade compõem um metabolismo urbano estável.

PLANTA FITAS

Cada fita foi organizada com térreo ativo, primeiro pavimento dedicado a usos comerciais e de serviços, e seis pavimentos habitacionais superiores, compostos por unidades de 1 dormitório (40 m²), 2 dormitórios (60 m²) e 3 dormitórios (80 m²), distribuídas de modo equilibrado, conforme indicado nas Figuras 103 a 105.

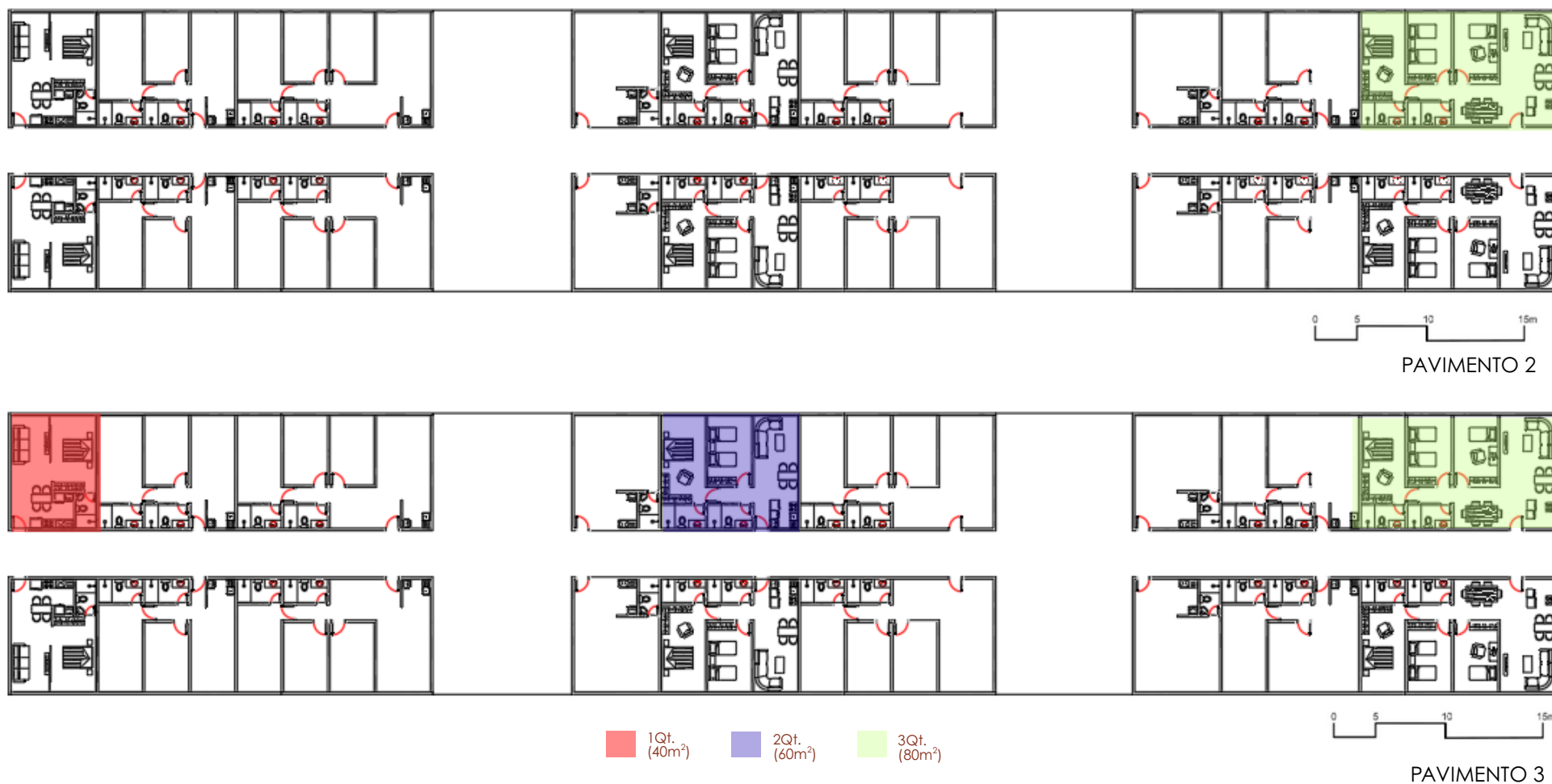
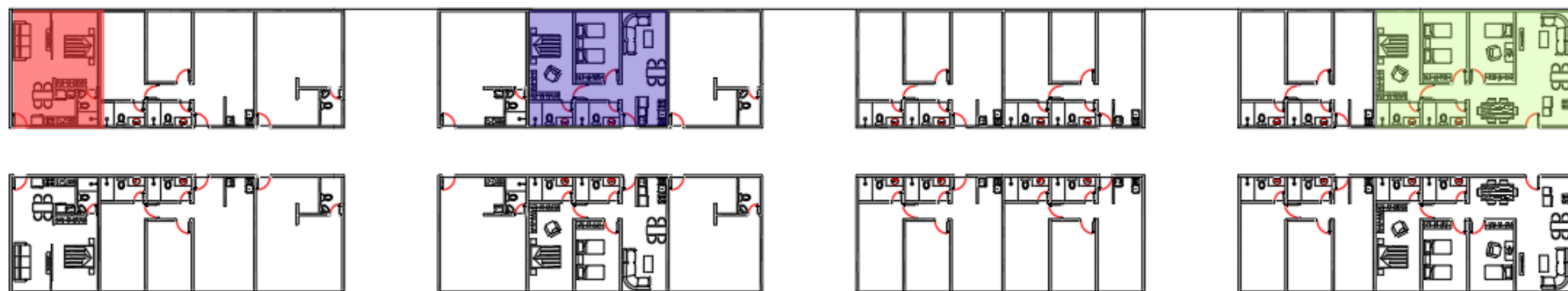


Fig. 103. Planta dos pavimentos 2 e 3.



0 5 10 15m

FITA - PAVIMENTO 4

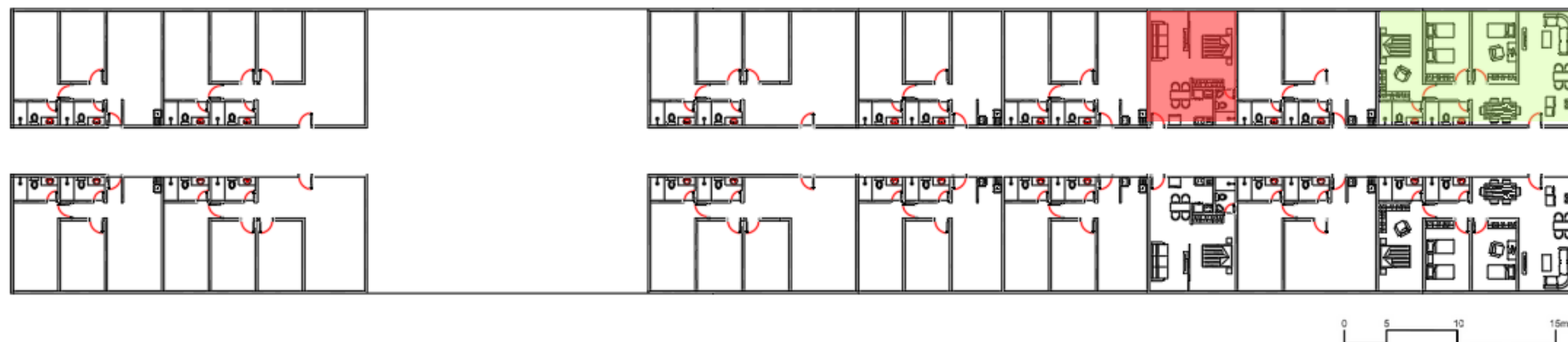


0 5 10 15m

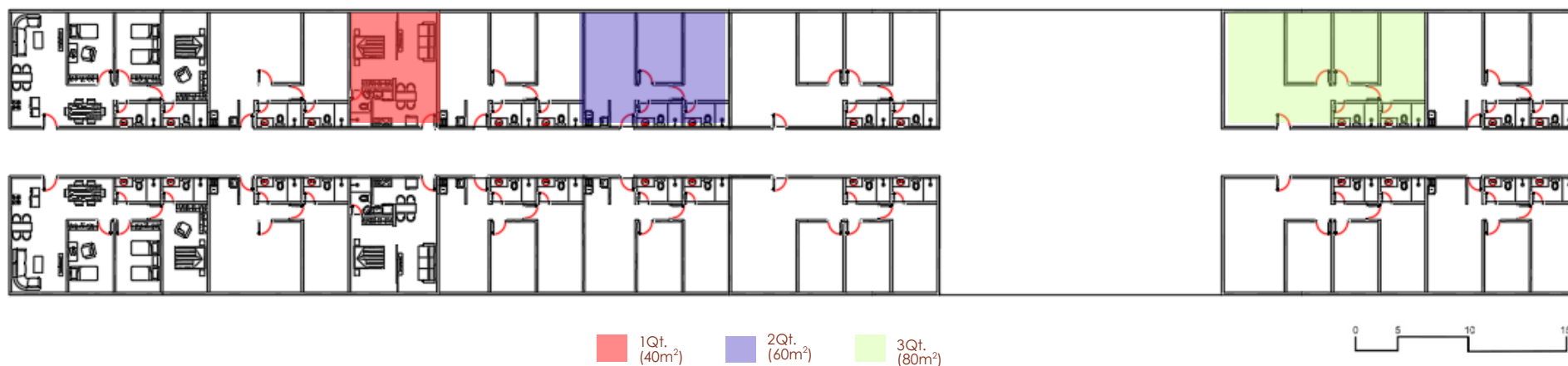
FITA - PAVIMENTO 5

1Qt. (40m²) 2Qt. (60m²) 3Qt. (80m²)

Fig. 104. Planta dos pavimentos 4 e 5.



PAVIMENTO 6



PAVIMENTO 7

Fig. 105. Planta dos pavimentos 6 e 7.

PLANTA TORRES

Complementando o sistema das fitas, o conjunto incorpora duas torres residenciais, cada uma com 20 pavimentos, destinadas a intensificar o adensamento em pontos estratégicos do bairro e diversificar as tipologias habitacionais. As torres apresentam pavimentos-tipo organizados em unidades de 2 e 3 dormitórios, com circulação centralizada e estratégias de ventilação cruzada, conforme ilustrado na Fig. 106.



Fig. 106. Planta torre - pavimento tipo

PLANTA CASAS GEMINADAS

As casas geminadas, em número de 32 unidades, introduzem uma escala mais doméstica ao conjunto, atuando como elemento de transição entre o bairro proposto e o tecido urbano adjacente. Organizadas em tipologia duplex, com áreas sociais no térreo e áreas íntimas no pavimento superior, as casas reforçam a diversidade morfológica e habitacional do projeto, conforme apresentado na Fig. 107.

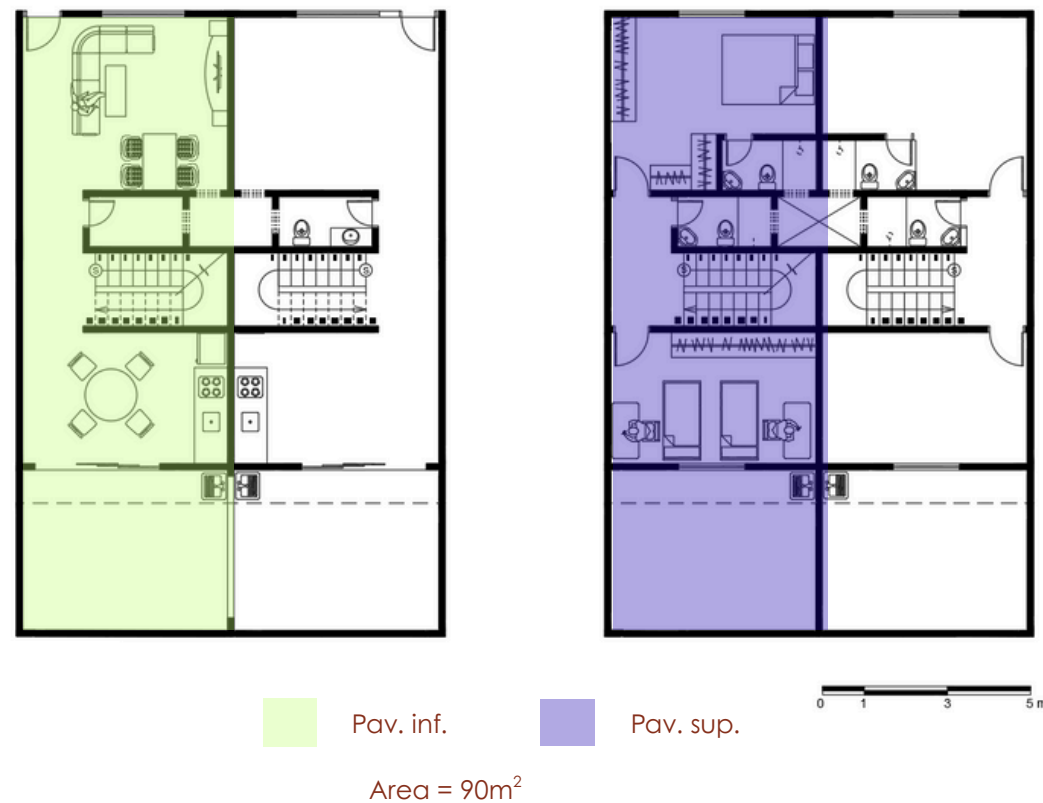
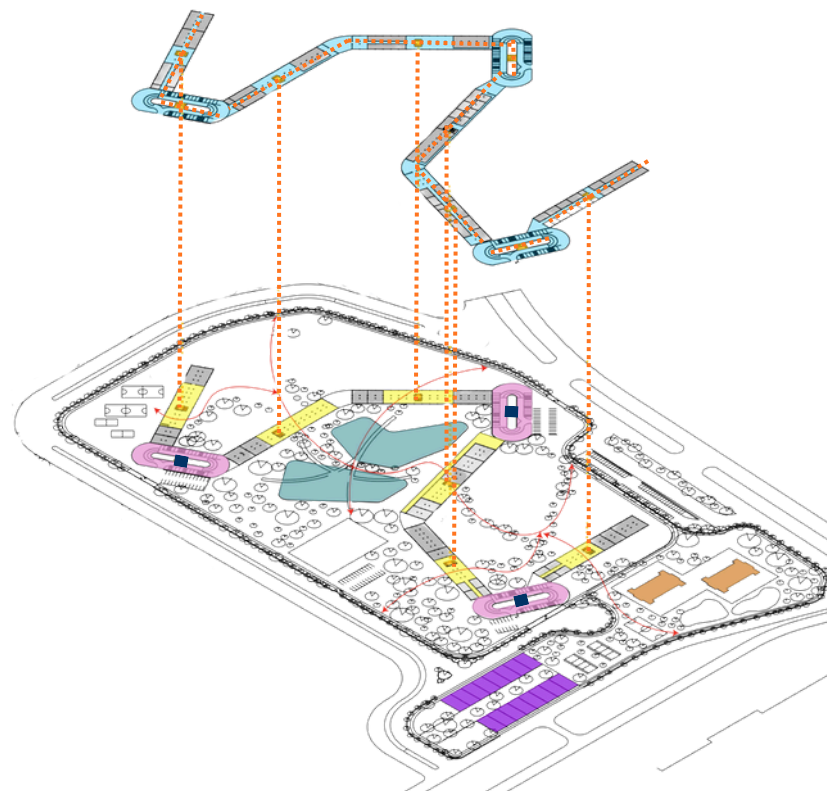


Fig. 107. Planta casa geminada

8.5. ARQUITETURA DAS CONEXÕES vertical-horizontalidade

A circulação do conjunto foi estruturada para garantir continuidade, legibilidade e múltiplas possibilidades de percurso, articulando o sistema de fitas e os edifícios-garagem. A circulação vertical se organiza por dois lobbies distintos: o lobby residencial, localizado nos edifícios-garagem, onde se dá o acesso às unidades habitacionais; e o lobby do pavimento 1, posicionado nos pilotis das fitas, dedicado aos usos comerciais e de serviços. Essa separação programática assegura fluxos independentes e qualificados para moradores, visitantes e trabalhadores.

A circulação horizontal é contínua em todos os níveis, permitindo o deslocamento “ao redor, sobre e através” do conjunto. No pavimento térreo, representado pelas setas pretas e vermelhas, observam-se os principais fluxos de pedestres em direção às centralidades internas, aos acessos públicos e aos equipamentos urbanos. Já nos pavimentos superiores, a conexão entre as fitas é garantida pelos edifícios-garagem, que funcionam como elementos estruturadores da mobilidade interna: são eles que possibilitam a passagem elevada entre blocos, mantendo o percurso fluido e integrado (Fig. 108).



Circulação vertical e horizontal no conjunto

Ao redor, sobre e através

DIAGRAMA DE CIRCULAÇÃO PEDONAL

-  Acessos principais
-  Circulação térreo
-  Acesso fitas e circulação
-  Lobby acesso pavimento 1
-  Lobby apartamentos
-  Garagem

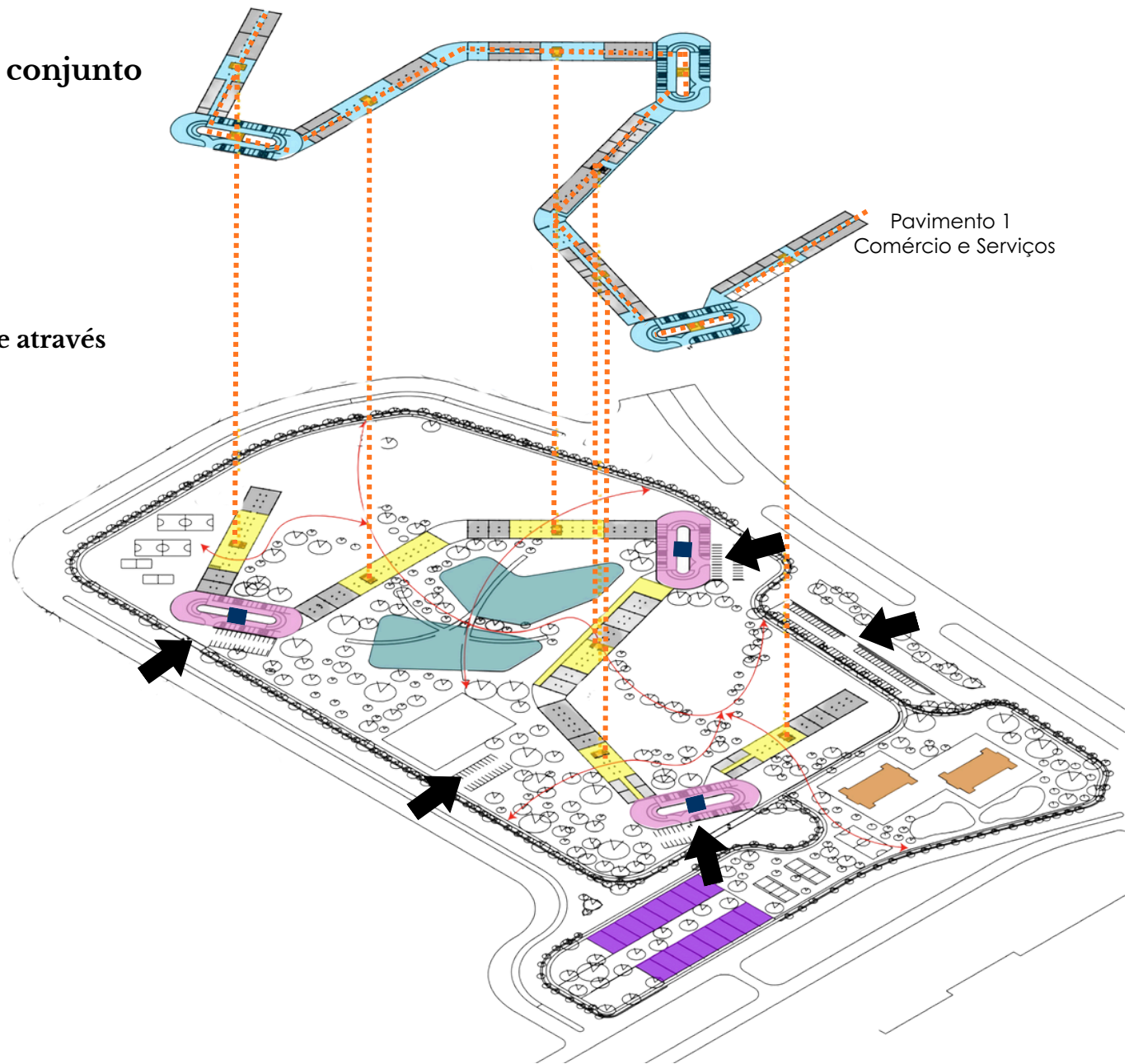


Fig. 108. Diagrama de acessos e circulação vertical-horizental do conjunto
Fonte: elaboração própria (2025)

8.5.1. Edifício Garagem como infraestrutura de conexão

O edifício-garagem é concebido não apenas como estrutura de estacionamento, mas como elemento essencial da arquitetura das conexões do conjunto. Além de concentrar o acesso veicular e liberar o térreo para o pedestre, ele atua como dispositivo de articulação vertical e horizontal entre as fitas edificadas, conectando diferentes níveis e garantindo a continuidade dos percursos ao longo do bairro (Fig. 109).

Ao abrigar os principais núcleos de circulação vertical e os percursos elevados, o edifício-garagem transforma-se em espaço de passagem, encontro e orientação, assumindo papel ativo na organização da mobilidade interna e na experiência cotidiana dos usuários.

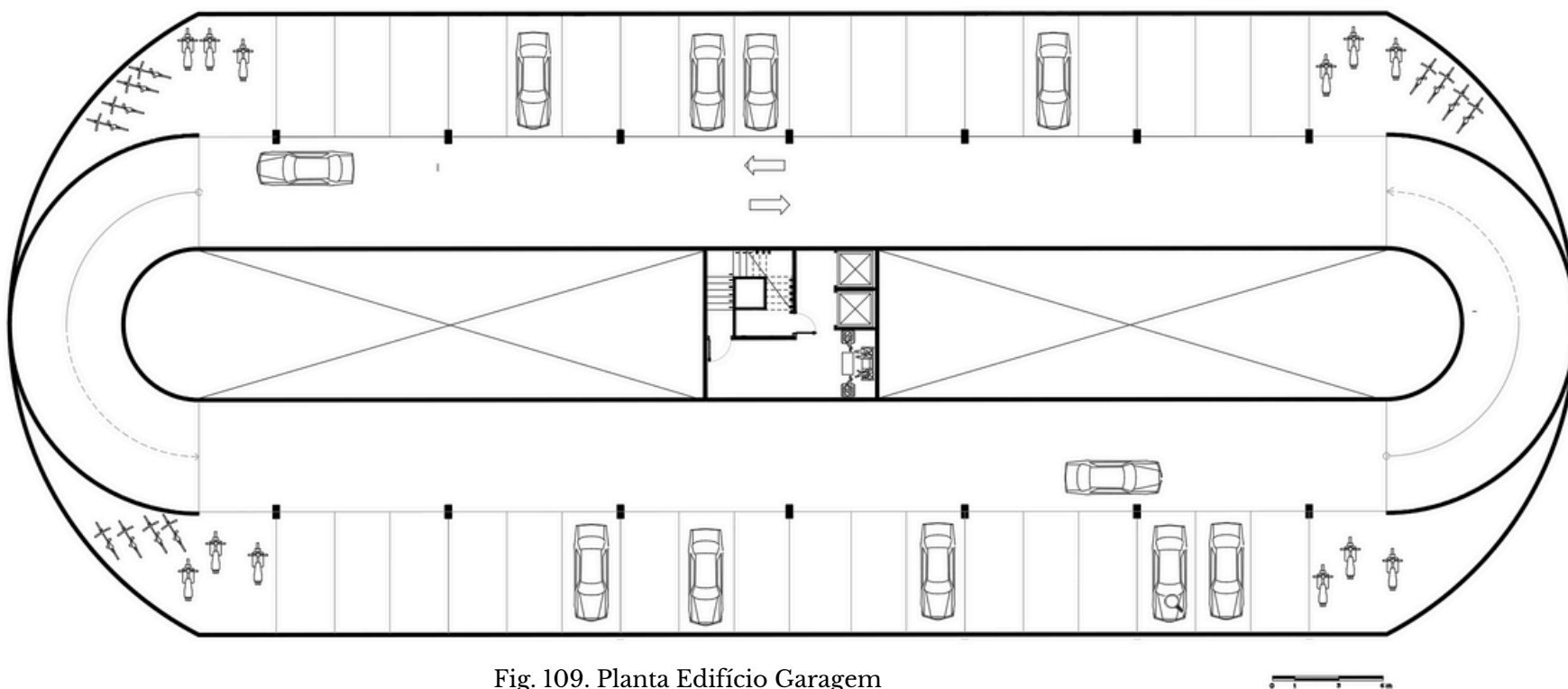


Fig. 109. Planta Edifício Garagem

Edifício-garagem: percursos, estrutura e fachada BIPB

Percursos

O edifício-garagem é concebido como uma peça urbana multifuncional, ultrapassando o papel convencional de infraestrutura técnica. Sua planta organiza percursos claros e contínuos, integrando circulação veicular, pedonal e os acessos verticais que conectam os diferentes níveis do conjunto. Esses percursos qualificam o edifício como espaço de passagem e encontro, articulando as fitas edificadas e garantindo a fluidez da mobilidade interna.

A estrutura é resolvida por um sistema racional e repetitivo, associado a rampas contínuas, que asseguram eficiência construtiva, clareza funcional e flexibilidade de uso ao longo do tempo.

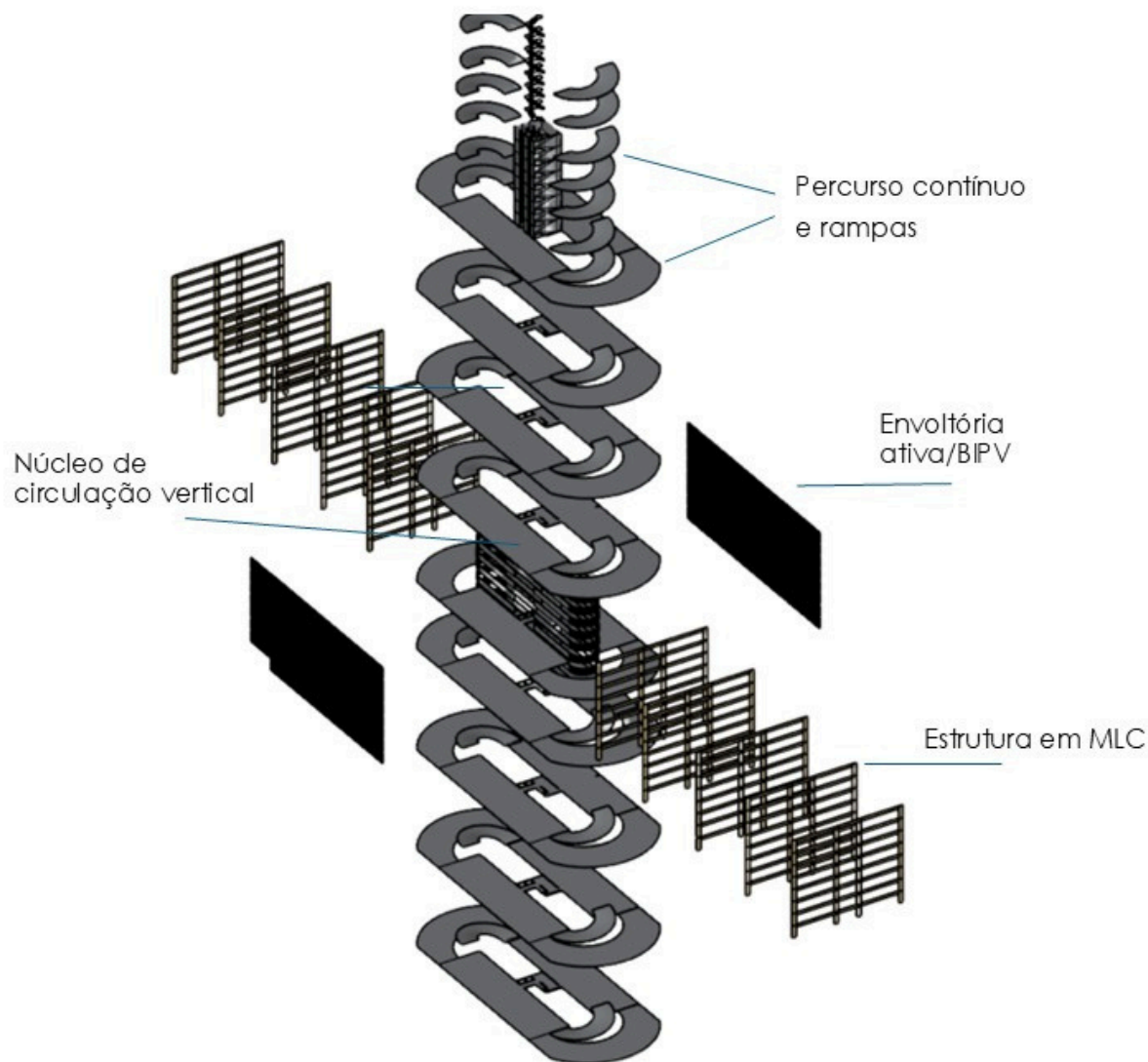


Fig. 110. Edifício Garagem _ Vista Explodida
Fonte: elaboração própria (2025).

Estrutura

A adoção da madeira laminada colada (MLC) confere leveza estrutural, reduz o impacto ambiental da construção e reforça a coerência com as diretrizes de sustentabilidade do bairro. O sistema estrutural torna-se, assim, parte integrante da estratégia arquitetônica e ambiental do projeto (Fig. 111).

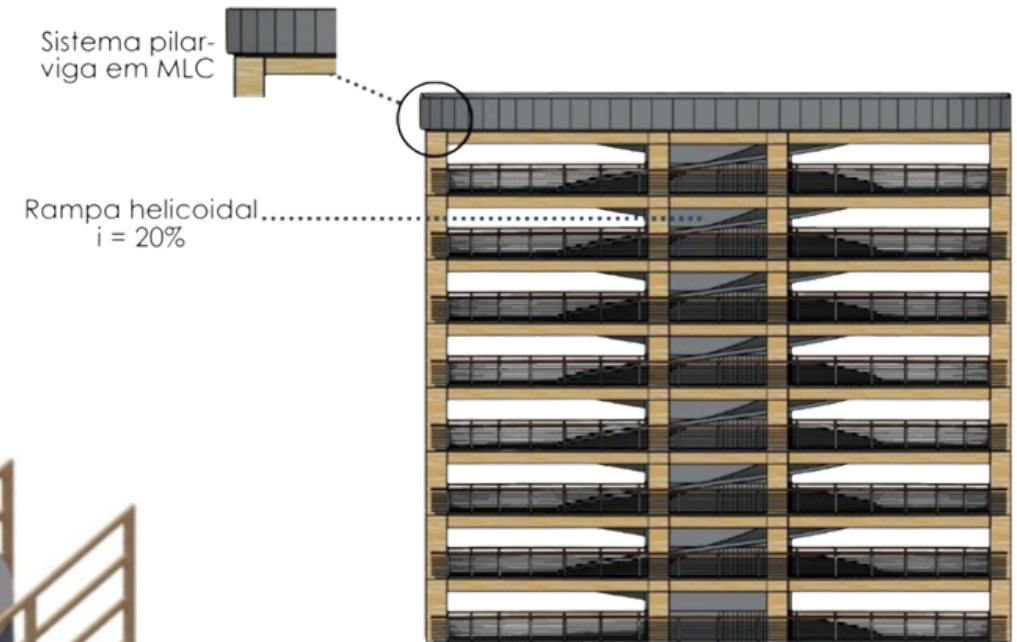
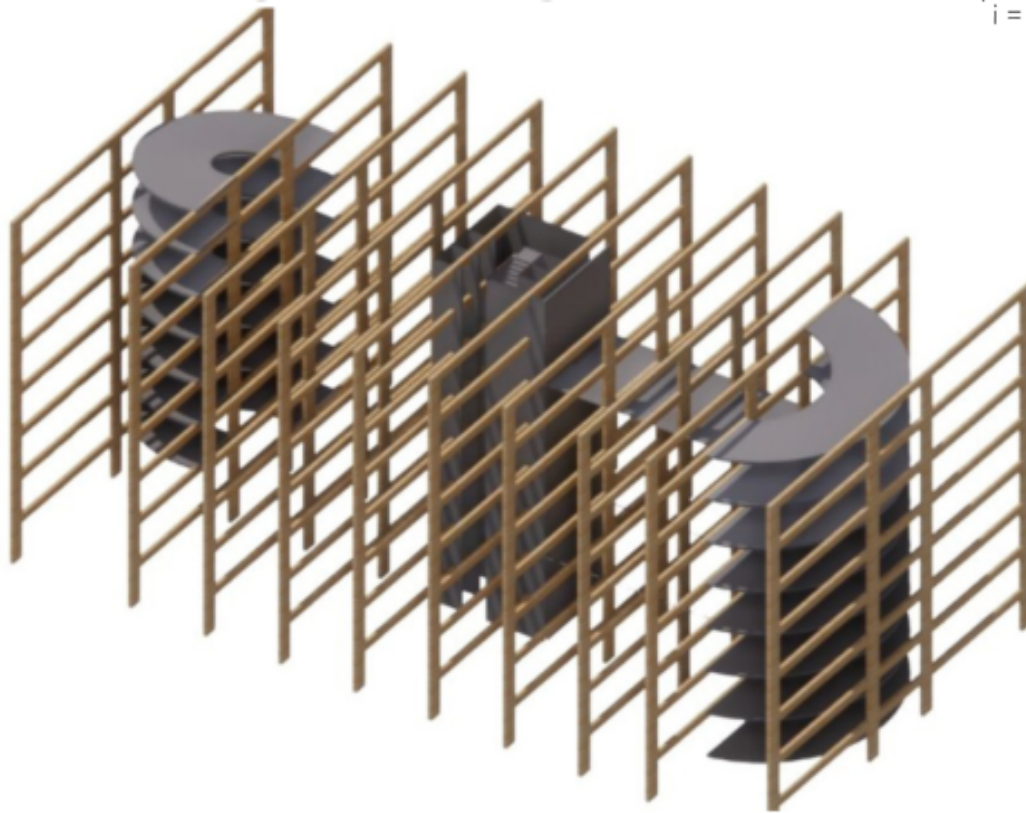


Fig. 110. Edifício Garagem - Estrutura em MLC
Fonte: elaboração própria (2025).

Fachada BIPV

As fachadas assumem caráter ativo e tecnológico, combinando painéis de policarbonato e sistemas BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*) (Fig. 112A). Além de favorecer iluminação e ventilação naturais, essas fachadas contribuem para a geração de energia e para a expressão arquitetônica do edifício, consolidando o edifício-garagem como elemento estruturador da paisagem urbana e da arquitetura das conexões do conjunto. O conjunto foi inspirado na morfologia do edifício Sun Rock projetado pelo escritório holandês MVRDV (Fig 112B).

A Fig. 112C apresenta os diferentes arranjos das placas do sistema BIPV, conciliando forma e função.

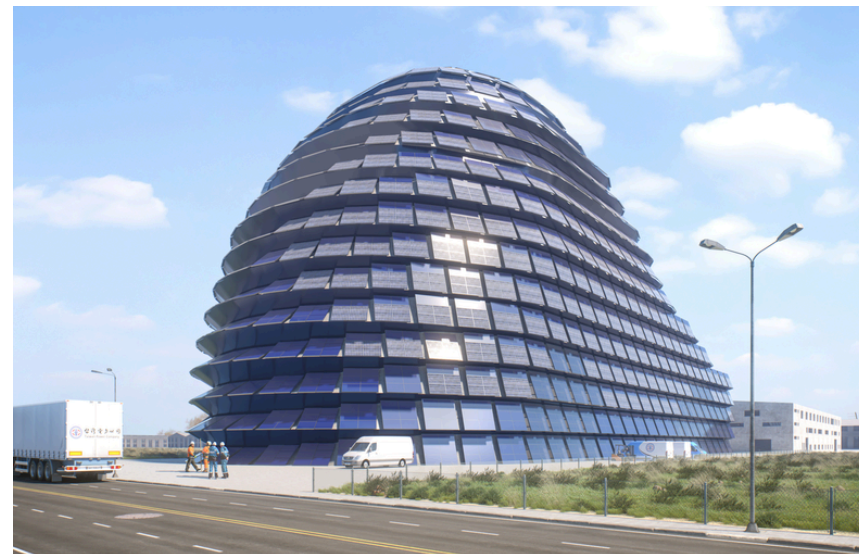
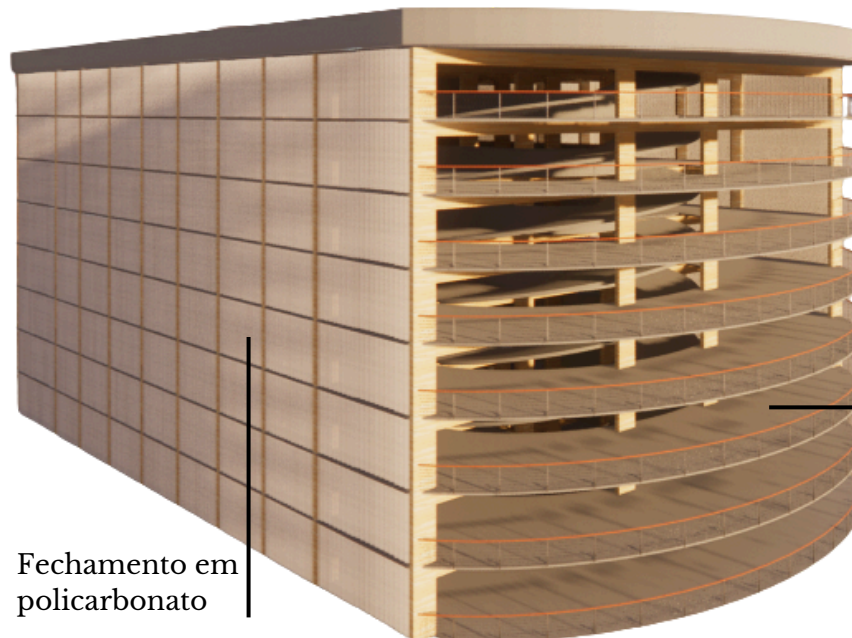


Fig. 112B. Edifício Sun Rock - MVRDV: ícone na geração de energia elétrica por sistema BIPV
Fonte: Cutieru (2022).



Fechamento em policarbonato

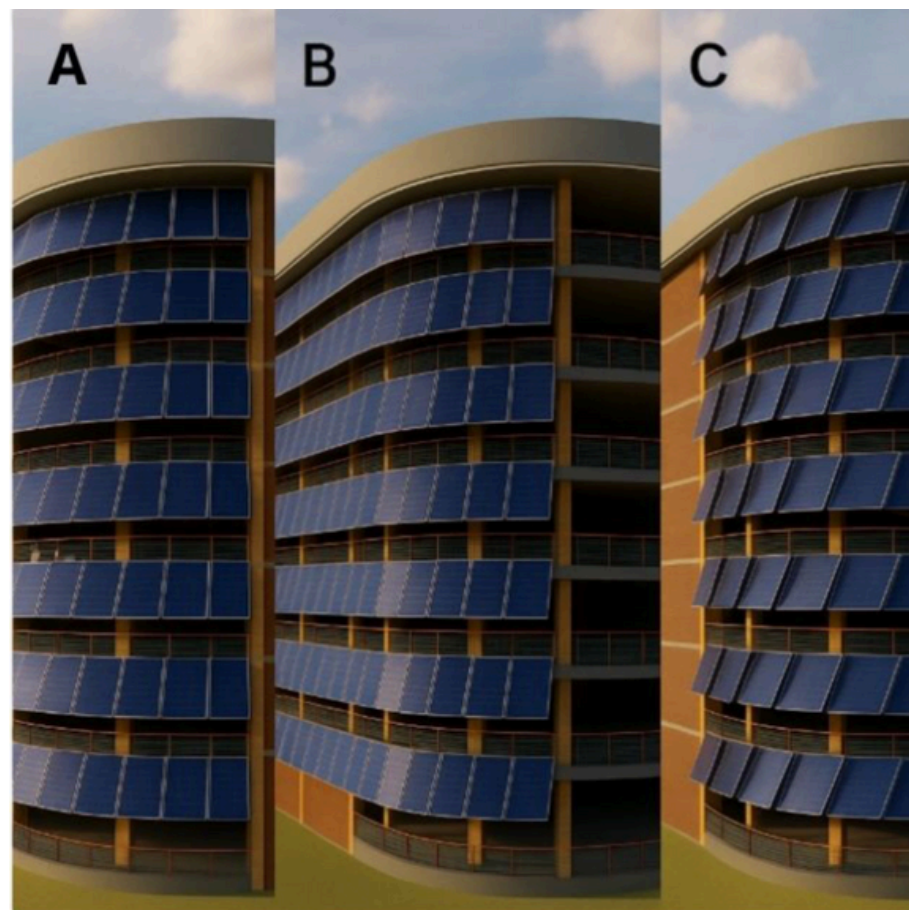
Fachada a receber sistema BIPV

Fig. 112A. Edifício Garagem - Fachada Ativa
Fonte: elaboração própria (2025).

Eficiência energética



Variante B - equilíbrio estético-técnico



Variante A - desempenho solar máximo

Variante B - equilíbrio estético-técnico

Variante C - ênfase plástica e escultural

Fig. 112C. Edifício Garagem - diferentes arranjos das placas BIPV
Fonte: elaboração própria (2025).

8.5.2. Eficiência energética

O sistema de fachadas BIPV (Building Integrated Photovoltaics) foi concebido para integrar o desempenho energético e a expressão arquitetônica dos edifícios-garagem, transformando-os em elementos produtivos da infraestrutura urbana do bairro ecológico. As fachadas curvas, inspiradas no projeto Sun Rock (MVRDV, 2022), apresentam denteamento parametrizado para otimizar a captação solar e criar ritmo visual harmônico.

Os sistemas fotovoltaico e solar térmico do projeto constituem um modelo de integração entre forma arquitetônica, eficiência energética e sustentabilidade urbana. Com 3,21 MWp de potência instalada e 825 m² de coletores térmicos, o conjunto garante autossuficiência significativa em energia elétrica e térmica, consolidando o conceito de urbanismo ecológico produtivo.

A Tabela 8 traz a síntese técnicas e benefícios ambientais obtidos a partir da adoção das fontes respectivas fontes energéticas solares. O Memorial Técnico com o dimensionamento dos sistemas é apresentado no Apêndice A.

Tabela 8. Síntese Técnica e Benefícios Ambientais das fontes energéticas solares

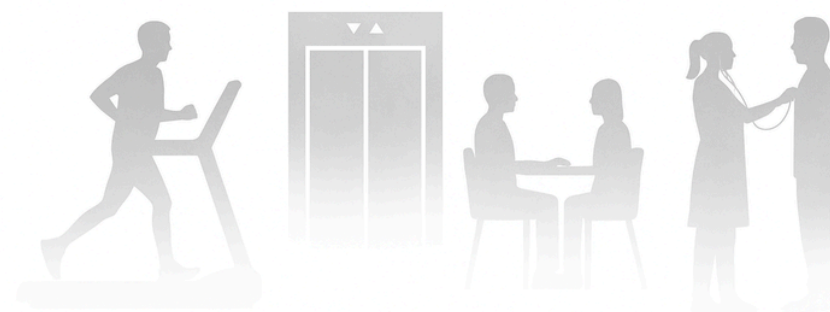
Item	Valor
Potência PV instalada	3,21 MWp
Geração PV anual	4,26 GWh
Área total PV	16.200 m²
Área térmica	825 m²
Energia térmica anual	0,495 GWh
Armazenamento de água quente	46,7 m³
Redução estimada de emissões	1.700 t CO ₂ /ano (PV + térmico)

Fonte: elaboração própria (2025).

8.5.2. Fitas - acessos e circulação vertical-horizontal

As fitas compartilham uma lógica comum de acessos e de circulação vertical e horizontal, estruturada a partir da articulação entre térreo ativo, pavimento de usos e núcleos verticais de conexão. Para explicitar essa lógica, toma-se como exemplo a **Fita 3**, dedicada aos usos de **Saúde e Corpo** e inserida na **Zona 1 – Vida cotidiana e saúde**.

As plantas do térreo e do primeiro pavimento, associadas ao corte esquemático (Fig. 113), evidenciam a distribuição programática, a separação de fluxos e a continuidade dos percursos, em consonância com a arquitetura das conexões proposta para o conjunto.



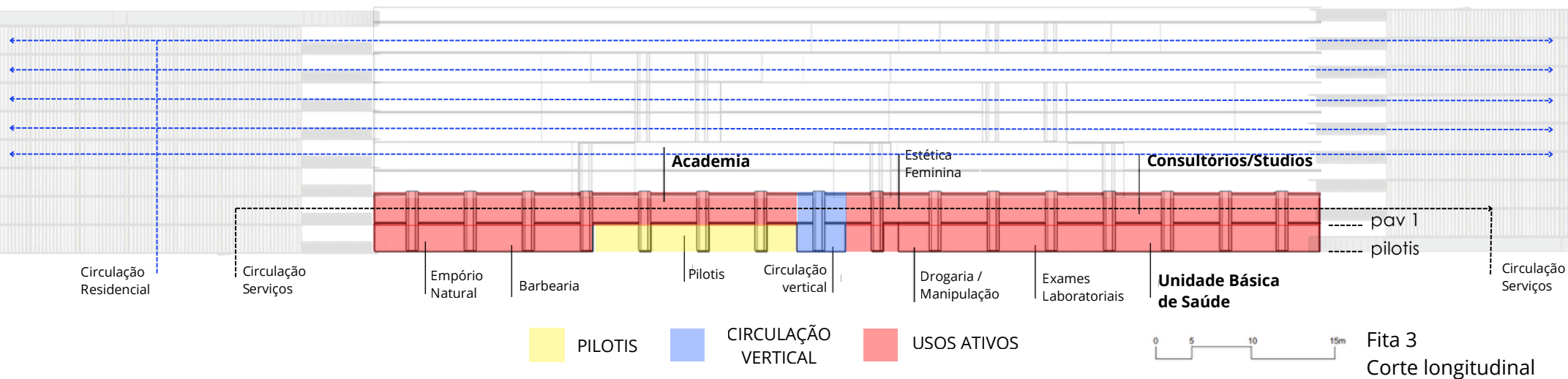
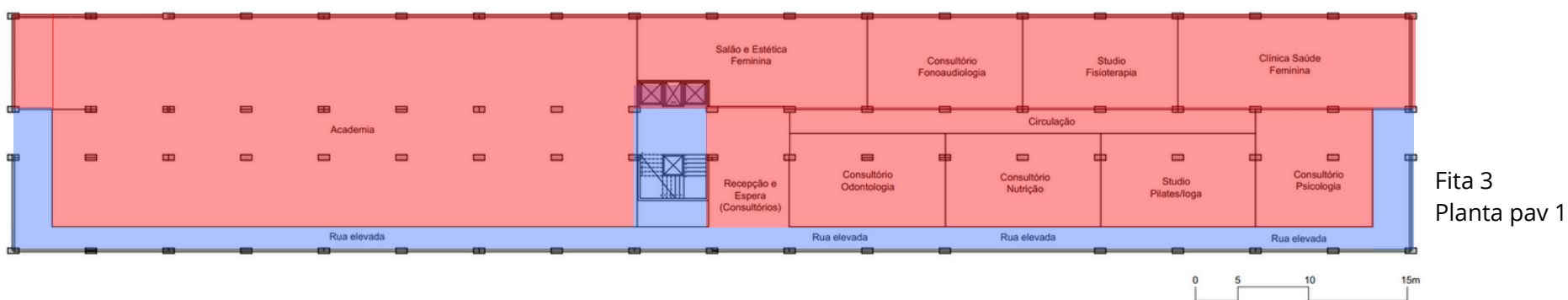
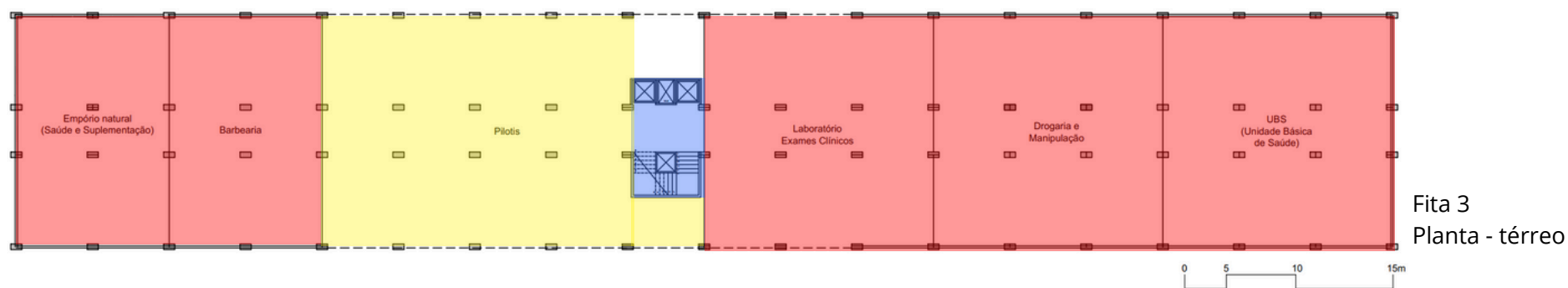


Fig. 113. Acessos e circulação vertical e horizontal da fita 3.
Fonte: elaboração própria (2025).

8.6. METABOLISMO URBANO

A diretriz do Metabolismo Urbano estrutura o projeto como um sistema capaz de gerir, de forma integrada, os fluxos de água, energia, materiais e biodiversidade, aproximando o bairro do funcionamento de um ecossistema. Em vez de tratar infraestrutura apenas como suporte técnico, a proposta adota o princípio do urbanismo ecossistêmico, no qual cada componente do território desempenha funções ambientais, sociais e microclimáticas articuladas entre si. Assim, a paisagem passa a operar como infraestrutura, ou seja, absorvendo água, filtrando o ar, reduzindo temperatura, armazenando carbono, ampliando biodiversidade e oferecendo espaços de convivência.

Nesse sentido, o conjunto verde-azul proposto para o Bairro Goiânia 2 constitui o principal dispositivo metabólico do projeto. O Arboreto do Cerrado funciona simultaneamente como peça ecológica, educativa e climática, atuando na regulação térmica, no sombreamento e na conexão fauna-flora do território. Em complementaridade, os espelhos d'água distribuídos ao longo dos percursos pedonais contribuem para o resfriamento evaporativo, melhorando o microclima em áreas de grande permanência.

Os sistemas de tratamento natural (wetlands construídas) desempenham papel fundamental no metabolismo hídrico, depurando águas cinzas, promovendo retenção e infiltrando parte das águas pluviais. Ao mesmo tempo, tornam-se espaços interpretativos de educação ambiental, aproximando os moradores dos ciclos naturais da água. Associadas a eles, as biovaletas vegetadas percorrem as vias internas como corredores drenantes que reduzem escoamento superficial, recarregam o solo e ampliam a permeabilidade urbana.

A adoção de calçadas em saibro estabilizado - em substituição a pisos intertravados convencionais - reforça a lógica de drenagem natural, elimina irregularidades comuns em *pavers* irregulares, melhora o conforto do caminhar e reduz custos de manutenção. Seus tons terrosos dialogam com a paisagem do Cerrado e compõem um ambiente mais acolhedor e biofílico.

As fachadas BIPV (*Building Integrated Photovoltaics*) instaladas nos edifícios-garagem foram dimensionadas para suprir a demanda energética das seis fitas residenciais, garantindo autonomia operacional do conjunto. O excedente produzido é injetado na rede e convertido em créditos energéticos.

Assim, a infraestrutura verde-azul apresentada na Fig. 114 não representa apenas um conjunto de elementos paisagísticos, mas a base funcional do metabolismo urbano do projeto. É ela que garante resiliência hídrica, conforto térmico, biodiversidade, educação ambiental e qualidade de vida, alinhando a intervenção às diretrizes do urbanismo ecológico e aos princípios da natureza como matriz.



Metabolismo Urbano implantação

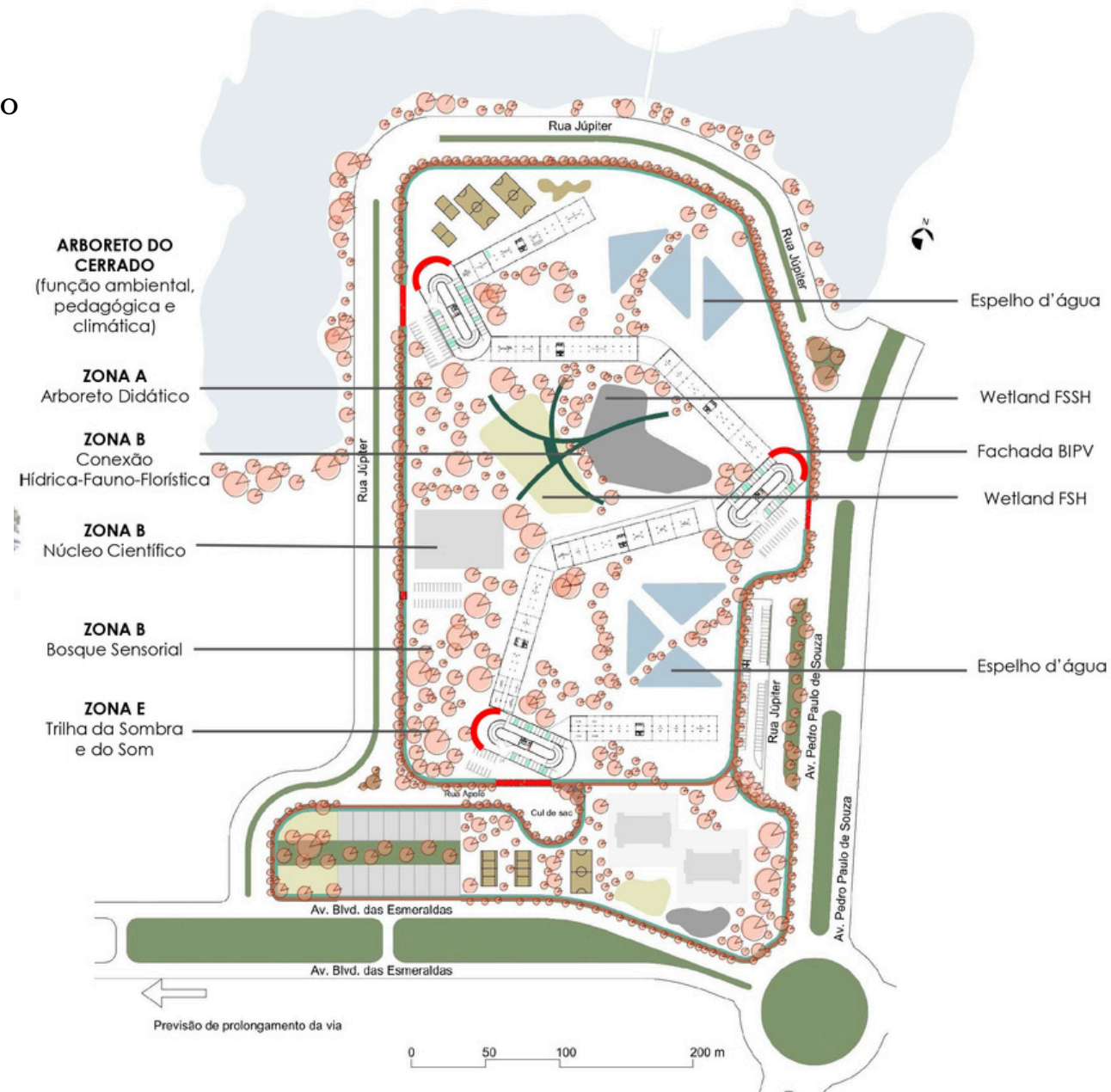


Fig. 114. Implantação dos elementos do metabolismo urbano
Fonte: elaboração própria (2025)

8.6.1. Sistema de Caminhos e Áreas Verdes como Infraestrutura do Metabolismo Urbano

No presente trabalho, o sistema de caminhos e áreas verdes é compreendido como parte integrante do metabolismo urbano, uma vez que articula simultaneamente mobilidade ativa, drenagem sustentável, conforto microclimático, conectividade ecológica e apropriação social do espaço público.

A seguir são descritos de forma integrada a leitura espacial da gleba, o diagnóstico topológico, os fluxos internos, a estrutura das praças, a articulação com o sistema perimetral (canteiro/biovaleta + ciclovia + calçada) e a integração dos edifícios-garagem ao conjunto urbano.

Leitura Espacial da Gleba

A gleba é estruturada por seis edifícios lineares (“fitas”), três edifícios-garagem, wetlands híbridas, dois conjuntos de espelhos d’água e o Arboreto do Cerrado. Essa composição estabelece três centralidades complementares: (a) Praça das Águas Sul, voltada à vida cotidiana e feiras; (b) Centralidade Ambiental-Educacional, organizada em torno das wetlands, CMEI e arboreto; e (c) conjunto das pracinhas gastronômica, criativa e de convivência ao norte.

Diagnóstico topológico

O diagnóstico topológico teve como objetivo analisar as relações espaciais e de conectividade (proximidade, separação, continuidade, interior/exterior) entre os diversos elementos:edificações, wetlands, arboreto, espelhos d’água etc.

Diferentemente do levantamento topográfico - que descreve métricas e características físicas do terreno - este busca compreender as propriedades relacionais da malha espacial, analisando conexões, continuidade de fluxos e acessibilidade estrutural, independentemente de distâncias euclidianas precisas (HILLIER; HANSON, 1984).

Para a leitura da estrutura espacial e dos fluxos do conjunto, foram adotados procedimentos de análise topológica e relacional, conforme descrito por Hillier e Hanson (1984) e Kaika (2006), com foco na conectividade, continuidade e acessibilidade dos espaços, mais do que em distâncias métricas. Essa análise evidenciou a existência de fluxos naturais que se sobrepõem às centralidades e estruturam os percursos cotidianos, ecológicos e institucionais do bairro. A partir dela, foram identificadas cinco direções estruturantes dos fluxos pedonais e ecológicos, envolvendo eixos longitudinais e transversais, bem como a borda perimetral principal e sua derivação secundária.

A descrição técnica e a função urbana e paisagística desses elementos encontram-se sistematizadas na Tabela 9, enquanto a configuração espacial do sistema perimetral - integrando biovaleta, ciclovia e calçada - é ilustrada no corte transversal apresentado na Fig. 115, evidenciando a articulação entre mobilidade ativa, drenagem sustentável e qualificação paisagística.

Tabela 9. Sistema de Caminhos e Paisagismo (Térreo)

ELEMENTO	DESCRIÇÃO TÉCNICA	FUNÇÃO URBANA / PAISAGÍSTICA
Caminho Principal N-S	Eixo orgânico contínuo conectando Fita 1 → Praça Central → Fitas 3-4-5-6	Estrutura o cotidiano, integra usos e conecta equipamentos
Caminho Ecológico Central	Percurso leste-oeste ligando Arboreto → CMEI → Wetlands	Eixo sensorial, educativo e ambiental
Boulevard Gastronômico (Fita 4)	Passeio com mobiliários, arborização e áreas de mesas externas	Convivência, gastronomia e atração urbana
Caminho do Conhecimento (Fita 5)	Percurso sombreado com áreas pedagógicas e mirantes	Integra educação ambiental e circulação
Eixo Criativo (Fita 6)	Caminho resiliente entre skatepark, praça criativa e artes	Espaço de cultura, performance e mobilidade ativa
Trilhas do Arboreto	Percursos sinuosos com espécies nativas e espaços de pausa	Conexão ecológica e experiência sensorial
Praça das Águas Sul	3 espelhos d'água com caminhos em “X”	Feiras, convívio e identidade urbana
Centralidade Ambiental-Educacional	Wetlands + CMEI + Arboreto	Coração ecológico e pedagógico do bairro
Pracinhas Norte	Palco Urbano + Praça das Águas Norte + Praça Gastronômica	Criatividade, convivência e gastronomia
Sistema Perimetral	1m biovaleta + 2,5m ciclovia + 2m calçada.	Mobilidade ativa, drenagem e segurança.
Edifícios-Garagem	Nós verticais e horizontais de circulação.	Integra fitas e organiza fluxos urbanos.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Sistema perimetral

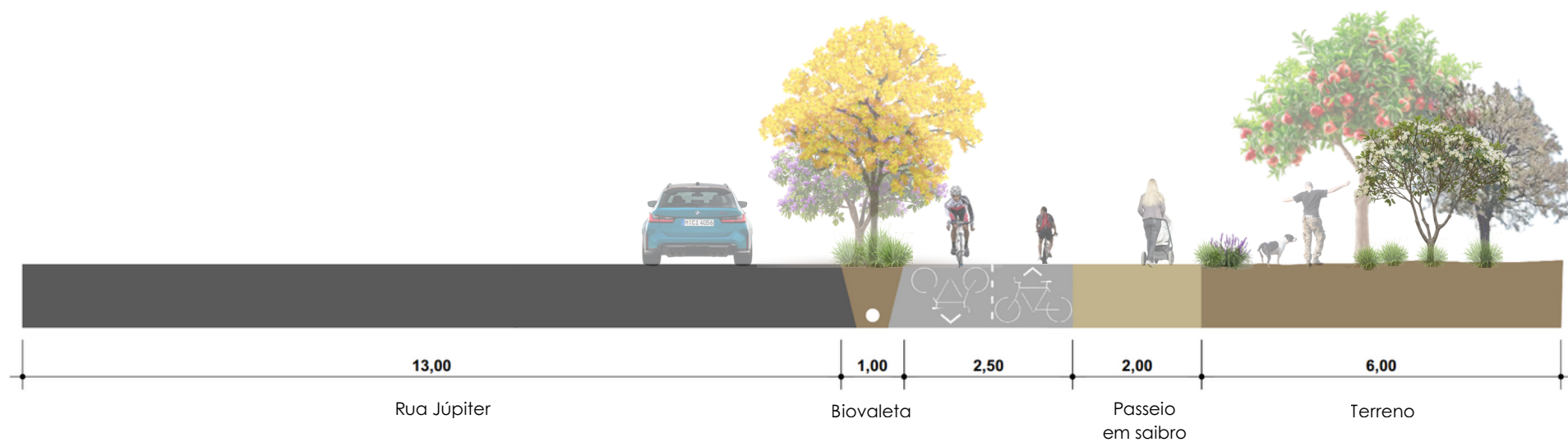


Fig. 115. Circulação perimetral - corte transversal
Fonte: elaboração própria (2025)

8.7. INFRAESTRUTURA VERDE-AZUL

Neste trabalho, a infraestrutura verde-azul é concebida como um sistema integrado e multifuncional de suporte ao metabolismo urbano, responsável por regular os fluxos hídricos, térmicos, ecológicos e sociais do bairro. Mais do que um conjunto de dispositivos ambientais isolados, ela estrutura o metabolismo urbano, articulando drenagem sustentável, tratamento descentralizado de efluentes, conforto microclimático, biodiversidade e qualificação dos espaços públicos.

As estratégias adotadas - wetlands construídas, espelhos d'água, biovaletas, fachadas vegetadas e arborização nativa - operam de forma complementar, promovendo eficiência ambiental, resiliência climática e valor paisagístico, em consonância com os princípios do urbanismo ecológico e da infraestrutura verde-azul contemporânea.

8.7.1. Sistema Hídrico Integrado

O sistema hídrico integrado foi dimensionado para atender às fitas residenciais e às torres do conjunto, operando de forma articulada em escala de bairro. A proposta integra a captação de águas pluviais, o reuso de águas cinzas e negras tratadas e a incorporação de espelhos d'água permanentes do tipo borda infinita, que desempenham simultaneamente funções paisagísticas, microclimáticas e de resfriamento evaporativo.

A concepção do sistema fundamenta-se nos princípios do urbanismo ecológico e da eficiência hídrica, buscando reduzir a demanda por água potável, promover o reaproveitamento local dos recursos hídricos e reforçar o metabolismo urbano circular do bairro.

O memorial descritivo e os cálculos de dimensionamento hidráulico e sanitário encontram-se apresentados nos Anexos B, C, D e E. Os parâmetros adotados para o dimensionamento e os resultados de desempenho hídrico do sistema são apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Dentre os componentes do sistema hídrico integrado (Fig. 116), destacam-se as wetlands construídas, responsáveis pelo tratamento descentralizado e natural dos efluentes gerados no bairro. Esses sistemas constituem o núcleo técnico do parque filtrante, sendo detalhados a seguir quanto ao seu conceito, funcionamento e dimensionamento.

A articulação entre captação, tratamento natural, armazenamento e reuso da água no conjunto é sintetizada no diagrama do sistema hídrico integrado (Fig. 116), evidenciando sua operação em escala de bairro e sua inserção no metabolismo urbano.

Princípios do Sistema Hídrico Integrado

- descentralização do tratamento em escala de bairro;
- prioridade ao reuso local e à redução da demanda por água potável;
- integração entre infraestrutura hídrica, paisagem e microclima;
- operação por gravidade e baixo consumo energético;
- leitura pedagógica e visibilidade dos processos ambientais.

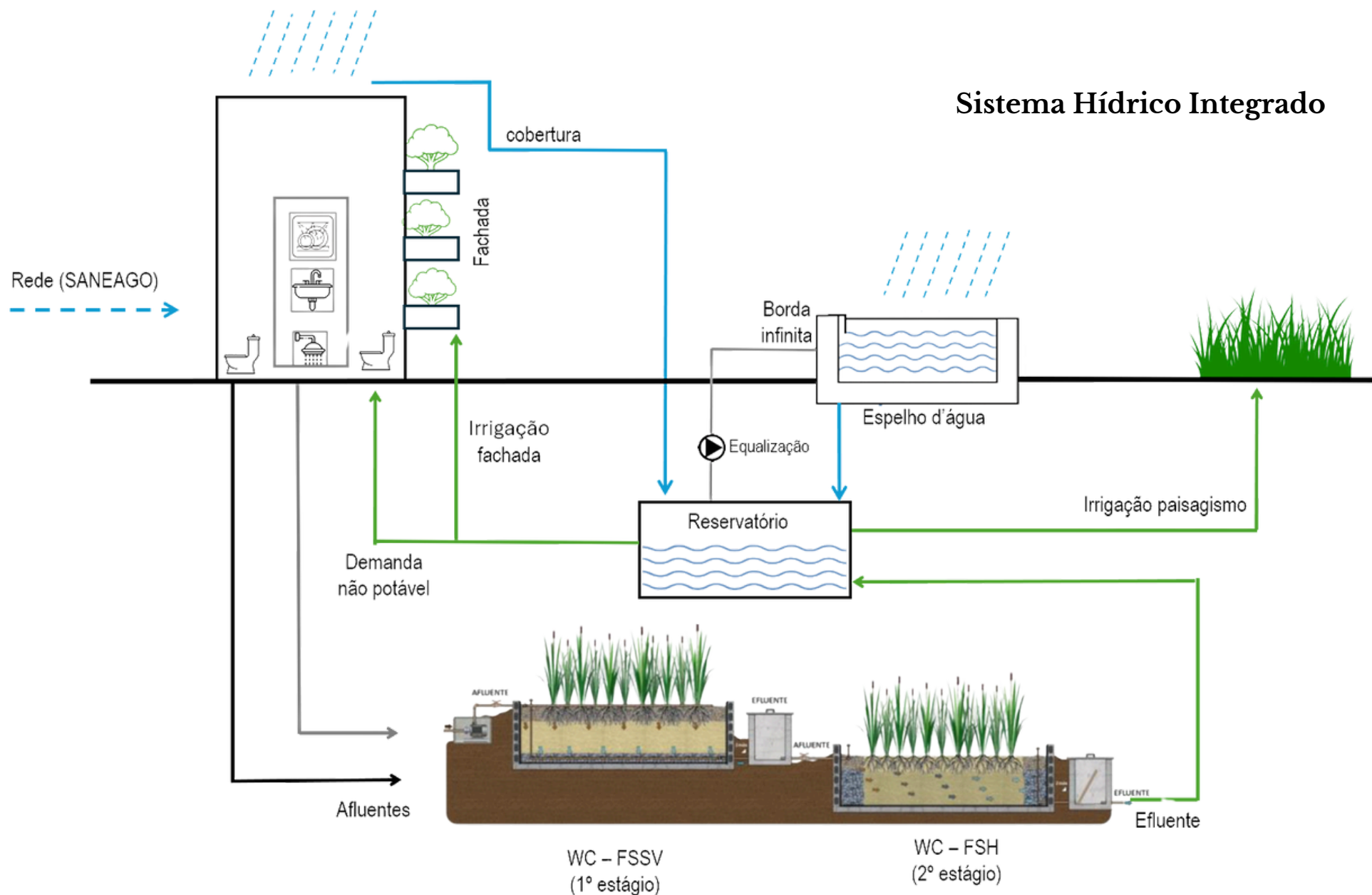


Fig. 116. Diagrama do Sistema Hídrico Integrado do bairro. Fonte: elaboração própria (2025).

Esquema conceitual do funcionamento do sistema hídrico evidenciando a articulação entre captação de águas pluviais (coberturas e espelhos d'água), geração de efluentes domésticos, tratamento descentralizado por wetlands construídas em dois estágios (WC-FSSH e WC-FSH), armazenamento (espelho d'água e reservatório subterrâneo) e reuso não potável. O sistema opera predominantemente por gravidade, integrando irrigação de fachadas vegetadas, espelhos d'água de borda infinita e irrigação paisagística, promovendo eficiência hídrica, conforto microclimático e fechamento local dos ciclos da água no metabolismo urbano.

Conforme ilustrado na Fig. 116, o espelho d’água opera com lâmina constante por meio de um sistema de equalização hidráulica, permitindo o transbordamento controlado do excedente pela borda infinita. Essa estratégia assegura simultaneamente estabilidade volumétrica, continuidade paisagística e desempenho microclimático, atuando como elemento de resfriamento evaporativo durante os períodos secos e quentes. As Tabelas 10 e 11 trazem os dados de projeto utilizados e os principais resultados obtidos.

Tabela 10. Dados de projeto

Parâmetro	Valor	Unidade
Precipitação anual	1,5	m/ano
Área de captação de telhado	2.500	m²
Área de fachada irrigada	1.500	m²
População de referência	324*	habitantes
Consumo potável	200	L/pessoa-dia
Geração de águas cinzas	100	L/pessoa-dia
Águas negras (vasos)	50	L/pessoa-dia
Período seco	153	dias
Evaporação média (seca)	5,5	mm/dia
*população/fita Fonte: elaboração própria (2025).		

Tabela 11. Resultados principais

Item	Volume ou Área
Volume de chuva aproveitável (telhado)	3.375 m³/ano
Volume anual direto por espelho d’água	1.500 m³/ano
Demanda total na seca (irrigação, bacias sanitárias, evaporação)	≈ 7.298 m³
Efluente tratado da wetland (útil)*	≈ 6.320 m³
Déficit hídrico a suprir por reservatório	≈ 978 m³
Reservatório subterrâneo recomendado	1.200 a 1.500 m³
Espelho d’água – área/lâmina/unid	1.000 m² / 0,50 m
Wetland híbrida (FSSV + FSH)*	≈ 730 m² + 1.460 m²
*Wetlands fitas	

Fonte: elaboração própria (2025).

8.7.2. Sistemas de Wetlands - Conceito, Funcionamento e Dimensionamento

Conceito e Integração Urbana

O Parque Filtrante do Bairro Sustentável Goiânia 2 foi concebido como uma infraestrutura verde-azul híbrida, integrando o tratamento natural de efluentes domésticos à qualificação paisagística, ambiental e educativa do espaço público.

O sistema adota wetlands construídas como elementos estruturantes do metabolismo urbano, promovendo simultaneamente saneamento descentralizado, melhoria microclimática, ampliação da biodiversidade e apropriação social do espaço.

Foram combinadas duas tipologias complementares de wetlands construídas:

- **WC-FSSH (Wetland Construída de Fluxo Subsuperficial Horizontal)**, responsável pelo tratamento primário e secundário dos efluentes domésticos (águas cinzas e negras), com elevada eficiência na remoção de carga orgânica;
- **WC-FSH (Wetland Construída de Fluxo Superficial Horizontal)**, destinada ao polimento final do efluente tratado e ao reuso paisagístico da água, reforçando o conforto ambiental e o caráter pedagógico do parque.

A proposta fundamenta-se em princípios de baixo consumo energético, autossuficiência hídrica local e educação ecológica, tornando o processo de tratamento do esgoto visível, compreensível e integrado à vida urbana.

Funcionamento

- **Pré-tratamento:** gradeamento e caixa de gordura coletiva, destinados à remoção de sólidos grosseiros e óleos;
- **Distribuição:** condução do efluente por tubulações em PVC Ø100 mm até a unidade WC-FSSH;
- **Tratamento primário e secundário (WC-FSSH):** escoamento horizontal em meio poroso (brita e areia grossa), com atuação das raízes de macrófitas (*Typha domingensis*, *Canna glauca*, *Hedychium coronarium*), responsáveis pela oxigenação do meio e absorção de nutrientes;
- **Tratamento secundário complementar (WC-FSH):** emergência do efluente em lâmina superficial vegetada (profundidade média de 0,35 m), favorecendo processos físico-químicos e microbiológicos adicionais;
- **Armazenamento e reuso:** condução da água tratada a reservatório subterrâneo permitindo seu reaproveitamento na irrigação de fachadas vegetadas, áreas paisagísticas e reposição hídrica das próprias wetlands.

O sistema opera predominantemente por gravidade, dispensando o uso de bombeamento contínuo e reduzindo o consumo energético. O sistema de tratamento de efluentes é composto por duas tipologias complementares de wetlands construídas, operando de forma sequencial e por gravidade. As etapas de funcionamento compreendem (KADLEC; WALLACE, 2009):

- **tratamento primário**, realizado em wetland construída de **fluxo subsuperficial horizontal (WC-FSSH)**, o efluente percola por um meio poroso constituído por brita e areia grossa, permanecendo abaixo da superfície. Nesse estágio, macrófitas emergentes, como *Typha domingensis*, *Canna glauca* e *Hedychium coronarium*, desempenham papel fundamental na oxigenação do rizosfera, na absorção de nutrientes e no suporte ao biofilme microbiano responsável pela remoção da carga orgânica.

- **tratamento secundário** ocorre em wetland construída de **fluxo superficial híbrido (WC-FSH)**, na qual o efluente tratado no primeiro estágio emerge em lâmina d'água rasa e vegetada. Nesse ambiente, a presença de macrófitas aquáticas e palustres intensifica os processos de polimento final do efluente, promovendo a remoção residual de nutrientes, a oxigenação complementar, a ação fotossintética e o reforço do conforto microclimático e paisagístico do parque filtrante.

A vegetação empregada em ambos os estágios integra o funcionamento técnico do sistema ao desenho paisagístico e pedagógico do bairro, tornando o tratamento de esgoto um processo visível, didático e ambientalmente qualificado (Fig. 117). A relação completa das espécies adotadas, com suas respectivas fichas técnicas, encontra-se apresentada no Apêndice X.



Fig. 117. Plantas utilizadas em wetlands construídas. A) *Typha domingensis*; B) *Canna glauca* C) *Hedychium coronarium*
Fonte: Kadlec e Wallace (2009)

Resultados do Dimensionamento Hidrossanitário

Os principais parâmetros adotados e os resultados do dimensionamento do sistema de wetlands construídas são apresentados na Tabela 12, evidenciando a capacidade do sistema em atender à população projetada, com elevada eficiência na remoção de carga orgânica e adequado tempo de detenção hidráulica.

A solução adotada dialoga com experiências internacionais consolidadas de parques filtrantes integrados ao espaço público, nos quais os sistemas de wetlands construídas assumem simultaneamente funções técnicas, paisagísticas e sociais. A Fig. 118 mostra uma vista do Parc du Chemin na França, onde o tratamento natural de efluentes é incorporado ao desenho urbano por meio de lâminas d'água vegetadas, passarelas e áreas de permanência, evidenciando o potencial desses sistemas em articular saneamento ecológico, qualificação paisagística e uso cotidiano do espaço.



Fig. 118. Parc du Chemin de l'Île, Nanterre, França - parque filtrante remediando o ecossistema. Fonte: Curty (2019)

Tabela 12. Resultados principais

Parâmetro	Símbolo	Valor Adotado	Unidade
População atendida	P	3 000	hab
Geração de esgoto (água cinza + negra)	Q	150	L/hab.dia
Vazão total	Qt	450	m³/dia
Tipo de sistema	—	WC-FSSH + WC-FSH	—
Área da WC-FSSH	Afssh	4 500	m²
Área da WC-FSH	Afsh	2 250	m²
Tempo de detenção hidráulica total	TDH	3,2	dias
Carga orgânica removida (DBO ₅)	η	≈ 85–90	%
Eficiência global do sistema	-	Alta (nível secundário avançado)	-

Fonte: elaboração própria

Wetland construída como infraestrutura verde-azul e espaço de vivência

A passarela sobre a wetland construída explicita o caráter multifuncional dessa infraestrutura, que ultrapassa sua função técnica no metabolismo urbano para assumir papel ativo na experiência cotidiana do bairro. Ao permitir o atravessamento e a permanência dos pedestres junto ao sistema de tratamento natural, a wetland deixa de ser um elemento oculto ou meramente utilitário, tornando-se parte visível, acessível e compreensível da paisagem urbana. Nesse sentido, a passarela atua como dispositivo de conexão espacial, integrando diferentes setores do bairro por meio de percursos lentos e qualificados; como instrumento de educação ambiental, ao revelar os processos naturais de depuração da água, a vegetação macrófita e a dinâmica hídrica; e como espaço de vivência e contemplação, promovendo apropriação social e sensibilização ecológica.

Assim, a wetland desempenha simultaneamente funções metabólicas, paisagísticas, pedagógicas e sociais, alinhando-se aos princípios do urbanismo ecológico ao articular infraestrutura verde-azul, qualidade do espaço público e construção de uma cultura ambiental no cotidiano urbano.



Fig. 118. Vista da passarela sobre a wetland construída, integrando circulação, educação ambiental e infraestrutura verde-azul.
Fonte: elaboração própria (2025)

8.7.3. Sistema descentralizado de águas cinzas nas casas geminadas: Bacias de Evapotranspiração

Nas casas geminadas, adotou-se um sistema descentralizado para o tratamento de águas cinzas. Enquanto as águas negras continuam direcionadas à rede pública, as águas cinzas são tratadas localmente por meio de bacias de evapotranspiração, solução sustentável, de baixa manutenção e alinhada ao reuso seguro na escala do lote. Este sistema segue as recomendações técnicas da ABNT NBR 7229 (1993) e da ABNT NBR 13969 (1997) para o tratamento e disposição final de efluentes domésticos em sistemas complementares de baixa complexidade.

A Fig. 119 ilustra um esquema geral de uma bacia de evapotranspiração. No fluxo desse tratamento natural as águas cinzas percolam por camadas filtrantes (brita, areia, solo orgânico), são absorvidas pelas raízes plantas das

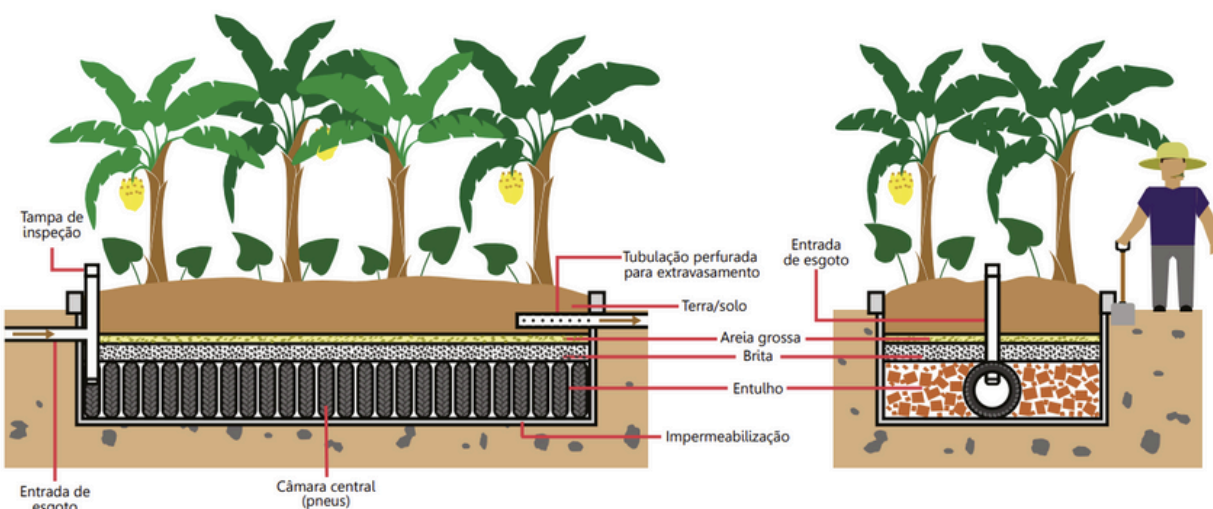


Fig. 119. Esquema geral de funcionamento de uma bacia de evapotranspiração.
Fonte: Tonetti et al. (2018).

macrófitas e retornam ao ambiente atmosférico por evaporação e transpiração da vegetação, sem contato humano direto - reduzindo riscos sanitários, diminuindo o volume enviado à rede pública (BRASIL, 2010).

Portanto, esse sistema constitui em uma solução de tratamento sanitário descentralizada, ecológica e de baixo impacto ambiental, especialmente adequada a contextos onde não há disponibilidade de rede pública de esgotamento sanitário. Um exemplo consolidado dessa estratégia é a Ecovila Santa Branca, localizada em Terezópolis de Goiás (GO), onde as unidades habitacionais adotam essa solução sanitária integrada ao paisagismo e ao metabolismo ecológico do assentamento (Figura 20).



Fig. 120. Bacia de Evapotranspiração (fossa de bananeira) residencial - Ecovila Santa Branca, Terezópolis, GO
Fonte: foto do autor (2025)

Racionalização do sistema para otimizar recursos: Bacias de Evapotranspiração em baterias (clusters)

Considerando-se as 32 casas geminadas previstas, o dimensionamento inicial indicava uma bacia por unidade habitacional. Entretanto, buscando:

- melhor aproveitamento da área livre,
- redução de custos de implantação e manutenção,
- otimização da operação e fiscalização do sistema,
- maior eficiência ambiental coletiva,

Foi adotado um arranjo em **clusters de quatro casas**, compartilhando **uma bateria com quatro bacias agrupadas** conforme ilustração esquemática (Fig. 121). Dessa forma, foram implantados **8 clusters** estrategicamente distribuídos ao longo do conjunto habitacional - garantindo eficiência técnica sem comprometer a autonomia do tratamento (o dimensionamento e memória de cálculo entram-se no Apêndice E).

Benefícios do sistema adotado

- Redução de carga orgânica encaminhada ao sistema público de esgoto.
- Promoção de serviços ecossistêmicos (biodiversidade, microclima, paisagem).
- Baixo custo operacional e longa vida útil.
- Coerência com os princípios do urbanismo ecossistêmico e do reúso local de recursos.

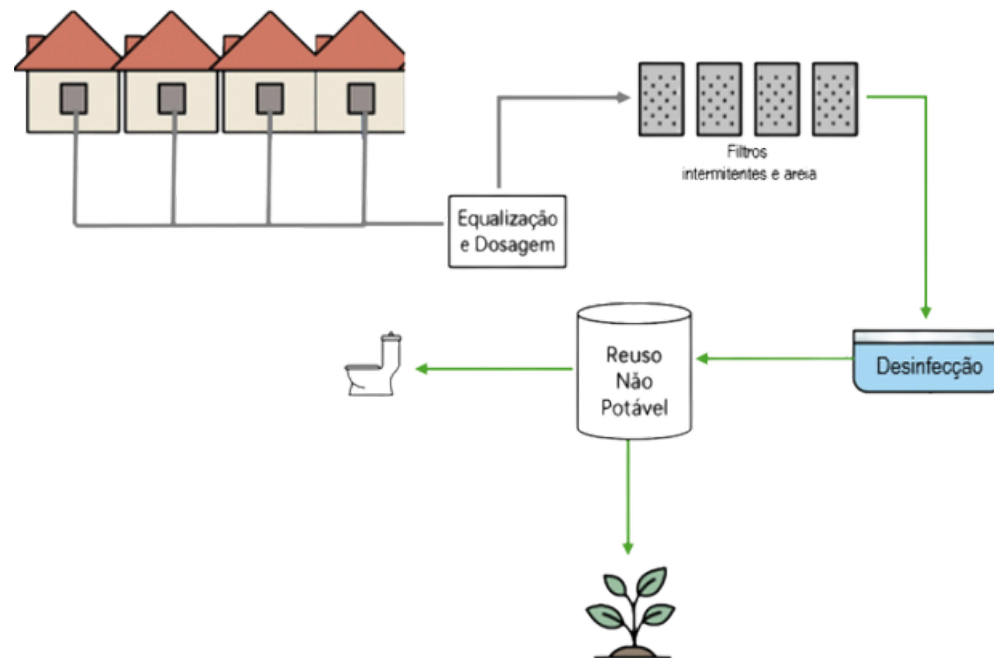


Fig. 120. Bacias de evapotranspiração configuradas em clusters atendendo quatro unidades residenciais
Fonte: elaboração própria (2025)

8.7.4. Fachadas vegetadas

As fachadas vegetadas propostas atuam como um sistema bioclimático ativo, capaz de melhorar o desempenho ambiental das edificações e qualificar o microclima urbano (Fig. 121). A vegetação integrada às fachadas proporciona sombras estratégicas no verão, reduzindo os ganhos térmicos solares e atenuando a temperatura superficial das alvenarias; no inverno, mantém permeabilidade à radiação devido ao porte controlado das espécies selecionadas. Além disso, promove resfriamento evaporativo, diminuindo a temperatura do ar por evapotranspiração, e contribui para a captura de partículas suspensas (poeira e poluição fina), melhorando a qualidade do ar. O sistema também atua na redução de ruído urbano, funcionando como barreira vegetal que absorve e difunde ondas sonoras.

Ecologicamente, as fachadas vegetadas ampliam a biodiversidade local, criando nichos para aves, insetos polinizadores e fauna associada, fortalecendo corredores ecológicos dentro do bairro. A vegetação captura CO_2 , libera O_2 e incrementa os serviços ecossistêmicos da paisagem.

A seleção de espécies privilegia plantas nativas do Cerrado, perenifólias e semidecíduas reconhecidas por sua baixa demanda hídrica e capacidade adaptativa ao clima de Goiânia. Estas espécies garantem proteção solar, evapotranspiração eficiente, resistência ao estresse hídrico e manutenção da identidade biogeográfica do bioma.

Adotou-se uma variação tipológica de varandas como estratégia simultaneamente estética e funcional, promovendo dinamismo visual na fachada e possibilitando a acomodação adequada de espécies vegetais de diferentes portes (Fig 121).

As Figuras 122A e 122B apresentam vista frontal e o corte transversal das edificações propostas distribuição vertical das espécies ao longo dos pavimentos, bem como sua relação com o espaço público, o pilotis e o perfil urbano do conjunto. A Fig. 122C ilustra a aplicação do sistema de fachadas vegetadas no projeto.

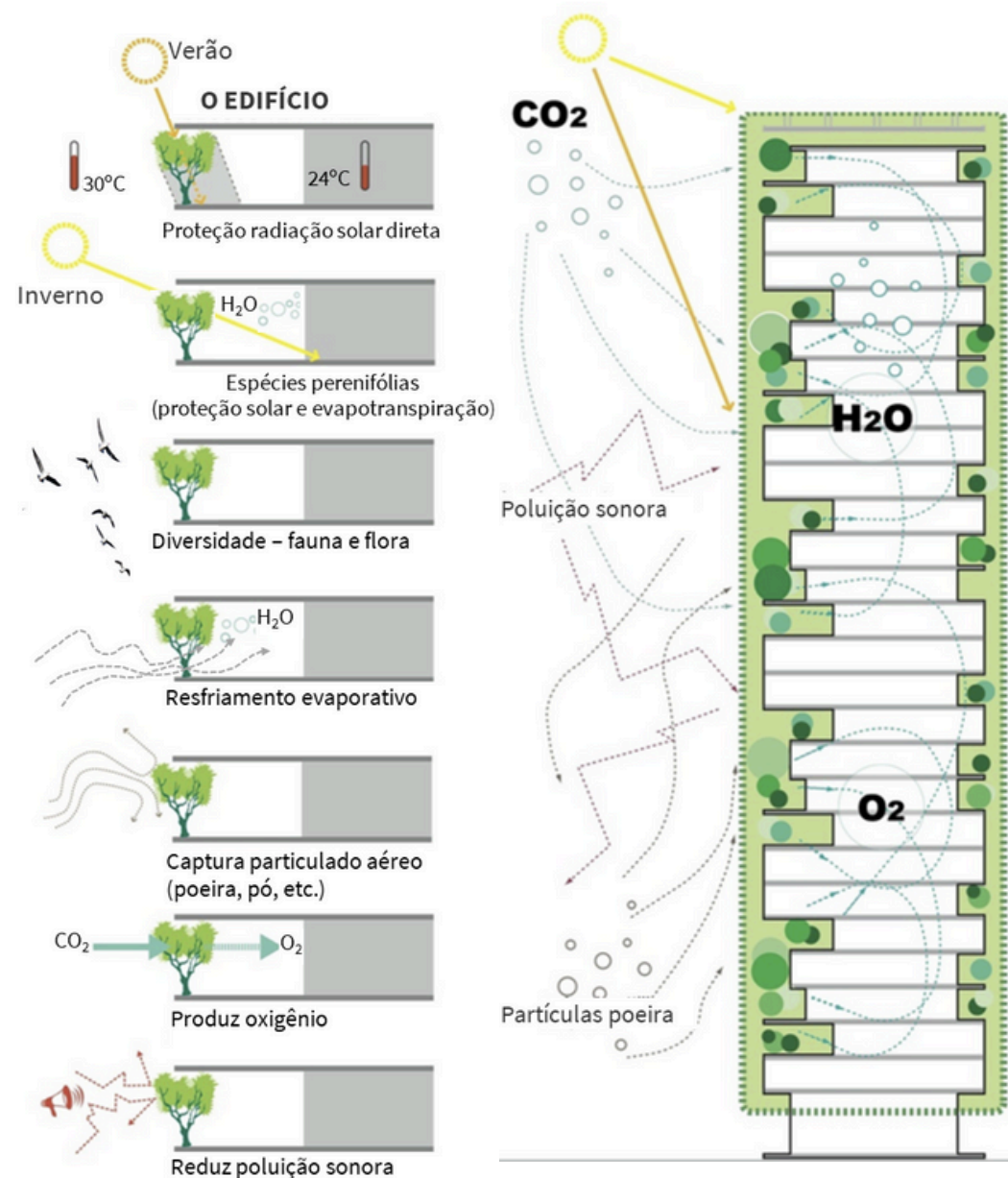


Fig. 120. Esquema geral de fachadas vegetadas e seus serviços ecossistêmicos. Fonte: adaptado de Boeri (2015)

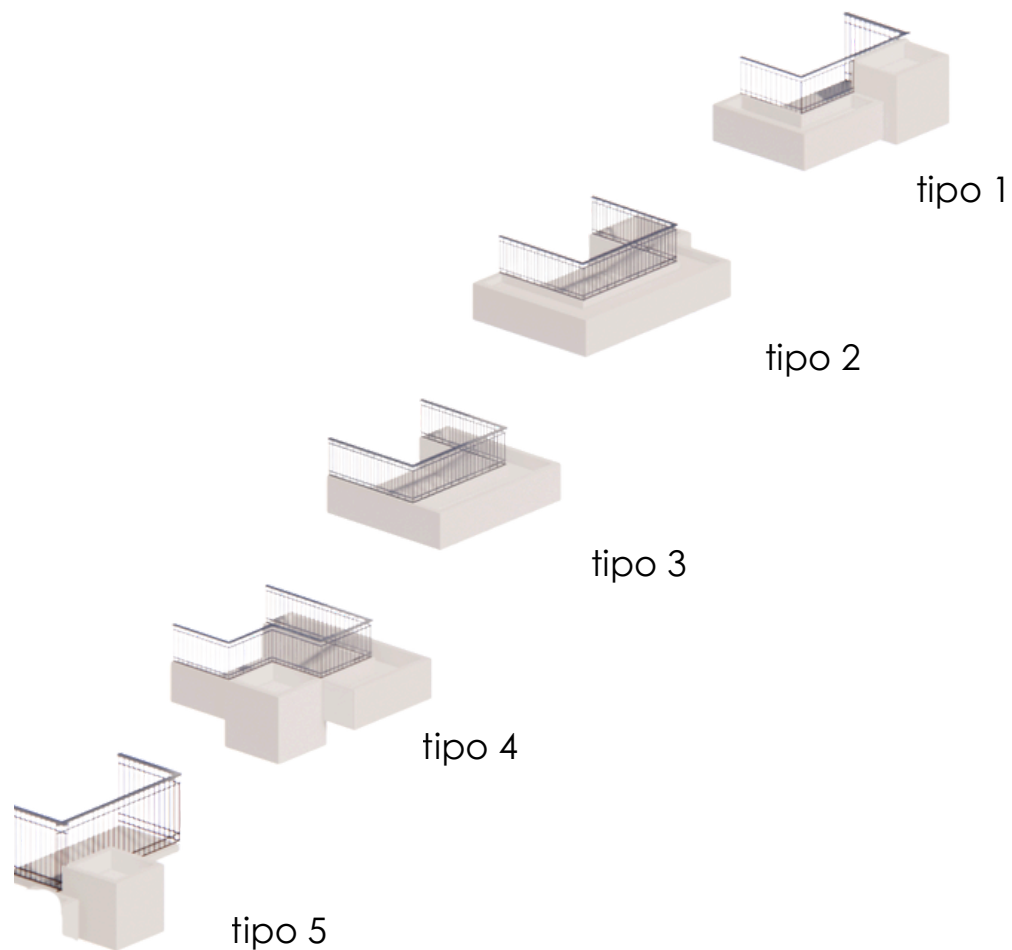


Fig. 121. Variação tipológica das varandas utilizadas nas fachadas vegetadas
 Fonte: elaboração própria (2025)



Fig. 122A. Vista frontal de uma fita evidenciando a adoção da fachada vegetada no projeto.
Fonte: elaboração própria (2025)

Sugestão de arranjo

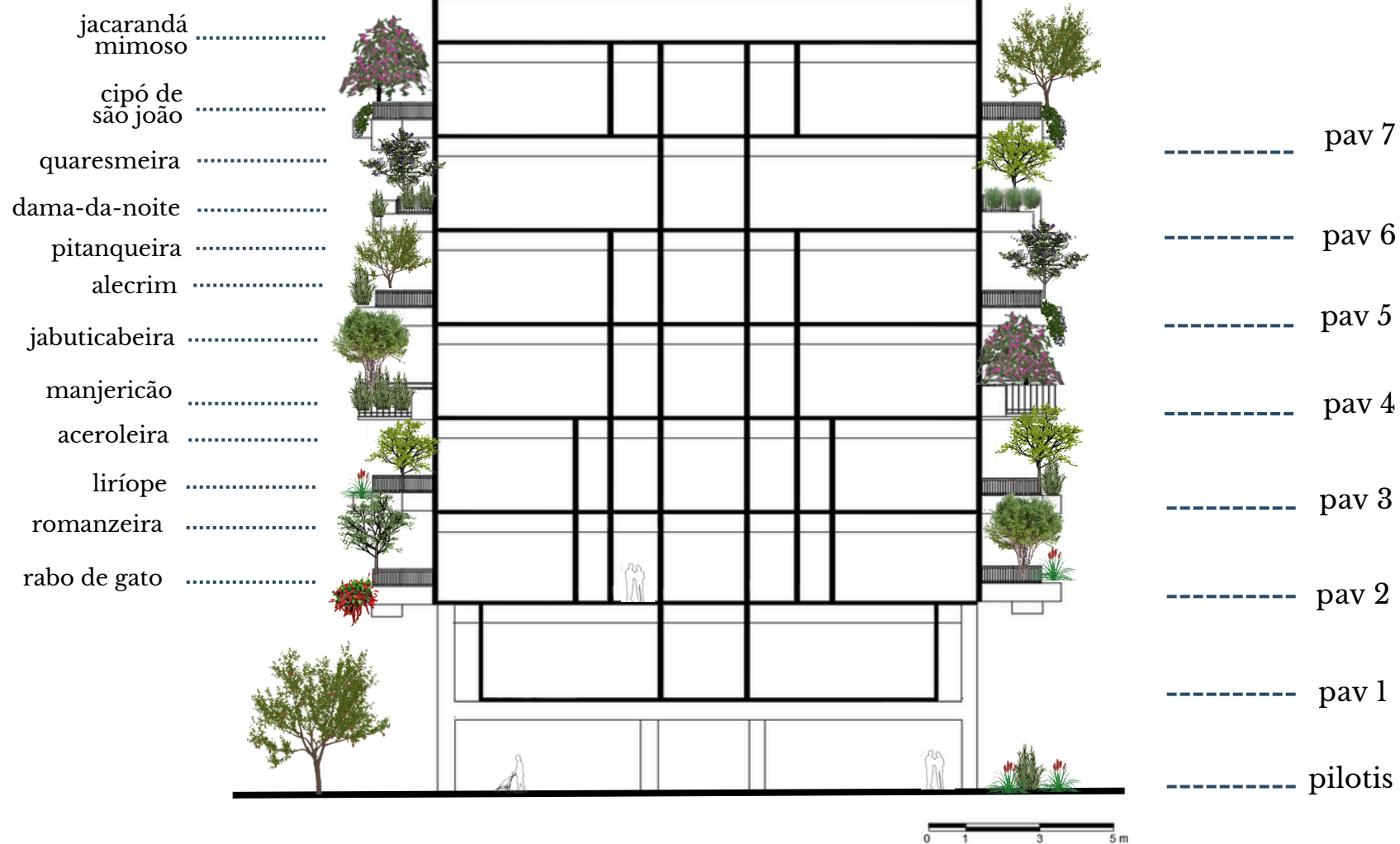


Fig. 122B. Corte transversal da fita com a implantação das espécies vegetais na fachada vegetada e sua variação ao longo dos pavimentos
 Fonte: elaboração própria (2025)



Fig. 122C. Vista da fachada vegetada evidenciando a diversidade tipológica das varandas e a integração entre arquitetura, vegetação e uso cotidiano
Fonte: elaboração própria

8.7.5. Áreas verdes - seleção de espécies vegetais

A seleção das espécies vegetais priorizou espécies nativas e/ou tropicais adaptadas ao Cerrado, de adequado desempenho bioclimático, baixa manutenção e potencial de biodiversidade. Para fins de síntese e legibilidade apresenta-se a seguir mosaico com seleção representativa das espécies empregadas nas áreas verdes do projeto, agrupadas por estratos vegetais (Fig. 123). A lista completa das espécies adotadas, com suas respectivas fichas técnicas ilustradas, encontra-se no Apêndice F.



Fig. 123. Mosaico representativo das espécies vegetais empregadas no projeto.
Fonte: domínio público

8.7.6. Arboreto do Cerrado

O Arboreto do Cerrado foi concebido como um dispositivo paisagístico estruturante do bairro, integrando funções ambientais, pedagógicas e microclimáticas ao sistema de áreas verdes. Mais do que um espaço contemplativo, o arboreto atua como infraestrutura ecológica ativa, contribuindo para a conectividade fauno-florística, a regulação térmica local e a educação ambiental da comunidade.

Implantado de forma estratégica na porção centro-oeste da gleba, o arboreto articula-se diretamente com o sistema hídrico integrado - wetlands construídas, espelhos d'água e biovaletas - configurando um contínuo verde-azul capaz de reforçar os serviços ecossistêmicos do bairro, tais como sombreamento, evapotranspiração, infiltração controlada, suporte à biodiversidade e qualificação do espaço público.

A organização espacial do Arboreto do Cerrado estrutura-se em setores complementares conforme apresentado na Fig. 124:

- **Setor Didático:** área destinada à educação ambiental, com espécies emblemáticas do Cerrado, trilhas interpretativas e possibilidade de atividades pedagógicas voltadas à compreensão do bioma, seus ciclos e adaptações climáticas.
- **Setor de Conexão Hídrica-Fauno-Florística:** faixa de transição integrada aos corpos d'água e wetlands, favorecendo a circulação da fauna, a dispersão de sementes e a continuidade ecológica entre os diferentes habitats do bairro.

- **Núcleo Científico:** espaço destinado à observação, monitoramento ambiental e atividades de pesquisa aplicada, possibilitando o acompanhamento do desempenho das espécies vegetais, do sistema hídrico e do microclima urbano. Funciona nas dependências do CMEI.
- **Bosque Sensorial:** área de caráter imersivo, projetada para estimular percepções táteis, olfativas e visuais por meio da diversidade de texturas, aromas e cores da vegetação nativa.
- **Trilha da Sombra e do Som:** percurso sombreado que explora a relação entre vegetação, conforto térmico e paisagem sonora, valorizando o som do vento, da água e da fauna, e promovendo bem-estar térmico e psicológico aos usuários.



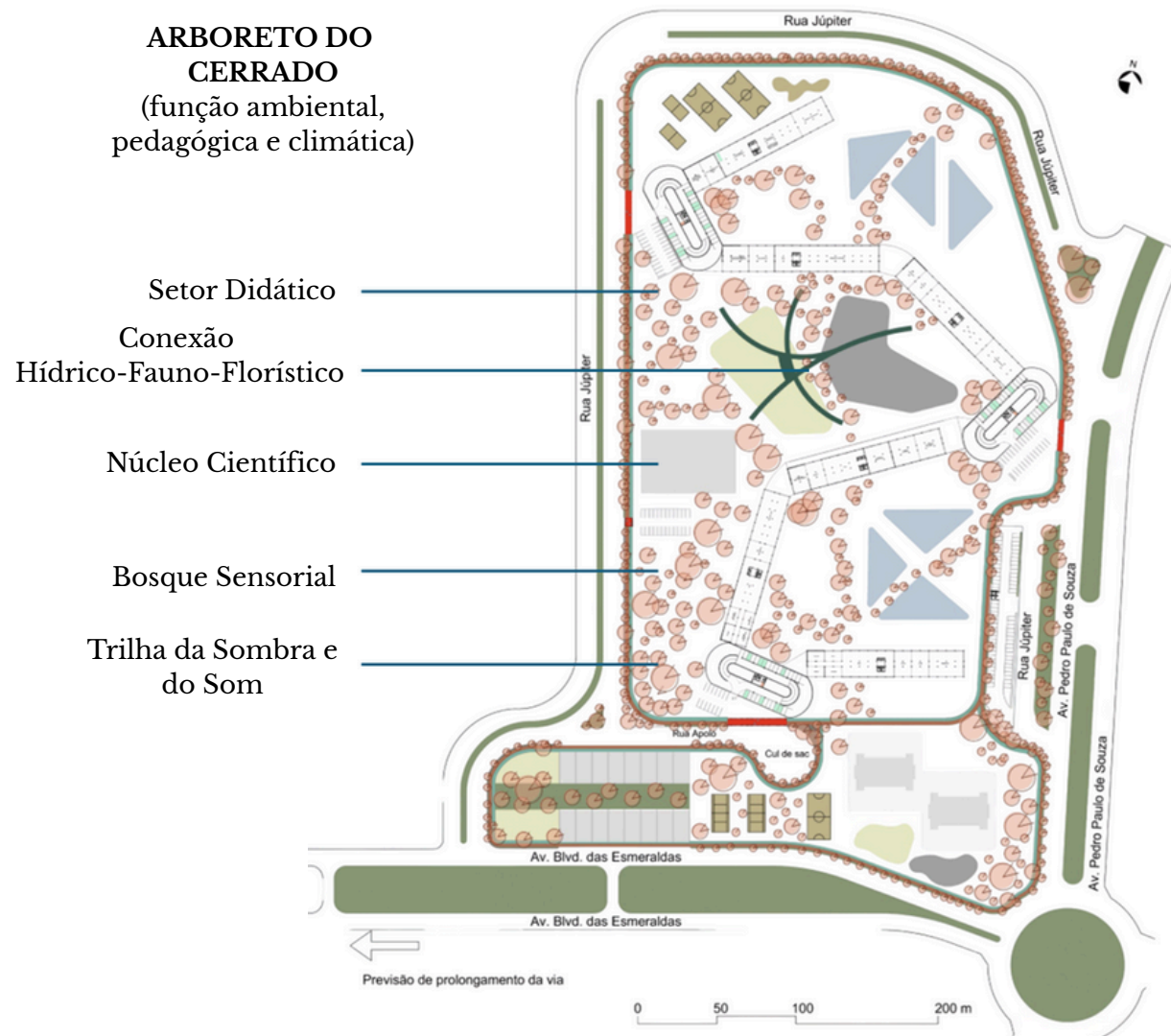


Fig. 124. Arboreto do Cerrado e sua articulação com o sistema verde-azul do bairro.

Vista geral da implantação do Arboreto do Cerrado, evidenciando sua integração com os edifícios lineares, wetlands construídas, espelhos d'água e sistema viário perimetral. O arboreto organiza-se em setores funcionais - didático, conexão hídrica-fauno-florística, núcleo científico, bosque sensorial e trilha da sombra e do som - atuando como infraestrutura ecológica, pedagógica e climática do bairro.

Fonte: elaboração própria (2025).

8.8. MASTERPLAN



Fig. 124. O Masterplan apresenta a síntese espacial da proposta, articulando densidade, fluxos, arquitetura das edificações e infraestrutura verde-azul em um sistema urbano integrado e contínuo.

Fonte: elaboração própria (2025).

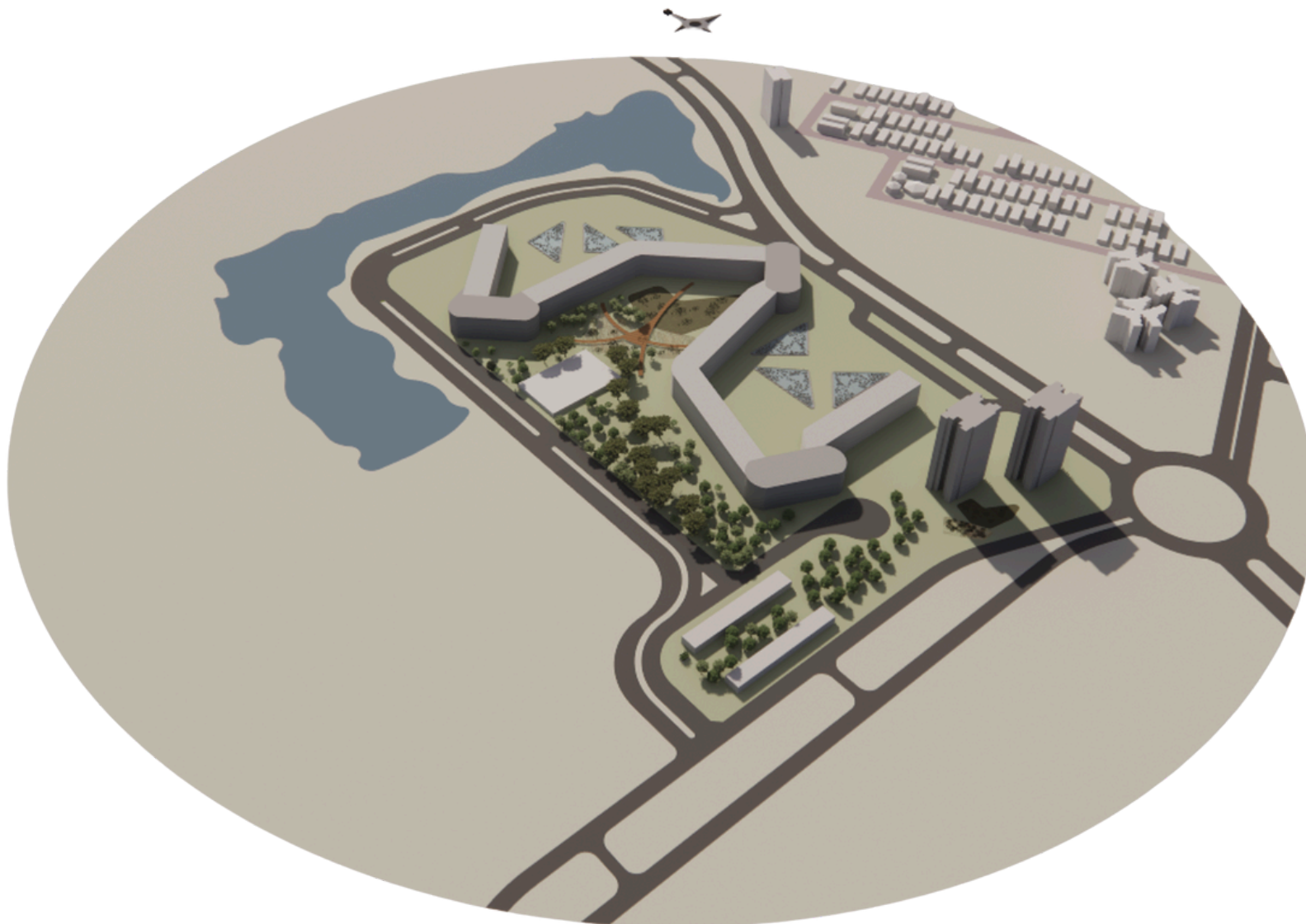


Fig. 125. Síntese do Projeto Urbano-Arquitetônico-Paisagístico sob a Diretriz do Urbanismo Ecológico
Fonte: elaboração própria (2025).

8.9 APLICAÇÃO DA FUNÇÃO-GUIA DA SUSTENTABILIDADE

8.9.1 Premissas

A Função-Guia da Sustentabilidade, proposta por Salvador Rueda no âmbito do Urbanismo Ecológico, constitui um instrumento de avaliação sintética capaz de verificar o grau de alinhamento de um projeto urbano aos princípios da sustentabilidade. Diferentemente de abordagens fragmentadas, a Função-Guia estabelece uma relação direta entre dois grandes restritores do sistema urbano: a eficiência no **uso de recursos (E)** e a **habitabilidade urbana (nH)**, entendida como a qualidade espacial, social e ambiental oferecida à vida cotidiana.

No presente trabalho, a Função-Guia da Sustentabilidade não é empregada como mero instrumento de verificação *ex post*, mas como ferramenta de consolidação conceitual do projeto, permitindo avaliar de forma integrada as estratégias adotadas ao longo do processo de concepção urbano-arquitetônica-paisagística. Sua aplicação busca demonstrar, de maneira objetiva e mensurável, que as decisões projetuais relacionadas à infraestrutura verde-azul, mobilidade ativa, diversidade morfológica, metabolismo urbano e coesão social convergem para um modelo urbano ecossistêmico.

8.9.2. Estrutura da Avaliação e Matriz de indicadores

A avaliação baseou-se em um conjunto de indicadores de sustentabilidade organizados segundo os eixos do modelo urbano, agrupados em oito escopos analíticos, conforme sistematização proposta por Rueda:

1. Paisagem
2. Espaços públicos e habitabilidade urbana
3. Mobilidade e serviços
4. Complexidade urbana
5. Espaços verdes e biodiversidade
6. Metabolismo urbano
7. Coesão social
8. Habitabilidade em moradias e edifícios

Para cada indicador foram atribuídos dois pesos independentes:

- um peso relacionado à eficiência no uso de recursos (E);
- um peso relacionado à habitabilidade urbana (nH).

O desempenho do projeto em relação a cada indicador foi classificado segundo três níveis de atendimento:

- 0 - atendimento baixo;
- 0,5 - atendimento médio;
- 1 - atendimento alto.

A Tabela 13 traz a matriz que constitui a base quantitativa para o cálculo da síntese de avaliação, permitindo traduzir decisões projetuais qualitativas em valores comparáveis e transparentes.

Tabela 13. Matriz de avaliação da Função Guia da Sustentabilidade (E/nH) aplicada ao projeto

EIXOS DO MODELO URBANO	ESCOPO	INDICADORES	EFICIÊNCIA DE RECURSOS (E)	HABITABILIDADE URBANA (nH)	VALOR
PAISAGEM	Integração paisagística	Continuidade visual e identidade territorial	0,5	1	1
	Qualidade cênica	Valorização do relevo, água e vegetação	0,5	1	1
	Percepção ambiental	Leitura clara da paisagem urbana	1	1	1
ESPAÇOS PÚBLICOS	Uso do solo	Proporção de espaços públicos qualificados	1	1	1
	Conforto ambiental	Sombra, ventilação e permanência	1	1	1
	Ativação social	Diversidade de usos e permanência	1	1	1
MOBILIDADE	Mobilidade ativa	Prioridade a pedestres e ciclistas	1	1	1
	Transporte coletivo	Acessibilidade ao transporte público	0,5	0,5	0,5
	Proximidade funcional	Serviços a curta distância	1	1	1
COMPLEXIDADE URBANA	Diversidade de usos	Mistura funcional equilibrada	1	1	1
	Densidade	Densidade adequada ao contexto	1	1	1
	Centralidades	Existência de polos ativos	1	1	1
BIODIVERSIDADE	Infraestrutura verde	Continuidade ecológica	1	1	1
	Vegetação nativa	Uso de espécies do Cerrado	1	1	1
	Serviços ecossistêmicos	Regulação térmica e hídrica	1	1	1
METABOLISMO URBANO	Água	Reuso e tratamento descentralizado	1	1	1
	Energia	Estratégias passivas e BIPV	1	1	1
	Resíduos	Ciclos locais e redução de perdas	0,5	0,5	0,5
COESÃO SOCIAL	Inclusão	Diversidade tipológica	1	1	1
	Convivência	Espaços coletivos integradores	1	1	1
	Segurança	Vigilância natural e uso contínuo	0,5	1	1
HABITABILIDADE	Conforto térmico	Ventilação cruzada e sombreamento	1	1	1
	Qualidade espacial	Varandas e fachadas vegetadas	1	1	1
	Eficiência construtiva	Soluções passivas	1	1	1

Fonte: elaboração própria (2025).

8.9.3. Método de cálculo e síntese ponderada

A síntese da Função-Guia da Sustentabilidade é realizada por meio de média ponderada, conforme metodologia proposta por Rueda, considerando separadamente os dois restritores do Urbanismo Ecológico. Urbanismo Ecológico.

a) Eficiência no uso de recursos (E%)

A eficiência no uso de recursos expressa o grau de racionalidade metabólica do projeto, considerando aspectos como consumo de água, energia, materiais e gestão de resíduos.

O cálculo é dado por:

$$E(\%) = \frac{\sum(E_i \cdot Valor_i)}{\sum E_i} \cdot 100$$

Onde:

E_i = peso do indicador quanto à eficiência de recursos

V_i = valor atribuído ao indicador (0; 0,5; ou 1)

b) Habitabilidade urbana (nH%)

A habitabilidade urbana expressa a qualidade do espaço urbano produzido, considerando conforto ambiental, diversidade funcional, inclusão social, segurança e qualidade arquitetônica.

O cálculo é dado por:

$$nH(\%) = \frac{\sum(nH_i \cdot Valor_i)}{\sum nH_i} \cdot 100$$

Onde:

nH_i = peso do indicador quanto à habitabilidade urbana

V_i = valor atribuído ao indicador (0; 0,5; ou 1)

8.9.4. Discriminação dos cálculos e resultados obtidos

A partir da matriz de avaliação aplicada ao projeto, procedeu-se à discriminação dos cálculos, somando-se separadamente os produtos entre pesos e valores para cada restritor.

- Soma dos pesos considerados: 23 indicadores ponderados
- Soma ponderada para eficiência no uso de recursos: 21,0
- Soma ponderada para habitabilidade urbana: 22,5

Aplicando-se as equações, obtêm-se os seguintes resultados finais:

- Eficiência no uso de recursos (E) = **91,3%**
- Habitabilidade urbana (nH) = **97,8%**

Esses valores indicam desempenho elevado em ambos os restritores, com destaque para a forte qualificação espacial e social do projeto.

8.9.5. Representação gráfica da síntese

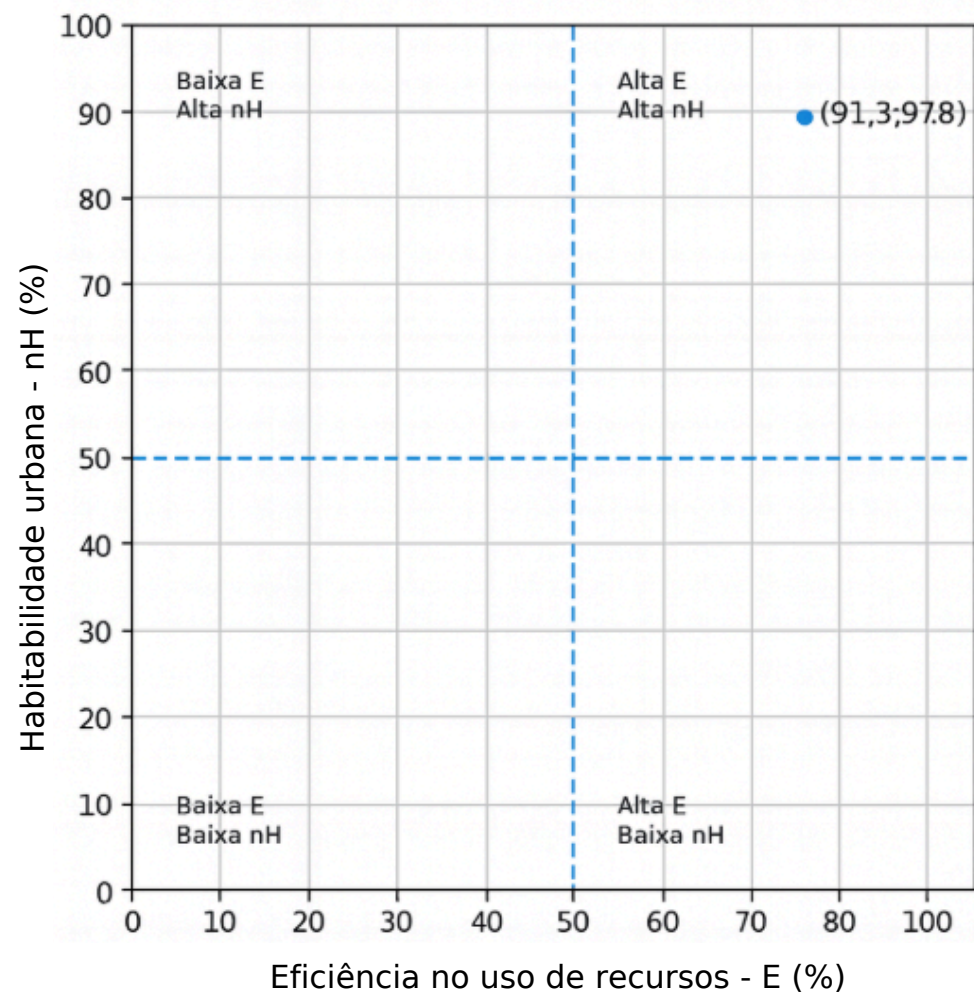
A síntese da avaliação é representada por meio de um gráfico bidimensional (Fig. 126), no qual:]

- o eixo horizontal corresponde à eficiência no uso de recursos (E);
- o eixo vertical corresponde à habitabilidade urbana (nH).

O desempenho global do projeto é expresso por um único ponto no plano cartesiano, definido pelo par ordenado (E; nH).

No caso do projeto proposto, o ponto (91,3 ; 97,8) posiciona-se no quadrante de alta eficiência metabólica e alta habitabilidade urbana, evidenciando coerência entre desempenho ambiental e qualidade urbana.

Fig. 126. Gráfico da Função-Guia da Sustentabilidade (E × nH)



Fonte: elaboração própria (2025)

8.9.6. Discussão

Os resultados obtidos confirmam que o projeto adota o urbanismo ecossistêmico como diretriz estruturante, equilibrando de forma consistente os dois principais restritores do Urbanismo Ecológico. A elevada eficiência no uso de recursos decorre da integração entre infraestrutura verde-azul, estratégias passivas, sistemas descentralizados de água e energia e redução de perdas metabólicas.

Por sua vez, o desempenho excepcional em habitabilidade urbana evidencia que a eficiência ambiental não foi alcançada à custa da qualidade espacial, mas em sinergia com ela, reforçando a centralidade do espaço público, da diversidade de usos, da mobilidade ativa e da coesão social como elementos estruturadores do projeto.

8.9.7. Considerações finais

A aplicação da Função-Guia da Sustentabilidade demonstra, de forma objetiva e verificável, que o projeto urbano proposto para o recorte territorial estudado alcança um alto nível de sustentabilidade urbana, alinhando desempenho metabólico, qualidade espacial e justiça socioambiental.

Mais do que um instrumento de avaliação, a Função-Guia mostrou-se um marco metodológico de articulação entre teoria e projeto, validando o urbanismo ecossistêmico como abordagem operativa e replicável em contextos urbanos brasileiros de clima tropical como o de Goiânia-GO.

Dessa forma, o trabalho se encerra com a verificação da coerência entre os princípios teóricos adotados e as soluções projetuais desenvolvidas, demonstrando que o urbanismo ecossistêmico pode ser operacionalizado de maneira consistente, integrada e adequada às condições urbanas e climáticas do contexto estudado.

09.

NOVAS
PALAVRAS

Chego a este ponto com a sensação precisa de que um ciclo se encerra, mas não como quem fecha uma porta; antes, como quem a atravessa. Este trabalho marca o fim de uma etapa longa, adiada e depois retomada com a firmeza de quem sabe que certos chamados permanecem, mesmo quando a vida se encarrega de empilhar urgências e prioridades. A Arquitetura e o Urbanismo foram, durante anos, uma espécie de lacuna silenciosa - não por ausência, mas por espera. Agora, depois de atravessar este percurso, compreendo que a espera também foi formação: tudo o que veio antes - a pesquisa, a docência, a transdisciplinaridade que modelou meu olhar - preparou o terreno para que este retorno fosse mais inteiro.

Este TCC não é apenas o fechamento de uma graduação. É o encontro entre trajetórias que pareciam paralelas, mas que, no tempo certo, convergiram. Nele, reuniram-se campos distintos que, na prática, nunca estiveram tão separados: cidade, ambiente, técnica, paisagem, energia, sociedade. Ao integrá-los, revisei também minhas próprias integrações: a do pesquisador com o projetista, a do professor com o aprendiz, a do técnico com o sensível. E percebo que, mais que um produto final, este trabalho é síntese de movimentos que ainda seguem em curso.

As perguntas que abriram este processo projetual - sobre forma, ecologia, metabolismo, convivência, futuro - não foram respondidas de maneira definitiva. E talvez não precisem ser. A força da Arquitetura e do Urbanismo está justamente em trabalhar com a incerteza, com o que ainda não existe, com o que nasce entre previsão e imaginação. O que este percurso me ensinou é que projetar é sempre propor possibilidades; e que a clareza técnica, quando aliada à responsabilidade ambiental e à abertura ao novo, não fecha caminhos, mas os multiplica.

Encerrar este ciclo significa reconhecer a caminhada feita, mas também aceitar que ela prossegue. O desejo antigo que me trouxe de volta à prancheta, aos livros, às ruas, aos softwares e aos vazios do pensamento não termina aqui. Ele apenas muda de forma. O que se inicia agora é outra etapa - mais madura, mais integrada, mais consciente das relações entre cidade e vida, entre espaço e gente, entre técnica e propósito.

Por isso, estas não são palavras derradeiras. São apenas novas palavras, escritas do ponto em que o estudo encontra a prática, e onde a trajetória vivida se abre, com mais nitidez, para os futuros possíveis que ainda virão.

REFERÊNCIAS

10

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7229:1993* — Projeto, construção e operação de sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 1993.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969:1997* — Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969:2019* — Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ACSELRAD, Henri. Discurso da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, ano 1, n. 1, 1999.
- ACSELRAD, Henri (org.). *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.
- ACSELRAD, Henri. *Sustentabilidade urbana e justiça ambiental*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.
- AGÊNCIA CORA CORALINA. *Entenda como funcionam os sistemas de abastecimento de água em Goiânia*. Goiânia, 2021. Disponível em: <https://agenciakoradenoticias.go.gov.br>. Acesso em: 27 mar. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). *Aneel realiza a transferência de controle societário da Enel GO para o grupo Equatorial Energia*. Brasília, 23 fev. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel>. Acesso em: 8 dez. 2025.
- CUTIERU, Andreea. "MVRDV's Sun Rock Project Is a Built Manifesto for Renewable Energy" 18 Jan 2022. *ArchDaily*. Acesso em: 8 dez. 2025.
- <<https://www.archdaily.com/975268/mvrdvs-sun-rock-project-is-a-built-manifesto-for-renewable-energy>> ISSN 0719-8884
- BEATLEY, Timothy. *Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning*. Washington: Island Press, 2011.
- BENEDICT, Mark; McMAHON, Edward. *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington: Island Press, 2006.
- BIG – Bjarke Ingels Group. *Superkilen Park, Nørrebro, Copenhagen*. Fotografia institucional, 2012. Disponível em: <https://big.dk/#projects-sup>. Acesso em: 27 out. 2025.
- BOERI, Stefano. Edifício Bosco Verticale / Boeri Studio. *ArchDaily Brasil*, 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/778367>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 maio 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Métodos de tratamento e disposição final de águas residuárias domésticas na zona rural*. Brasília: MMA, 2010.
- BUTERA, Federico M. Zero-energy buildings: the challenges. *Advances in Building Energy Research*, v. 7, n. 1, p. 51–65, 2013. DOI: 10.1080/17512549.2012.756430.
- CENTER FOR CAR-FREE LIVING. Freiburg. [s.d.]. Disponível em: <https://www.innovationacademy.de>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- ELETRÓBRÁS; INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL (IAB-RJ). *Caderno de boas práticas em arquitetura: eficiência energética nas edificações – edificações multifamiliares*. Rio de Janeiro, 2008.
- ENCOL S/A. *Planta geral do loteamento Goiânia 2 – Setores I a X*. Goiânia, 1983.
- ENACHEV, Rogério. *Como nasceram as matroskas – Moscou*. Louco por Viagens, 2018. Disponível em: <https://www.loucoporviagens.com.br>. Acesso em: 17 out. 2025.
- FREITAS, G. T. et al. *Wetlands construídos em ambientes urbanos: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Blucher, 2021.
- FREITAS, Wildes. *Vista aérea da região sudeste de Goiânia*. O Popular, Goiânia, 9 jun. 2022.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. *Arquitetura ecológica*. São Paulo: Senac, 2011.
- GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- GOIÁS (Estado). *Aneel aprova venda da Enel Goiás para a Equatorial Energia*. Goiânia, 2022.
- GOIÂNIA (Município). *Decreto n° 182, de 11 de março de 1983*. Goiânia: Prefeitura Municipal, 1983.
- HILLIER, Bill. *Space is the machine*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades e Estados: Goiânia* – GO. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- INNOVATION ACADEMY. *Guided Tour through the City District Vauban*. Freiburg: Innovation Academy, [s.d.]. Disponível em: <https://www.innovation-academy.de/en/guided-tour-vauban/>. Acesso em: 12 dez. 2025.

KINSTITUTO TRATA BRASIL. *Municípios e Saneamento – Goiânia (GO)*. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/go/goiania>. Acesso em: dia mês ano.

JACOBS, J. *Morte e Vida de Grandes Cidades*. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011 (original de 1961)

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. *Treatment wetlands*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.

KAIKA, MARIA. *City of Flow: Nature, Modernity and the City*. New York, Routledg. 2006.

KENNEDY, C.; CUDDIHY, J.; ENGEL-YAN, J. The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology*, v. 11, n. 2, p. 43–59, 2007.

KHAN, Shahiduzzaman. Checking urban environmental degradation. *The Financial Express*, Dhaka, 13 dez. 2017. Disponível em: <https://thefinancialexpress.com.bd/views/checking-urban-environmental-degradation-1513176868>. Acesso em: 15 nov 2025.

LEFEBVRE, Henri. *O direito à cidade*. São Paulo: Centauro, 2001.

LEITE, C. *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes*. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2018.]

LEITE, Carlos. *Guia de urbanismo social (livro eletrônico) / organização Carlos Leite*. --1. ed.-- São Paulo: BEI Editorial: Núcleo de Urbanismo Social do Laboratório Arq. Futuro de Cidades do Insper e Diagonal, 2023.

Marchi, S., Locatelli, B., & Pugliese, P. (2018). Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany). *Applied Geography*, 90, 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.004>

MARICATO, Erminia. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2011.

MARTINS, Larissa; SAGRES. Goiânia está entre as capitais com maior acesso à energia elétrica no país, aponta estudo do IDSC da ONU. *Sagres Online*, 14 maio 2024. Disponível em: <https://sagresonline.com.br>. Acesso em: 8 dez. 2025.

MENZORI, I. D.; GONÇALVES, L. M. Compacidade-espraiamento e padrões de crescimento urbano: abordagem por métricas espaciais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 24, e133737, jan./dez. 2024. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-8621202400010075>. Acesso em: 8 dez. 2025.

MOTTA, Silvio R. F.; AGUILAR, Maria T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações = Sustainable and design building processes. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 4, n. 1, p. 84-119, 2009.

KINSTITUTO TRATA BRASIL. *Municípios e Saneamento – Goiânia (GO)*. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/go/goiania>. Acesso em: dia mês ano.

JACOBS, J. *Morte e Vida de Grandes Cidades*. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011 (original de 1961)

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. *Treatment wetlands*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.

KAIKA, MARIA. *City of Flow: Nature, Modernity and the City*. New York, Routledg. 2006.

KENNEDY, C.; CUDDIHY, J.; ENGEL-YAN, J. The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology*, v. 11, n. 2, p. 43–59, 2007.

KHAN, Shahiduzzaman. *Checking urban environmental degradation*. *The Financial Express*, Dhaka, 13 dez. 2017. Disponível em: <https://thefinancialexpress.com.bd/views/checking-urban-environmental-degradation-1513176868>. Acesso em: 15 nov 2025.

LEFEBVRE, Henri. *O direito à cidade*. São Paulo: Centauro, 2001.

LEITE, C. *Cidades sustentáveis, cidades inteligentes*. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2018.]

LEITE, Carlos. *Guia de urbanismo social (livro eletrônico) / organização Carlos Leite*. --1. ed.-- São Paulo: BEI Editorial: Núcleo de Urbanismo Social do Laboratório Arq. Futuro de Cidades do Insper e Diagonal, 2023.

Marchi, S., Locatelli, B., & Pugliese, P. (2018). Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany). *Applied Geography*, 90, 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.004>

MARICATO, Erminia. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2011.

MARTINS, Larissa; SAGRES. Goiânia está entre as capitais com maior acesso à energia elétrica no país, aponta estudo do IDSC da ONU. *Sagres Online*, 14 maio 2024. Disponível em: <https://sagresonline.com.br>. Acesso em: 8 dez. 2025.

MENZORI, I. D.; GONÇALVES, L. M. Compacidade-espraiamento e padrões de crescimento urbano: abordagem por métricas espaciais. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 24, e133737, jan./dez. 2024. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-8621202400010075>. Acesso em: 8 dez. 2025.

MOTTA, Silvio R. F.; AGUILAR, Maria T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações = Sustainable and design building processes. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v. 4, n. 1, p. 84-119, 2009.

NGHININGWA, A. N. *Application of “New Urbanism” Principles to the Revitalisation of the Swakopmund Single Quarters. Bachelor’s Mini-thesis* (Honours in Town & Regional Planning) – Namibia University of Science and Technology, Windhoek, Apr. 2019.

OSTACHEVSKI, Tatiana Malechi; PAGANI, Regina Negri; PIETROVSKI, Eliane Fernandes. Problemas, objetivos e soluções em metabolismo urbano: abordagens com Smart Cities. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPRO, [S. l.], [data do evento não informada]. *Anais...* [S. l.]: 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09252020_150918_5f6e37ee4c0a6.pdf. Acesso em: 20 nov 2025.

PANDIS, Sofia; BRANDT, Nils. Hammarby Sjöstad – *A unique environmental project in Stockholm*. Stockholm: The Stockholm Environmental Institute, 2009. Disponível em: <https://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a41680005884/SEI-2009-Hammarby.pdf>. Acesso em: 17 out 2025.

REGISTER, Richard. *Cidades ecológicas: reconstruindo cidades em equilíbrio com a natureza*. São Paulo: Nobel, 2006.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. *Cidades para um pequeno planeta*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. *A arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 2007.

RUEDA, Salvador. *El urbanismo ecológico*. TRIA: Rivista Internazionale di Cultura Urbanistica, Napoli, n. 06, p. 1-22, 2011. Capítulo: Il trasversale gioco dei saperi nel progetto e nella promozione della città. Università degli Studi di Napoli Federico II; Edizioni Scientifiche Italiane.

RUEDA, Salvador. *Urbanismo Ecológico*. Barcelona: Agencia de Ecología Urbana, 2019.

RUEDA, S. *Ecological Urbanism: The Superblock Model*. Barcelona: BCNecologia, 2020.

SANEAMENTO DE GOIÁS S.A. (SANEAGO). *Plano de Atendimento e Operação em Situações Críticas*. Goiânia, 2022. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/arg/wp-content/uploads/sites/19/2022/09/Plano-de-Atendimetno-e-Operacao-em-Situacoes-Criticas.pdf>. Acesso em: dia mês ano.

SANTOS, Milton. *A urbanização brasileira*. 5. ed. São Paulo: Edusp, 2009.

SCUDELLARI, Jacopo. *Ecological Urbanism - The Superblock urban model in the case study of Barcelona*. Dissertação (Mestrado) — Politecnico di Torino, Torino, 2017. Disponível em: <https://webthesis.biblio.polito.it/6056/>. Acesso em: 17 out 2025.

SEASE, Anthony. Landscape (and) urbanism? Engaging Noll. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, v. 8, n. 4, p. 352–372, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17549175.2014.909517>. Acesso em: 02 nov 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO E HABITAÇÃO DE GOIÂNIA. *Diretrizes Urbanísticas: Eixos de Estruturação da Transformação Urbana*. Goiânia: SEPLAM, 2022. Material explicativo do Plano Diretor (LC n° 349/2022). Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br>. Acesso em: 8 dez. 2025.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; ROMERO, Marta Adriana Bustos. O urbanismo sustentável no Brasil. A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (**parte 01**). *Arquitextos*, São Paulo, ano 11, n. 128.03, Vitruvius, jan. 2011. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.128/3724>. Acesso em: 19 fev 2025.

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; ROMERO, Marta Adriana Bustos. O urbanismo sustentável no Brasil. A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (**Parte 02**). *Arquitextos*, São Paulo, ano 11, n. 129.08, Vitruvius, fev. 2011. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.129/3499>. Acesso em: 19 fev 2025.

SILVEIRA, J. A. R. da. Desordem na cidade? Controvérsias sobre o “caos urbano” e das possibilidades de administrá-lo. *Minha Cidade*, São Paulo, ano 12, n. 134.06, *Vitruvius*, set. 2011. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/12.134/4050>. Acesso em: 27 mar. 2025.

SOLA-MORALES, Manuel de Las Formas de Crecimiento Urbano. Barcelona: UPC, 1997.

STEVEN HOOL ARCHTECTs. (2009). *Linked Hybrid [webpage]*. Beijing, China: Steven Holl Architects. Disponível em: <https://www.stevenholl.com/project/beijing-linked-hybrid/>. Acesso em: 8 dez. 2025.

TAXIARCHOS228. *Solar Settlement in Vauban, Freiburg*. Wikimedia Commons, 2019. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freiburg_Solar_Settlement.jpg. Acesso em: 12 nov. 2025.

TAXIARCHOS228. *Vauban, Freiburg – Tram along Merzhauser Straße*. Wikimedia Commons, 2020. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freiburg_Vauban_Tram.JPG. Acesso em: 12 nov. 2025.

TROPICAL IMÓVEIS. *Implantação do Condomínio Tecnológico Gyntec*. Goiânia, 2025. Imagem digital. Material promocional. Sobre base Google Earth.

UN-HABITAT. *Urban Planning for City Leaders*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2013.

VILLAGOMEZ, Erick. Definindo o espaço público: conceitos fundamentais. *Caos Planejado*, 13 fev. 2025. Disponível em: <https://www.caosplanejado.com/definindo-o-espaco-publico-conceitos-fundamentais/>. Acesso em: 25 abr 2025.

WORLD BANK. *Urban Cooling Strategies: A Guide for City Leaders*. Washington, DC: World Bank, 2021. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/>. Acesso em: 27 out 2025.

11

APÊNDICES

APÊNDICE A

Memorial Técnico Descritivo – Sistemas Fotovoltaico e Solar Térmico

1. Premissas de Dimensionamento

Radiação solar média anual: $5,5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$ ($2\,008 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$)

Rendimento global do sistema: 0,78

Horas equivalentes de sol pleno: 1 700 h/ano

Densidade de potência: 200 W/m^2 (PV em coberturas) e 180 W/m^2 (BIPV fachadas)

Temperatura média para banho: 40°C ($\Delta T = 15^\circ\text{C}$)

Consumo de água quente: 40 L/pessoa.dia

População atendida: **1.944 pessoas** (108 unidades $\times$ 3 pessoas/unidade) - Fitas

2. Áreas Disponíveis para Captação

- Coberturas das fitas residenciais: 10.200 m^2 (1.700 m^2 por fita)

- Coberturas dos três edifícios-garagem: 4.500 m^2 (1.500 m^2 por garagem)

- Fachadas curvas BIPV (três garagens): 1.500 m^2 (500 m^2 por fachada)

Área total destinada a painéis fotovoltaicos: 16.200 m^2

3. Sistema Fotovoltaico (PV) – Geração de Energia Elétrica

Potência instalada nas coberturas: $14.700 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ kW/m}^2 = 2.940 \text{ kWp}$

Potência instalada nas fachadas curvas: $1.500 \text{ m}^2 \times 0,18 \text{ kW/m}^2 = 270 \text{ kWp}$

Potência total instalada: 3.210 kWp (3,21 MWp)

Produção anual estimada (rendimento específico de $1.326 \text{ kWh/kWp} \cdot \text{ano}$):

Produção Estimada = $3.210 \times 1.326 = 4.256.460 \text{ kWh/ano}$ (**$\approx 4,26 \text{ GWh/ano}$**)

Distribuição:

- Coberturas (fitas + garagens): **3.898.440 kWh/ano**

- Fachadas BIPV: **358.020 kWh/ano**

O sistema fotovoltaico cobre integralmente a demanda elétrica dos edifícios-garagem e contribui significativamente para o consumo das unidades habitacionais.

4. Sistema Solar Térmico – Aquecimento de Água para Banho

Consumo diário de água quente: $1.944 \text{ pessoas} \times 40 \text{ L} = 77.760 \text{ L/dia}$

Energia diária: $1.944 \times 0,697 \text{ kWh} = 1.355 \text{ kWh/dia}$

Energia anual: $1.355 \times 365 = 495.000 \text{ kWh/ano}$ ($\approx 0,495 \text{ GWh/ano}$)

Área necessária de coletores solares:

Produção típica Goiânia: $600 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$

Area do_coletor = $495.000 / 600 = 825 \text{ m}^2$ (≈ 412 coletores de 2 m^2)

Capacidade de armazenamento térmico: 46.700 L (distribuído em reservatórios setorizados)

Fração solar estimada: 75% (backup elétrico para 25%)

5. Integração e Operação dos Sistemas

- PV distribuído entre fitas e garagens, com inversores de 20-60 kW.
- Fachadas BIPV com strings dedicadas e otimizadores.
- Sistema térmico com coletores planos orientados ao Norte, inclinados a $15\text{-}20^\circ$.
- Boilers e circuitos de recirculação próximos às prumadas hidráulicas.
- Monitoramento conjunto via sistema de micro-rede do bairro, priorizando o consumo local e a autossuficiência energética.

6. Síntese Técnica e Benefícios Ambientais

Item	Valor
Potência PV instalada	3,21 MWp
Geração PV anual	4,26 GWh
Área total PV	16.200 m ²
Área térmica	825 m ²
Energia térmica anual	0,495 GWh
Armazenamento de água quente	46,7 m ³
Redução estimada de emissões	1.700 t CO ₂ /ano (PV + térmico)

O conjunto reforça a proposta de bairro produtivo e ecológico, no qual cada edificação contribui ativamente para a matriz energética local e para o conforto térmico e ambiental dos moradores.

7. Conclusão

Os sistemas fotovoltaico e solar térmico do projeto constituem um modelo de integração entre forma arquitetônica, eficiência energética e sustentabilidade urbana. Com **3,21 MWp de potência instalada e 825 m² de coletores térmicos**, o conjunto garante autossuficiência significativa em energia elétrica e térmica, consolidando o conceito de urbanismo ecológico produtivo.

APÊNDICE B

Dimensionamento do Sistema Hídrico Integrado

Objeto: Captação de chuva; espelho d'água com borda infinita; wetland híbrida (FSSV + FSH); reservatório subterrâneo e reuso.

1. Dados de Entrada

Parâmetro	Valor	Unidade	Observações
Precipitação anual (P)	1,50	m/ano	
Área de captação de telhado (At)	2500	m ²	
Eficiência de captação (η)	0,90	-	perdas/1ª chuva
População (N)	324	pessoas	
Demanda potável	200	L/pessoa-dia	referência (rede potável)
Geração águas cinzas	100	L/pessoa-dia	afluente ao sistema (misto)
Água negra p/ vasos (hipótese)	50	L/pessoa-dia	não potável interna
Fachada a irrigar	1500	m ²	
Áreas externas	5000	m ²	grama/arbustos
Taxa irrigação (seca)	4,0	L/m ² ·dia	
Período seco (D)	153	dias	mai-set (GO)
Espelho – área (Ae)	1000	m ²	
Espelho – lâmina mínima (hmin)	0,50	m	
Evaporação (seca)	5,5	mm/dia	Tanque Classe A

2. Captação de Chuva e Espelho d'Água

$$A_e = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Chuva efetiva anual (telhado): } V_{\text{chuva,ef}} = P \times A_t \times \eta = 1,50 \times 2500 \times 0,90 = 3375 \text{ m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Chuva direta sobre o espelho (A_e): } P \times A_e = 1,50 \times 1000 = 1500 \text{ m}^3/\text{ano (transborda ao reservatório)}$$

$$\text{Volume morto (lâmina permanente): } V_{\text{morto}} = A_e \times h_{\text{min}} = 1000 \times 0,50 = 500 \text{ m}^3$$

$$\text{Evaporação (seca): } V_{\text{evap}} = (E \times A_e \times D) = (5,5 \text{ mm/d} \rightarrow 0,0055 \text{ m/d}) \times 1000 \times 153 = 841,5 \text{ m}^3$$

3. Efluente Tratado (Wetland) e Demandas no Seco

Afluente misto à wetland: $Q_T = (100 + 50) \text{ L/p-d} \times 324 = 48,6 \text{ m}^3/\text{d}$

Efluente útil na seca (perdas 15%): $V_{ef} = (1 - 0,15) \times Q_T \times D = 0,85 \times 48,6 \times 153 = 6320 \text{ m}^3$

Demandas no período seco:

Item	Cálculo	Volume (m³)
Irrigação – fachada	$0,004 \times 1500 \times 153$	918
Irrigação – áreas externas	$0,004 \times 5000 \times 153$	3060
Descargas sanitárias (reuso)	$16,2 \times 153$	2479
Evaporação do espelho	$0,0055 \times 1000 \times 153$	841,5
TOTAL		7298

Total de demandas no seco: 7298 m^3 , efluente tratado entregue pela wetland no período seco: 6320 m^3

Déficit na seca (V_{def}) a cobrir pelo reservatório: $V_{def} = 7298 - 6320 = 978 \text{ m}^3$

4. Reservatório Subterrâneo – Dimensionamento

Recomendação: 1174 a 1467 m^3 (20% e 50% de folga; mínimo técnico $\approx 978 \text{ m}^3$).

Alimentações: transbordo do espelho (chuva direta), chuva do telhado (fluxo padrão) e efluente tratado/desinfetado.

5. Borda Infinita – Vertedouro

Fórmula de Francis: $Q = 1,84 \cdot L \cdot H^{(3/2)}$ (Q em m^3/s ; L e H em m),

Cenário	Q (m³/s)	H (m)	L (m) sugerido
Chuva 10 mm/h (só espelho)	0,00278	0,02	0,53
Chuva 20 mm/h (só espelho)	0,00556	0,02	1,07
Chuva 50 mm/h (só espelho)	0,01389	0,03	1,45
50 mm/h com by-pass do telhado	0,04514	0,05	2,19

Diretriz: manter H pequeno (1–3 cm) para lâmina fina e silenciosa; prever folga de L se usar by-pass do telhado.

ESPÉCIES VEGETAIS
WETLAND CONSTRUÍDA DE FLUXO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL (WC-FSSH)



Typha domingensis (Taboa)



Cyperus papyrus (Papiro)



Hedychium coronarium (lírio do brejo)

4. DIMENSIONAMENTO – WC- FSH (POLIMENTO E PAISAGISMO)

Critérios:

- Área empírica: $0,7 \text{ m}^2/\text{PE}$
- Profundidade média: $0,25 \text{ m}$
- TDH alvo: $\approx 1 \text{ dia}$

Cálculos:

- $A = 0,7 \times 1944 = 1360,8 \text{ m}^2$
- $\text{Volume} = A \times h = 1360,8 \times 0,25 = 340,2 \text{ m}^3$
- $\text{TDH} = V / Q = 340,2 / 291,6 = 1,17 \text{ dias}$

Configuração proposta:

- **2 células em série de $\sim 680 \text{ m}^2$ cada**
- Vertedouro intermediário, by-pass e quebra-vento vegetal (redução de evaporação)
- Vegetação: *Pontederia spp.*, *Eichhornia crassipes* (controle), *Salvinia spp.*, *Cyperus giganteus*.

ESPÉCIES VEGETAIS
WETLAND CONSTRUÍDA FLUXO SUPERFICIAL HORIZONTAL (WC-FSH)



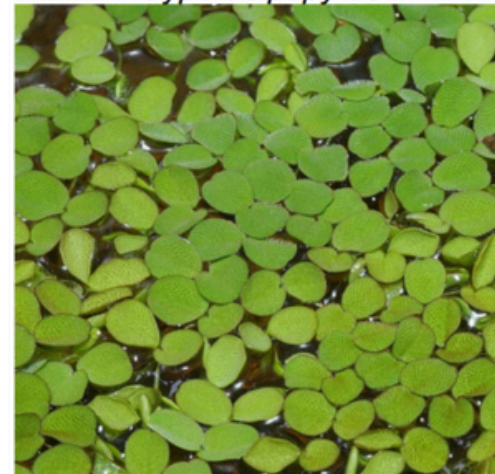
Pontederia crassipes (Jacinto-d'água)



Cyperus papyrus



Eichhornia crassipes (Aguapé)



Salvinia auriculata (mururé-carrapatinho)

APÊNDICE C

Dimensionamento do Parque Filtrante Híbrido (Wetlands) - TORRES

1. DADOS DE PROJETO

- População atendida (PE): 960 habitantes
- Vazão específica total: 150 L/PE·dia (100 L águas cinzas + 50 L águas negras)
- Vazão média de projeto (Q): $960 \times 0,150 = 144.0 \text{ m}^3/\text{dia}$
- Clima: tropical (Aw), insolação elevada e períodos secos prolongados.

Objetivo: reduzir lâmina exposta e privilegiar WC-FSSH como etapa principal, com WFS para polimento e integração paisagística.

2. ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO (SISTEMA HÍBRIDO)

Etapas do processo:

- 1) Pré-tratamento de águas negras (tanque séptico + filtro anaeróbio / reator compartimentado).
- 2) Pré-tratamento de águas cinzas (caixa de gordura + decantador/equalização).
- 3) WC-FSSH – etapa principal de tratamento.
- 4) WFS – etapa de polimento e educação ambiental.
- 5) Reservação para reuso paisagístico (cisterna proporcional à demanda).

3. DIMENSIONAMENTO – WC-FSSH (ETAPA PRINCIPAL)

Critérios:

- Área empírica adotada (otimizada): 2,7 m²/PE
- HLR alvo: 0,04–0,10 m/d
- TDH alvo: 3–5 dias
- Profundidade útil (h): 0,70 m; Porosidade (n): 0,35

Cálculos:

- **$A = 2,7 \times 960 = 2592 \text{ m}^2$**
- $HLR = 144 / 2592 = 0,056 \text{ m/dia}$
- Volume efetivo = $A \times h \times n = 2592.0 \times 0,70 \times 0,35 = 635 \text{ m}^3$
- $TDH = V / Q = 635.0 / 144.0 = 4.41 \text{ dias}$

Configuração proposta:

- **3 módulos paralelos de ~864 m² cada**
- Corredor técnico $\geq 3 \text{ m}$ (piso drenante); válvulas e by-pass por módulo

4. DIMENSIONAMENTO – WFS (POLIMENTO E PAISAGISMO)

Critérios:

- Área empírica: 0,7 m²/PE
- Profundidade média: 0,25 m
- TDH alvo: $\approx 1 \text{ dia}$

Cálculos:

- **$A = 0,7 \times 960 = 672 \text{ m}^2$**
- Volume = $A \times h = 672 \times 0,25 = 168 \text{ m}^3$
- $TDH = V / Q = 168 / 144.0 = 1,17 \text{ dias}$

Configuração proposta:

- **2 células em série de ~336 m² cada**
- Vertedouro intermediário, by-pass e quebra-vento vegetal (redução de evaporação)
- Vegetação: *Pontederia spp.*, *Eichhornia crassipes* (controle), *Salvinia spp.*, *Cyperus giganteus*.

5. SÍNTESE NUMÉRICA

Etapa	Área (m ²)	TDH (dias)	HLR (m/dia)	Observações
WC-FSSH	2592	4,41	0,056	Tratamento principal
WFS	672	1,17		Polimento e paisagismo
Total	3264			Área total $\approx 0,33 \text{ ha}$

6. IMPLANTAÇÃO E REUSO

- WC-FSSH junto às fitas e casas geminadas, sob sombreamento parcial.
- WFS no parque central, em sombra de tarde pelas torres residenciais.
- Eixo das lâminas perpendicular ao vento (E–SE).
- Reuso noturno: irrigação de fachadas e demais demandas não potáveis.
- Cisterna proporcional à demanda (escala com a população).

APÊNDICE D

Dimensionamento de Sistema Individual de Tratamento de Águas Cinzas - Casas Geminadas

1. Premissas

- Ocupação por casa: 3 pessoas.
- Geração de águas cinzas: 100 L por pessoa por dia.
- Vazão por casa: $3 \times 100 = 300$ L por dia = $0,3 \text{ m}^3$ por dia.
- Origem das águas cinzas: chuveiro, lavatórios, tanque e máquina de lavar (cozinha com caixa de gordura).
- Objetivo do reuso: abastecimento de bacias sanitárias e irrigação por gotejamento subsuperficial (não potável).

2. Linha de tratamento recomendada (unitária por casa)

Grelha/ralo → Caixa de gordura (cozinha) → Tanque de equalização e dosagem → Filtro de areia intermitente (vertical) → Desinfecção → Reservatório de reuso → Rede roxa para bacias sanitárias e irrigação por gotejamento.

2.1 Caixa de gordura (cozinha)

- Volume útil recomendado: 100 L por residência. Limpeza mensal.

2.2 Tanque de equalização e dosagem

- Tempo de equalização adotado: 0,5 dia.
- Volume teórico: $0,5 \times 0,3 = 0,15 \text{ m}^3$ → Volume recomendado: $0,3 \text{ m}^3$ (folga operacional).
- Aeração opcional por difusor para controle de odores.

2.3 Filtro de areia intermitente (vertical)

- Carga hidráulica superficial (HLR): 0,08 m por dia.
- Vazão por casa: $Q = 0,3 \text{ m}^3$ por dia.
- Área necessária: $A = Q/HLR = 0,3/0,08 = 3,75 \text{ m}^2$.
- Configuração proposta: 2 leitos de $2,0 \times 1,0 \text{ m}$ ($4,0 \text{ m}^2$ no total) para revezamento.
- Camadas: areia lavada (0,70 m; d10 entre 0,15 e 0,35 mm; $UC \leq 4$) sobre brita graduada (0,20 m) com dreno perfurado protegido por geotêxtil.
- Operação intermitente: 4 a 6 ciclos por dia (bomba dosadora ou válvula temporizada).

2.4 Desinfecção

- Alternativa A – Cloração: tempo de contato 30 min, residual livre 1 a 2 mg por litro; tanque de contato de 50 L.
- Alternativa B – UV compacto residencial dimensionado para a vazão de pico.

2.5 Reservatório de reuso e distribuição

- Demanda típica de reuso: bacias sanitárias $\approx 90 \text{ L}$ por dia; irrigação noturna por gotejamento ≈ 20 a 60 L por dia.
- Reuso alvo: 110 a 150 L por dia.

- Capacidade recomendada: 500 L por casa (autonomia de 2 a 4 dias).
- Rede roxa separada da rede potável, com válvula de retenção, quebra-vácuo e by-pass protegido contra retrossifonagem.

3. Especificações resumidas por casa

Unidade	Parâmetro	Valor sugerido
Caixa de gordura	Volume	100 L
Equalização	Volume útil	0,3 m ³
Filtro de areia (vertical, intermitente)	Área total	4,0 m ² (2 × 2,0 × 1,0 m)
Filtro de areia (vertical, intermitente)	Espessuras	0,70 m areia + 0,20 m brita
Filtro de areia (vertical, intermitente)	HLR	0,08 m por dia
Desinfecção	Cloro (ou UV)	30 min; 1 a 2 mg por litro residual
Reservatório de reuso	Capacidade	500 L
Irrigação	Método	Gotejamento subsuperficial (noturno)

4. Totais para 32 casas

- Vazão total de águas cinzas: $32 \times 0,3 = 9,6$ m³ por dia.
- Área total de filtros de areia: $32 \times 4,0 = 128$ m².
- Reservação total de reuso: $32 \times 0,5 = 16$ m³.

5. Implantação e operação

- Localização em área técnica ventilada, com acesso fácil e sombreamento do reservatório.
- Intertravamento da bomba de recalque com proteção de nível mínimo.
- Monitoramento: cheiro, cor, turbidez e residual de cloro no reservatório.
- Manutenção do filtro: raspagem superficial periódica da areia; reposição parcial a cada 2 a 4 anos.
- Segurança sanitária: sinalização “água não potável”; proibir aspersores e preferir gotejamento.

6. Alternativa compacta (espaço restrito)

- Biofiltro percolador aerado com mídia plástica (1,5 a 2,0 m² por m³), recirculado.
- Área em planta inferior a 2,0 m², porém com maior complexidade operacional (aeração contínua).

APÊNDICE E

Otimização do Dimensionamento de Sistema Coletivo (clusters) para Tratamento de Águas Cinzas - Casas Geminadas

Este memorial técnico apresenta o dimensionamento do sistema descentralizado de tratamento e reuso de águas cinzas para as casas geminadas agrupadas em módulos de quatro unidades habitacionais (clusters). O agrupamento otimiza custos de implantação e manutenção, mantendo eficiência hidráulica e qualidade sanitária.

Item	Parâmetro	Unid	Valor por Cluster (4 casas)	Valor Total (32 casas)	Observações Técnicas
População atendida	Pessoas	hab	12	96	Cada cluster com 4 casas (3 hab/casa)
Vazão de águas cinzas	Q	m³/dia	1.2	9.6	100 L/pessoa·dia
Equalização	Volume útil	m³	1.0	8.0	Tempo de retenção 0,5 dia
Filtros de areia	Área total	m²	15.0	120.0	HLR 0,08 m/dia; 3 leitos de 5 m² por cluster
Leito filtrante	Espessura areia + brita	m	0.9	0.9	0,70 m areia + 0,20 m brita
Desinfecção	Volume de contato (cloração)	m³	0.1	0.8	Tempo de contato 30 min; 1–2 mg/L Cl residual
Reservatório de reuso	Capacidade	m³	1.5	12.0	Autonomia de 2–3 dias
Área da plataforma técnica	Ocupação	m²	25.0	200.0	Incluem filtros, tanques, reservatórios e acesso

1. Critérios de Projeto

- População por cluster: 12 pessoas (3 hab/casa × 4 casas).
- Vazão de águas cinzas: 1,2 m³/dia por cluster.
- Equalização: 1,0 m³ (0,5 dia de retenção).
- Filtros de areia: 15 m² (3 leitos de 5 m² cada; HLR 0,08 m/dia).
- Desinfecção: contato 30 min; cloro residual 1–2 mg/L.
- Reservatório de reuso: 1,5 m³ (autonomia de 2–3 dias).

2. Componentes do Sistema

- Equalização com aeração opcional e dosagem de cloro.
- Filtros verticais com 0,70 m de areia e 0,20 m de brita.
- Distribuição intermitente (4–6 pulsos diários).
- Desinfecção por cloro ou UV compacto.
- Reuso em bacias sanitárias e irrigação por gotejamento (rede roxa).

3. Operação e Manutenção

- Inspeção semanal da equalização e dos filtros.
- Raspagem superficial da areia conforme perda de carga.
- Reposição parcial da areia a cada 2–4 anos.
- Monitoramento do residual de cloro e da turbidez.
- Irrigação somente por gotejamento subsuperficial.

4. Totais Gerais (32 Casas – 8 Clusters)

- Vazão total: 9,6 m³/dia.
- Equalização total: 8,0 m³.
- Área total de filtros: 120 m².
- Reservatórios de reuso: 12,0 m³.
- Área técnica total: aproximadamente 200 m².

ESPÉCIES VEGETAIS
BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO



Heliconia rostrata (bananeira ornamental)



Canna indica (cana da índia)



Xanthosoma sagittifolium (Taioba)



Musa sp (bananeira)

APÊNDICE F
QUADRO DE ESPÉCIES VEGETAIS UTILIZADAS NO PROJETO

Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
ÁRVORES						
	Ipê-amarelo / <i>Handroanthus album</i>	alto	sol pleno	Arboreto e jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	jardim leste/ oeste,
	Ipê-Rosa / <i>Handroanthus heptaphyllus</i>	alto	sol pleno	Arboreto e jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	jardim leste/ oeste,
	limão taiti / <i>Citrus x latifolia</i>	médio	sol pleno	Arboreto Varandas e jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	jardim leste/

Fonte: elaboração própria (2025).

Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
ÁRVORES						
	Jacarandá mimoso / <i>Jacaranda cuspidifolia</i>	-	sol pleno /	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste,
	Murici / <i>Byrsonima crassifolia</i>	baixo/médio	sol pleno /	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste,
	Pitanga / <i>Eugenia uniflora</i>	baixo/médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento, conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagís- tica	Local ideal de uso
ÁRVORES						
	Cagaiteira / <i>Eugenia dysenterica</i>	médio	sol pleno	Arboreto fachadas, va- randas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/ oeste, pilotis, cober- tura
	Romanzeira / <i>Punica granatum</i>	médio	sol pleno	Arboreto fachadas, va- randas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/ oeste, pilotis, cober- tura
	Jabuticabeira / <i>Caesalpinia pulcherrima</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, va- randas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/ oeste, pilotis, cober- tura

Fonte: elaboração própria (2025).

ARBUSTOS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Caliandra / <i>Calliandra tweediei</i>	médio	sol pleno	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, , cober- tura
	Cambará <i>Lantana camara</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cober- tura
	Hibiscus / <i>Rosa sinensis</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cober- tura
	Manacá-da-serra <i>Tibouchina mutabilis</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cober- tura

Fonte: elaboração própria (2025).

ARBUSTOS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	<i>Punica granatum</i> var. <i>nana</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Murta <i>Murraya paniculata</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura este/oeste, pilotis, cobertura
	Barbatimão <i>Stryphnodendron adstringens</i>	médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Dama da Noite <i>Cestrum nocturnum</i>	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	Arboreto fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

TREPADEIRA						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Bougainvillea glabra	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Jasmim manga Plumeria rubra	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Pyrostegia venusta	baixo/ médio	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

FORRAÇÕES/HERBÁCEAS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Gramma lírio <i>Liriope muscari</i>	baixo	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Gramma batatais <i>Papalum notatum</i>	baixo	sol pleno	jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura
	Gramma preta <i>Ophiopogon japonicus</i>	baixo	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

FORRAÇÕES/HERBÁCEAS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Peixinho-da-Horta / <i>Stachys byzantina</i>	baixo	meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Onze-Horas / <i>Portulaca grandiflora</i>	baixo	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Vedélia / <i>Sphagneticola trilobata</i>	baixo	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Alecrim-rasteiro / <i>Rosmarinus officinalis prostratus</i>	baixo	sol pleno / meia sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

PENDENTES ORNAMENTAIS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Jiboia-do-campo / <i>Philodendron cordatum</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Samambaia-do-campo / <i>Nephrolepis pectinata</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Lambari-roxo / <i>Tradescantia zebrina</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Dólar-verde / <i>Pilea nummulariifolia</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

PENDENTES ORNAMENTAIS						
Planta	Nome popular/ Nome científico	Porte	Exigência de luz	Indicação de uso	Função paisagística	Local ideal de uso
	Rabo-de-gato <i>Acalypha reptans</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Maranta- tricolor / <i>Stromanthe sanguinea</i>	baixo	sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Violeta- pendente / <i>Episcia cupreata</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura
	Peixinho-do- -Cerrado <i>Stachys byzantina</i>	baixo	meia sombra/sombra	fachadas, varandas, jardins	sombreamento conforto térmico, biodiversidade	fachada leste/oeste, pilotis, cobertura

Fonte: elaboração própria (2025).

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante **REGIS DE CASTRO FERREIRA** do Curso de ARQUITETURA E URBANISMO, matrícula 20192001600432, telefone (62) 9858-91001 e-mail regisdecastroferreira@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **“Sustentabilidade Urbana no Bairro Goiânia 2 – Entre Ruas, Verdes e Futuros?”**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de dezembro de 2025.

Assinatura do(s) autor(es):

Nome completo do autor: Regis de Castro Ferreira



Documento assinado digitalmente

REGIS DE CASTRO FERREIRA

Data: 09/12/2025 19:28:11-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do professor-orientador:



Documento assinado digitalmente

ADRIANA DE OLIVEIRA BERNARDI MORAES

Data: 09/12/2025 21:08:48-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome completo do professor-orientador: Adriana de Oliveira Bernardi Moraes