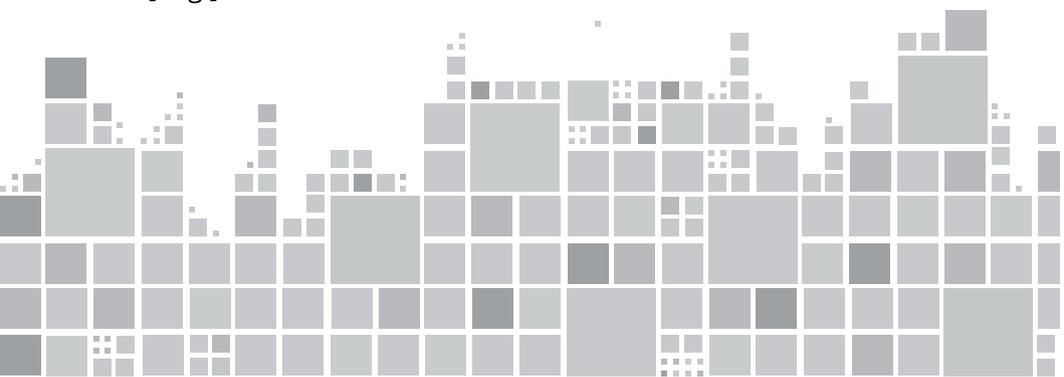


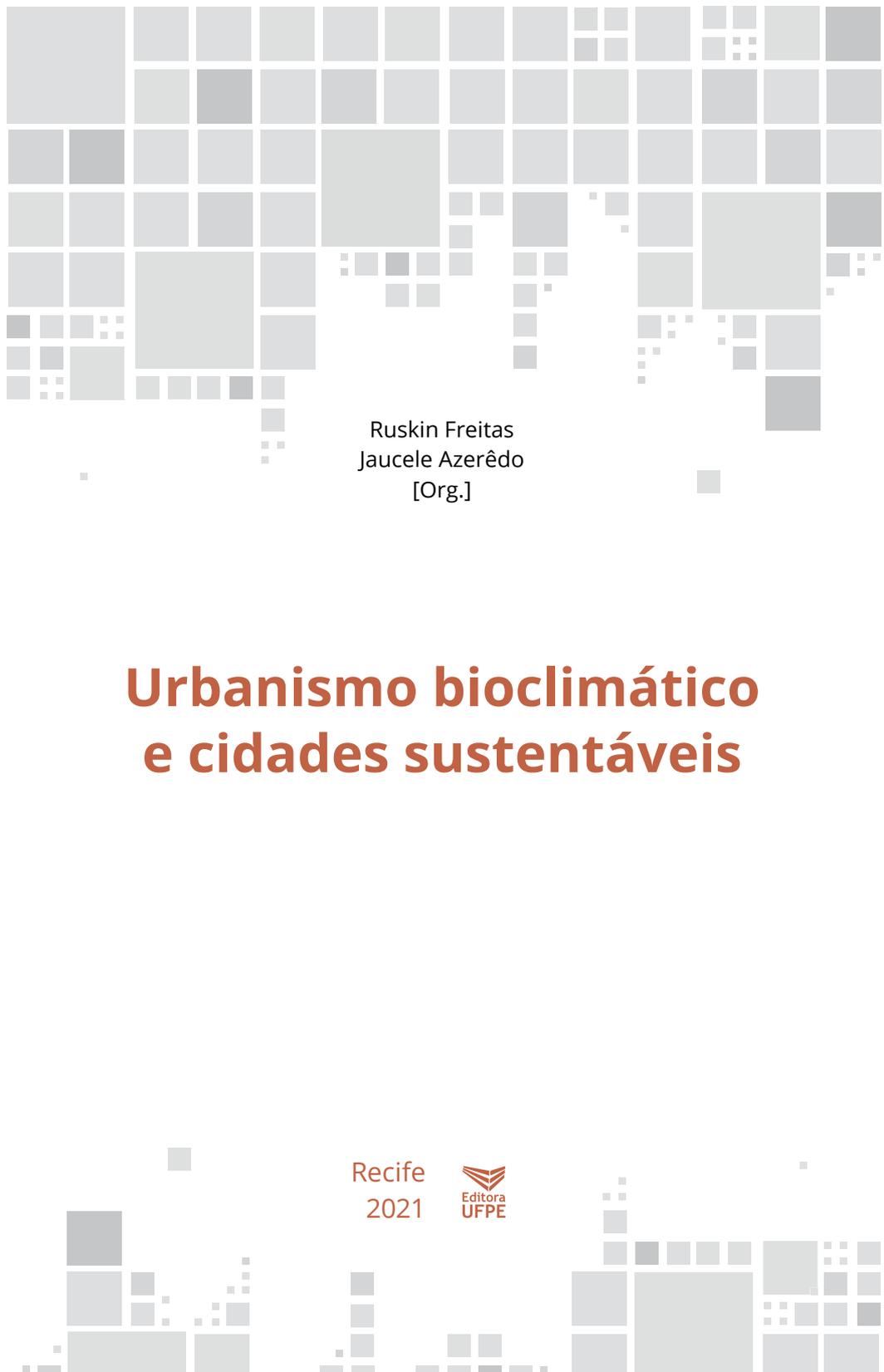
Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis



Ruskin Freitas
Jaucele Azerêdo
[Org.]



Série Livro-Texto



Ruskin Freitas
Jaucele Azerêdo
[Org.]

Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis

Recife
2021



Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Alfredo Macedo Gomes

Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho

EDITORA ASSOCIADA À



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Pró-Reitoria de Graduação

Pró-Reitora: Magna do Carmo Silva

Diretora: Fernanda Maria Ribeiro de Alencar

Editora UFPE

Diretor: Junot Cornélio Matos

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Editor: Artur Almeida de Ataíde

Comitê de avaliação

Adriana Soares de Moura Carneiro, Ana Célia Oliveira dos Santos, Andressa Suely Saturnino de Oliveira, Arquimedes José de Araújo Paschoal, Assis Leão da Silva, Ayalla Camila Bezerra dos Santos, Chiara Natercia Franca Araujo, Deyvylan Araujo Reis, Djailton Cunha, Flavio Santiago, Hyana Kamila Ferreira de Oliveira, Isabel Cristina Pereira de Oliveira, Jaqueline Moura da Silva, Jorge Correia Neto, Keyla Brandão Costa, Luciana Pimentel Fernandes de Melo, Márcia Lopes Reis, Márcio Campos Oliveira, Márcio Vilar França Lima, Maria Aparecida Silva Furtado, Maria da Conceição Andrade, Michela Caroline Macêdo, Rodrigo Gayger Amaro, Rosa Maria Oliveira Teixeira de Vasconcelos, Shirleide Pereira da Silva Cruz, Tânia Valéria de Oliveira Custódio, Waldireny Caldas Rocha

Editoração

Revisão de texto: Cláudia Jorge Cantarin Domingues

Projeto gráfico: Diogo Cesar Fernandes | Gabriel Santana

Diagramação: Adele Pereira

Catálogo na fonte

Bibliotecária Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

U72 Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis [recurso eletrônico] / organizadores : Ruskin Freitas, Jaucele Azerêdo. – Recife : Ed. UFPE, 2021. (Série Livro-Texto)

Vários autores.
Inclui referências.
ISBN 978-65-5962-104-0 (online)

1. Planejamento urbano. 2. Arquitetura e clima. 3. Urbanização – Aspectos ambientais. 4. Climatologia. 5. Sustentabilidade. I. Freitas, Ruskin Marinho de (Org.). II. Azerêdo, Jaucele de Fátima Alves de (Org.). III. Título da série.

711.4

CDD (23.ed.)

UFPE (BC2022-032)

Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.



SÉRIE LIVRO-TEXTO

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pautada pelos princípios da democracia, da transparência, da qualidade e do compromisso social, assume a Educação Superior como um bem público e um direito de todas e todos. Nesse sentido, estimula a melhoria das condições do trabalho docente, a inserção de metodologias de ensino inovadoras e a articulação dos conhecimentos teóricos e práticos nas diferentes áreas do saber como instrumentos de promoção de uma formação científica, humanística e artística que prepare nossos estudantes para a intervenção na realidade, segundo o compromisso com o desenvolvimento integral e sustentável, a equidade e a justiça social. Assim, a UFPE, por intermédio da Pró-Reitoria de Graduação e da Editora UFPE, oferta à comunidade acadêmica e à sociedade mais uma seleção da Série Livro-Texto, com o objetivo de contribuir para a formação da biblioteca básica do estudante de graduação e para a divulgação do conhecimento produzido pelos docentes desta Universidade. Os 34 livros selecionados para esta coleção, que contemplam diferentes áreas do saber, foram aprovados segundo as condições estabelecidas no Edital 14/2021 (Edital simplificado de incentivo à produção e publicação de livros digitais Prograd/ Editora UFPE) e representam o esforço de discentes (de graduação e pós-graduação) e servidores (docentes e técnicos) e da gestão da Universidade em prol da produção, sistematização e divulgação do conhecimento, um de seus principais objetivos.

Alfredo Macedo Gomes – Reitor da UFPE

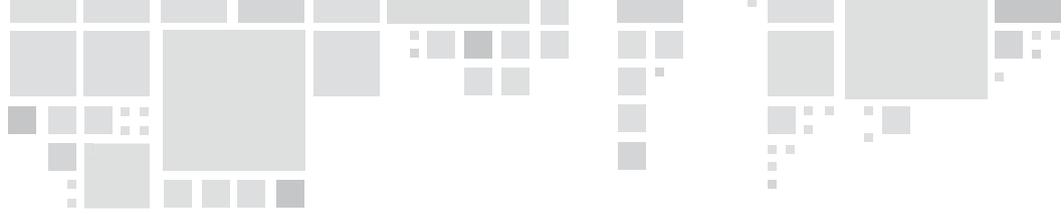
Moacyr Cunha Araújo Filho – Vice-Reitor da UFPE

Magna do Carmo Silva – Pró-Reitora de Graduação (Prograd)

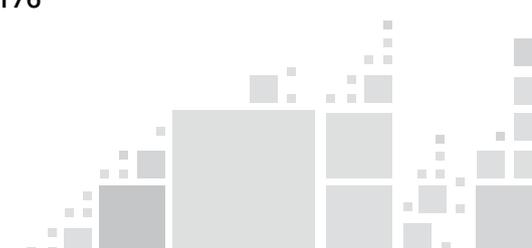
Fernanda Maria Ribeiro de Alencar – Diretora da Prograd

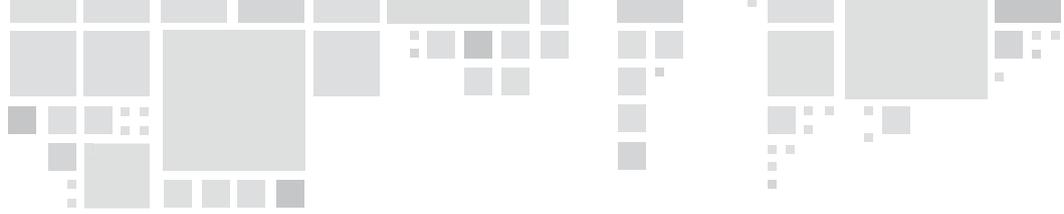
Quando a maior parte do mundo já é definida como urbana, mais do que nunca devemos explorar as características do urbanismo que nos oferecem a chance de reforçar as qualidades essenciais de uma cidade. A cidade é a criação mais complexa e extraordinária da humanidade. É um artefato que pode ser entendido como um organismo vivo. Por sua própria natureza, os organismos vivos podem morrer quando são maltratados...

Deyan Sudjic. *A linguagem das cidades*.



SUMÁRIO

- Introdução 8
1. Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis 11
 2. O mito do desenvolvimento sustentável e o bioclimatismo 32
 3. As contribuições da arquitetura colonial para o bioclimatismo e a sustentabilidade, em Havana, Cuba 55
 4. Sistema de parques e infraestrutura verde para cidades sustentáveis 75
 5. Contribuições do urbanismo bioclimático para a conservação urbana e a significância cultural 94
 6. A consideração do urbanismo bioclimático na reutilização de leitos ferroviários desativados 115
 7. A contribuição da certificação ambiental para projetos arquitetônicos e urbanos bioclimáticos 135
 8. A contribuição de indicadores de qualidade bioclimática para o planejamento de novos bairros 152
 9. Contribuições dos parâmetros urbanísticos para o urbanismo bioclimático 176
- 

- 
10. A influência de parâmetros urbanísticos avançados no desempenho climático de tecidos urbanos 197
 11. Bioclimatismo e sustentabilidade, na cidade de Freiburg/Alemanha 218
 12. Bioclimatismo e sustentabilidade resultantes da arborização urbana, em Mendoza, Argentina 235
- Os autores e as autoras 259
- 



INTRODUÇÃO

Ruskin Freitas
Jaucele Azerêdo

O urbanismo nasceu bioclimático, enquanto pensamento e prática. O processo de imaginar, conceber e planejar a modificação do espaço, com a intenção de melhorar a sua habitabilidade, ocorreu, primeiramente, centrado nas necessidades biológicas e sociais do ser humano e na sua adequação ao entorno, sobretudo em relação ao clima, fazendo uso dos recursos naturais disponíveis na região.

As cidades nasceram sustentáveis, enquanto materialidade física e funcional. A aglomeração de indivíduos e de edificações ocorreu como um produto da busca pela melhoria da qualidade de vida, conformando determinada adequação ambiental para a vida em sociedade, ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável.

Na atualidade, o urbanismo bioclimático (enquanto ação) e as cidades sustentáveis (enquanto produtos) têm ganhado notoriedade como temas emergentes, em função do distanciamento que foi criado em relação a alguns valores ambientais e socioeconômicos. Essa emergência resulta da crescente profusão de fenômenos meteorológicos excepcionais e do agravamento quanti-qualitativo dos desastres socioambientais decorrentes, acarretando mudanças climáticas globais e o risco que essas transformações representam para a perda de qualidade de vida e para a perda da própria vida.

Todos esses fenômenos de causas e efeitos relacionados podem provocar alterações dramáticas no que se refere à vida na Terra, assim como ao cotidiano de planejadores e usuários de espaços urbanos. Dessa maneira, justifica-se a ampliação da discussão sobre essa temática, em especial no ambiente acadêmico. Nos últimos anos, multiplicaram-se os programas, as disciplinas, os seminários, as dissertações e as teses que tratam as transformações pelas quais o espaço habitável está passando.

O Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco (PPG-MDU/UFPE), sintonizado com as principais agendas nacionais e internacionais, interessou-se em discutir o impacto das mudanças climáticas, entendido como problema global, circunscrito na relação natureza-sociedade, com foco na conservação do ambiente e nos processos de transformação e inovação, na cidade e no edifício.

Em 2009, de maneira concomitante à ocorrência de seminários acadêmicos, à publicação de relatórios científicos e ao incentivo em pesquisas, no PPG-MDU, teve início a disciplina Tópicos Especiais em Conservação Urbana Integrada: Urbanismo Bioclimático, cuja principal abordagem era a relação entre climas urbanos e formas urbanas, suas influências recíprocas, além das relações de causas e efeitos, atrelando-se a três linhas de pesquisa: conservação urbana, planejamento e gestão, arquitetura e urbanismo.

Considerando que essa disciplina está vinculada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, é natural que ela tenha uma abordagem abrangente e interdisciplinar, partindo de conceitos básicos, tais como natureza, ambiente, ecossistema, e, sobretudo, o conceito de urbanismo, em especial o urbanismo bioclimático, para, com base nisso, estudar relações socioeconômicas, políticas públicas, intervenções urbanas e arquitetônicas, contribuindo para a produção de cidades sustentáveis.

Assim, a disciplina Urbanismo Bioclimático e Cidades Sustentáveis, como passou a ser denominada a partir de 2016, foi organizada de maneira a estudar a forma urbana, considerando o conforto do usuário, as condições climáticas do local e as estratégias de planejamento, com vistas a contribuir para o desenvolvimento urbano sustentável. Nos últimos doze anos, muitos foram os debates desenvolvidos, as dissertações e teses defendidas e os artigos produzidos, com contribuições dessa disciplina.

Destaca-se o conhecimento a respeito de fatores e elementos climáticos, naturais e antrópicos, formas urbanas dispersas e compactas, como base para o estudo da influência do processo de urbanização sobre a formação de climas urbanos e sobre a capacidade de carga da infraestrutura urbana, contribuindo para a qualidade de vida nas cidades.

Este livro nasceu em atendimento ao Edital simplificado nº 14/2020, desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco, por intermédio da Pró-Reitoria de Graduação, em parceria com a Editora UFPE, com o propósito de incentivar a produção e a publicação de livros digitais.

Assim, apresenta-se uma coletânea de artigos, desenvolvidos com base na disciplina Urbanismo Bioclimático e Cidades Sustentáveis, elaborados por doze autores, em sua maioria arquitetos e urbanistas, mestres e doutores. Trata-se de um projeto coletivo, com o objetivo de despertar a atenção da sociedade sobre os desafios do século XXI e sobre as possibilidades que a população tem de ser agente do próprio futuro.

O livro *Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis* valoriza a ciência, a pesquisa e a produção acadêmica, podendo servir de referência para estudos em diversas disciplinas de graduação e pós-graduação nas áreas de arquitetura e urbanismo, geografia, engenharia. Também pode constituir referência para gestão pública e como conhecimento para toda a sociedade. Que dados científicos, reflexões teóricas e narrativa de boas práticas se efetivem em mudanças de comportamento e na construção de cidades melhores e duradouras.

Boa leitura!

Recife, primavera de 2021.



URBANISMO BIOCLIMÁTICO E CIDADES SUSTENTÁVEIS

Ruskin Freitas

Os estudos ambientais são abundantes e antigos. Pode-se afirmar que as civilizações pré-históricas já consideravam a presença da água, a origem dos ventos, o regime de chuvas, o caminho aparente do sol, entre outros aspectos naturais, para orientar as primeiras construções e os primeiros agrupamentos sociais.

Wassouf (2019, p. 7) cita que foi Sócrates (469-399 a.C.) a primeira pessoa a escrever sobre uma construção passiva, ao descrever um mégaro grego, cujas formas eram ajustadas de acordo com a trajetória solar. Vitruvius (2007, p. 83), no século I, também mencionou que a escolha da localização das cidades deveria se dar de acordo com a posição em relação a brisas, pântanos, temperatura e umidade, buscando-se “a eleição de um lugar o mais saudável possível”.

Apesar de tão antigos conhecimentos, muitas vezes a consideração da natureza foi negligenciada, tanto quanto as práticas de contextualização entre ambientes natural e construído foram historicamente se tornando pouco usuais, vindo a constituir, na atualidade, exceções e curiosidades.

No entanto, salienta-se que os estudos ambientais ganharam ênfase em alguns momentos históricos, quando foi posta em risco a qualidade de vida, como nos períodos que se seguiram à Revolução

Industrial, no século XVIII, após a Segunda Guerra Mundial, no século XX, e desde a crise de energia dos anos 1970, que ocorreu concomitantemente com a aceleração do processo mundial de urbanização.

Alguns eventos trataram desse assunto e se constituíram em referências relevantes, como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972, em Estocolmo, na Suécia, quando foi introduzido o termo “ecodesenvolvimento”. Entre duas correntes que estavam em voga naquela época, a do crescimento a qualquer custo e a do crescimento zero, esse termo representou certa mediação, apontando a possibilidade de desenvolvimento e, simultaneamente, de preservação do meio ambiente.

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) publicou o Relatório Brundtland, intitulado *Nosso Futuro Comum*, levantando a tese de que é possível “crescer sem destruir” o ambiente. Foi naquela ocasião que se consolidou a definição seguinte: “O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 46).

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também denominada popularmente ECO-92 ou RIO-92. Os representantes participantes daquela Conferência aprovaram a Agenda 21 – um documento que estabeleceu um pacto pela mudança do padrão de desenvolvimento global para o próximo século.

A partir de março de 2001, os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (sigla em inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*), criado em 1988, passaram a chamar a atenção para esses fenômenos e ganharam notoriedade, quando foi publicado que o aumento de temperatura no planeta, durante o século XX, foi de 0,6° C (IPCC, 2007). O IPCC relatou também a perda de 10% da cobertura de gelo da Terra, desde 1960, e o aumento do dióxido de carbono na atmosfera em 31%, desde 1750, principal responsável pelo aprisionamento do calor gerado pela queima de combustíveis fósseis.

Esses dados, acerca das alterações climáticas globais, vêm sendo atualizados e discutidos, tendo em vista o agravamento de sua evolução e da conscientização a respeito de suas consequências. Eles estão diretamente relacionados com a escala imediata local, mais próxima, em especial nos espaços urbanos densificados, sob diferentes formas de ocupação humana.

O quarto relatório (IPCC, 2007, p. 17) afirmou que essas modificações estavam se agravando. Fenômenos naturais, que sempre ocorreram, dentro de certo padrão de variação, foram associados a causas predominantemente sociais, com o aumento da interferência das atividades antrópicas sobre o aquecimento global. As principais causas estão associadas à modificação do uso do solo, tanto pelo desmatamento, visando ao cultivo e ao pasto, como pelos processos de urbanização, que transformam o ambiente natural em ambiente construído. No espaço urbano, as modificações também se verificam, com a substituição de áreas com predomínio de solo natural por áreas com predomínio de solo impermeabilizado. O lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera, decorrentes de atividades industriais e de transportes, igualmente se destaca no quadro de fatores responsáveis pelo aquecimento da Terra. A partir de então, foram enfatizados os estudos sobre a sustentabilidade ambiental e, em particular, sobre a contribuição antrópica para as mudanças climáticas globais.

Em 2015, em Paris, na França, ocorreu a 21ª Conferência da Convenção-Quadro das Nações Unidas (COP 21), contando com a participação de quase duzentos países, com o objetivo de discutir a redução das emissões de gases de efeito estufa para limitar o aumento médio de temperatura global a 2 °C, quando comparado a níveis pré-industriais. No Acordo de Paris, o Brasil se comprometeu a liberar 37% a menos de gases de efeito estufa na atmosfera, em relação aos índices de 2005, até o ano de 2025, principalmente em decorrência da diminuição do desmatamento ilegal, que deveria ser zerado até 2030. Infelizmente, esses objetivos estão longe de serem alcançados. Na verdade, o país parece caminhar na direção contrária ao apontado no documento *Contribuição Nacionalmente Determinada*, com taxas de emissão de carbono em alta e com desmatamentos recordes (DEUTSCHE WELLE, 2020).

Multiplicam-se os casos de eventos extremos, ocorridos nos últimos anos. O que parecia distante no tempo e no espaço, a princípio, com as previsões para o que aconteceria até o final do século XXI, passou a fazer parte de nosso cotidiano, seja por meio de estudos acadêmicos, seja pela vivência em espaços urbanos. As manchetes referentes a fenômenos meteorológicos e sobre suas consequências socioambientais tornaram-se frequentes nos noticiários. Frases como “a maior chuva dos últimos cinquenta anos”, “a maior seca do século” ou “este foi o ano mais quente” são comumente ouvidas, desde que se iniciaram os registros sistematizados.

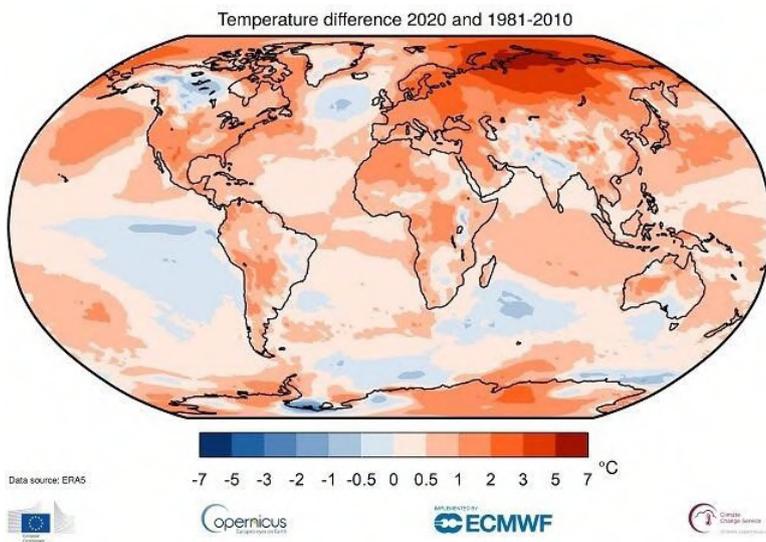


FIGURA 1: Temperatura do ar a uma altura de dois metros para 2020, mostrada em relação à sua média de 1981-2010

FONTE: ERA5. Crédito: Copernicus Climate Change Service/ECMWF. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2021/01/15/2020-ano-mais-quente-ja-registrado-para-a-europa-7389>. Acesso em: 20 jan 2021.

De fato, desde o final do século XIX, a temperatura do nosso planeta já aumentou mais de 1,2 °C (Figura 1). Segundo a Nasa, “2020 empatou com 2016 como o ano mais quente de todos. Reduções na emissão de carbono por conta da pandemia não foram suficientes para diminuir o aquecimento global” (CLIMATEMPO, 2021). Para a variação positiva no aumento das temperaturas globais, contribuíram causas naturais, como o fenômeno El Niño e os incêndios florestais na Austrália, tanto quanto causas antrópicas, como as queimadas na Amazônia e o efeito acumulativo de emissão de dióxido de carbono (CO₂).

A camada de ar que envolve a Terra, composta, sobretudo, de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), associados ao vapor-d’água, condiciona o balanço de energia planetária, e é responsável por um efeito estufa natural e pelo equilíbrio da temperatura no planeta. O domo urbano pode ser considerado um tipo de fenômeno, também chamado de efeito estufa. O aquecimento local, de causa antrópica, pode ser agravado e se somar a fenômenos

naturais, ampliando a problemática do efeito estufa, entre outros eventos de exceção, em uma escala global.

As mudanças climáticas locais, verificadas em uma cidade, por exemplo, pouco contribuem diretamente para o aquecimento global. Porém, fatores climáticos locais, naturais e antrópicos, atividades antrópicas e lançamento de gases de efeito estufa combinados contribuem sobremaneira para a perda da qualidade do ar e para a ocorrência de fenômenos atmosféricos diversos, cujas alterações podem ser observadas em diferentes espaços, bairros e cidades, tanto ao longo do tempo como ao longo do espaço, ultrapassando os tênues limites territoriais.

A formação de climas urbanos pode se agravar em decorrência do acúmulo exacerbado de calor, em ambientes altamente antropizados, podendo provocar desde sensações de desconforto nos usuários do espaço, que à primeira vista podem ser considerados de menor importância, até chegar a impactos ambientais e contribuições relevantes para mudanças climáticas em escalas mais abrangentes.

Como afirmam Oke *et al.* (2017, p. 168), o “processo completo envolve a consideração de três conjuntos de fatores entrelaçados: propriedades térmicas, disponibilidade de umidade e forma geométrica”. Ou seja, destaca-se a importância da realização de pesquisas que ultrapassem a simples comparação entre natural e construído. É necessário observar o grau de transformação e a composição do ambiente construído, os elementos naturais que contém, assim como a disposição de elementos, materiais e formas urbanas. A depender dessa composição e de aspectos qualitativos e quantitativos, poderão ocorrer diferentes níveis de acúmulo de calor.

Diversos autores têm trabalhado com a formação de climas urbanos, com a elaboração, inclusive, de catálogos morfológicos, como Stewart e Oke (2012), que apresentaram dezessete tipos morfológicos, cada um deles associado a um possível clima urbano, em função do acúmulo local de calor. A combinação de tipos de formas urbanas com tipos de cobertura do solo produz uma gama enorme de possibilidades de ambientes e de acúmulo de calor, de áreas com solo natural e baixa densidade de construções a áreas apinhadas de edificações rodeadas de poucos espaços livres mineralizados. Esse fato também pode ser observado em Recife (PE), como se vê na Figura 2.



FIGURA 2: Diversidade morfoclimática em Recife (PE)
FONTE: Ruskin Freitas, 2020.

Freitas *et al.* (2019) desenvolveram estudos que comprovaram o acúmulo de calor na capital pernambucana, entre os anos de 1998 e 2018, ancorados no estudo de alterações na cobertura do solo, nas formas construídas e nos valores das variáveis climáticas, em dez bairros da cidade.

Observou-se que todos os dez bairros explorados apresentaram aumento do acúmulo de calor. Os bairros das Graças e do Morro da Conceição, que há 20 anos estavam com temperaturas mais baixas que o registrado na estação meteorológica de referência, apresentam atualmente maior acúmulo de calor, sobretudo, devido a processos de adensamento construtivo. O Morro da Conceição revelou adensamento espontâneo, tendo em vista o seu caráter de Zona Especial de Interesse Social. O bairro das Graças, por sua vez, teve sua densificação produzida pelo mercado imobiliário, com substituição de unidades habitacionais unifamiliares e de vegetação, por edificações verticalizadas e por solo impermeável, que modificaram amplamente as dinâmicas locais. Isso demonstra, principalmente, que a intensificação do processo de urbanização da cidade

provocou, nos recintos estudados, agravamento do desconforto em microclimas urbanos. (FREITAS et al, 2020).

Juntamente com a expectativa de intensificação da ocorrência de diferentes tipos de eventos extremos, com a possibilidade de provocar graves alterações com riscos para a vida na Terra nos próximos anos, as mudanças climáticas configuram-se como preocupação não apenas para os cientistas, mas também para parte de gestores e para a população em geral. Existem diversas opções de mitigação dos riscos socioambientais e de adaptação às mudanças climáticas. O Observatório do Clima destaca a necessidade de monitoramento, planejamento permanente e elaboração de políticas públicas, a fim de evitar as piores consequências. “É preciso ter responsabilidade, firmeza e liderança e compromisso com as gerações atuais e futuras. As ferramentas estão à mão. Basta usá-las” (MONZONI, 2009, p. 49).

Dentre os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, três relacionam-se mais acentuadamente com o urbanismo bioclimático e com as cidades sustentáveis. São eles (GHISLENI, 2020):

11. Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
12. Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis.
13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Considerando a abrangência do tema e o foco dado ao desenvolvimento urbano, é importante lembrar o conceito de urbanismo, abrangente e complexo, como citado por Secchi (2005, p. 15):

Por urbanismo entendo não tanto um conjunto de obras, de projetos, de teorias ou normas associadas a um tema, a uma linguagem e a uma organização discursiva; muito menos o entendo como um determinado setor do ensino, mas ao contrário como um testemunho de um vasto conjunto de práticas, quais sejam as da contínua e consciente modificação do estado do território e da cidade.

O estudo do urbanismo pode ser visto por diferentes vieses – teórico e prático, histórico, morfológico, ambiental, social e econômico. Como uma disciplina, há a necessidade de estabelecer alguns limites

a tamanha abrangência. Neste caso, o foco recai sobre a valorização da escala local (sem perder de vista as relações com a escala global), com destaque para o conforto térmico ambiental dos usuários (sem deixar de notar sua relação com aspectos formais e culturais). Assim, chegou-se ao recorte denominado *urbanismo bioclimático*, que busca o tratamento individualizado de determinadas situações, como explica Higuera (2006, p. 15):

O urbanismo bioclimático deve adequar os traçados urbanos às condições singulares do clima e do ambiente, como um todo, entendendo que cada situação geográfica deve gerar um urbanismo característico e diferenciado com respeito a outros locais.

Os processos de planejamento urbano, como de expansão, requalificação, renovação e conservação, devem considerar as influências recíprocas entre formas urbanas e climas urbanos. As decisões dos urbanistas podem contribuir, ou não, para a permeabilidade do solo às águas, a permeabilidade dos ventos entre edificações e o acúmulo de calor em recintos urbanos. Esses fenômenos estão diretamente relacionados ao conforto ambiental dos usuários, à eficiência energética do espaço construído e à sustentabilidade ambiental das cidades, como afirma Freitas (2008, p. 141).

Um leque de possibilidades começa a se abrir a cada recorte e a cada tema abordado, ao se considerar, por exemplo, que as cidades são construídas por urbanistas, por gestores e também, grandemente, pelos próprios moradores, mesmo que estes não tenham formação técnica, muito menos uma visão estratégica. Cada um desses grupos valoriza diferentes aspectos e segue diferentes referenciais, desde a visão de longo prazo, com uma abordagem que vai de questões formais e estilísticas a parâmetros urbanísticos, até a mera necessidade de se abrigar e sobreviver como referência e motivação tática.

Mesmo que não conscientemente, na maioria dos casos os diversos agentes estruturadores do espaço urbano seguem um pensamento comum – a busca pela qualidade de vida, que assume, por sua vez, valores diversos, como harmonia entre espaços e volumes, funcionalidade da infraestrutura urbana e atendimento a necessidades cotidianas, relacionadas às dimensões ambientais, sociais ou econômicas. Tais dimensões configuram-se como um tripé e servem de base para o entendimento e para a construção da sustentabilidade urbana, como afirma Acselrad (2009, p. 64): “A noção de ‘cidade sustentável’ instaura uma nova cena de enunciação, na qual uma trama

de múltiplos personagens e falas entrecruzadas reelabora as representações da cidade”.

Farr (2013, p. 28) objetiva o sentido prático do urbanismo, ao sintetizar as relações entre formas e climas e sua contribuição para as cidades sustentáveis, com o acréscimo de dois itens fundamentais – a compacidade e a biofilia.

O urbanismo sustentável é aquele com um bom sistema de transporte público e com a possibilidade de deslocamentos a pé, integrado com edificações e infraestrutura de alto desempenho. A compacidade (densidade) e a biofilia (acesso humano à natureza) são valores centrais.

Assim como os seres humanos se aproximaram uns dos outros e, cada vez mais, se aproximam das cidades, hoje agrupando mais da metade da população mundial, as cidades também precisam estar próximas de seus habitantes, no sentido de proporcionar acolhimento físico e psicológico, individual e coletivo, na habitação (aqui vista muito além da edificação residencial), no movimento cotidiano e no encontro em espaços públicos.

Neste sentido, Rogers (2001, p. 169) avança, descrevendo a cidade sustentável em forma e em funcionalidade:

A cidade sustentável é uma cidade compacta e policêntrica, que proteja a área rural, concentre e integre comunidades nos bairros e maximize a proximidade; uma cidade diversificada, onde uma ampla gama de atividades diferentes gerem vitalidade, inspiração e acalentem uma vida pública essencial.

A vida na cidade depende das atividades cotidianas e da cada vez mais frágil relação de equilíbrio entre a radiação solar recebida e aquela emitida pela terra e pela atmosfera. Nesse sentido, chama-se atenção para as relações intrínsecas entre as transformações no balanço energético em diferentes escalas e enfatiza-se que mudanças climáticas globais começam, em grande parte, na escala local.

Apresentam-se, a seguir, desdobramentos possíveis a partir do bioclimatismo aplicado ao desenvolvimento urbano, sob a forma de estratégias bioclimáticas, que podem ser utilizadas como contribuição às cidades sustentáveis e como referência a diferentes linhas de abordagem: conservação urbana, planejamento e gestão, arquitetura e urbanismo:

1. Estudar a localização de cidades e bairros, de maneira a proteger, recuperar e melhorar o ambiente natural, com especial atenção ao solo, à topografia e ao clima.

Cada vez mais rara tem sido a ação de conceber uma nova cidade e cada vez mais complexa a prática de construí-la. Assim, o processo de planejamento, visando à expansão urbana, com a criação de novos espaços, tem se concentrado em novos bairros. Outro aspecto digno de nota é que as práticas de análise, no contexto ambiental, já não valorizadas no passado, têm perdido ainda mais sua ênfase diante dos valores econômicos da terra e da posição do local entre equipamentos e modelos de estilos de morar.

Para o urbanismo bioclimático, vale a máxima de valorizar a identidade ambiental, devendo ser concebido, para cada local, um projeto diferente (HIGUERAS, 2006, p. 15). A caracterização do ambiente ocorre, sobretudo, com base na identificação do clima e do comportamento de seus elementos principais: temperatura, umidade, pluviosidade e ventilação.

Tomando como exemplo a cidade de Recife, localizada em clima tropical litorâneo quente e úmido, é de suma importância lançar mão das estratégias de sombreamento e de ventilação, tomando-se como partidos urbanísticos a arborização, a dinamicidade volumétrica e a disposição de edificações que garantam a permeabilidade aos ventos. Em virtude da alta pluviosidade, devem ser consideradas a permeabilidade do solo e as declividades adequadas à drenagem urbana. Nesse sentido, é importante levar em conta sistemas de biorretenção distribuídos pela cidade.

Quanto à Região Metropolitana de Recife, localizada em contexto de alta densidade demográfica e construída e com infraestrutura urbana concentradas na sua faixa leste, há duas alternativas principais para o planejamento de novos bairros sustentáveis: i) projeto de renovação, com a localização do novo bairro, em um “vazio” infraestruturado, renovando um conjunto de quadras já integradas à malha urbana; ii) projeto de expansão, com a localização do novo bairro em limite periférico, expandindo a malha urbana e a infraestrutura, baseando-se nas redes já existentes.

2. Zonear funções e localizar equipamentos, procurando promover o uso misto, incentivar o transporte não motorizado, diminuir a necessidade de grandes deslocamentos e diminuir a produção de CO₂.

A forma da cidade e a distribuição de moradia, serviços, equipamentos e redes podem determinar a necessidade de deslocamentos de pessoas e bens. Assim, diversos autores, a exemplo de Rogers (2001) e Farr (2013), descrevem a cidade sustentável como compacta, com empreendimentos voltados para o transporte público e com o usuário pedestre valorizado.

Apesar de, à primeira vista, serem associadas aos seus centros densos de edificações, em geral altos, e ao movimento de pessoas e de automóveis, a maioria das cidades é dispersa, com diversos bairros residenciais se espalhando por uma grande área. Esse fato vai de encontro a duas estratégias básicas do urbanismo bioclimático e de cidades sustentáveis, a preservação ambiental e a compacidade.

Para o urbanismo bioclimático, busca-se preservar o ambiente. Quanto mais crescem em extensão, mais as cidades ameaçam o meio rural e as áreas naturais. Quanto mais se compactam, maior a possibilidade de solo natural, vegetado ou agrícola ser conservado.

Em uma cidade compacta, os deslocamentos a pé e de bicicleta podem ser facilitados. Ao contrário, uma cidade dispersa e com a necessidade de percorrer longas distâncias para chegar a determinadas funções exigirá o transporte automotivo. Neste caso, a gestão pública deve incentivar o transporte coletivo e o uso de meios de transporte com menor potencial poluidor e emissor de gases de efeito estufa, com ênfase nas redes ferroviária, metroviária e cicloviária.

As cidades ocupam um pequeno percentual da superfície terrestre, porém são responsáveis por alto consumo de energia, em geral proveniente de combustíveis fósseis não renováveis, sobretudo nos setores industriais e de transportes. Promover o uso misto e a redução do consumo de combustíveis fósseis deve ser uma estratégia do planejamento que visa ao urbanismo bioclimático e às cidades sustentáveis.

3. Implantar zonas verdes, solo natural e espécies arbóreas, adequados às condições locais de pluviosidade, temperatura e umidade.

Historicamente, o processo de urbanização se efetivou pela substituição do solo natural, permeável e vegetado por solo artificial, impermeável e árido. Esse fato, além de ter contribuído para mudanças climáticas, agrava enormemente as condições ambientais, com o aumento da temperatura, a diminuição da umidade, a alteração dos efeitos aerodinâmicos e a aceleração do ciclo da água, contribuindo para o aumento da pluviosidade nas áreas urbanas. Assim, o desmatamento em larga escala e a mudança de uso do solo em escala local configuram-se como fatores climáticos, gerando fenômenos meteorológicos que contribuem para desastres socioambientais cada vez mais intensos e frequentes.

A vegetação é um ser vivo e consome energia em seu metabolismo, ao contrário de materiais mineralizados, que absorvem e emitem mais calor. O poder público deverá introduzir medidas de eficiência energética e ampliação de áreas verdes em seus projetos, considerando o aspecto bioclimático diretamente relacionado à temperatura e à umidade, e também criando condições oportunas ao lazer e à qualificação dos espaços, os quais, sombreados e termicamente equilibrados, podem promover de maneira efetiva o conforto ambiental e a vitalidade urbana.

A conservação de florestas, matas e bosques representa um caminho fundamental para a remoção de carbono atmosférico, e também pode ser tomada como uma oportunidade de negócios. Em diversas localidades, a valorização da biodiversidade, a restauração de áreas naturais, a implantação de corredores ecológicos, a ampliação de parques urbanos e de espaços livres vegetados são estimuladas e fazem parte de ações governamentais e mesmo empresariais.

O urbanismo bioclimático e os projetos de cidades sustentáveis devem considerar a inserção de solo natural em cada lote, arborização em vias de circulação, praças e parques, ou seja, é preciso distribuir o verde por toda a cidade.

4. Reduzir o consumo de água e tratá-la como um elemento bioclimático, visando à adequação entre ambientes naturais (aquáticos) e construídos, ao conforto ambiental e à sustentabilidade.

A vegetação e a água são dois dos principais elementos naturais associados à biofilia, que consiste no desejo de conexão dos seres humanos à natureza. Esse amor pelo natural e a necessidade de estar perto dele foram responsáveis pela proximidade da maioria das localidades às massas de água e de vegetação e, contraditoriamente, pela sua degradação.

São inúmeros os exemplos positivos e negativos dessa relação, como as conquistas humanas pelo domínio sobre a natureza, com a mudança do curso de rios, disciplinando-os, canalizando-os, explorando seus recursos, produzindo energia e, ao mesmo tempo, esgotando lençóis freáticos, matando nascentes, aterrando várzeas e lançando esgotos e dejetos em cursos de água. Na atualidade, muitas dessas práticas têm continuidade, porém, paralelamente, avança a conscientização de considerar a água como recurso finito, cujos significados simbólicos e seus valores funcionais, inclusive, podem ser utilizados quanto ao escoamento superficial e à infiltração no solo em espaços urbanos.

Em face dos princípios bioclimáticos, sobretudo em regiões com alta pluviosidade, como em clima tropical quente e úmido, o urbanismo deve restringir as construções às margens de massas de água e, quando a ocupação ocorrer em suas proximidades, deve ser feita de maneira a aproveitar a paisagem, com usos voltados ao lazer, preservando o solo natural permeável, os baixios alagáveis e as matas ciliares. Até certa distância proporcional à dimensão da massa de água, deve-se conformar um tecido urbano disperso, com afastamentos que permitam a ventilação natural e garantam a dissipação das partículas de umidade.

Os principais exemplos de cidades sustentáveis têm conciliado o abastecimento de água, o tratamento dos resíduos, o reaproveitamento das águas servidas e, em termos mais diretamente formais, implantado parques urbanos, que, por se localizarem ao longo dos cursos de rios e/ou em regiões mais baixas, funcionam como bacias de estocagem.

5. Desenvolver parcelamento do solo, de acordo com a orientação, considerando as necessidades de exposição e/ou de proteção em relação à radiação solar e à ventilação.

Os planos diretores municipais e as leis de parcelamento do solo devem fixar critérios sustentáveis a serem utilizados pelos planejadores urbanos. Quadras abertas, lotes maiores e mais largos, por exemplo, permitirão edificações afastadas umas das outras, de modo que se promova a permeabilidade dos ventos e do solo no entorno próximo. Tal configuração é indicada para climas tropicais quentes e úmidos.

Ao contrário, para climas frios e para climas secos, seria mais recomendado um parcelamento do solo baseado em lotes mais estreitos e compridos ou mesmo um desenho urbano compacto, com quadras maiores, a fim de promover o desenho de praças internas, com uso comum a diferentes lotes.

Em contexto de edificações coladas umas às outras, a posição das vias e dos lotes é muito importante, pois isso é determinante para a exposição das poucas fachadas existentes à radiação solar. Assim, muitos guias de sustentabilidade recomendam as orientações das ruas para beneficiarem as fachadas voltadas para elas.

Com o advento do modernismo, das quadras abertas e do tecido urbano disperso, muitos edifícios ficaram soltos no lote. Com isso, todas as fachadas são consideradas principais do ponto de vista estético, uma vez que passaram a ser vistas, de determinado ângulo, e também são agora vistas como principais, do ponto de vista funcional, pois cada uma delas recebe o sol, de acordo com a orientação, em uma parte do dia e em uma época específica do ano, dependendo da sua localização geográfica.

Em bairros com desenho urbano disperso, o parcelamento do solo também permite que a edificação seja disposta de diferentes maneiras – solta no lote, implantada segundo a melhor orientação e o melhor aproveitamento da direção predominante dos ventos.

6. Estabelecer parâmetros urbanísticos, promovendo a alta densidade construtiva e a coesão social, com limites adequados ao clima e à infraestrutura.

Uma das primeiras iniciativas do planejamento de bairros e cidades é pensar um cenário urbano. É necessário refletir sobre como será a configuração do local, se com edificações verticalizadas ou não, próximas ou distantes umas das outras. Baseados nesses cenários desejados, muitos planos privilegiam os aspectos formais e se fundamentam em planos desenvolvidos para outras cidades, sem considerar as especificidades locais. Definir a densidade de construção interfere na construção formal da cidade, na diminuição ou no aumento *per capita* do uso de recursos ambientais e dos custos com infraestrutura urbana e, ainda, na adequação ou não ao clima da região.

As estratégias do urbanismo bioclimático são extremamente dependentes da legislação e, especificamente, dos parâmetros urbanísticos. Por exemplo, a permeabilidade do solo, tão importante para a infiltração da água das chuvas, ao diminuir os riscos de alagamento e alimentar o lençol freático, é dependente da taxa de solo natural. A permeabilidade do tecido urbano, tão importante para a amenização dos efeitos das altas umidades e temperaturas, é dependente, sobretudo, dos afastamentos entre as edificações que vão garantir ou não que o vento passe entre elas e chegue às aberturas, penetrando nos ambientes internos.

As diretrizes para cidades e bairros sustentáveis indicam que, para obter menor consumo do espaço, menor pressão sobre o ambiente natural, melhor aproveitamento da infraestrutura, bem como e para promover a vitalidade urbana, o caminho mais efetivo é a alta densidade urbana. Por sua vez, para aumentar a densidade de construção e de população, há que se incentivar o aumento do coeficiente de utilização e da taxa de ocupação.

A garantia de aberturas nos espaços internos e de afastamentos entre os volumes edificados ganha ainda maior importância, quando se abordam a salubridade dos espaços e sua contribuição para o combate à propagação de vírus e à proliferação de fungos e bactérias, considerando-se a necessidade de renovação do ar e de fornecimento de luz natural.

7. Planejar espaços públicos com o intuito de promover a vitalidade urbana e a qualidade de vida, envolvendo a população nas decisões da comunidade, em especial no que se refere ao desenho urbano.

O desenvolvimento sustentável, desde a sua origem, se apoia em um tripé formado por aspectos ambientais, econômicos e sociais. A duração das cidades depende das relações sociais (ACSELRAD, 2009), que podem ser sintetizadas na vitalidade urbana e na qualidade de vida e materializadas na desconcentração urbana.

A vitalidade urbana leva à vida, à dinamicidade, às pessoas nas ruas, em interação umas com as outras, mesmo que o objetivo primordial de sair de casa tenha sido motivado pela necessidade de ir ao trabalho ou ao comércio. Bairros com grande número de diferentes usos, próximos de residências e com calçadas e espaços livres que facilitem o deslocamento a pé, promovem possibilidades de encontro e de interação social, alternativas de demorar um pouco mais na rua, sentar e desfrutar de algum lazer.

A qualidade de vida vai além das necessidades individuais de conforto e de saúde. Ela abrange a satisfação coletiva de acesso a bens e serviços e a toda a rede de infraestrutura urbana. Esse item é quase que um detalhamento no bairro de uma configuração do tecido urbano como um todo. É quase a aplicação local de políticas públicas mais abrangentes, referentes à saúde, educação e segurança, por exemplo.

O urbanismo bioclimático é alcançado com a construção de espaços confortáveis, o que, em clima tropical quente e úmido, tem no abrigo o seu maior significado – a proteção contra a radiação solar e a chuva e a abertura aos ventos e às vistas para o entorno. Coretos, pergolados, marquises e árvores somam-se na representação do abrigo tão desejado, para o estar e o caminhar sombreados.

As cidades sustentáveis são produzidas a partir de espaços livres também como salas de estar; os bancos de praças e de parques se evidenciam como os locais ideais para sentar, conversar e apreciar a paisagem, ladeados por sinalizações, brinquedos, lixeiras e luminárias, tanto melhor em possíveis zonas livres de veículos automotores.

8. Especificar nos recintos urbanos materiais de baixo impacto ambiental, em vedações, pavimentos e revestimentos, considerando o acúmulo de calor.

As cidades são construções sociais e também se configuram como materialidade física, cujos recursos podem tanto ser originários da própria localidade quanto virem de longas distâncias. “Cidades com metabolismo linear consomem e poluem em alto grau; cidades com metabolismo circular minimizam novas entradas de energia e maximizam a reciclagem” (ROGERS, 2001, p. 31). Ou seja, quanto menor a entrada de alimentos, mercadorias, energias e materiais de maneira geral na cidade, mais elas se aproximam da sustentabilidade.

Do ponto de vista do urbanismo bioclimático, os materiais de construção, pavimentação e revestimento de vias e edificações devem ser preferencialmente oriundos da própria região e representarem menor possibilidade de emissão de calor, aqui considerando o contexto de clima tropical quente e úmido.

Alguns materiais, como asfalto e concreto, ao serem aquecidos pela radiação solar, aumentam sua temperatura e podem emitir o calor absorvido por horas, inclusive até a noite, de modo que influenciam o desempenho térmico dos recintos urbanos. Assim, contribuem para a formação de microclimas urbanos e para a formação de fenômenos de aquecimento, sobretudo quando associados a determinadas formas urbanas que dificultam a liberação do calor.

As cidades sustentáveis devem prezar pelo uso de materiais de baixo impacto. Isso significa acompanhar todo o processo, desde a extração, o transporte, a execução e o descarte, com vistas a diminuir a produção de resíduos e, em especial, a produção de gás carbônico (CO₂), de dióxido de nitrogênio (NO₂) e de dióxido de enxofre (SO₂).

Faz parte dos projetos de urbanismo bioclimático e de cidades sustentáveis maximizar o uso de materiais orgânicos, reciclados, recicláveis, pouco emissores de resíduos e de calor.

9. Promover a arquitetura bioclimática, com formas, materiais e elementos adequados ao metabolismo humano e ao clima da região, sempre que possível, preservando o patrimônio construído.

Os volumes edificados constituem um dos principais fatores para a formação de microclimas urbanos e, a depender de suas formas, materiais, elementos arquitetônicos e do modo como são dispostos e agrupados, podem ser considerados importantes contributos para o aquecimento ou para o arrefecimento das cidades. Assim, a arquitetura bioclimática representa um dos componentes do urbanismo bioclimático e também está presente em praticamente todas as diretrizes e propostas para as cidades sustentáveis.

O primeiro pensamento de concepção das edificações já deve considerar a sua localização, do ponto de vista do relevo e de condições climáticas, para a tomada das primeiras decisões quanto à distribuição dos ambientes internos, à orientação das aberturas, à especificação de materiais e à dinamicidade da volumetria.

A localização em climas frios e secos, por exemplo, levará à opção por volumes compactos, com paredes mais grossas para promover a inércia térmica. A localização em altas latitudes, no hemisfério sul, levará à proteção contra os ventos frios vindos do sul e à exposição ao sol das fachadas voltadas para o norte. Ao contrário, para edificações localizadas em zona térmica quente, sujeitas à alta umidade, deverá haver o incentivo das trocas térmicas, por meio de vedações leves e de grandes aberturas, expostas à ventilação cruzada, com elementos sombreadores, que as protejam da alta radiação solar.

A conservação de edificações existentes constitui um tipo de investimento na sustentabilidade ambiental, tanto quanto na social e na econômica, por preservar a natureza e a memória, ao mesmo tempo que se minimizam os custos com novas construções. Essa iniciativa passa pelo controle térmico, com valorização de iluminação e ventilação naturais, investimento em sistemas sustentáveis, como os de automação predial, reaproveitamento de águas servidas e até de produção de energia, utilizando preferencialmente fontes renováveis.

10. Promover programas, projetos arquitetônicos e produtos energeticamente eficientes e incentivar a etiquetagem e a certificação ambiental de cidades e edificações.

O mundo consome mais recursos naturais do que consegue repor e ainda devolve ao ambiente resíduos sólidos e gases que geram o efeito estufa. A melhoria da qualidade de vida nas cidades depende de mudanças de padrões de consumo e de construção. Sistemas de ensino podem formar pessoas conscientes para a problemática ambiental e que atuem como agentes de transformação. Programas governamentais têm sido desenvolvidos por diversos países, inclusive, pelo Brasil, visando à eficiência energética. Os avanços já realizados precisam de continuidade e de ampliação.

Com a disseminação do conceito de bioclimatismo, espaços urbanos e edifícios já podem ser concebidos consoante a eficiência energética, por exemplo, aproveitando a radiação solar para aquecimento de água e a ventilação natural para o resfriamento e a desumidificação dos ambientes. No caso de edificações antigas, há a necessidade de reformas, estruturais, formais e funcionais, voltadas à eficiência energética, incluindo a troca de equipamentos antigos ou obsoletos e a implantação de sistemas eficientes. A isso se dá o nome de *retrofit*.

As etiquetas constituem uma classificação dos ambientes, de acordo com o desempenho energético que apresentam, segundo normas e regulamentos específicos. O Programa Brasileiro de Etiquetagem – o PBE Edifica, por exemplo –, classifica uma edificação de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). As certificações, como Leed, Aqua e Selo Azul, são concedidas apenas a edificações ou bairros que foram confirmados como eficientes, por atenderem a requisitos como “localização, uso da água, quantidade de áreas verdes, qualidade do ar interno, processo construtivo e impactos sociais” (BRASIL, 2015, p. 33).

Etiquetas e certificações constituem indicadores de ações anteriores, assim como podem constituir orientações para ações futuras, influenciando o processo de concepção arquitetônica e urbana e contribuindo para o urbanismo bioclimático e para as cidades sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Eficiência energética: guia para etiquetagem de edifícios**. Brasília: MMA, 2015.
- DEUTSCHE WELLE. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/ex-pot%C3%Aancia-clim%C3%A1tica-brasil-se-afasta-cada-vez-mais-de-metas-do-acordo-de-paris/a-55910741>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- FREITAS, R. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Recife: Editora UFPE, 2008.
- FREITAS, R. *et al.* **Densificação construtiva e acúmulo de calor: o caso de Recife/PE. Anais do XV ENCAC XI ELACAC**. João Pessoa: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2019. Tema: Mudanças climáticas, concentração urbana e novas tecnologias.
- GHISLENI, C. **Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU aplicados em projetos de arquitetura**. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/949170/os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu-aplicados-em-projetos-de-arquitetura?utm_medium=email&utm_source=ArchDaily%20Brasil&kth=2,386,115. Acesso em: 10 nov. 2020.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2005.
- IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Genève, 2007.
- MONZONI, M. (org.). **Diretrizes para formulação de políticas públicas em mudanças climáticas no Brasil**. São Paulo: Observatório do Clima: EAESP – FGV, 2009.
- NOSSO FUTURO COMUM. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.
- OKE, T. *et al.* **Urban climates**. Cambridge, Cambridge University Press, 2017.
- ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

- SECCHI, B. **Primeira lição de urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, 2005; Gili, 2006.
- STEWART, I. D.; OKE, T. R. **Local climate zones for urban temperature studies**. 2012. Disponível em: http://journals.ametsoc.org/bams/article-pdf/93/12/1879/3739321/bams-d-11-00019_1.pdf. Acesso: 27 ago. de 2020.
- VITRÚVIO. **Tratado de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- WASSOUF, M. **Da casa passiva à norma Passivhass: a arquitetura passiva em climas quentes**. Barcelona: Gustavo Gili, 2019.



O MITO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E O BIOCLIMATISMO

Livia Ferreira de França

INTRODUÇÃO

A arquitetura bioclimática, desenvolvida a partir da década de 1960, extrai muitos de seus princípios de produções vernaculares, construídas em todo lugar desde os primórdios dos tempos, com os materiais e saberes locais. Dessa forma, a arquitetura bioclimática mostra-se mais conectada ao meio do que outras arquiteturas.

Essa arquitetura pressupõe um compromisso com o conforto ambiental dos usuários, utilizando formas, orientação e materiais em função do clima para prescindir de meios de condicionamento artificial. Mas, por si só, isso não pode garantir o cumprimento dos princípios ecológicos. Durante décadas, partiu-se do entendimento de que, para alcançar a sustentabilidade como reflexo da aplicação da ecologia, seria fundamental encontrar um equilíbrio entre os três pilares do desenvolvimento sustentável.

Ao longo de nossos trabalhos de pesquisa, porém, nós nos defrontamos com profundas dúvidas sobre os conceitos em torno do termo “desenvolvimento sustentável”. Por isso, este artigo tem por objetivo investigar e refletir sobre o tema, formulando perguntas e oferecendo caminhos de entendimento de uma questão essencial:

lidar com um colapso em curso. Para isso, também será abordada a ideia de bioclimatismo, com seus limites e utopias.

O MITO DO PROGRESSO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O mito do progresso é o símbolo filosófico da modernidade ocidental desde o Iluminismo, tendo surgido durante a revolução científica mecanicista, entre 1680 e 1730, segundo Rouvillois (1996). Gradualmente desviada do sentido original, que antes continha uma promessa de melhoria social, a crença no progresso e nas ciências racionais tornou-se a narrativa hegemônica da história, o arquétipo da civilização moderna, industrial e ocidentalizante. Centrada nas dimensões econômica e tecnocientífica, essa narrativa mantém-se à custa de graves prejuízos socioambientais. Durante séculos, vêm-se naturalizando a violenta desigualdade material que essa realidade acarreta, incluindo a dominação territorial, a exploração de povos, a escassez e a fome, o esgotamento de formas naturais de inestimável valor, a produção de resíduos tóxicos, enfim, a destruição das condições de vida, em todos os lugares. É essa modernidade que agora está entrando em colapso, segundo pesquisadores de várias áreas.

Desde a década de 1970, principalmente após a publicação do Relatório Brundtland, em 1987, os especialistas têm procurado estabelecer, por meio de estruturas normativas em evolução, mecanismos de controle do crescimento econômico, sem que isso represente um declínio na qualidade de vida de pessoas já nascidas, nem a restrição das condições de existência das gerações futuras. O desenvolvimento sustentável, aí firmado, assenta-se em três pilares, nomeadamente o econômico, o social e o ambiental.

À primeira vista, ser sustentável parece muito promissor para o meio ambiente, ao se pensar no desenvolvimento de energias renováveis e de materiais certificados, na descarbonização das cadeias produtivas e de transporte, entre outros aspectos. Entretanto, os resultados ambientais do desenvolvimento sustentável são irrisórios até os dias de hoje, o que é facilmente demonstrado por grande número de estudos recentes sobre o agravamento das mudanças climáticas e pelos dados crescentes da degradação ambiental do planeta. Entre os países mais ricos e poluentes que ratificaram o acordo climático de Paris, de 2015, os compromissos continuam insuficientes, apesar das inúmeras convenções assinadas e renovadas, após

incontáveis conferências e cúpulas do clima das Nações Unidas, desde 1992.

Nos anos 2000, começaram a surgir, mais e mais frequentemente, nos meios acadêmico e econômico, críticas ao desenvolvimento sustentável (doravante, DS), acusado de ser um termo cobreado (LIÉBARD; DE HERDE, 2006) e muito facilmente consensual (MORAES, 2015). Muitos autores, dentre sociólogos, economistas e geógrafos, enxergam no termo não um conceito científico, mas um vocábulo político, marcado pela imprecisão semântica (VIVIEN, 2003). Sob o termo DS, reúnem-se os chefes de Estado de todos os matizes políticos, na composição de mesas de negociação de onde emergem as decisões de impacto mundial, em que o termo despolitiza claros antagonismos ideológicos sobre o tipo de futuro que se espera ter (KALLIS; DEMARIA; D'ALISA, 2016). Por servir a interesses tão variados, esse termo é tido como embaraçoso, confuso e aberto à ambiguidade, ou como uma impossibilidade, um oxímoro (LATOUCHE, 2011). Além do caráter polissêmico, os estudiosos críticos do DS reprovam sua aceitação implícita dos dogmas do crescimento econômico e do domínio sobre a natureza.

Segundo Karl Polanyi (apud ABDELKADER; MAUCOURANT; PLOCINICZAK, 2020, p. 59), uma vez que a economia conseguiu impor-se como ciência (paulatinamente, desde o século XIX), para dar respeitabilidade a supostas leis do mercado autorregulável, começou e se produzir uma situação, inédita até então, em que a economia se “desinseriu” da sociedade, transformando-se no inverso, a sociedade inserida na economia; “a sociedade tornou-se um apêndice do mercado” (ibid.; tradução nossa). A economia de mercado estabelece as regras e os alicerces das grandes decisões globais, às quais estão subordinados os demais fatores da realidade, como ambientais, sociais e culturais. Ou seja, por meio de mecanismos econômicos é que se busca controlar e fornecer os elementos reivindicados pelas sociedades modernas.

O DS insere-se na dinâmica desenvolvimentista e crescentista, firmemente instaurada no quadro hegemônico da economia de crescimento linear (mensurada pelo Produto Interno Bruto), que sustenta que a reserva de capital é a única condição para a melhoria das condições de vida e de possibilidades de cuidar da natureza. Desde a Revolução Industrial, a natureza vem sendo instrumentalizada como reservatório infinito de recursos e poço de recebimento de dejetos (VIVIEN, 2003), manipulável e sempre à disposição, revelando a visão antropocêntrica do entendimento da realidade. Tudo isso é

base para a lógica individualista, consumista, utilitarista e industrial que prevalece nas sociedades de mercado. O discurso do desenvolvimento promete conforto e realização para todos e salvaguarda da natureza, mas na realidade resulta em fracasso.

Da ideia de DS, sobressaem diversas contradições. Por um lado, tem-se a defesa de que o capital de cada um dos três pilares deve ser conservado para uso das gerações futuras, em condições semelhantes de oportunidade, quando, na verdade, não existe igualdade de oportunidades na geração atual. Por outro lado, acredita-se que os capitais seriam equivalentes e intercambiáveis em certa medida, ou seja, que um eventual desgaste ambiental poderia vir a ser compensado por investimentos de capital econômico, quando esse jamais pode ser o caso, uma vez que a diversidade biológica é espacializada, interdependente e de frágil equilíbrio, formada por espécies que, às vezes, só ocorrem em determinada região. No mais, de acordo com o próprio desenho de sua configuração, no modelo dos três círculos, o DS sugere que possa haver a subsistência independente dos campos social e econômico, na ausência do ambiental, o que é uma ideia estapafúrdia, que não poderia ter respaldo em nenhuma realidade material.

Portanto, é bastante relevante que se possa questionar como as premissas do DS pretendem confrontar os paradigmas de produção e consumo e promover as transformações radicais necessárias para fazer frente aos problemas socioambientais, se seus discursos e práticas foram, à evidência, enquadrados pelas forças dominantes, representadas pelas alianças entre potências econômicas e aparatos de Estado. O mais provável é que se possa afirmar que as premissas do DS nasceram dentro desse quadro de forças e o representam, não tendo jamais existido para contestá-lo. Ou seja, o DS seria finalmente compreendido como um tipo de ecologia mercadológica e conciliatória, um expediente para fazer durar o desenvolvimentismo, com sua desigualdade, contrassenso e alta degradação.

Sustentar o estilo de vida europeu ou estadunidense acarreta muita degradação ambiental e social na Ásia, na África e na América do Sul. As nações, no quadro da divisão internacional do trabalho entre o Norte e o Sul globais, são empurradas para uma corrida material a qualquer custo, seja para manter uma boa posição econômica, ou para conquistá-la, seja para escapar da pobreza e da perversidade da “globalização real” (SANTOS, 2006). A dissolução dos domínios coloniais e imperialistas representou o início de uma colonização comercial e simbólica/ideológica. As relações verticais de

dependência, de hierarquia e de colonização apoiam-se no mito do progresso tecnocientífico e este, por sua vez, está ancorado, sobretudo, na ganância de alguns e no medo da falta de recursos, um mito construído da escassez. Juntam-se a isso um utópico otimismo nas inovações, pelo imaginário da tecnologia salvadora, o eurocentrismo e a presunção de superioridade em relação à existência original de culturas não europeias.

O próprio termo “subdesenvolvimento” advém de um paradigma colonizatório da modernização, a “falácia desenvolvimentista”, que tenta impor que todos os países sigam os mesmos passos do caminho do progresso (ESCOBAR, 2016, p. 59). Longe de ser um simples “atraso” em relação aos países ricos, a situação dos países do “Terceiro Mundo” é o produto de uma história particular, reconhecidamente imposta a eles pela violência (VIVIEN, 2003, p. 7). Em alguns de seus pressupostos, o DS abre questão em torno de estabelecer se os demais países teriam, ou não, direito a poluir o planeta para atingir os níveis de modernização dos países de economia rica. Ambos os lados têm se confrontado, nas negociações internacionais das últimas décadas, nos debates em torno dos custos do desenvolvimento, do direito a poluir, do mercado de carbono, do comércio de material genético etc. (ibid.). Em suma, frequentemente, a crise ambiental é tratada como um problema econômico qualquer e a vida é mercantilizada.

Luiz Marques (2019) afirma que a rota com base na atividade corporativa internacional nos leva ao colapso ambiental, a partir do momento em que a sociedade não detém o controle do fluxo, o quanto de recursos, de atividade humana e de tempo será investido em petróleo, com sua decorrente degradação. Até o início do século XX, a ideia do excedente dava segurança no futuro e na sobrevivência, diante de circunstâncias adversas, portanto, é um postulado difícil de quebrar, e a questão ambiental segue periférica. Marques (2019) afirma que, diante da gravidade do que se apresenta, não é suficiente discutir apenas a distribuição do excedente, mas o excedente em si. É preciso estabelecer que alimentos e água são bens comuns, não *commodities*, mercadorias de especulação em mercados internacionais, que não é preciso tanta energia para sermos “civilizados”, que o desmatamento não tem que existir, que nem tudo pode ser resolvido pelas técnicas, entre outros pontos.

Existem estudos que demonstram que o acúmulo material irrisório não é responsável apenas por deixar uma parte cada vez maior de pessoas na penúria. Ele também não garante aos demais um

bem-estar verdadeiro, mesmo quando os bens lhes são acessíveis, mas sim uma crescente sensação de frustração (LATOUCHE, 2011), como presas de ciclos ilimitados de criação de falsas necessidades e de produtos, o que produz, igualmente, um efeito de homogeneização dos modos de vida. Para que a economia pudesse ter passe livre para o seu desenvolvimento, os indivíduos viram-se cada vez mais dependentes do mercado e incapazes de atender por si mesmos às próprias necessidades, como alimento, vestimenta e moradia. A modernidade, gradualmente, tratou de sujeitar todas as atividades humanas à economia de mercado. A autonomia das pessoas não é incentivada, pelo contrário, somos vistos como consumidores e peças de uma engrenagem produtivista, em um mundo extremamente competitivo. Muitas vezes, nem sequer sabemos como os objetos que usamos são produzidos.

A tese central de [Ivan] Illich é que a “religião do crescimento” legitima um projeto técnico que visa à fabricação industrial da existência em substituição à invenção da vida pelos próprios indivíduos. Existem, de fato, de acordo com Illich, dois modos de produção de valores de uso: um modo autônomo, pelo qual os indivíduos atendem às suas necessidades por si próprios, e um modo heterônomo, que produz bens colocados à disposição dos indivíduos. [...] Devido à sua eficiência, o modo heterônomo tende a ter precedência sobre o modo autônomo até se tornar o que Illich chama de um “monopólio radical”, ou seja, uma situação em que a produção industrial destrói qualquer possibilidade de recorrer a outros meios de satisfação das necessidades (VIVIEN, 2007, p. 100; tradução nossa).

Além da habitual incompetência em obter, com nossas próprias mãos, a preparação, a fabricação e a construção dos bens de nossa vida cotidiana, com recursos locais, saudáveis, naturais e éticos, também sofremos com o que se pode chamar de incapacidade de distinguir o que é necessidade e o que é desejo de consumo e de pertencimento. Há forte implicação dos meios de publicidade e propaganda nesse fenômeno, fazendo apelo aos ideais de liberdade e de individualismo, herdados do Iluminismo, porém, apropriados de maneira particular ao ter e ao comprar. As pessoas tornam-se joguetes de sistemas estruturalmente amalgamados ao longo da história. Além disso, a dificuldade de ter uma visão clara da realidade é, para alguns, intransponível, já que a crença no livre mercado e no determinismo econômico desempenha em algumas mentes o papel de fundamentalismo religioso (LATOUCHE, 2011; SAINATH, 2017).

Afirma-se que essa ordem social malfazeja conseguiu instalar-se de tal maneira nas sociedades ocidentais, impondo-se ao restante do mundo, que acabamos por nos tornar, em geral, cúmplices de ilegalidades, ostentação e desperdício, devido a comportamentos herdados de mais de dois séculos e meio de construção do *Homo œconomicus* (ACCARDO, 2020). O combate a essa lógica é, de certa forma, um combate contra uma parte mais ou menos profunda que habita em cada um de nós (ibid.).

Vive-se um momento crucial da história, visto que está em curso uma transformação planetária, fruto do culminar de uma miríade de crises profundas, em muitas escalas (sanitária, alimentar, climática, agravação das questões sociais e ambientais). É o colapso da era baseada no mito do progresso, mas muitos ainda acreditam que o crescimento econômico e a tecnologia vão nos salvar, porque esse é um tipo de colonização ideológica que atinge o imaginário das pessoas (ISSBERNER; LÉNA, 2018), onde o crescimento segue vinculado à obtenção de bem-estar (KALLIS; DEMARIA; D'ALISA, 2016), o progresso segue sendo percebido como um direito e sua ausência como uma injustiça. Não se pretende pregar a rejeição de todos os aparatos do progresso, pois se pode reconhecer que invenções maravilhosas e úteis foram produzidas, em variados campos. Trata-se, sim, de questionar, fortemente, as contrapartidas éticas por muito tempo consideradas necessárias, ou seja, o preço ambiental e social que se pagou e que se paga pelo progresso.

Neste momento decisivo, ocorre justamente uma disputa de imaginários para o presente e o futuro da humanidade. De um lado, os poderes constituídos falam de desastres, mas somente quando lhes é conveniente, no sentido de despertarem o nosso medo e, assim, obterem o apoio para continuar a tomar decisões baseadas no seu inconcebível modelo de negócios globais, o que favorece que apenas vinte por cento da população humana do planeta tenha boas condições de vida (BREAKPOINT, 2019). Situações inaceitáveis, que acontecem em todos os lugares, são matizadas por medidas paliativas e formas de apaziguamento de conflito, às vezes muito convincentes, como o DS. Porém, a realidade tem mostrado como é inútil e perigoso seguir acreditando nesse modelo, a exemplo da pandemia de Covid-19, com suas dores e incertezas, vividas de distintas maneiras.

De outro lado, há a opção de romper com a lógica de progresso que prevalece há séculos. Isso começa por retirar a economia do topo das decisões que afetam todos, ao mesmo tempo que se abre mais espaço para modelos cooperativos, como o decrescimento

econômico, a economia social e solidária, o bem viver e outros ainda por descobrir. Os fundamentos imaginários da economia devem ser colocados em questão, encadeando as instituições sociais, colonizadas por esse ideário, em outra lógica, na qual esteja presente um tipo de frugalidade escolhida, e não imposta pela escassez (LATOUCHE, 2011).

O crescimento econômico enquanto objetivo social precisa ser abolido, substituído por atividades diferentes, assentadas em valores como convivencialidade, cuidado e bem comum (KALLIS; DEMARIA; D'ALISA, 2016). A mudança desejada é qualitativa e não quantitativa, por isso, baseada na partilha de relações imateriais, e não mercantis, tidas por muitos como portadoras de possibilidades mais amplas de realização pessoal (ibid.). Assim, surge a oportunidade de pensar e moldar coletivamente novos ideais, de buscar a autonomia comunitária e de eleger modos compatíveis com a ética da vida. Tudo isso vem de uma tomada de consciência sistêmica.

SOBRE A EVOLUÇÃO DO PENSAMENTO ECOLÓGICO

Em 1866, o médico alemão Ernst Haeckel forjou a palavra “ecologia”, a partir do grego *oikos*, casa, habitação, e *logos*, conhecimento, designando as interações dinâmicas entre os seres vivos e o seu ambiente, acrescentando, algum tempo depois, a precisão de que a ecologia estuda a distribuição geográfica das espécies. Tempos depois, o filósofo Robert E. Park, com base no trabalho *Ecologia das plantas*, de um botânico alemão, pegou emprestados termos como *habitat*, invasão, aclimação, indivíduo, sociedade, território, população etc. e publicou, em Chicago, a aproximação da abordagem em estudos de comportamento humano em ambiente urbano, em 1925. Esse estudo foi nomeado “ecologia humana”, conceito desenvolvido nas décadas seguintes, em numerosos trabalhos realizados nos Estados Unidos, de modo que, em 1959, Otis D. Duncan utilizou, pela primeira vez, a expressão “ecologia urbana” (PAQUOT, 2019).

Na década de 1970, diversos estudos e práticas ambientalistas surgiram como reação aos devastadores estilos de vida ditados pelo mercado financeiro. Desde então, elementos da natureza vêm sendo reconhecidos como sujeitos de direitos, em legislações diversas pelo mundo (CABANES, 2016). Esse movimento é, em parte, influenciado pela ecologia profunda e pela ecosofia, conceitos elaborados pelo

filósofo norueguês Arne Næss. A ecologia profunda rejeita a ideia de “ser humano dentro do ambiente natural” e defende o “igualitarismo biosférico”, incluindo todos os organismos, como os nós de uma rede relacional (NÆSS, 2020, p. 99-100). Næss afirma que “a riqueza e a diversidade das formas de vida são valores em si mesmas e contribuem ao florescimento da vida humana e não humana na Terra” (idem, 2013, p. 60; tradução nossa). Segundo esse autor (2020, p. 100; tradução nossa):

O direito igual para todos de viverem e prosperarem é um axioma de valor óbvio e intuitivamente claro. A restrição desse axioma ao ser humano é fruto de um antropocentrismo cujos efeitos deletérios se exercem sobre a qualidade de vida do próprio ser humano. Essa qualidade de vida depende em parte da profunda satisfação e do prazer que experimentamos em viver em estreita associação com outras formas de vida. A tentativa visando a ignorar nossa dependência e a estabelecer uma distribuição de papéis entre, de um lado, um mestre e, de outro lado, um escravo contribuiu para a alienação humana.

De acordo com a ecosofia, a diversidade é benéfica e aumenta as chances de sobrevivência, de potencialidades e de vida, o que faz com que a luta pela existência deva ser interpretada, antes, no sentido das capacidades de cooperar e de coexistir, tornando as relações mais complexas, do que no sentido da capacidade de competir, de explorar e de suprimir (NÆSS, 2020). Portanto, não seria opcional para o ser humano explorar a natureza e controlá-la para o benefício de alguns porque tudo o que se denomina recurso, na Terra, faz parte de um sistema interdependente de vida, no qual os meios seriam suficientemente abundantes para a manutenção de todos os seres que dele fazem parte. Isso é o oposto do mito da escassez, que sustenta a alta competitividade e a visão utilitarista da diversidade biológica.

Além disso, pode-se perceber que a concepção de humanidade desconectada da natureza é apenas uma visão moderna, muito limitada, uma vez que não há nada que não seja natureza. Fazendo um esforço criativo de libertação do antropocentrismo, pode-se reconhecer que nosso papel na biosfera não é essencial. Somos nós que dependemos da rede, e não o oposto. De acordo com Bruno Latour, a oposição entre antropocentrismo e ecologia profunda não é uma verdadeira questão, uma vez que não dá para configurar humano e natureza como binômios excludentes, entre os quais se precisaria

supostamente escolher, pois não há “lado de fora” (LATOURE, 2017, p. 110). Ele afirma ainda que a perversidade da modernização, ridicularizando a noção de tradição como algo arcaico, inviabiliza a transmissão e a herança dos saberes e que, ao se ousar questionar isso, ou ao menos em se duvidar da seta do tempo da modernização, qualquer um dá provas de desatualização, é como se estivesse posto que não se deva hesitar entre o antigo e o “novo”, pois o passado é visto como algo “ultrapassado”.

De fato, um ponto essencial na referência ecológica são os saberes dos povos originários dos territórios, como os indígenas do Brasil e outros povos da América Latina, da África e da Ásia, que têm uma forma própria de existência, muitas vezes em conexão quase sobrenatural com a natureza, considerando seres e elementos como entes familiares – a mãe montanha, o rio irmão. Os povos originários são os responsáveis pelo maior volume de preservação de biodiversidade e de elementos de bem comum, como solos férteis, água limpa, comida vegetal orgânica, e ainda pela guarda dos saberes construtivos vernaculares, reflexos da expressão cultural dos povos, que se dissipam perante as pressões exercidas por modelos ocidentais.

Essa capacidade de viver tem sido arrancada das pessoas, geração após geração, seja pela violência da colonização territorial, seja por outros mecanismos de Estado, como proibições de falar a língua materna, de se vestir de acordo com suas tradições, de realizar seus ritos culturais, de se curar com base nas plantas. Quando falham em exterminar ou “civilizar” populações, ainda assim esses processos têm consequências devastadoras em sua autonomia e autoconfiança. Infelizmente, à medida que as comunidades desaparecem da Terra, toda uma gama de conhecimentos irrecuperáveis as acompanha, penalizando toda a humanidade. Assim como o sistema-Terra não existe para nos ser útil, também a vida humana continua múltipla porque muitos povos resistem. Ailton Krenak (2019, p. 12-13) interroga:

Desenvolvimento sustentável para quê? O que é preciso sustentar? A ideia de nós, os humanos, nos descolarmos da terra, vivendo numa abstração civilizatória, é absurda. Ela suprime a diversidade, nega a pluralidade das formas de vida, de existência e de hábitos. [...] E está cheio de pequenas constelações de gente espalhada pelo mundo que dança, canta, faz chover. O tipo de humanidade zumbi que estamos sendo convocados a integrar não tolera tanto prazer, tanta fruição de vida.

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA E OS INTERESSES ECONÔMICOS DA SUA EVOLUÇÃO

A arquitetura bioclimática é aquela que, por excelência, herdou e ampliou os conhecimentos do vernacular, pois não existe arquitetura vernacular anticlimática. Sua importância é inegável, uma vez que o clima é incontornável e as estratégias passivas continuam sendo fundamentais para a coerência construtiva, o que faz com que a abordagem bioclimática seja não apenas atual, como ainda mais relevante na perspectiva da ecologia profunda.

Nas décadas de 1960 e 1970, os Estados Unidos foram o país que mais produziu estudos e edificações bioclimáticas (DIAZ-PEDREGAL, 1977). A partir dos casos ali desenvolvidos, o interesse nesses estudos difundiu-se em países europeus, na década de 1970 (França, Dinamarca, Inglaterra, Holanda e outros), onde se desenvolveram correntes variantes dessa arquitetura (ibid.). Havia a arquitetura solar ou solarizada, que adicionava equipamentos ao envelope para armazenar calor do sol para o aquecimento das águas de uso da residência e para obter conforto térmico. Havia a arquitetura puramente bioclimática, que utilizava suas formas, orientação, aberturas e materiais para o conforto natural e a economia de energia, banindo todo equipamento sofisticado para adotar apenas sistemas passivos. O terceiro tipo desenvolvido na época era a arquitetura autônoma, ensaiando com os primeiros modelos de tecnologia fotovoltaica as possibilidades de geração de energia elétrica. Essa era, porém, uma distinção simplesmente teórica, já que condições climáticas podiam implicar a utilização conjugada de diferentes técnicas. Naquele momento, o fenômeno ainda era novo e sua análise, complexa. A ideia que essas novas concepções representavam sofreu a rejeição inicial de muitos arquitetos, por resistência cultural e por preocupações formalistas (ibid.).

Os Estados, inicialmente, consideraram a arquitetura solar um domínio de utopistas e, depois, passaram a financiar suas pesquisas (DIAZ-PEDREGAL, 1977). Mas não foi uma atitude desprovida de interesse, pois sustentar a pesquisa é um pouco enquadrá-la e muitos foram os arquitetos a lamentar isso. Havia a tendência de alocar os investimentos onde eles pudessem ser mais vantajosos, na forma de projetos de pesquisa que se enquadravam nos ciclos industriais existentes. De qualquer forma, as pesquisas que avançavam possibilitavam conhecer os dados climáticos e obter um entendimento mais amplo sobre os fenômenos da biosfera. Certas vias investigativas tinham mesmo um caráter de retorno à natureza.

A crise das energias fósseis, na década de 1970, criou condições para que fosse considerada a utilização massiva da energia solar na Europa, mas muitas contradições se manifestaram. Os países industrializados, a princípio incrédulos em relação à energia solar, depois desconfiados, porque ela era a alternativa ideal aos planos de utilização da popularmente contestada energia nuclear, decidiram empregá-la para fins puramente comerciais (DIAZ-PEDREGAL, 1977). Países como a França criaram entidades para tratar das novas energias, cujos esforços consistiam em reunir as condições de um mercado internacional de equipamentos solares e os grupamentos de industriais suscetíveis de se interessarem em investir nisso. Havia duas estratégias paradoxais, que ora se aliavam, ora colidiam, que eram as governamentais e as da indústria petrolífera. Essa última se engajou nesse mercado e passou a investir nas células solares. É preciso que se entenda que a exploração fóssil não foi diminuída por isso, pois o consórcio objetivava vender a tecnologia solar para outros países, principalmente asiáticos (ibid.).

Havia também, por parte dos Estados e dos grandes interesses privados, preocupações quanto ao planejamento territorial. Imaginava-se que poderia haver uma corrida das pessoas em direção às energias solares, resultando na perda de sentido dos grandes centros urbanos instalados, visto que o acesso ao sol é disperso. Estavam em desenvolvimento os conceitos de casas ecológicas e de autoconstrução, e realizavam-se projetos de casas e cidades solares autossuficientes. Estudavam-se comunidades aptas a superar as contradições cidade/campo, desenvolvendo intercâmbios frutíferos entre si – agrícolas, intelectuais, novas relações dos indivíduos com a natureza, outras dimensões e significados de sociedade.

Com o aprimoramento da heliotécnica, o abastecimento de pequenas instalações industriais seria suprido e os grupamentos à escala humana poderiam ser satisfeitos. Portanto, os grupos no poder temiam que, a partir da autonomia energética, pudessem surgir também a autonomia econômica e a política (DIAZ-PEDREGAL, 1977). Mas eram raros os arquitetos conscientes da profundidade desse pensamento (ALEXANDROFF, 1977). As experimentações no campo da autonomia energética de casas e cidades, na época, terminaram sem conquistas substanciais, por falta de suporte e de tecnologias, e poucas foram as realizações postas em prática, grande parte ficou apenas no papel (LOPEZ, 2011).

Esses dados fornecem pistas para o entendimento dos interesses econômicos que determinaram, nos anos 1970, o rumo das

pesquisas em energia solar e o futuro da própria arquitetura bioclimática, infelizmente, até hoje, marginal em seu alcance, nos meios acadêmico e profissional. A possibilidade de que essa arquitetura, então recém-nascida, tivesse podido encampar um novo debate político, no sentido etimológico, favorecendo a evolução das relações no mundo, não prosperou. O que ocorreu foi apenas uma associação da energia solar com o sistema de distribuição de energia dominante, prática, aliás, apreciada pelos industriais, pois introduz mudança muito limitada no *modus vivendi* estabelecido, sem mudanças culturais revolucionárias que representem mais independência. É preciso compreender a força, criadora ou destrutiva, que têm as ideologias dominantes.

URBANISMO BIOCLIMÁTICO E CIDADES SUSTENTÁVEIS: LIMITES E ILUSÕES

As cidades apresentam muitos microclimas, dado que suas formas são complexas em diversas escalas, associando alto grau de variabilidade a uma estrutura subjacente mais ou menos ordenada, formada por volumes construídos e espaços vazios. O tecido urbano e sua orientação influenciam a penetração do sol e do vento, tendo, assim, grande influência no conforto ambiental. Os microclimas urbanos são um mosaico de nanoclimas, o tempo muda de uma rua a outra, à sombra dos imóveis, nos parques abertos, entre o solo e a cobertura das construções, nos horários diurnos e noturnos (SALAT, 2015). Correções em termos de temperatura e conforto podem ser obtidas pelo emprego da vegetação e da água – ciclos hidrológicos, regulação da velocidade de escoamento, retenção de enchentes e umidade do ar estável.

Outros tipos de conforto entram em conflito nas áreas urbanas, como o acústico e o olfativo (da qualidade do ar), numerosas vezes impedindo o condicionamento térmico em climas tropicais quentes e úmidos, tornando indesejável a ventilação natural no interior das edificações, se ela traz consigo ruído e poluição. Nos climas tropicais úmidos, a ventilação é uma estratégia de conforto, que prevalece sobre a compacidade. Em climas áridos, ao contrário, a sombra é necessária e suficiente ao conforto térmico, pois os ventos são indesejados, por sua característica seca e quente, e devem ser evitados por meio de construções compactas e ruas estreitas. Todas essas

estratégias são o que se pode chamar de tradução arquitetural dos fenômenos térmicos (FRANÇA, 2018, p. 33).

Quanto ao fluxo da radiação, de dia predomina o acúmulo de calor e, de noite, sem sol e com menor velocidade média dos ventos, os materiais irradiam esse calor e, progressivamente, se resfriam. A morfologia urbana influencia na capacidade do tecido urbano de dissipar sua energia, mas não existe abertura ao céu ótima. O grau de abertura da forma da cidade deve depender do clima, com sutil equilíbrio entre penetração da luz e bloqueio da incidência de calor, nas horas quentes. O ponto-chave é a gestão das contradições entre densidade e estresse térmico (SALAT, 2015). Essa é, em linhas muito gerais, a abordagem bioclimática da concepção urbana.

No início dos anos 1980, nos países do hemisfério norte, o paradigma que sustentava as intervenções em espaços urbanos, a reabilitação de um bairro, por exemplo, era o de obter um urbanismo bioclimático por meio da arquitetura solar, ou seja, intencionava-se que todas as unidades habitacionais, as individuais, bem como as coletivas, pudessem desfrutar de boa insolação (KHORSI; ORDONNEAUD, 1982), gerando redução de gasto energético com aquecimento no inverno. Eventualmente, consideravam-se os ventos, para um conforto de verão (NICOLE, 1981). Os resultados dessas propostas, na prática, foram muito limitados. Os estudos no campo do urbanismo bioclimático seguiram com poucas proposições entre as décadas de 1980 e 1990, ganhando certo ressurgimento nos anos 2000.

O projeto Masdar City, de 2006, consistia em uma cidade bioclimática modelo, localizada a 20 km de distância de Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, pautada em energias renováveis, transportes de baixo carbono e estratégias de desperdício zero. A abordagem bioclimática (cujo projeto é oriundo da famosa firma inglesa de arquitetura Norman Foster) resultou na forma compacta e parcialmente subterrânea, com vielas estreitas e fachadas com passagem seletiva de luz e calor. O projeto serve à pesquisa em tecnologias de ponta, para posicionar o país como líder no setor das energias renováveis. Em 2016, os responsáveis foram obrigados a ver seu otimismo se esvaír, pois a cidade não atraiu os negócios que almejava e havia apenas algumas centenas de alunos do Instituto Masdar vivendo ali, embora a previsão inicial fosse de abrigar 52 mil habitantes àquela época (ROGER, 2016). Diz-se que, com seu enorme custo estimado (16 bilhões de dólares), o projeto da cidade não teria nada de ecológico, seria um instrumento econômico e um símbolo de poder para Abu Dhabi, e, em última análise, a cristalização do fenômeno global

de surgimento de bairros luxuosos, enclaves de tecnologia e guetos para os ricos. “Se essa ecocidade é símbolo, é o das contradições de um país que professa sobriedade energética, mas tem uma das piores pegadas de carbono do planeta, que foca em energia solar, mas explora sem limites suas receitas em petróleo” (ROGER, 2016; tradução nossa). A ideia de ecologia dependente da alta tecnologia, se é que isso pode existir, é de todo modo contrária aos princípios do bioclimatismo, de base simples e ancestral.

Outro projeto que se definia também como cidade bioclimática nos limites do deserto, Sidi Sayeh, seria uma extensão de Trípoli, capital da Líbia, que acomodaria 70 mil habitantes. Nesse caso, a concepção (de 2011, do arquiteto e urbanista francês Thierry Bonne) baseava-se somente nos princípios do bioclimatismo, segundo o arquiteto, buscando a ventilação natural dos espaços urbanos pela brisa marítima para construir a denominada primeira cidade bioclimática com ventilação natural do mundo, cujos estudos foram realizados em um sofisticado laboratório especializado em túnel de ventos, em Paris (VÉRAN, 2010). O projeto não chegou a ser iniciado porque uma guerra eclodiu na Líbia. Thierry Bonne, questionado sobre os motivos da ausência de uma experiência concreta de cidade bioclimática no mundo, acredita que eles sejam de ordem política. No seu caso, segundo ele, foram necessários dois anos para convencer as autoridades locais do bom fundamento da aplicação dos princípios do bioclimatismo (BONNE, 2016).

É concebível integrar os princípios do bioclimatismo à escala de um espaço urbanizado, no que se refere à orientação e à forma do traçado e das massas construídas, agindo sobre a exposição ao sol e sobre a penetração de ventos, com certa antecipação de suas dinâmicas, e ainda sobre os papéis desempenhados pela água e pela vegetação. Entretanto, o bioclimatismo não pode ser o único pressuposto a ser mobilizado para obter um qualitativo ecológico nos espaços. Ele é uma camada necessária, há outras. Além disso, o conforto humano, por mais que seja extremamente relevante, não pode pretender-se isolado dos fatores que põem em risco não apenas o bem-estar, como a própria continuidade da espécie humana na Terra, envolvendo a existência das demais espécies animais, dos vegetais e dos minerais.

Para recuperar cronologicamente a gênese do “ecourbanismo”, pode-se dizer que este apareceu de maneira formal na Califórnia, nos Estados Unidos, logo depois do primeiro choque do petróleo (em 1973), com o livro *Sustainable Communities: a new design*

synthesis for cities, suburbs and towns (VAN DER RYN; CALTHORPE apud EMELIANOFF, 2015, p. 34). Então, apareceram outras fontes de literatura e foram construídos alguns ecobairros, nos Estados Unidos. Na Alemanha e na Holanda, esses conceitos também se difundiram nos anos 1970, após demandas sociais por natureza nas cidades. Nos anos 1990, surgiram bairros que respondiam a dados ambientais específicos, como balanço hídrico para evitar alagamentos, urbanização de ex-zonas agrícolas ou reabilitação de vazios urbanos, assim como gestão de poluentes, aplicação de permacultura, bairros sem carros, preservação de nichos de interesse particular de biodiversidade, zonas não antropizadas etc. (ibid.). O urbanismo dito sustentável encontra referências no bairro pioneiro Vauban, na cidade de Fribourg-en-Brisgau, na Alemanha.

Nas principais cidades europeias, desde os anos 2000, há políticas públicas orientadas ao DS e são realizadas, pelos gestores, chamadas para participação em projetos e operações piloto, atraindo a resposta e o interesse de arquitetos e urbanistas e de empresas privadas, com a difusão do conceito de urbanismo de selo sustentável e trocas de experiências entre cidades do cenário europeu (EMELIANOFF, 2015). Na Ásia, também surgiram cidades e bairros ditos sustentáveis, que esbanjam luxo e alta tecnologia, o que configura uma grande contradição com os objetivos ambientais. Em países de tradição liberal ou ultraliberal, como Estados Unidos e Grã-Bretanha, é mais difícil implantar a ideia no seio do Estado; o que existe como ecobairro é, frequentemente, resultado de iniciativa privada (MAYER, 2015). Esse parece ser também o caso de alguns projetos de ecobairros no Brasil, surgidos há cerca de dez anos, em metrópoles como Recife.

No caso europeu, as questões sociais presentes nos consórcios de construção de ecobairros se referem à busca pela mixidade de usos e de públicos, procurando reunir programas e tamanhos diferentes das habitações nos mesmos edifícios e, assim, concentrar polos de atrativos comerciais, serviços de proximidade e equipamentos públicos, com privilégio dado à mobilidade não motorizada e aos modais de transporte público. A oferta de espaços verdes, como parques, jardins partilhados e hortas comunitárias, é tida como fundamental para a coesão social na escala desses espaços. Nota-se que a participação cidadã na confecção dos projetos é constantemente evocada nas comunicações governamentais e atende a objetivos nem sempre claros, mas sem dúvida políticos, servindo para amenizar potenciais conflitos com os moradores e conseguir levar adiante as propostas

globais, sem que, contudo, os modos clássicos de governança sejam alterados. São negligenciadas formas de participação mais operatórias, como espaços de codecisão e gestão de bens comuns (EMELIANOFF, 2015). A abordagem institucional, hiperfocada em questões setoriais como energia e mobilidade, não chega a ter peso suficientemente importante nos hábitos de vida e consumo (ibid.).

O modo de vida, no caso europeu, é extremamente impactante na pegada ecológica e social de todo o planeta. Vê-se que está em jogo a manutenção do padrão de vida das classes elevadas, pois nenhum ecobairro chega a ser autônomo, uma vez que se continua consumindo lá o que é produzido por mão de obra mal paga e com o uso de bens naturais de outras partes do mundo. Nos livros e revistas de arquitetura e urbanismo, é comum encontrar a palavra de empreendedores, gestores e fornecedores. As informações científicas são, não raro, colocadas lado a lado com opiniões de interesse do mercado, dificultando a distinção dos fatos e discursos.

O livro recém-publicado *Le Capital dans la cité: une encyclopédie critique de la ville* [O capital na cidade: uma enciclopédia crítica], de Adam e Comby (2020), reúne estudos, considerações e exemplos de mais de trinta pesquisadores sobre como os principais problemas urbanos são recuperados pelo discurso neoliberal, tais como mudanças climáticas, agricultura urbana, mobilidade, turismo, aluguel social, espaços públicos etc. Apresentando uma cartografia das cidades do século XXI, no mundo, o livro expõe contradições, questiona os discursos veiculados e convida à reapropriação coletiva da produção dos espaços. Nos países centrais do desenvolvimento, desde algumas décadas, as cidades vêm sendo configuradas segundo critérios de competitividade, transformadas em vitrines de investimentos privados, para atração do interesse de uma suposta classe criativa e conectada (ibid.). Desigualdades eclodem, decorrentes dessa privatização urbana. Um dos verbetes dessa enciclopédia trata do paradigma das cidades sustentáveis:

A cidade sustentável aparece como uma forma de administrar as contradições da produção urbana capitalista – baseada na captação e no consumo de recursos – sem questionar os paradigmas dominantes. Não introduz uma ruptura nas políticas urbanas, mas se apresenta como uma perpetuação de práticas que agora se aproveitam de um horizonte de sustentabilidade. Eliminando a dimensão crítica da ecologia, a cidade sustentável participa, assim, de uma justificativa ética para a busca do capitalismo urbano (VALEGEAS, 2020, p. 379; tradução nossa).

Vê-se que as noções de cidade sustentável e ecobairro, tendo sido portadoras de potencial transformador e de esperança, sobretudo entre 2005 e 2015, foram frequentemente usadas como ferramentas para “esverdear” projetos. Esses modelos integram os sistemas hegemônicos, ora questionados, e por isso nunca puderam representar a envergadura da mudança que se faz necessária nos modos de vida e relações com o vivo. O mesmo se pode dizer da explosão das certificações ambientais, muitas reduzidas a uma vã ilusão, iniciativas pontuais e desconectadas do contexto.

A transição ecológica e a transição energética são, nos últimos anos, os novos termos na evolução do pensamento desenvolvimentista nas cidades, substituindo, em parte, o termo “desenvolvimento sustentável”, desgastado por suas controvérsias. Mas os objetivos territoriais são, com poucas mudanças, os mesmos de quinze anos atrás. A questão energética é, não à toa, assunto fundamental nas sociedades modernas termoindustriais, porém todos os domínios são hoje confrontados com os limites ambientais. A revolução digital e sua promessa de *smart cities* e sociedades conectadas lidam com o impasse da raridade, já que os processos de extração dos minerais e metais raros, os principais constituintes de nossos telefones, computadores e até dos painéis solares fotovoltaicos, causam poluição, guerras e disputas territoriais, exploração de pessoas e mortes por intoxicação. Por tudo isso, é impossível pensar em justiça ambiental e social sem a recusa da lógica que sustenta a superprodução e o superconsumo.

A superexploração gera lucro para poucos e danos para todas e todos, recaindo com mais força sobre os vulneráveis. Trata-se de questões que refletem a desigualdade entre países do Norte e do Sul global e no seio mesmo das grandes metrópoles mundiais, entre centro e periferias, como condições de acesso à moradia, racismo ambiental, migrações e questões de gênero. Thierry Paquot (2019, p. 13; tradução nossa) define o urbanismo como “a forma ocidental e masculina de construir cidades produtivistas”, ou seja, espaços para uma determinada população, de trabalhadores saudáveis. Segundo Paquot, há três instrumentos metodológicos a serem empregados nos estudos sociológicos: “ecofeminizar” a mente, “desocidentalizar” os pontos de vista e promover uma abordagem retroprospectiva, porque o estudo da ciência é, predominantemente, masculino e sexista (ibid.).

De acordo com Iazana Guizzo (2019, p. 18-19), “sair do impasse é sair da cosmovisão colonial e patriarcal”. Segundo a autora, agora, faz-se vital que outras “cosmosensações” assumam a dianteira dos nossos imaginários e utopias realizáveis, para reconduzir os modos

de habitar a Terra e os ofícios relacionados à construção do espaço. “Estes modos devem escapar às ideias de crescimento e competição e substituí-las por cooperação, simbiose, construção de um *comum*” (ibid.).

Existem iniciativas coletivas e solidárias, focadas no reemprego de recursos e no trabalho voluntário, dando preferência à reabilitação antes que à demolição para construção nova. Mas essas são ações marginais. Formas de construir na lógica do compartilhamento, ou usando materiais locais e naturais, são ainda uma abordagem militante. Por isso, o conhecimento da produção vernacular e do bioclimatismo deve fazer parte da formação de novos arquitetos com a mesma ênfase que foi até agora dada às produções eruditas. As práticas arquitetônicas e urbanísticas devem ser profundamente questionadas para se compreender o tipo de visão de mundo que essas produções sustentam. O lugar da produção de espaços é também o do papel político dos arquitetos, por suas competências de resposta espacial a demandas socioambientais e pelas especificidades de seu conhecimento, em transversalidade com outras áreas. E cumpre fazer um balanço das pesquisas científicas sob novas aspirações. Do contrário, trata-se apenas de retórica “verde”, quando nem sequer se sabe como funciona um ecossistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Olhando para trás com um recuo de trinta anos, observa-se que a promessa do desenvolvimento sustentável acabou. Suas premissas não puderam ser cumpridas em nenhum lugar. Ele apenas ajudou a prolongar os ideais do *status quo* econômico. No entanto, acredita-se que nem todos têm a mesma consciência disso; existe a ambição, certamente, mas também a ingenuidade e a esperança de muitos, que insistem em trabalhar a serviço dessa grande bandeira esgarçada, feita de muitas cores políticas.

Partindo do pressuposto de que os imaginários realmente têm a força de moldar as relações, defende-se a ideia de que se deve iniciar um processo de descolonização ideológica, para obter a autonomia de estabelecer outros modos de vida e contar outras narrativas. Acolher a biodiversidade, passando a respeitá-la por seu valor intrínseco, levando a uma inserção espacializada, interdependente e mais positiva do ser humano. É necessário trabalhar com a transdisciplinaridade, com a complexidade e com a incerteza. É ainda hora de

resgatar certas dimensões que são normalmente desprezadas, por exemplo, a produção coletiva de bens metafísicos como a felicidade.

A arquitetura, como produção humana, não tem fim em si mesma. Sua possibilidade de sucesso é tornar-se útil para uma comunidade. Entende-se, então, que as relações nocivas à vida devem mudar para que certas formas arquitetônicas sejam substituídas, pois o ordenamento espacial segue a ordem das relações. Assim, é essencial que a arquitetura seja ecológica e que se pense em como as reflexões de arquitetos e urbanistas podem contribuir na formulação de imaginários possíveis para o bem coletivo. Segundo muitos autores, nem mesmo as melhores técnicas, compatíveis ambiental e territorialmente, seriam suficientes agora para evitar o colapso; fala-se da possibilidade extremamente provável de catástrofes socioambientais em cascata, já em curso e que deverão se intensificar a partir dos próximos anos. Mas isso, se relativizado, pode representar um caminho de renovação, visto que se trata do colapso de um sistema sem saída, representado por corporações que privatizaram bens vivos, colonizaram os imaginários e tentam, por todos os meios, homogeneizar os modos de vida.

O que nos resta, segundo muitos cientistas, é sermos resilientes e aguardarmos que, tão logo o sistema arruine a si mesmo, o que não estaria longe de ocorrer, estejamos fortes e preparados para assumir o bastão e levar a outro futuro a humanidade que resistir ao colapso. A maneira de viver sem causar dano, os povos originários mostram há muito tempo. Não seriam esses povos mais preparados que os ocidentalizados para a resistência diante de grandes pressões, que é o que eles vêm fazendo há séculos?

Nenhum caminho está traçado e jamais haverá UM caminho único. Pode ser que esteja faltando sentirmos que a experiência mais próxima da terra e na Terra gera vida, saúde, alegria, amor, sentimento de pertencimento e de coletividade, reverência e regeneração. Essa força vital pode se constituir no interior de cada uma e cada um, a partir de quando se é capaz de observar as dimensões que ultrapassam as forças humanas, como um rio caudaloso, uma grande montanha, uma chuva torrencial. E sem esquecer, jamais, de olhar o sol, que ainda brilha diariamente sobre todas as cabeças.

REFERÊNCIAS

ABDELKADER, N.; MAUCOURANT, J.; PLOCINICZAK, S. **Karl Polanyi & l'imaginaire économique**. Paris: Le passager clandestin, 2020.

- ACCARDO, A. **Le Petit-Bourgeois gentilhomme**: sur les prétentions hégémoniques des classes moyennes. Marseille: Agone, 2020.
- ADAM, M.; COMBY, E. **Le Capital dans la cité**: une encyclopédie critique de la ville. Paris: Éditions Amsterdam, 2020.
- ALEXANDROFF, G. De l'habitat solarisé à la cité solaire utopique. **L'Architecture d'Aujourd'hui**, Paris, n. 192, p. 8-10, set.-out. 1977.
- BONNE, T. De premières tentatives de villes bioclimatiques. [Entrevista concedida a] LDV Studio Urbain. **Demain la ville**, 31 ago. 2016. Disponível em: <https://www.demainlaville.com/faire-baisser-temperature-larchitecture-senvisager-a-lechelle-de-toute-ville/>. Acesso em: 14 jan. 2021.
- BREAKPOINT: a counter history of progress. Direção: Jean-Robert Viallet. Produção: Victor Ede e Alexandre Cornu. França. 2019. Documentário (98 min).
- CABANES, V. **Un nouveau droit pour la Terre**: pour en finir avec l'écocide. Paris: Editions du Seuil, 2016.
- DIAZ-PEDREGAL, P. Architecture solaire: quelques perspectives. **L'Architecture d'Aujourd'hui**, Paris, n. 192, p. 2-6, set.-out. 1977.
- EMELIANOFF, C. Genèse des écoquartiers. [Entrevista concedida a] GAUZIN-MÜLLER, D. *et al.* **EK**, Paris, n. 46, p. 34, ago.-set. 2015.
- ESCOBAR, A. Críticas ao desenvolvimento. *In*: D'ALISA, G.; DEMARIA, F.; KALLIS, G. (org.). **Decrescimento**: vocabulário para um novo mundo. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2016. p. 58-62.
- FRANÇA, L. F. **Singular e plural**: estudos de conforto ambiental à luz de arquitetura bioclimática, eficiência energética e experiência espacial do usuário. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- ISSBERNER, L.-R.; LÉNA, P. Antropoceno: os desafios essenciais do debate científico. **O Correio da Unesco**, n. 2, p. 7-10, abr.-jun. 2018. Disponível em: https://unesco.bibliomondo.com/ark:/48223/pf0000261901_por. Acesso em: 8 jan. 2021.
- KALLIS, G.; DEMARIA, F.; D'ALISA, G. Decrescimento. *In*: D'ALISA, G.; DEMARIA, F.; KALLIS, G. (org.). **Decrescimento**: vocabulário para um novo mundo. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2016. p. 21-42.

- KHORSI, J.; ORDONNEAUD, F. **Réaménagement et intervention bioclimatique en quartier ancien**. Toulouse: Unité pédagogique d'architecture de Toulouse, 1982.
- KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- LATOUCHE, S. **Vers une société d'abondance frugale: contresens et controverses sur la décroissance**. Paris: Mille et une nuits, 2011.
- LATOURE, B. **Où atterrir?: comment s'orienter en politique**. Paris: La Découverte, 2017.
- LIÉBARD, A.; DE HERDE, A. **Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques**. Paris : Le Moniteur, 2006.
- LOPEZ, F. La déconnexion, ou l'histoire de l'autonomie énergétique. **Le Moniteur**, 1^o jan. 2011. Disponível em: <https://www.lemoniteur.fr/article/la-deconnexion-ou-l-histoire-de-l-autonomie-energetique.1330944>. Acesso em: 8 mar. 2021.
- MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Unicamp, 2019.
- MAYER, A. Ecoquartiers d'ici et d'ailleurs. [Entrevista concedida a] GAUZIN-MÜLLER, D. *et al.* **EK**, Paris, n. 46, p. 49, ago.-set. 2015.
- GUIZZO, I. **Reativar territórios: o corpo e o afeto na questão do projeto participativo**. Belo Horizonte: Quintal Edições, 2019.
- MORAES, K. G. **Obsolescência planejada e direito: (in)sustentabilidade do consumo à produção de resíduos**. [s.l.]: Livraria do Advogado Editora, 2015.
- NÆSS, A. **Écologie, communauté et style de vie**. 2. ed. Paris: Dehors, 2013.
- NÆSS, A. **Une écologie pour la vie: introduction à l'écologie profonde**. Paris: Points, 2020.
- NICOLE, V. Vers un tissu urbain bioclimatique, soleil et formes urbaines. **Urbanisme**, n. 184-185, p. 50-55, jul. 1981.
- PAQUOT, T. Introdução. *In*: JOUVENTIN, P.; LATOUCHE, S. **Pour une écologie du vivant: regards croisés sur l'effondrement en cours**. Paris: Libre & solidaire, 2019.
- ROGER, S. Au milieu du désert, le mirage de Masdar. **Le Monde**, 29 fev. 2016. Disponível em: <https://www.lemonde.fr/grands-formats/visuel/2016/02/29/>

au-milieu-du-desert-le-mirage-de-masdar_4873704_4497053.html. Acesso em: 14 jan. 2021.

- ROUVILLOIS, F. **L'Invention du progrès**: aux origines de la pensée totalitaire, 1680-1730. Paris: Kimé, 1996.
- SALAT, S. De la ville blanche, verte et bleue à la forme urbaine bioclimatique. *In*: TERRIN, J.-J. **Villes et changement climatique**: îlots de chaleur urbains. Marseille: Parenthèses, 2015. p. 225-243.
- SANTOS, M. Direção: Silvio Tendler. *In*: ENCONTRO com Milton Santos: o mundo global visto do lado de cá. Produção: Ana Rosa Tendler. Brasil. 2006. Documentário (89 min). Disponível em: <https://bit.ly/2MsFsSY>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- SAINATH, P. Direção: Mathieu Roy. *In*: **Dispossessed**. Produção de Colette Loumède *et al.* Canadá. 2017. Documentário (81 min).
- VALEGEAS, F. Ville durable: le paradigme dominant de la production néolibérale de la ville. *In*: ADAM, M.; COMBY, E. **Le Capital dans la cité**: une encyclopédie critique de la ville. Paris: Éditions Amsterdam, 2020. p. 377-391.
- VÉRAN, C. Ville nouvelle: construire une cité bioclimatique en limite du désert. **Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment**, n. 5584, p. 38, 3 dez. 2010.
- VIVIEN, F.-D. Jalons pour une histoire de la notion de développement durable. **Mondes en développement**, n. 121, p. 1-21, 2003.
- VIVIEN, F.-D. **Le Développement soutenable**. Paris: La Découverte, 2007



AS CONTRIBUIÇÕES DA ARQUITETURA COLONIAL PARA O BIOCLIMATISMO E A SUSTENTABILIDADE, EM HAVANA, CUBA

Maite Hernández Alfonso

INTRODUÇÃO

A cidade de Havana está localizada na latitude 23°00' N e longitude 82°30' W. Possui um clima tropical quente e úmido, com temperatura média máxima, no verão, de 31°C e média mínima, no inverno, de 18°C. As estações chuvosas coincidem com o verão, durante os meses de maio a setembro, e a estação seca, nos meses de outubro a abril. A média anual de precipitações varia entre 1.000 e 1.400 mm, com alta umidade relativa do ar, de 76%. Os ventos predominantes vêm de nordeste e de leste, condição que deu origem a um planejamento urbano que canalizava o ar para a cidade pelo tecido urbano, estabelecendo uma relação importante com a proximidade do mar (RAMÍREZ, 2008).

Cada uma dessas características foi assimilada pelos primeiros mestres construtores que chegaram à ilha, durante o século XVI, vindos da Espanha, que adaptaram algumas das características tipológicas das construções espanholas do sul da península Ibérica às construções cubanas. O modelo mediterrâneo, tradicionalmente apropriado para climas temperados e secos, foi evoluindo para se

adaptar às condições do clima tropical quente e úmido. Assim, o pátio interior, os tetos de telhas, os poços para aproveitamento das águas pluviais e as grandes janelas foram alguns dos componentes tipológicos assimilados na arquitetura colonial cubana, aos quais se acrescentaram novos elementos, como o pé-direito alto, *portal corrido*, sacadas e *medios puntos*. Em espanhol, denomina-se *portal* a espécie de varanda que antecede a entrada de algumas residências. Em Havana, a sequência dessas varandas (*portales*) em zonas urbanas compactas originou uma espécie de calçada coberta ou corredores de circulação para pedestres, chamados *portales corridos*, nas amplas avenidas. Os *medios puntos* são arcos de madeira, em forma de leque, em cima das janelas das casas coloniais de Havana Velha, usualmente decorados com vidros coloridos. Esses elementos foram retomados pelos arquitetos cubanos, durante o século XX, em busca de um estilo próprio, diante das tendências internacionais (GONZÁLEZ, 2014).

A interpretação e a adaptação do estilo internacional ao contexto cubano foram as premissas apreendidas pelos arquitetos para elaborar um estilo genuinamente cubano. Esses princípios, hoje, são mais válidos do que antes, em face das novas necessidades de alcançar uma arquitetura e um planejamento urbano sustentáveis; uma arquitetura que garanta o conforto e as necessidades habitacionais das gerações presentes e futuras em harmonia com a natureza. Por outro lado, reconhecer componentes tipológicos como traços característicos de uma arquitetura de expressão nacional deve contribuir não só para a projeção de obras adaptadas ao contexto cubano, como também para o reconhecimento de novos valores quanto ao patrimônio histórico edificado.

A presença e a assimilação de componentes tipológicos de expressão nacional em obras de reconhecido valor patrimonial histórico e cultural, em diferentes momentos e estilos na história da arquitetura, também contribuem para a compreensão do princípio bioclimático “para cada local uma cidade” como uma condição de valor da arquitetura cubana.

ORIGENS: A VALORIZAÇÃO DA ARQUITETURA COLONIAL CUBANA

No período compreendido entre 1923 e 1933, surgiram em Cuba expressões literárias, musicais e pictóricas típicas da cultura popular e nacional, que resgatavam uma série de valores tradicionais

por intermédio de uma visão progressista dos problemas sociais da época. As expressões artísticas do momento assimilaram as contribuições das vanguardas internacionais para interpretar o sentir do povo e suas tradições culturais. Assim, segundo Eliana Cárdenas (2015, p. 248), em termos de identidade, a análise dos processos culturais contribuiu para o entendimento de como foram se conformando os modos de ser e de sentir de uma sociedade, o que, logicamente, se refletiu em todas as esferas da vida.

Em Cuba, tais indagações não estavam descoladas do que acontecia na América Latina. Embora os antecedentes do debate sobre a nacionalidade na ilha devessem ser procurados no século XVIII, muitos historiadores cubanos se aprofundaram nessas questões a partir do século XX, uma etapa definitiva na conformação da nacionalidade cubana (CÁRDENAS, 2015). “De forma geral, e para diferentes regiões da América, as três primeiras décadas do século XX constituíram um momento crucial na definição de um pensamento e de uma prática tendente a cristalizar uma identidade nacional” (GUTIÉRREZ, *s.d.*, p. 1; tradução nossa).

Para o pensamento cubano, foram basilares as contribuições de Fernando Ortiz (1881-1969), que proporcionou uma nova visão para a análise da cultura e da sociedade cubana com base na antropologia e nos estudos dos “fatores humanos da cubanidade”. Fernando Ortiz foi um advogado, historiador e antropólogo que se aprofundou no estudo das contribuições africanas, assim como em aspectos de natureza socioeconômica, linguística e étnica da cultura cubana.

Segundo Eliana Cárdenas (1991 apud OTERO, 2002, p. 85), a arquitetura cubana permaneceu à margem desse processo de renovação e só na década de 1930 começou a manifestar-se o interesse pelo período colonial como forma de aproximação com as raízes da arquitetura produzida no país, rompendo com os elementos do ecletismo europeu. De fato, de maneira consciente, os arquitetos cubanos apenas depois da década de 1930 assumiram e interpretaram os elementos da arquitetura colonial cubana como uma nova linguagem com base na qual poderiam criar um estilo “nacional”.

No entanto, a fascinação e o interesse, pela arquitetura colonial em Cuba começaram a se desenvolver na primeira metade da década de 1920 com as demandas para a valorização e o resgate de edifícios antigos e também com a introdução, em 1925, do estudo de arquitetura colonial nos planos da Escola de Engenheiros, Eletricistas e Arquitetos da Universidade de Havana (1900), por professores como Alberto Camacho (1901-1929) e Joaquín Weiss (1884-1968).

Sobre a origem de todo esse interesse pela arquitetura colonial, o arquiteto cubano José María Bens Arrate, no artigo “El carácter de La Habana Antigua” (1941), comentou a importância da Exposição Nacional de Higiene e da Indústria e Comércio, realizada em 1922, no Convento de Santa Clara, o primeiro mosteiro para freiras construído em Cuba, no século XVII. Na ocasião, os elementos arquitetônicos coloniais presentes nessa obra constituíram uma “revelação” e uma descoberta para o público (RIGOL; ROJAS, 2012, p. 95). O convento era um complexo edificado com luxuosos tetos de *alfarjes* nos aposentos e um amplo pátio central rodeado de arcadas (Figuras 1 e 2). Autores como a pesquisadora Alicia García Santana (2006 apud HERRERA, 2006) reconhecem que, a partir desse momento, o convento se tornou um símbolo da nação e herança do passado colonial.



FIGURA 1: Vista do pátio interior do Convento de Santa Clara. Ano de 1928
FONTE: Arquivo pessoal de Juan de las Cuevas Toraya. Casa de las Tejas Verdes.

Com isso, evidencia-se que muito antes de 1930 a arquitetura colonial começou a chamar atenção de historiadores e arquitetos cubanos. Tempos depois, José María Bens Arrate e Evelio Govantes comentaram a importância do reconhecimento dos valores do

Convento de Santa Clara para a posterior realização das obras de restauração na Praça de Armas, as primeiras a serem realizadas em Havana (BENS ARRATE, 1941, p. 167).

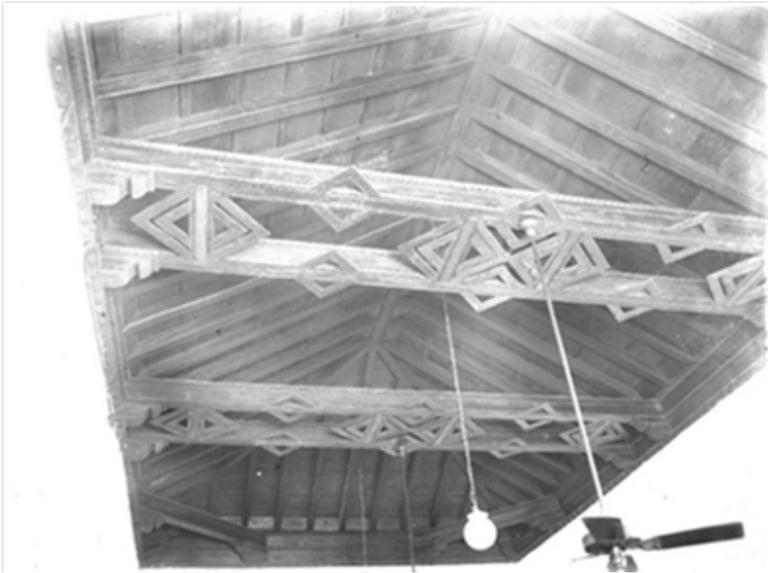


FIGURA 2: Detalhe do teto do Convento de Santa Clara

FONTE: Arquivo pessoal de Juan de las Cuevas Toraya. Casa de las Tejas Verdes.

Desde 1926, do ponto de vista urbano, também tinha sido iniciado um debate, conduzido pelo arquiteto (primeiro urbanista cubano) Pedro Martínez Inclán (1883-1957), que não só constituiu adubo fértil para as iniciativas restaurativas, como também definiu o caminho na procura de uma arquitetura da expressão nacional. O debate tinha como tema a necessidade de reivindicar a imagem de Havana como a “cidade dos jardins”, com um desenvolvimento urbano que a tornasse a “mais bem projetada da América Latina” (MARTÍNEZ INCLÁN, 1926, p. 26). Martínez Inclán fazia questão de destacar o estilo de Havana como um traço da sua “singularidade” em relação a outras cidades do continente.

Com isso, em meio à fascinação pelos elementos da arquitetura colonial, dos estudos promovidos por Alberto Camacho e Joaquín Weiss, na Universidade de Havana, e com as lutas pelo resgate das edificações coloniais, começou o que Carlos Sambricio definiu como

“o primeiro debate teórico da história da arquitetura cubana”: a necessidade de definir um “estilo nacional” que fizesse frente ao pastiche historicista e a outras referências importadas (SEGRE; SAMBRICIO, 2000, p. 4). Como principal referência desse “estilo nacional” foi adotado o barroco, que, no caso de Cuba, tinha os exemplos mais importantes na arquitetura do século XVIII.

Naquela época, essa ideia foi consensual entre arquitetos, historiadores e intelectuais voltados ao estudo da arquitetura colonial cubana. Alicia García Santana, em seu texto “El neocolonial a ‘lo cubano’ de Govantes y Cabarrocas” (2011), explica como o estilo barroco dos palácios do Segundo Cabo e dos Capitanes Generales (Figuras 3 e 4) se tornaram, de acordo com suas palavras, uma “influência permanente na consciência cultural sobre *o cubano*” (GARCÍA SANTANA, 2011, p. 10).



FIGURA 3: Palacio del Segundo Cabo
FONTE: Néstor Martí, 2017.



FIGURA 4: Palacio de los Capitanes Generales
FONTE: Néstor Martí, 2017.

Esse interesse pelo “colonial”, naquela época, acontecia também nos Estados Unidos e em outros países latino-americanos no tocante à retomada da arquitetura colonial espanhola como símbolo de identidade. Nesse contexto, a variante neocolonial despontou dentro da arquitetura eclética cubana e latino-americana. As viagens de estudo de vários arquitetos cubanos, alguns deles formados

em universidades estadunidenses, que chegavam à ilha carregados de novas referências, também contribuíram para isso (HERNÁNDEZ ALFONSO, 2020).

Pedro Martínez Inclán, porém, em seu discurso na Academia Nacional de Artes e Letras, de 1926, já comentava a necessidade de adaptar os elementos do estilo colonial, e não apenas reproduzi-los. Segundo Martínez Inclán (1926, p. 17-18), tratava-se de “adaptação e não adoção do barroco hispano-americano para o estilo arquitetônico predominante em Havana”. Isabel Rigol e Carlos Sambricio concordam com o que Martínez Inclán defendia – um verdadeiro “estilo nacional” que adotasse a adaptação ao clima e ao ambiente natural como conquistas da arquitetura do passado (RIGOL; ROJAS, 2012; SEGRE; SAMBRICIO, 2000).

Assim como em outros países da região, o neocolonial foi só uma alternativa estética para os arquitetos cubanos ante os estilos europeus. Embora fosse um sinal do interesse que os elementos construtivos da arquitetura colonial despertavam nos arquitetos, o neocolonial cubano, como acontecia na maioria dos países da região, limitou-se a reproduzir esses elementos fazendo uso do ecletismo. A compreensão de que, para constituir um “estilo nacional”, esses elementos deveriam ser verdadeiramente interpretados e adaptados só ocorreu no final dos anos 1930 e início dos 1940, quando uma nova geração de arquitetos começou a assimilar os postulados do Movimento Moderno. Segundo Carlos Sambricio (SEGRE; SAMBRICIO, 2000, p. 10),

[...] se num primeiro momento a incipiente política turística da ilha buscava repetir os modelos propostos na Flórida, a situação logo mudou, pois a arquitetura popular foi valorizada não pela referência ao neocolonial, mas pela definição de um programa funcionalista que devia responder às características do clima, da luz e da natureza própria de Havana (tradução nossa).

Pode-se verificar que, por um lado, a valorização da arquitetura colonial cubana contribuiu para o surgimento do neocolonial no cenário arquitetônico e urbano e, por outro, levou à realização das primeiras obras de restauração em Havana. Além disso, assentaram-se as bases para a criação de um estilo próprio para a arquitetura cubana, para que os materiais locais passassem a ser valorizados, como o tijolo aparente, as telhas (americanas ou *criollas*), o trabalho com ferro nas varandas, bem como as áreas verdes no traçado das cidades. A “modernidade” da arquitetura cubana assentou-se

na necessidade de deixar de lado a imitação dos estilos estrangeiros para criar com originalidade, de acordo com as necessidades do ambiente natural (HERNÁNDEZ ALFONSO, 2020).

Os desejos de transformação e de busca pela arquitetura moderna de expressão nacional foram reforçados com a visita a Cuba do arquiteto espanhol Josep Lluís Sert, em 1939, defensor do uso de materiais locais na arquitetura, em resposta aos fatores climáticos. Naquele momento, um grande grupo de jovens arquitetos assimilou essas ideias, dentre eles Emilio de Soto, Eugenio Batista, Nicolás Arroyo, Gabriela Menéndez e José Menéndez (SEGRE; SAMBRICIO, 2000). Durante a década de 1940, essa nova geração se afastou do academicismo que caracterizava a arquitetura de anos anteriores e se aproximou, cada vez mais, dos novos postulados do estilo internacional. Assim, o pátio, as grandes janelas com venezianas, os amplos beirais, os vidros coloridos nas janelas e as telhas foram interpretados como componentes tipológicos que deveriam estar presentes ao longo da história da arquitetura cubana, em resposta às condições locais. Com a assimilação deles pelas novas gerações de arquitetos, abriu-se o caminho para o Movimento Moderno Cubano e para a verdadeira arquitetura de expressão nacional, que se consolidou no transcorrer dos anos 1950 (HERNÁNDEZ ALFONSO, 2011).

No entendimento daquela época, o que interessava não era essencialmente que a arquitetura respondesse a princípios de sustentabilidade ambiental ou urbana, como se entende hoje. Em vez disso, tratava-se de que a arquitetura manifestasse uma nova sensibilidade, em relação a "*o cubano*", reconhecendo características valiosas da cultura tradicional. Hoje, a arquitetura cubana daquele período constitui a referência fundamental de que, sim, é possível conceber obras contemporâneas sem transplantar modelos internacionais. Os elementos tipológicos da arquitetura colonial foram interpretados ao longo da arquitetura cubana projetada na segunda metade do século XX em Cuba e, como resultado disso, há obras em Havana que se destacam pela funcionalidade e pelo conforto ambiental (GONZÁLEZ, 2014).

O Movimento Moderno em Cuba foi o estilo que melhor permitiu criar e definir uma forma de fazer típica da escola cubana de arquitetura. A adaptação da arquitetura ao contexto cubano também inaugurou uma nova forma de pensar essa disciplina, suas funções e escalas (espaciais e humanas), às quais ela devia se adaptar. Tais ensinamentos devem ser retomados hoje, assumindo conhecimentos e valores essenciais da arquitetura tradicional e tendo em conta

os novos problemas climáticos e ambientais. Autores como a arquiteta Dania González Couret (2014) consideram que, atualmente, a necessidade não tem o intuito apenas de resgatar a tradição cultural nas edificações, mas também se trata de um princípio essencial de adaptação às mudanças climáticas.

TRADIÇÃO: ARQUITETURA E CIDADE

Independentemente do estilo arquitetônico assumido, os componentes tipológicos evoluíram, diversificando o panorama arquitetônico cubano e, ao mesmo tempo, contextualizando-o. O clima quente de Havana condicionou os *mestres de obras* das construções coloniais a conceberem uma arquitetura doméstica, com alguns traços distintivos, como a largura das janelas e portas; a presença do pátio interior em áreas compactas da cidade e a utilização de vitrais na parte superior das janelas com *medios puntos* de vidro colorido, que modificavam a luz e proporcionavam uma ambiência aconchegante aos cômodos (Figuras 5 e 6).



FIGURA 5: Arcos e *medios puntos* do Palácio del Segundo Cabo
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2016.



FIGURA 6: Arcos e *medios puntos* na cidade de Havana
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2016.

No ensaio “A cidade das colunas” (1964), Alejo Carpentier dedica uma análise especial a esses elementos, reconhecendo também a importância funcional no condicionamento ambiental dos edifícios. Referindo-se ao papel que deveria ser reconhecido no que tange ao *medio punto* cubano, no debate sobre o Movimento Moderno e sua adaptação ao contexto cubano, em 1964, Carpentier (1994, p. 245) escreveu:

O *medio punto* cubano [...] é o *brise soleil* inteligente e plástico que inventaram os mestres de obras coloniais de Cuba, seguramente muito antes de que certos problemas relacionados com a luz e a penetração da luz preocupassem, no Rio de Janeiro, um famoso arquiteto francês [...] Daí que o *medio punto* cubano tenha sido o intérprete entre o sol e o homem [...] Se o sol estava presente, tão presente que às dez da manhã sua realidade se fazia fartamente deslumbrante para as mulheres da casa, tinha que modificar, atenuar, repartir seus fulgores: havia que instalar, na casa, um enorme leque de vidros que quebrasse os impulsos fulgentes [...].

Com base em uma exploração detalhada da cidade e de uma defesa do aspecto barroco, híbrido e, por fim, eclético, Alejo Carpentier reafirma algumas das características permanentes que contribuíram para a configuração de um estilo próprio, havanês. A análise da arquitetura e do urbanismo de Havana foi sistematizada na medida em que o autor destaca alguns dos componentes tipológicos já mencionados, salientando a forma em que eles responderam

ao contexto cubano e a sua razão de ser, ao sentido na vida e aos costumes do havanês.

Sobre as características da vida nas ruas e na casa tradicional de Havana, Carpentier (1994, p. 242-243) comentou:

E, pela mesma razão que a rua é falante, indiscreta, mexeriqueira, a casa cubana multiplicou os meios de isolar-se, de defender, na medida do possível, a intimidade de seus moradores. A casa *criolla* tradicional [...] é uma casa fechada sobre suas próprias penumbras, como a casa andaluza, árabe, de onde muito procede.

[...]

Assim, como os mestres de obras espanhóis quiseram [...] o interior da casa cubana foi durante séculos, tradicionalmente, guardador de penumbras e convite à brisa, com um ajuizado aproveitamento de seus rumos (Figura 7).



FIGURA 7: Pátio interior e colunas numa casa colonial em Havana
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2016.

A arquitetura eclética, por sua vez, também incorporou alguns desses elementos ao amplo repertório de estilos conjugados. Mesmo que não fossem edifícios de estilo neocolonial, o bom arquiteto conseguiu *acriollar* residências grandes ou modestas dos mais variados estilos europeus, interpretando componentes tipológicos da arquitetura tradicional e colonial cubana.

Foi o caso de algumas das obras executadas pela empresa de arquitetura constituída por Evelio Govantes e Félix Cabarrocas, que projetou em Havana, em 1928, a *Dolce Dimora* [Doce Lar], uma

residência excepcional para o político e escritor italiano Orestes Ferrara. Localizada nos arredores da Universidade de Havana, essa residência foi concebida em termos ecléticos, com uma aparência externa que aludia a um palácio do Renascimento florentino italiano. No interior, a decoração é muito heterogênea, típica do estilo eclético, no entanto as janelas venezianas, os amplos vitrais das janelas do salão principal, no térreo, os pátios e os terraços exteriores contribuíram para a unidade formal do edifício e para sua adaptação às condições físicas do local (HERNÁNDEZ ALFONSO, 2011).

Os dois pátios constituem uma componente espacial de destaque nessa residência: um pátio pequeno que fornece iluminação e ventilação à sala principal, e outro disposto na parte traseira da casa. Todos os quartos, com seus inúmeros terraços, estão voltados para o maior dos pátios, um espaço muito funcional, pois a residência se localiza numa zona cujo tecido urbano se caracteriza pelo uso da *medianera*, que em português poderia se traduzir como “empena cega”. Recorrente em cidades da América colonizadas pela Espanha, o pátio constitui um elemento imprescindível para garantir uma ventilação adequada do primeiro nível (Figuras 8 e 9).



FIGURA 8: Vista do pátio da Dolce Dimora
FONTE: Néstor Martí, 2013.



FIGURA 9: Salão principal da Dolce Dimora
FONTE: Néstor Martí, 2013.

A localização da *Dolce Dimora* em uma área alta da cidade determinou que os arquitetos projetassem a distribuição espacial interna

de forma aberta ao quadrante dos ventos alísios predominantes na cidade de Havana, o que, aliado à distribuição dos terraços, favorece a circulação do ar e a manutenção de uma temperatura fresca e agradável no interior da residência.



FIGURA 10: *Portales corridos* em Havana
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2014.

Outro tipo de construção eclética, de caráter mais modesto e popular, característico de uma área urbana mais compacta, assumiu também o *portal* como elemento tipológico tradicional em resposta ao clima. Além das grandes janelas, os prédios localizados em amplas avenidas adotaram o *portal* em forma de corredor (Figura 10) como elemento unificador do ponto de vista visual, mas também como espaço necessário e comum para o pedestre caminhar pela cidade sem sofrer com a intensidade do sol, da chuva ou do trânsito. Edifícios de vários estilos assumiram esse elemento de forma bastante orgânica, possibilitando o conforto dos pedestres e a unidade estética do ambiente construído. Sobre a importância de tais elementos e o traço particular que eles conferem à cidade de Havana, Carpentier (1994, p. 241) comenta:

Assim, em muitos velhos palácios de Havana [...] a coluna é elemento de decoração interior, luxo e adorno antes dos dias do século XIX, em que a coluna se lançará à rua e criará uma das mais singulares constantes do estilo havanês: a incrível profusão de colunas [...].

Esses componentes foram mais coerentemente interpretados e assimilados durante as décadas de 1940 e 1950, dentro do Movimento Moderno. Porém, as obras mais marcantes do ponto de vista estético, e nas quais se consolidaram os elementos de expressão nacional, foram as Escolas Nacionais de Arte.

Após o triunfo revolucionário cubano de 1959, e dentro de um amplo programa de renovação e democratização da educação artística, foram criadas as Escolas Nacionais de Arte, em 1962. Nos terrenos do Country Club, ex-club de golfe da alta burguesia de Havana, começaram a ser construídas as que seriam, segundo as palavras de Fidel Castro, “as mais belas escolas de arte do mundo” (DÍAZ LLERA, 2016, p. 24). Os autores dessas obras foram o arquiteto cubano Ricardo Porro e os italianos Vittorio Garatti e Roberto Gottardi. Coube a eles projetar e erguer as escolas de artes plásticas, dança contemporânea, balé, música e artes cênicas.

A limitada disponibilidade de materiais condicionou os arquitetos à utilização do tijolo tradicional, que, aliado aos métodos de construção tradicionais, como a *abóbada catalã* – de herança espanhola –, permitiu explorar plenamente a expressividade dos materiais. É reconhecível nas escolas de balé, dança contemporânea e artes plásticas a utilização do tradicional *medio punto* e das claraboias, levados à sua máxima expressão plástica e funcional (Figuras 11, 12 e 13).

O *medio punto* tradicional foi um componente adaptado pelos mestres de obras espanhóis para filtrar a entrada da luz no interior da casa. A sua funcionalidade e plasticidade expressaram-se de múltiplas formas ao longo da história da arquitetura, para garantir ora iluminação, ora a correta ventilação quando combinada com a janela veneziana.



FIGURA 11: Arcos de acesso às escolas de artes plásticas e dança contemporânea
FOTOS: Maite Hernández Alfonso, 2014.



FIGURA 12: Pátio interior da escola de artes plásticas
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2014.



FIGURA 13: Vista exterior da escola de artes plásticas
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2014.



FIGURA 14: Interpretação moderna do soportal na escola de artes plásticas
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2014.



FIGURA 15: Interior de um ateliê da escola de artes plásticas
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2014.

O FUTURO: PRESERVAÇÃO DE PATRIMÔNIO E SUSTENTABILIDADE

Com base nos princípios da arquitetura tradicional, o Movimento Moderno cubano conseguiu relacionar os componentes tipológicos e espaciais da arquitetura com as características do ambiente local. A continuidade espacial, a relação entre o interior e o exterior, a vegetação, os elementos que filtram a luz e outros componentes, como o pátio e os *portales corridos*, favorecem a ventilação, permitem a articulação de ambientes internos e externos e garantem o aproveitamento da luz natural, propiciando conforto ambiental, sem exigência do uso de equipamentos de ar condicionado e de iluminação artificial. Foi assim que se conformou uma arquitetura com identidade própria, em estreita relação com o contexto físico e cultural de Cuba.

Essa herança, hoje, nos obriga a refletir sobre a necessidade de resgatar tais princípios nos projetos arquitetônicos contemporâneos. Desde fins do século XX e início do XXI, alguns especialistas têm apontado um retrocesso na arquitetura cubana em relação à falta de interesse em conceber obras adequadas ao contexto/clima/tradição cubanos, aspecto especificamente evidenciado, entre outros, pelo desuso de materiais locais.

Estudos apontam que, entre 1998 e 2009, grande parte das superfícies das novas obras executadas em Cuba foram concebidas envidraçadas, espelhadas e expostas ao sol, sem proteção, gerando reflexos e ofuscamentos indesejados no contexto urbano. Assim, no interior do prédio, a temperatura também aumenta, elevando o consumo energético dos sistemas de climatização artificial (GONZÁLEZ, 2014).

As razões para esse retrocesso na cultura arquitetônica cubana são diversas, mas, essencialmente, pode-se destacar como uma das causas mais significativas a influência de modelos estrangeiros, cujo ar de “atualidade” faz com que as novas gerações de arquitetos não se apropriem dos conhecimentos tradicionais do patrimônio construído oferecidos na sua formação. Segundo Dania González (2014), a partir dos anos 1970 e 1980, as gerações de arquitetos começaram a manifestar uma rejeição aos trabalhosos métodos de cálculo oferecidos no ensino na época. Outra ideia apontada refere-se à falta de exigência por parte de professores para os quais tais requisições limitavam a expressão estética da arquitetura, o que carece de justificativa diante da criatividade com que foram concebidas obras tão originais como as Escolas de Arte de Havana.

Na atualidade, às vezes os arquitetos cubanos não são encarregados de projetar algumas das mais recentes obras construídas em Havana, principalmente grandes hotéis (Figura 16). Para essas obras, em geral os investidores estrangeiros apresentam ideias preconcebidas baseadas em seus paradigmas, seus contextos e estilos, sem estudar ou mesmo considerar a tradição construtiva cubana ou a paisagem da cidade tradicional e histórica. Felizmente, ainda não existem muitos exemplos desse tipo de construção na cidade de Havana. Porém, diante das novas circunstâncias, é necessário fortalecer o trabalho educativo das autoridades e dos arquitetos cubanos e estrangeiros a fim de reafirmar a necessidade de revisar experiências passadas com novos olhos e tomar maior consciência da importância dos princípios do bioclimatismo, atendendo a critérios de sustentabilidade aplicados tanto à arquitetura como ao planejamento urbano atuais.

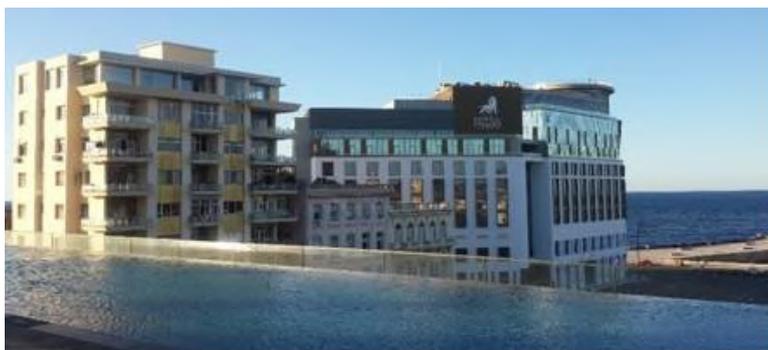


FIGURA 16: Hotel Paseo del Prado em Havana
FONTE: Maite Hernández Alfonso, 2019.

Se, por um lado, o reconhecimento dos princípios do bioclimatismo e do condicionamento ambiental ao longo da história da arquitetura e do urbanismo cubanos deve contribuir para a identificação de valores culturais e históricos no patrimônio edificado, como formas de expressão nacional e elementos de identidade, esse reconhecimento também deve ser apreciado como uma contribuição à arquitetura cubana contemporânea em virtude de sua dimensão cultural e funcional. Os componentes tipológicos tradicionais cubanos, originados em resposta ao contexto e às condições climáticas, merecem

ser estudados e reinterpretados criativamente, em novas construções, como formas de expressão nacional. À dimensão cultural de tais elementos, hoje é necessário acrescentar uma nova dimensão, baseada em princípios de sustentabilidade econômica e ambiental.

REFERÊNCIAS

- BENS ARRATE, J. M. El carácter de La Habana antigua. **Arquitectura**. La Habana, ano IX, n. 94-95, p. 167-170, maio-jun. 1941.
- CÁRDENAS, E. En la búsqueda de una arquitectura nacional. *In*: OTERO, C. (comp.). **Arquitectura Cubana**. Metamorfosis, pensamiento y crítica. La Habana: Artecubano Ediciones, 2002.
- CÁRDENAS, E. **Historiografía e identidad en la arquitectura cubana**. La Habana: Ediciones Unión. 2015.
- CARPENTIER, A. A cidade das colunas. Tradução: Marcia Paraquett. **Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**, n. 23. p. 239-246, 1994.
- DÍAZ LLERA, S. Cuando todo comenzó. *In*: PARADISO, M. (comp.). **Las Escuelas de Arte de La Habana**. Pasado, presente y futuro. Firenze: Dipartimento di Architettura Università degli Studi di Firenze, 2016.
- GARCÍA SANTANA, A. Las tapias austeras y la musa del cambio. *In*: HERRERA, P. A. **El convento de Santa Clara en La Habana Vieja**. La Habana: Colección Cencrem, 2006.
- GARCÍA SANTANA, A. El Neocolonial “a lo cubano” de Govantes y Cabarrocas: El pabellón de Cuba en Sevilla y “Xanadú” de Varadero. **Arquitectura y Urbanismo**. La Habana, v. XXXII, n. 1, p. 7-16, 2011.
- GONZÁLEZ COURET, D. **Arquitectura y clima: contradicciones en Cuba**. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330546158_ARQUITECTURA_Y_CLIMA_CONTRADICCIONES_EN_CUBA. Acesso em: 3 jan. 2021.
- GUTIÉRREZ, R. **El hispanismo como factor de mestizaje en el arte americano (1900-1930)**. Disponível em: [//www.ugr.es/~rgutierr/PDF1/076.pdf](http://www.ugr.es/~rgutierr/PDF1/076.pdf). Acesso em: 7 maio 2020.
- HERNÁNDEZ ALFONSO, M. **La obra de los arquitectos Evelio Govantes y Félix Cabarrocas: Su papel en la arquitectura**. 2011.

Tesis (Graduación) – Facultad de Artes y Letras, Universidad de la Habana, La Habana. 2011.

HERNÁNDEZ ALFONSO, M. **La formación de una concepción de restauración en la Habana, Cuba, entre 1920 e 1950: los trabajos de Evelio Govantes y Félix Cabarrocas.** 2020. Dissertação (Mestrado) – Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

MARTÍNEZ INCLÁN, P. **Discurso de ingreso como miembro de número de la Sección de Arquitectura de la Academia Nacional de Artes y Letras el 23 de enero de 1626, en La Habana.** Brasil: El siglo XX, 1926.

ORTIZ, F. Del fenómeno social de la transculturación y de su importancia en Cuba. *In: Contrapunteo cubano del tabaco y el azúcar.* La Habana: Editorial de Ciencias Sociales, p. 86-90, 1983. Disponible em: http://www.fundacionfernandoortiz.org/downloads/ortiz/Del_fenomeno_social_de_la_transculturacion.pdf. Acceso em: 5 mar. 2020.

RAMÍREZ, R. **Mirada al Movimiento Moderno cubano: un enfoque climático.** Reparto Alturas del Vedado: Ciudad de La Habana. 2008. Disponible em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3150376&orden=239172&info=link>. Acceso em: 3 jan. 2021.

RIGOL, I.; ROJAS, Á. **Conservación patrimonial: teoría y crítica.** La Habana: Editorial UH, 2012.

SEGRE, R.; SAMBRICIO, C. **Arquitectura en la ciudad de La Habana.** Primera Modernidad. Colegios Oficiales de Arquitectura de Asturias, De Castilla y León Este, de Galicia, y de León. Madrid: Sociedad Editorial Electa España, 2000.



SISTEMA DE PARQUES E INFRAESTRUTURA VERDE PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Luisa Acioli dos Santos

Ainda existe natureza intocada pelos seres humanos? As mudanças climáticas não deixam dúvidas de que as ações humanas desencadearam impactos negativos no planeta, envolvendo todos numa camada de calor e poluição. Conforme Herzog (2013, p. 87), a extração de recursos naturais, o aumento das monoculturas, a pecuária extensiva, a destruição de espécies vegetais e animais são algumas das práticas que têm destruído as paisagens de valor ecológico, afetando a biosfera.

A expansão urbana sobre áreas ambientalmente relevantes tem sido cada vez mais intensa. Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2012), no Brasil, cerca de 85% da população vive em áreas urbanas que abrigam os centros produtores e, conseqüentemente, apresentam maior contribuição na emissão de gases de efeito estufa. De acordo com Herzog (2013, p. 98), é também nas cidades que os eventos climáticos são sentidos com maior intensidade, trazendo prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Isso acontece porque a maior parte dos centros urbanos não apresenta ecossistemas saudáveis, capazes de capturar parte dos gases, nem desenvolve estratégias para reduzir a poluição visando ao consumo e ao descarte conscientes.

À primeira vista, pode parecer que as cidades são as verdadeiras vilãs dessa história, porém há que se refletir que elas são o testemunho da vida humana na Terra e, como tal, são dinâmicas, se modificam de acordo com aspectos culturais, políticos, econômicos, sociais e ambientais. Como patrimônio, as cidades motivam a reflexão constante por parte de seus habitantes: o que desejamos que permaneça? O que precisamos mudar? Qual é a cidade que queremos no futuro?

Nesse sentido, a abordagem do Urbanismo Bioclimático defende que o planejamento de cidades sustentáveis pode contribuir para amenizar as mudanças climáticas, sustentando-se em práticas projetuais sensíveis às questões ecológicas. Com base em uma visão integradora entre o humano e o natural, estimula-se a atuação profissional de arquitetos e urbanistas no sentido de desenvolver propostas sistêmicas e resilientes, capazes de reparar danos e precaver possíveis problemas.

Dentre os princípios bioclimáticos, destacam-se aqueles vinculados ao projeto de espaços livres públicos que defendem a implantação de áreas vegetadas com solo natural e espécies arbóreas nas cidades. De acordo com Macedo (1995, p. 15-16), os espaços livres públicos são espaços acessíveis à população com o mínimo de componentes construídos e a predominância de componentes naturais. Desempenham funções recreativas e de circulação, que apresentam relevância ambiental e social. Em termos tipológicos abrangem avenidas, ruas, vielas, pontes, cais, orlas de praia, largos, pátios, parques, praças, jardins, unidades de conservação, jardins botânicos, entre outros.

Tendo em vista o desenvolvimento de cidades sustentáveis, Higuera (1998, p. 10) aponta que é necessário integrar, ampliar e desenhar um sistema de espaços livres públicos contínuo, capaz de corrigir e moderar condições ambientais extremas, além de servir como lugar de sociabilidade. É justamente sobre esse aspecto que o presente artigo se debruça, com o objetivo de contrapor o debate sobre o projeto de sistema de parques desenvolvido no século XX, com a discussão atual em torno do conceito de infraestrutura verde.

A cidade do Recife foi escolhida como objeto de análise em razão dos projetos de articulação de espaços livres públicos, desenvolvidos em 1943 pelo engenheiro Ulhôa Cintra e, em 2014, pela rede de Pesquisa e Inovação para as Cidades (Inciti), da Universidade Federal de Pernambuco, em parceria com a Prefeitura do Recife.

Salienta-se que este artigo apresenta resultados da pesquisa de mestrado intitulada *O projeto de paisagem de sistema de parques*

nos planos para o Recife (1917-1943), defendida pela pesquisadora (SANTOS, 2019), sob a orientação da professora dra. Ana Rita Sá Carneiro, no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU-UFPE).

ARTICULAÇÃO DE ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS NOS PLANOS URBANÍSTICOS

A natureza presente na cidade se constitui como uma base ecológica relevante para o projeto de articulação de espaços livres públicos. Essa articulação visa à construção de uma estrutura de espaços lineares arborizados, conectados a espaços vegetados com caráter de mancha, como parques, praças e jardins. Tal continuidade contribui para ampliar a distribuição dos espaços livres públicos na malha urbana, intensificando o acesso da população a áreas de lazer e contemplação. Além disso, ela permite o intercâmbio genético entre os organismos vivos que favorecem a biodiversidade, aumentando a variabilidade de ecossistemas terrestres, aéreos e aquáticos.

Além dos argumentos de cunho social e ecológico, a proposta também é considerada relevante do ponto de vista da saúde pública. Conforme Herzog (2013, p. 101), a vida estressante nas cidades e a ausência de contato com a natureza têm contribuído para o aumento da ocorrência de doenças como obesidade, pressão alta, ansiedade, depressão e câncer. O relaxamento em espaços vegetados, a socialização e a prática de exercícios ao ar livre são medidas indicadas para prevenir e remediar alguns desses problemas.

O estímulo à consolidação de um sistema de espaços livres públicos com exuberância de componentes naturais dentro das cidades não é uma proposta recente. A busca pela saúde mental e física foi um dos aspectos que fomentaram a elaboração de projetos de sistemas de parques, em meados do século XIX (OLIVEIRA, 2008, p. 59). Na época, os habitantes das cidades enfrentavam situações precárias devido à alta densidade urbana, à insalubridade das moradias, à poluição nas ruas, à ocorrência de epidemias e à alta taxa de mortalidade.

Os parques simbolizavam um contraponto aos problemas das cidades. Nesses espaços, os trabalhadores poderiam ter lazer, esquecer as dificuldades da vida, desfrutar a natureza e, assim, recuperar o bem-estar e a saúde. O projeto do parque era visto como

um instrumento de planejamento capaz de tornar a cidade moderna salubre e bela, influenciando os habitantes na conduta da vida moral e cívica (SCHUYLER, 1986, p. 66).

Nos Estados Unidos, o arquiteto paisagista Frederick Law Olmsted (1822-1903) ganhou notoriedade, em 1858, pela concepção do Central Park em Nova York, junto ao arquiteto Calvert Vaux. Inspirado pelo Movimento de Parques Públicos inglês, ele se tornou um defensor desses espaços e impulsionou a elaboração de propostas paisagísticas na escala da cidade: os sistemas de parques. Segundo Olmsted (1870, p. 34), os parques deveriam ser conectados por meio de *parkways*, ou avenidas-parque, que se prolongariam como eixos arborizados estruturadores da expansão do tecido urbano.

Na compreensão de Schuyler (1986, p. 125), Olmsted entendia que os parques não deveriam ser implantados de maneira isolada; era necessário estudar sua relação com o restante da cidade numa perspectiva mais abrangente e sistêmica, especialmente articulada ao sistema viário e de transporte. Ele argumentava que o projeto de parque deveria fazer parte da reflexão sobre a previsão de expansão das cidades, tendo como objetivo garantir que a natureza fizesse parte do cotidiano da população e propiciasse efeito restaurador para a saúde mental e física.

O Emerald Necklace (Figura 1) é um dos projetos de sistema de parques mais reconhecidos de Olmsted. Ele foi desenvolvido com Charles Eliot para a cidade de Boston, entre 1870 e 1890. De acordo com Spirn (1995, p. 268), o sistema de escala metropolitana foi concebido de modo a “preservar os recursos naturais, propiciar o controle das enchentes, proteger os córregos, rios e lagos contra a poluição e proporcionar um espaço agradável para passeio e moradia”. O diferencial do trabalho de Olmsted consistia em aliar o projeto de paisagem à engenharia sanitária e hidráulica. Suas propostas são consideradas referenciais para modelos e correntes urbanísticas como Cidades-Jardins, *Landscape Urbanism*, Planejamento Ambiental e Infraestrutura Verde.

O sistema de parques surgiu, assim, como uma proposta que precedia e organizava o crescimento urbano, destacando-se no tecido pelas grandes extensões marcadas pela vegetação e pelas águas. No início do século XX, a elaboração de propostas de sistema de parques, sistemas de áreas verdes, bulevares e parques públicos se tornou cada vez mais frequente em planos urbanísticos.



FIGURA 1: Recorte do sistema de parques Emerald Necklace elaborado por Olmsted e Eliot
FONTE: Eisenman, 2013.

O Urbanismo e a Arquitetura da Paisagem eram disciplinas em construção e a discussão em torno das cidades ocorria por meio de publicações, exposições internacionais, viagens de estudo e elaboração de projetos. Em muitos casos, comissões formadas por especialistas eram convidadas a conceber o plano de uma cidade inteira sob uma visão definitiva de futuro, que buscava controlar o desenvolvimento urbano, segundo princípios de ordem e racionalidade.

No contexto brasileiro, o debate urbanístico também estava presente, motivado pela necessidade de combater o alastramento de epidemias, acomodar o crescimento urbano e atrair o capital internacional (REYNALDO, 2017, p. 93). No Recife, o Projeto de Melhoramentos do Plano de Saneamento do Recife (BRITO, 1942), elaborado por Saturnino de Brito (1864-1929), em 1917, foi uma iniciativa pioneira no planejamento da expansão da cidade sob uma visão sistêmica. A proposta do engenheiro sanitário (Figura 2) indicava, entre outras orientações, a inserção de parques de variadas dimensões em baixios, a construção de longos cais nas orlas fluviais e a implantação de avenidas-canais arborizadas ao longo dos eixos dos córregos.

Segundo Araújo (2008, p. 81), Brito desenvolveu “uma nova estética urbana, cujos arremates se dariam com a arborização das avenidas laterais a cada canal, sinalizando e estruturando a malha urbana mediante um verdadeiro sistema de parques”.

A atenção de Brito à topografia do sítio, ao tipo de solo, ao escoamento das águas e à provisão de espaços recreativos aproxima sua atuação do debate internacional da época e revela sua sensibilidade para a paisagem. Conforme Mendonça *et al.* (2009, p. 40),

o engenheiro defendia o crescimento da cidade apoiado em aspectos técnicos, considerando as necessidades sanitárias, e em aspectos artísticos, compondo cenários baseados na tradição pinturesca europeia, com curvas e contrastes adaptados à topografia, buscando singularidade e variedade.

ESQUEMA - REDESENHO DO PLANO
PROJETO DE MELHORAMENTOS - BRITO 1917

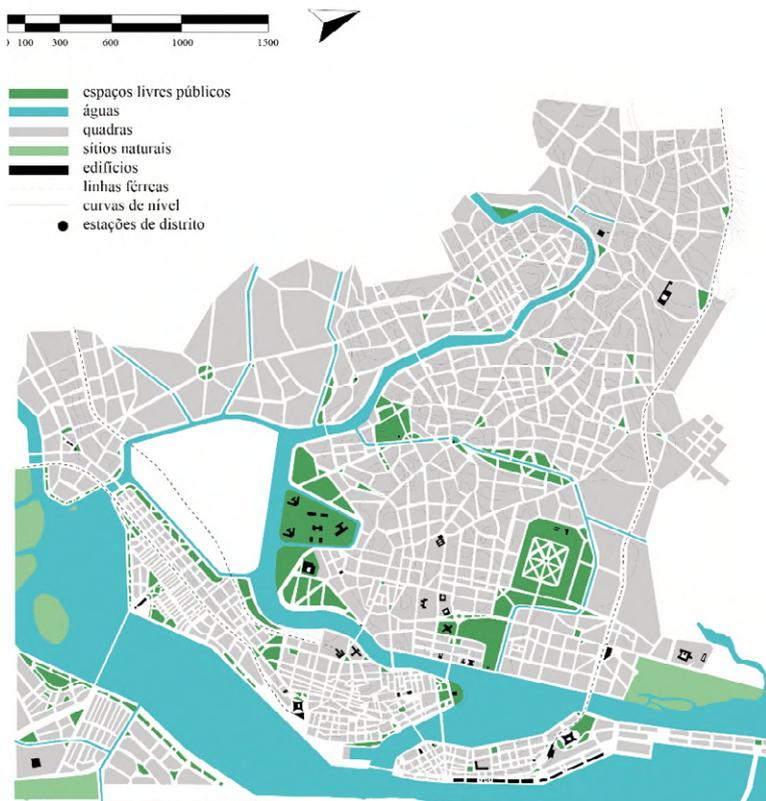


FIGURA 2: Esquema com redesenho do “Projeto de Melhoramentos do Recife” de Saturnino de Brito, 1917
FONTE: Santos, 2019.

De acordo com Moreira (2010, p. 66), a proposta do engenheiro não foi totalmente realizada, porém contribuiu para dar suporte infraestrutural para a expansão do Recife. Entre 1930 e 1950, o

debate urbanístico tomou força na cidade e as sugestões de articulação de espaços livres públicos, apontadas por Brito, inspiraram a concepção de parques, praças e avenidas vegetadas por Nestor de Figueiredo, em 1932-1934, por Atílio Corrêa Lima, em 1936, e por Ulhôa Cintra, em 1943. Conforme Pontual (1999, p. 94), na perspectiva dos urbanistas modernos, a cidade não consistia apenas numa sequência de casas e edificações, mas se fazia pela composição entre a arquitetura da construção e a arquitetura da paisagem.

UM SISTEMA DE PARQUES PARA O RECIFE DO SÉCULO XX

Das propostas de sistema de parques elaboradas para o Recife na primeira metade do século XX, cabe destacar as “Sugestões para Orientação do Estudo de um Plano Geral de Remodelação e Expansão da Cidade do Recife”, desenvolvidas em 1943 pelo engenheiro João Florence de Ulhôa Cintra (1887-1944). Essa proposta se configura como a primeira em que o rio Capibaribe aparece como eixo estruturador para a inserção de espaços livres públicos, conformando no projeto uma extensa área vegetada de traçado sinuoso. Ao mesmo tempo, a proposta é acompanhada de formulações questionáveis do ponto de vista ambiental, revelando como o paradigma de controle da natureza permeava a atuação dos engenheiros na época.

A cidade do Recife, no Nordeste brasileiro, tem sua origem ligada às águas. As vilas de pescadores envolviam o porto natural, a leste, enquanto os engenhos de açúcar povoavam as margens do rio Capibaribe, a oeste, no interior do continente. Com a decadência dos engenhos no século XVIII, formaram-se os primeiros núcleos dos subúrbios, como resultado da subdivisão da terra em chácaras e sítios. A planta da cidade do Recife de 1932 (Figura 3) revela o contraste entre a alta densidade construtiva nos bairros centrais originados do porto e a ocupação rarefeita nos arrabaldes.

Diante do crescimento da ocupação urbana, o prefeito Novaes Filho convidou o engenheiro Ulhôa Cintra para estudar a expansão e a remodelação urbana do Recife. Segundo Lucchese (2016, p. 103-104), na época, o engenheiro ocupava o cargo de diretor-geral de Obras do município de São Paulo e havia sido professor da disciplina Hidráulica, Higiene dos Edifícios e Saneamento das Cidades na Escola Politécnica de São Paulo. Sua experiência profissional evidencia que suas reflexões davam atenção especial ao sistema viário e ao saneamento.

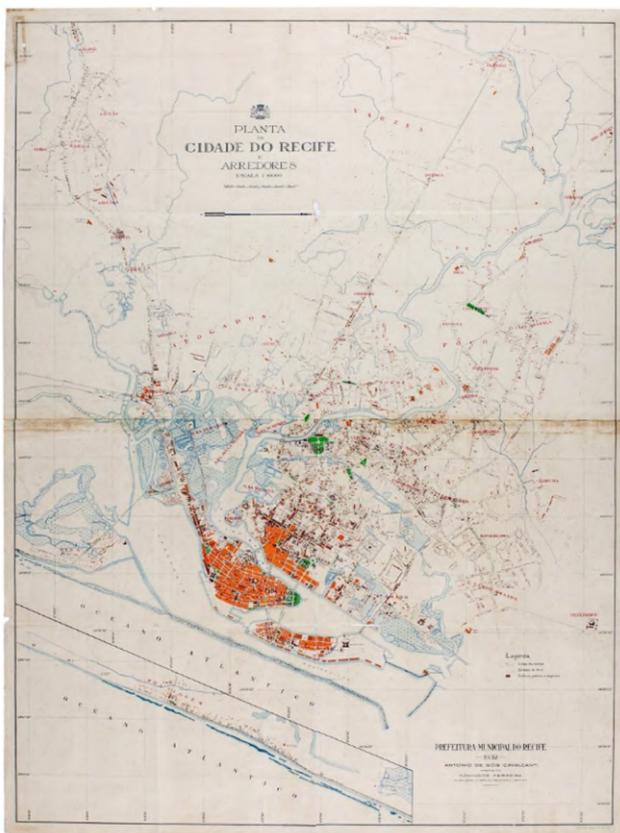


FIGURA 3: Planta da cidade do Recife elaborada por Domingos Ferreira em 1932
FONTE: Acervo do Museu da Cidade do Recife.

Ao chegar ao Recife, Cintra desenvolveu suas sugestões em um relatório elaborado com base em uma análise rápida do tecido urbano. O engenheiro investiu na definição de diretrizes projetuais gerais que pudessem criar uma estrutura flexível, traçou somente as linhas principais e omitiu as vias de menor importância hierárquica e o limite das quadras. Também não definiu o zoneamento funcional, sugerindo apenas alguns usos em função do grau de relevância dos eixos viários e ferroviários (JORNAL PEQUENO, 1943).

Desse modo, a proposta de Cintra (Figura 4) deve ser analisada de fato como um conjunto de sugestões que levantam a discussão sobre a viabilidade de certas proposições. Segundo Reynaldo (2017, p.

262), para o sistema viário, o engenheiro recomendou a criação de vias radiais e perimetrais, inspirado nas ideias do urbanista francês Eugène Hénard. O modelo de Perímetro de Irradiação de Hénard consistia na criação de uma primeira perimetral no centro da cidade, a perimetral de irradiação, que era complementada por um conjunto de vias radiais e perimetrais arborizadas, articuladas a espaços livres públicos.

ESQUEMA - REDESENHO DO PLANO
SUGESTÕES - ULHÔA CINTRA 1943



-  espaços livres públicos
-  águas
-  quadras
-  edifícios
-  linhas férreas

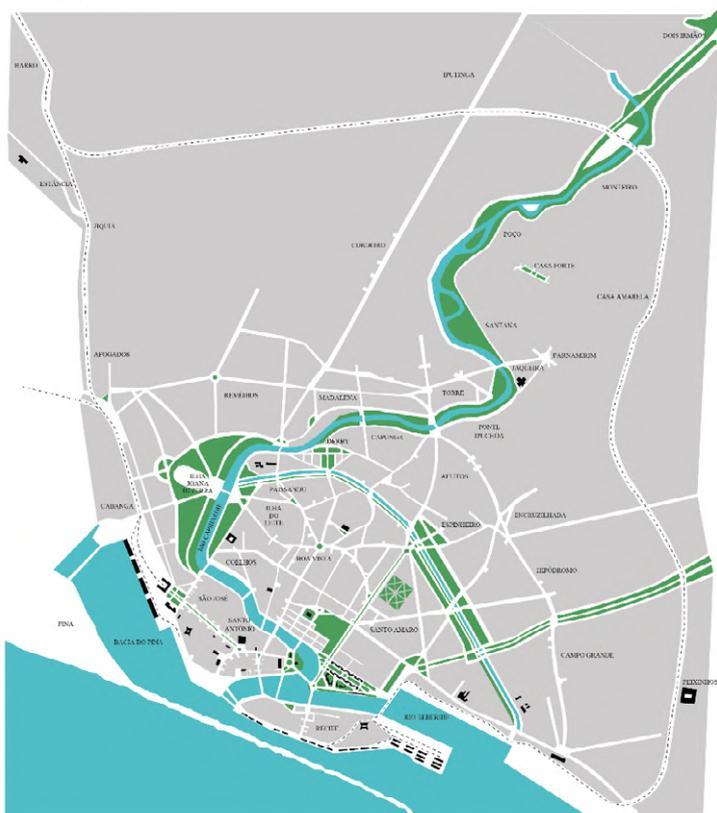


FIGURA 4: Esquema com redesenho das “Sugestões para Orientação do Estudo de um Plano Geral de Remodelação e Expansão da Cidade do Recife” de Ulhôa Cintra, 1943.

FONTE: Santos, 2019.

A proposta de sistema de parques de Cintra está subordinada à definição do sistema viário e tem como objetivo conferir legibilidade, salubridade e embelezamento ao tecido urbano. As avenidas marginais ao rio Capibaribe se constituiriam como radiais que, segundo Cintra, seriam “tratadas como avenidas-parques, formando o conjunto, avenida e rio uma cunha verde de penetração” (JORNAL PEQUENO, 1943). Tal proposição se assemelha à que o engenheiro desenvolveu em 1922 para o rio Tietê, em São Paulo (Figura 5).

Conforme Lucchese (2016, p. 103), a proposta acompanhava os meandros do rio Tietê e inseria em suas várzeas um sistema viário com composição inspirada nas *parkways* estadunidenses. Segundo Oliveira (2008, p. 164), as avenidas-parques serviriam como anel viário perimetral que conectaria o tecido urbano periférico, tirando partido de terrenos de alagados de baixo valor para a constituição de áreas recreativas.



FIGURA 5: Projeto de regularização do rio Tietê de Ulhôa Cintra, 1922
FONTE: Oliveira, 2008.

A avenida-parque projetada no rio Capibaribe também respeitaria o traçado do curso do rio e protegeria as águas através de margens vegetadas, permitindo, por vezes, a aproximação da via ao curso d'água. Comparando a proposta de Cintra para o Recife (Figura 4) com a planta de 1932 (Figura 3), é possível constatar que o engenheiro tirou partido dos terrenos com pouco ou nenhuma ocupação, evitando as desapropriações. Ao se aproximar do centro urbano, a avenida-parque se integraria a um parque de grandes dimensões na Ilha de Joana Bezerra, que abrigaria um estádio esportivo na porção central.

Desse grande parque, uma avenida-canal com canteiros arborizados definiria a Perimetral de Primeira Ordem do sistema viário.

Cintra aproveitou o traçado do canal, que havia sido indicado por Saturnino de Brito e que já estava em construção. Ao longo do eixo, o engenheiro utilizou terrenos alagados lindeiros para implementar um parque de proporções alongadas que serviria à drenagem pluvial, proposta que também foi sinalizada por Brito em seu projeto de 1917.

[...] aproveitei o traçado muito feliz do canal de saneamento, ora em construção, traçado que, pode-se dizer, veio mesmo a calhar para o lançamento de uma perimetral. Todos os projetos anteriores também tiraram partido desse traçado acentuando-se alguns como **avenida-parque** ou como **sistema de parque** [...] Aconselho que se lhe dê largura mínima de 100 m, sem contar diversos **parques** escalados ao longo de seu percurso. A largura de 100 permite secções com faixas de rolamento de trânsito rápido e lento nos dois sentidos, além de **faixas verdes**. (JORNAL PEQUENO, 1943, grifos nossos).

Para desenhar o perímetro de irradiação e conectar as vias dos bairros centrais, Cintra não poupou esforços e criou um aterro triangular nas confluências dos rios Capibaribe e Beberibe, no bairro de Santo Amaro. No aterro, o engenheiro desenhou uma praça voltada para as bordas-d'água, com canteiros vegetados e edificações recortadas. A praça triangular se articulava nas extremidades a duas avenidas-parques radiais que se cruzariam com a avenida-canal, a oeste.

A proposição do aterro alteraria intensamente a morfologia do sítio e indicaria que não havia limites para que o efeito desejado fosse criado, mesmo que isso implicasse ir de encontro à dinâmica da natureza para desenhar com os elementos naturais uma nova composição artística. O engenheiro propôs aterrar outras áreas alagadas, com o objetivo de integrar e retificar o tecido, impermeabilizando e eliminando cursos d'água e pontes existentes. Na compreensão de Sporn (1995, p. 48), o movimento de reforma sanitária motivou o investimento no paisagismo e na infraestrutura cívica, porém muito frequentemente as propostas “focalizavam as agradáveis, mas superficiais manifestações da natureza e ignoravam os processos naturais subjacentes”.

O engenheiro enfatizou a consolidação de espaços livres públicos lineares de grandes proporções, as avenidas-parques e avenidas-canais, como eixos de expansão da urbanização, assegurando o lazer da população residente nas imediações desses eixos. Porém, ele não se preocupou em detalhar tais proposições, nada foi discutido

a respeito dos traçados internos, das espécies vegetais ou do tratamento dado à topografia, por exemplo. Ainda assim, é louvável sua atenção ao costurar o sistema viário com os espaços livres públicos existentes de referência, como o Campo do Palácio das Princesas, a Praça da República, o Parque do Derby, o Parque 13 de Maio e o Cemitério Público de Santo Amaro.

A proposta de Ulhôa Cintra se tornou referência para as intervenções realizadas no sistema viário do Recife nos anos seguintes, entretanto, muito pouco foi feito no sentido de implementar suas diretrizes para a consolidação de um sistema de parques. As sugestões para ampliação dos espaços de natureza na cidade parecem ter sido consideradas menores, em comparação com a necessidade de investir na circulação dos automóveis. Grande parte dos projetos e planos urbanísticos da época foi utilizada para distribuir autopistas, contribuindo para a destruição de porções de solo fértil, a desarticulação do tecido urbano, a poluição das águas e a alteração dos microclimas locais.

Ainda que polêmico, o sistema de parques elaborado por Cintra revelou um olhar pioneiro, capaz de antever o potencial articulador da linha-d'água do rio Capibaribe. Pela sua extensão e largura, a avenida-parque principal poderia ser considerada um parque linear ou um corredor ecológico, empregando os termos mais recorrentes na atualidade. No contexto contemporâneo, a intenção de projetar um sistema de parques para a paisagem do Recife foi retomada pelo debate urbanístico por intermédio do Projeto Parque Capibaribe, de 2014.

INFRAESTRUTURA VERDE PARA UM RECIFE CIDADE-PARQUE

O Projeto Parque Capibaribe (Figura 6) tem como objetivo a constituição de um sistema de parques ao longo das duas margens de 15 km do rio Capibaribe, totalizando 30 km de extensão (INCITI, 2015). A proposta foi elaborada mediante uma parceria firmada, em 2013, entre a Prefeitura do Recife, representada pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Recife, e a Inciti, rede de pesquisa multidisciplinar da Universidade Federal de Pernambuco.

A proposta retoma a intenção de articular os espaços livres públicos da cidade, visto que a execução dos parques e praças se efetivou por meio de práticas descontínuas e fragmentadas. O projeto

se volta para o rio, tentando modificar um contexto precário marcado pela poluição, pela falta de articulação com a malha urbana, pela baixa conectividade entre as duas margens e pelas disparidades nas condições de habitabilidade das populações residentes no entorno.

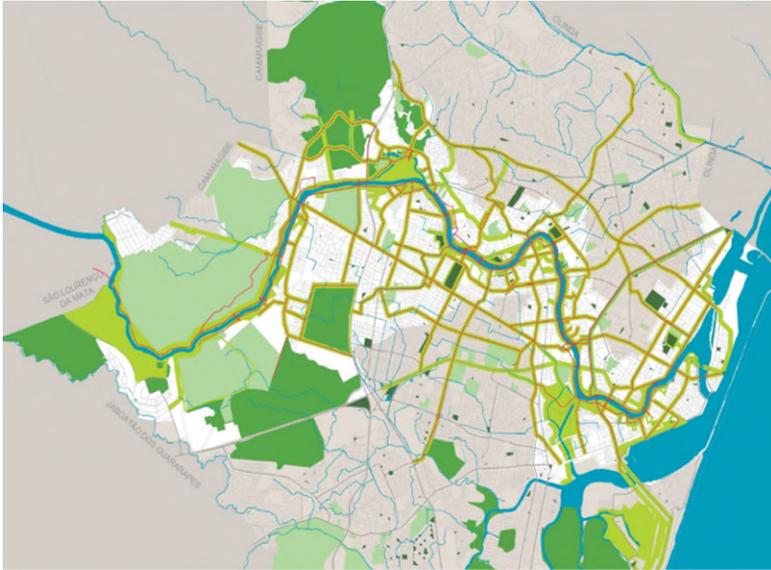


FIGURA 6: Projeto Parque Capibaribe, 2014
FONTE: Inciti, 2014.

Enxergando a relevância do rio para a identidade dos habitantes, o Parque Capibaribe tira partido dessa linha de força da paisagem para articular fragmentos de vegetação e água através da rede hídrica oculta dos canais, das unidades de conservação e dos espaços livres públicos existentes. O propósito principal do projeto é aproximar a população das águas para garantir a preservação dos ecossistemas naturais dentro da cidade. Tendo em vista a finalização da proposta, em 2037, ano do aniversário de quinhentos anos do Recife, espera-se desenvolver sua compreensão como cidade-parque.

A proposta tem um olhar sistêmico e considera o existente a partir de camadas definidas, como: sistema azul (malha hídrica); sistema terra (topografia); sistema verde (vegetação); sistema vivo (fauna e a

flora) e sistema cinza (componentes construídos). Segundo Macêdo *et al.* (2015, p. 8), o sistema azul é o eixo de integração urbana e social que permitirá também a diversificação da flora, garantindo comida e refúgio aos animais, assim como a possibilidade de assegurar sua movimentação na cidade.

Tal abordagem holística e relacional aproxima a proposição do conceito de infraestrutura verde. Segundo Bonzi (2017, p. 15), o termo surgiu em 1994 para enfatizar que os sistemas naturais compõem uma infraestrutura de suporte, tão ou mais importante do que a infraestrutura tradicional da cidade, relacionada à oferta de serviços de energia, transporte, abastecimento de água e coleta de esgoto, por exemplo. A infraestrutura verde está vinculada à ecologia da paisagem e à conservação e destaca-se por “entender que a urbanização não precisa ser antagônica à natureza” (BONZI, 2017, p. 15).

No projeto Parque Capibaribe, conforme Macêdo *et al.* (2015, p. 13-14), as intervenções são orientadas por cinco premissas básicas: chegar, atravessar, percorrer, abraçar e ativar o rio. Na perspectiva da constituição de uma cidade sustentável, o projeto pretende potencializar a chegada e o passeio no rio por meio da priorização da mobilidade não motorizada. Busca-se implementar e revitalizar ciclovias, ciclofaixas e passeios que acompanhem os córregos e canais, com melhorias na pavimentação e na infraestrutura, na arborização, no mobiliário urbano, na iluminação pública e na adaptação para acessibilidade universal. A travessia entre as margens do rio seria incrementada por pontes, passarelas e terminais para a movimentação de barcos. Além disso, propõe-se construir e preservar espaços livres públicos nas bordas-d’água, como deques, jardins, praças e parques, que possam ser apropriados pela população no cotidiano (INCITI, 2015).

Cabe destacar que o estímulo à mobilidade ativa pela utilização de bicicletas, barcos e caminhada contribui não só para a redução da emissão de gases de efeito estufa, como para a intensificação do uso dos espaços livres públicos. A vivência da cidade pode levar à valorização dos espaços de natureza e à sensação de pertencimento pelo reconhecimento do seu significado para a qualidade de vida. A proposição de uma alternativa viável ao deslocamento de automóvel também possibilita a retomada de áreas comprometidas com a circulação de veículos. Tais espaços podem começar a desempenhar funções ligadas a aspectos como conservação, requalificação ambiental, drenagem urbana, recreação, memória coletiva e convívio social.

Segundo Pellegrino e Moura (2017, p. xiii), a infraestrutura verde considera a integração de espaços arborizados em conformidade

com seu “papel estratégico para a regulação do clima, da água, do solo, tanto quanto a proteção e regeneração dos ecossistemas urbanos”. Como aponta Herzog (2013, p. 122), as árvores são essenciais nos sistemas, pois contribuem significativamente para prevenir erosão e o assoreamento de corpos d’água; promovem a infiltração das águas das chuvas; capturam gases de efeito estufa; abrigam diversas espécies e mitigam os efeitos de ilhas de calor.

A primeira etapa do projeto Parque Capibaribe foi concluída em 2016, no Recife. O Jardim do Baobá de 100 m de extensão (Figura 7) localiza-se nas margens do rio Capibaribe, no bairro das Graças. Seu componente central é o baobá de 15 m de altura e copa de 10 m de diâmetro, registrado pela Prefeitura do Recife, em 1988, como árvore de relevância histórica e ambiental. Na área circundante ao baobá, o jardim apresenta zonas de arborização frutífera, áreas de mangue, passeios, mesas para piquenique, bancos de concreto, balanços gigantes e um píer flutuante, que permite que os habitantes se aproximem da água. O espaço foi rapidamente apropriado pela população, no entanto gera expectativa a respeito da consolidação de outras etapas da proposta, que enfrenta desafios provocados pela descontinuidade da gestão política. A consolidação da cidade-parque permanece como sonho de arquitetos, urbanistas, engenheiros e da população em geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A articulação de espaços livres públicos vem sendo defendida há muitos anos como instrumento de planejamento urbano, atravessando diferentes épocas e correntes urbanísticas. Isso se dá pela relevância da presença da natureza dentro da cidade. Não há dúvidas de que o contato com a vegetação, a água, a terra, o ar e os animais contribui para a recuperação do espírito e a promoção da sensação de bem-estar.

O debate em torno do sistema de parques nos séculos XIX e XX evidencia a continuidade vegetada como sinônimo de salubridade e de embelezamento. O sistema de parques era compreendido como estrutura necessária à vida nas cidades, porém subjugada ao sistema viário. Na contemporaneidade, o paradigma sustentável insere a infraestrutura verde no âmbito da necessidade infraestrutural como suporte ecológico imprescindível à vida humana.



FIGURAS 7A E 7B: Fotos do Jardim do Baobá em novembro de 2017

FONTE: Acervo pessoal de Luísa Acioli dos Santos e Vagner Damasceno Freitas de Cerqueira.

A compreensão sistêmica favoreceu um olhar integrador entre a natureza e a cidade como componentes de uma mesma dinâmica e ampliou o papel do sistema de espaços livres públicos. Numa perspectiva multifuncional, tais espaços desempenham funções relacionadas ao manejo das águas urbanas, ao conforto ambiental, à biodiversidade, à mobilidade ativa e à criação de uma vivência afetiva nas cidades.

Se já não existe natureza intocada pelo ser humano, não há de ser esse o problema. Que seja então a solução. É possível fazer das

idades espaços de natureza, preservar e fortalecer as áreas ecológicamente relevantes, renaturalizar áreas degradadas, criar novos espaços livres públicos, dar suporte à recuperação da biosfera por meio da redução da pegada ecológica e hídrica e de um consumo e de um descarte conscientes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. O saneamento físico e moral do Recife. *In*: AMORIN, L.; GRIZ, C. (org.). **Cidades: urbanismo, patrimônio e sociedade**. Olinda: Livro Rápido, 2008. p. 51-88, 387 p.
- BONZI, R. S. Paisagem como infraestrutura. *In*: PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. (org.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Barueri: Manole, 2017. p. 1-24.
- BRITO, S. de. Saneamento do Recife: Descrições e relatórios. **Obras completas de Saturnino de Brito**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1942. v. VIII, t. 2.
- EISENMAN, T. S. Frederick Law Olmsted, Green Infrastructure, and the Evolving City. **Journal of Planning History**, 12(4), p. 287-311, 2013.
- HERZOG, C. P. **Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza**. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.
- HIGUERAS, E. Urbanismo Bioclimático: Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos. *In*: **Cuadernos de investigación urbanística**, nº 24, Madrid, 1998.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. População nos censos demográficos, segundo as grandes regiões, as unidades da federação e a situação de domicílio – 1960/2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8&uf=00>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- INCITI. **Parque Capibaribe**. 3 jul. 2015. Disponível em: <http://inciti.org/2015/07/03/parque-capibaribe/>. Acesso em: 4 fev. 2021.
- INCITI. **Primeira consulta pública: projeto e plano preliminar Parque Capibaribe Caminho das Capivaras**. Recife: Inciti, 2014.
- JORNAL PEQUENO. Sugestões para orientação do estudo de um plano geral de remodelação e expansão da cidade do Recife. Recife, 8 nov. 1943.

- LUCCHESI, M. C. João Florence de Ulhôa Cintra: influências, amizades e profissão. **Risco**, v. 14, n. 1, São Paulo, IAU-USP, p. 99-105, 2016.
- MACÊDO, A. F.; MENESES, A. R. S.; MONTEIRO, C. M. G.; CARVALHO, L. Capibaribe Park: re-weaving a city through green and public spaces. **Anais da 52 Conference international making cities livable**. Bristol: IMCL Council, 2015. Tema: Achieving green, healthy cities.
- MACEDO, S. S. Espaços livres. **Paisagem e ambiente**. São Paulo: FAU-USP, v. VII, 1995.
- MENDONÇA, E. M. S.; FREITAS, J. F. B.; CAMPOS, M. M.; PRADO, M. M.; ALMEIDA, R. H. de. **Cidade prospectiva: o projeto de Saturnino de Brito para Vitória**. Vitória: Edufes; São Paulo: Annablume, 2009.
- MOREIRA, F. D. Saturnino de Brito e o plano de saneamento do Recife (1909-1915). *In*: CARVALHO, M.; MOREIRA, F.; MENEZES, J. L. M. **Um Recife saturnino: arquitetura, urbanismo e saneamento**. Recife: Néctar, 2010.
- OLIVEIRA, F. L. **Modelos urbanísticos modernos e parques urbanos: as relações entre urbanismo e paisagismo em São Paulo na primeira metade do século XX**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, 2008.
- OLMSTED, F. L. **Public parks and the enlargement of towns**. 1870. Disponível em: <https://bibliodarq.files.wordpress.com/2016/05/olmsted-f-l-public-parks-and-the-enlargement-of-towns.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2021.
- PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. (org.). **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Barueri: Manole, 2017.
- PONTUAL, V. O urbanismo no Recife: entre ideias e representações. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, Recife, n. 2, 1999.
- REYNALDO, A. **As catedrais continuam brancas: Planos e projetos do século XX para o centro do Recife**. Recife: Cepe, 2017. 451 p.
- SANTOS, L. A. dos. **O projeto de paisagem de sistema de parques nos planos para o Recife (1917-1943)**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SCHUYLER, D. **The new urban landscape**. Baltimore; London: The Johns Hopkins University Press, 1986.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**. Tradução: Paulo Pellegrino. São Paulo: Edusp, 1995.



CONTRIBUIÇÕES DO URBANISMO BIOCLIMÁTICO PARA A CONSERVAÇÃO URBANA E A SIGNIFICÂNCIA CULTURAL

Davi D. Rodrigues S.Valentim

INTRODUÇÃO

A busca por garantir um desenvolvimento urbano mais sustentável é uma temática cada vez mais presente na sociedade contemporânea e no universo científico. O planejamento e o ordenamento do território demandam decisões práticas, que sejam adequadas a cada meio, seja físico, ambiental, paisagístico ou socioeconômico. No denso e vasto campo do urbanismo, estratégias de planejamento que considerem os recursos geridos e promovam uma qualidade de vida melhor para a sociedade fazem parte das responsabilidades do urbanismo bioclimático.

A pesquisadora espanhola Ester Higuera, da Escola Técnica Superior de Arquitetura de Madri, aponta que o urbanismo bioclimático estuda a forma urbana, levando em conta aspectos como o conforto do usuário, as condições climáticas do local e as estratégias de planejamento. Em outras palavras, o urbanismo bioclimático pode ser compreendido por meio das relações entre o meio ambiente e o meio urbano, como mostra Higuera (2006, p. 16):

[...] o urbanismo bioclimático faz parte do planejamento do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida

das pessoas, aproveitando ao máximo todos os recursos disponíveis e controlando os efeitos perniciosos sobre o meio.

Por lidar com diversos campos dos saberes relacionados, alguns conceitos debatidos pelo urbanismo bioclimático tornam-se elementos essenciais para a compreensão da problemática do desenvolvimento sustentável. Segundo o pesquisador Ruskin Freitas, da Universidade Federal de Pernambuco, o “termo *ambiente* significa tudo aquilo que nos rodeia – o meio em que vivemos. Portanto, a sua conceituação induz a relações entre um ser e o seu entorno, físico e humano, natural e social, em diferentes escalas” (FREITAS, 2005, p. 35). As concepções teóricas correm o risco de abranger apenas os elementos biológicos e naturais na compreensão do meio ambiente, entendendo-o como um sinônimo de ambiente natural. Contudo, as concepções teóricas podem discutir sobre o meio ambiente e percebê-lo como um sistema no qual interagem fatores de ordem física, biológica e socioeconômica, permitindo a compreensão de outros meios relacionados, a exemplo do ambiente construído ou ambiente urbano, a partir do qual a cidade é entendida como ambiente. Dessa maneira, os campos do urbanismo e do desenvolvimento sustentável se mostram congruentes no tocante aos fatores que objetivam compreender aspectos naturais, sociais e econômicos do meio ambiente, urbano e natural. Para o urbanismo bioclimático, na busca por qualidade de vida, devem ser considerados fatores e elementos – climáticos, naturais e antrópicos – e condicionantes urbanos, de modo indissociável.

A busca por conciliar os meios urbano e natural esteve presente nos ideais de arquitetos e planejadores, mesmo antes da consolidação das teorias do urbanismo e do desenvolvimento sustentável, ancorados nas cidades-jardins propostas por Ebenezer Howard, em 1898, em que se visava estabelecer uma relação entre o campo e a cidade, por meio de um plano de organização social e territorial. Na contemporaneidade, têm-se as chamadas *cidades sustentáveis*, que adotam práticas voltadas para a melhoria da qualidade de vida, assim como para o desenvolvimento e a preservação ambiental.

É importante salientar que essa realidade de pensar as cidades, considerando tanto seus aspectos urbanos como os fatores e os elementos climáticos, se consolidou e se formalizou, no âmbito do desenvolvimento sustentável, durante a década de 1980 com o quadro de aumento significativo na temperatura mundial. Naquele momento, a Organização das Nações Unidas (ONU) atentava para

as questões ambientais no contexto internacional, que podem ser encontradas na publicação do Relatório Brundtland (1987). O documento intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) concebe o desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades, ou seja, pressupõe um desenvolvimento que tem por meta o equilíbrio entre economia e os recursos do meio ambiente, atendendo às necessidades humanas num sistema global. O relatório expressa que a humanidade é capaz de tornar sustentável o desenvolvimento, ou seja, indica que é possível crescer e se desenvolver sem destruir o meio ambiente. Um dos principais objetivos do Relatório Brundtland consiste na retomada do crescimento, atendendo às necessidades essenciais da população; conservando e melhorando a base de recursos; mantendo o nível populacional sustentável; reorientando a tecnologia e administrando o risco; incluindo o meio ambiente e a economia no processo de tomada de decisões – ou seja, procurando equilíbrio.

O Relatório Brundtland é uma das diversas iniciativas enunciadas desde a década de 1980 que reafirmam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento – adotado pelos países industrializados e reproduzidos pelas nações em desenvolvimento – e que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais, sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Dessa maneira, os anos 1980 foram um marco para o surgimento de uma preocupação mais ampla com a dimensão ambiental das cidades e do planeta como um todo. Foi naquele momento, também, que a conservação urbana integrada – CI – passou por um processo de aprofundamento teórico e de consolidação de noções e conceitos debatidos no jovem campo patrimonial, os quais incluíam as ideias de patrimônio urbano e patrimônio natural, ligadas às novas discussões em torno das preocupações sociais e ambientais.

No universo de interseção com o urbanismo, a teoria da conservação passou a valorizar e a debater as questões sociais no planejamento das cidades e na salvaguarda patrimonial. Essa perspectiva colheu os frutos do surgimento do urbanismo progressista na Itália, no final da década de 1970, depois da experiência de reabilitação do centro histórico de Bolonha. A busca por uma leitura do patrimônio urbano que pudesse abranger olhares diversos sobre o bem cultural (material ou imaterial) se torna pauta da então chamada *conservação integrada*, pois entrelaça princípios no campo urbano, como apontam Silvio Zancheti e Jukka Jokilehto (apud GEHRING, 2016, p. 4):

A conservação integrada urbana se refere a uma estrutura de planejamento e de ações de gestão numa área urbana existente com a finalidade de garantir o desenvolvimento sustentável mediante a manutenção das características significativas das estruturas físicas e sociais do assentamento e do seu território e sua integração com novos e compatíveis usos e funções.

Nota-se então, que a década de 1980 contribuiu para o amadurecimento científico da teoria da conservação urbana integrada, compreendendo o patrimônio em decorrência da integração de fatores sociais, econômicos e ambientais, ao passo que o desenvolvimento sustentável se consolidou em face das preocupações internacionais com as mudanças climáticas.

Ainda sobre aquele período, o campo da conservação viu o surgimento de novos tipos patrimoniais, como os sítios históricos e o patrimônio natural, além do reconhecimento de outros valores patrimoniais, imateriais, como o paisagístico e o social, por exemplo. Dentre alguns crivos teóricos que surgiram no campo da conservação ao longo dos anos 1980, um dos mais debatidos, ainda na contemporaneidade, é o que discute a noção de significância cultural, definida na primeira edição da Carta Internacional de Monumentos e Sítios de Burra, publicada pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios da Austrália (ICOMOS), em 1979.

A significância cultural passou por expansões conceituais à medida que, ao longo das décadas seguintes, a Carta de Burra ganhou novas edições. Na versão mais atual, está assim definida:

O termo significância cultural designará o valor estético, histórico, científico ou social de um bem, para as gerações passadas, presentes ou futuras. O significado cultural está incorporado no próprio sítio, no seu tecido, na sua envolvente, na sua utilização, nas suas associações, nos seus registros, nos sítios relacionados e nos objetos relacionados. Os sítios podem ter variações de valor para indivíduos ou grupos diferentes (ICOMOS, 2013, art.1º, p. 1).

Em outras palavras, a significância cultural surgiu como uma nova leitura do patrimônio, centrada em aspectos subjetivos. Os valores patrimoniais são reconhecidos pela atribuição feita por atores sociais envolvidos com a salvaguarda do bem patrimonial, ou seja, com a participação da sociedade civil, permitindo que mais vozes sejam compreendidas durante o processo de conservação do patrimônio, fortalecendo bastante a dimensão social no entendimento

conceitual do campo científico. Com o reconhecimento dos valores patrimoniais junto aos atores sociais, pôde-se redigir o documento da Declaração de Significância, que reúne e justifica tais valores, e deve ser utilizado como instrumento de referência para a compreensão de um bem patrimonial antes de se propor qualquer intervenção.

Nos últimos quarenta anos, a significância cultural foi bastante estudada pela teoria da conservação, especialmente por pesquisadores anglo-saxões e brasileiros, e tem se consolidado como possível ferramenta de pesquisa junto aos atores sociais. Contudo, ainda que tenha surgido em um período de efervescência sobre os debates referentes aos aspectos sociais e ambientais, a noção acabou focando a dimensão social, deixando a ambiental pouco discutida. Mais recentemente, pesquisadores brasileiros têm aprofundado discussões referentes à ideia de significância ambiental ou natural, todavia essa fragilidade mostra-se presente não apenas na significância, como na teoria da conservação urbana integrada como um todo.

As décadas que se seguiram à publicação da primeira edição da Carta de Burra (ICOMOS, 1979) apenas comprovaram as preocupações levantadas pela comunidade internacional a respeito do desenvolvimento sustentável. O urbanismo bioclimático então, nesse contexto, é um estudo que relaciona a discussão ambiental no âmbito do planejamento urbano. Porém, há grande desequilíbrio entre o desenvolvimento e a conservação urbana e a preservação do meio ambiente, o que dificulta o planejamento das cidades no que tange às questões ambientais. Além disso, quando se trata do planejamento e da gestão de sítios urbanos históricos, o desafio é ainda maior, pois é preciso relacionar o ambiente natural, o urbano e o patrimônio cultural.

O presente artigo busca refletir sobre quais contribuições o urbanismo bioclimático pode trazer para a teoria da conservação urbana integrada e a significância cultural. Parte-se do pressuposto de que, embora a dimensão ambiental esteja cada vez mais presente nos debates sobre o planejamento, a conservação e a gestão das cidades, ainda há fragilidades no reconhecimento de aspectos ambientais na teoria da conservação integrada e na significância cultural. Desse modo, o objetivo desta pesquisa consiste em apresentar contribuições do urbanismo bioclimático para a conservação integrada, de modo a fortalecer a dimensão ambiental no debate contemporâneo sobre as cidades e o patrimônio.

A DÉCADA DE 1980 E AS TEORIAS DA CONSERVAÇÃO URBANA INTEGRADA E DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 1985, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) definiu o conceito de patrimônio cultural na Declaração do México (1985, p. 4) como:

as obras de seus artistas, arquitetos, músicos, escritores e sábios, assim como as criações anônimas, surgidas da alma popular, e o conjunto de valores que dão sentido à vida. Ou seja, as obras materiais e não materiais que expressam a criatividade desse povo: a língua, os ritos, as crenças, os lugares e monumentos históricos, a cultura, as obras de arte e os arquivos e bibliotecas.

A definição de patrimônio cultural na Declaração do México é bastante ampla e abrange os temas vigentes na década, em especial o reconhecimento de ritos, crenças, aspectos imateriais e valores subjetivos em um campo que, por décadas, havia se centrado majoritariamente na materialidade dos bens para o reconhecimento do que seria patrimônio.

Françoise Choay, em *A alegoria do patrimônio* (2011), traça um panorama histórico da teoria da restauração desde o final do século XVIII até meados do século XX, passando pelos principais teóricos e pelos países responsáveis pela perpetuação da preocupação com a salvaguarda dos monumentos históricos. Na construção desse panorama, Choay aponta o surgimento de conceitos como “patrimônio urbano” e “sítio histórico” nos debates do campo da conservação, sobretudo a partir dos anos 1980, o que introduz maior preocupação com aspectos coletivos e subjetivos e que estão além da materialidade.

No Brasil, em 1937, foi criado o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Sphan), que se configurou como o ponto de partida para o que veio a tornar-se o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), órgão responsável por identificar e registrar as edificações consideradas monumentos históricos nacionais. O surgimento da preocupação com o contexto urbano, ou seja, a ampliação do entendimento de patrimônio para além de uma edificação isolada no terreno, junto ao conceito de sítio histórico e do reconhecimento dos conjuntos urbanos como bens patrimoniais, condicionou instituições de salvaguarda como o Iphan a se mostrarem mais atentos a dimensões imateriais, sociais e ambientais.

Na esfera internacional, pode-se considerar, por exemplo, o documento da Carta de Burra (ICOMOS, 1979), que trouxe no seu art. 1º o termo “significância cultural”, conceito que se consolidou como o estudo que reúne razões pelas quais um bem cultural deve ser preservado, expressas por valores e significados socialmente atribuídos por partes interessadas no bem. Ou seja, um estudo que enaltece a consulta aos atores sociais, no processo de conservação patrimonial, com a finalidade de atender suas demandas e integrar os aspectos sociais e econômicos de um monumento ou sítio histórico.

No contexto nacional, o estado de Pernambuco foi um grande exemplo da tomada de medidas focadas nas práticas de preservação do patrimônio. Ainda em 1979, o Governo do Estado de Pernambuco, junto à Fundação do Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife (Fidem), regulamentou o chamado Plano de Preservação dos Sítios Históricos (PPSH), que, embora tivesse um caráter normativo, adotou o conceito de sítio histórico, estabeleceu regras para futuras intervenções e atribuiu aos municípios a responsabilidade da preservação de seus sítios. Segundo Pontual (2007), o PPSH foi inspirado no Plano de Bolonha (1960), Itália, que objetivava uma revitalização social e econômica para o sítio histórico da cidade, que se encontrava abandonado e estagnado economicamente. Um contexto, inclusive, comum a diversos sítios históricos no mundo, o que corroborou o avanço da atenção às práticas de conservação desses espaços. As cidades de Recife e Olinda tiveram seus sítios históricos registrados para tombamento em nível municipal, no caso de Recife, em 1981 e pela instância nacional, no caso de Olinda, já em 1979.

Nota-se então, a partir da década de 1980, o surgimento de avanços no amadurecimento do campo da conservação e das novas perspectivas assimiladas sobre a preservação do patrimônio, além do próprio entendimento do conceito de patrimônio. Contudo, a dimensão ambiental se tornou mais presente no debate sobre a conservação das cidades em meados dos anos 1990, quando, na Unesco, o Patrimônio Natural ganhou mais evidência, e a Paisagem Cultural passou a ser reconhecida como Patrimônio Mundial.

A Unesco, em seu art. 2º, entende por Patrimônio Natural “os monumentos naturais, as formações geológicas e fisiográficas, os locais de interesse naturais com valor universal excepcional do ponto de vista da ciência, da conservação e da beleza natural” (UNESCO, 1972; tradução nossa). Trata-se de uma definição bastante limitada, ou generalista demais, sobre o que poderia ser reconhecido como patrimônio natural da humanidade. Fato é que é significativa a

discrepância existente entre os bens inscritos na Lista do Patrimônio Mundial, registrados como patrimônio cultural, e aqueles intitulados patrimônio natural.

No contexto de reflexões acerca da importância das dimensões social e ambiental na discussão das cidades, as instituições de salvaguarda do patrimônio apresentam, na prática, uma dificuldade ainda maior em ouvir as vozes de outros atores sociais no processo de reconhecimento de diferentes tipos patrimoniais. Majoritariamente composta de técnicos e especialistas, as instituições de gestão acabam falhando na multidisciplinaridade e centrando as tomadas de decisão nas mãos de um corpo técnico fechado, que tende a priorizar, reconhecer e salvaguardar patrimônios identificáveis, com base no ponto de vista do seu grupo social. Essa crítica é apontada por Henry Cleere, antigo consultor do Comitê do Patrimônio Mundial, que pontua: “[...] muitas decisões da Unesco são o resultado de ‘discussões secretas’ realizadas entre os burocratas e a instituição” (LORETTO, 2016, p. 21). Nesse contexto, a Lista do Patrimônio Mundial aparece fortemente marcada pela supervalorização de tipos específicos de elementos. Por exemplo, aproximadamente 70% dessa Lista era composta de inscrições de Patrimônio Cultural, enquanto o restante se dividia entre bens naturais e mistos (culturais e naturais).

Logo, é perceptível o processo de desenvolvimento do campo da conservação ao longo dos anos, discutindo e reconhecendo novos tipos patrimoniais e permitindo uma leitura do patrimônio centrada em valores e em significados subjetivos e socialmente atribuídos. Contudo, o planejamento e a gestão das cidades precisam considerar o ambiente natural de modo a construir um desenvolvimento sustentável, tornando seus recursos duráveis e prezando pelo conforto dos seus cidadãos e usuários. Ou seja, faz-se necessária uma preocupação maior dos campos do urbanismo e da conservação com ações que possam minimizar o comprometimento do ambiente natural de maneira nociva ou até irreversível para a cidade e, conseqüentemente, para as pessoas.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi explanado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, que ocorreu em 1972, na Suécia, e ficou conhecida como Conferência de Estocolmo. A importância de discutir o conceito de desenvolvimento sustentável centrava-se na união de noções como crescimento e desenvolvimento econômico com a preservação da natureza, questões que, até então, caminhavam separadamente. Mais tarde, na década de 1980, a publicação do Relatório Brundtland, conhecido como “Nosso

Futuro Comum (1987)”, formalizou o termo “desenvolvimento sustentável” e contribuiu para a disseminação mundial do conceito.

Em 1992, realizou-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a ECO-92, na cidade do Rio de Janeiro, com a participação de 173 Estados-parte, que resultou na publicação da *Agenda 21*, que contém diretrizes para a proteção do planeta e para o desenvolvimento sustentável, com vistas a diminuir os impactos gerados pelo aumento do consumo e do crescimento econômico mundial. Esse compromisso político com o desenvolvimento sustentável foi renovado na Conferência Rio + 20, ocorrida em 2013, também na cidade do Rio de Janeiro, quando foram avaliados os progressos e as lacunas identificados até então e debatidas a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a governança para o desenvolvimento sustentável. Naquele momento, a Unesco já contava com 193 Estados-parte.

Em 2015, a ONU propôs uma nova agenda de desenvolvimento sustentável para os próximos quinze anos, a chamada *Agenda 2030*, composta de dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), para promover mudanças positivas no mundo do futuro. Tal agenda apresenta planos a serem seguidos pelos Estados-parte para a consecução dos seguintes objetivos: erradicação da pobreza; fome zero e agricultura sustentável; saúde e bem-estar; educação de qualidade; igualdade de gênero; água potável e saneamento; energia limpa e acessível; trabalho decente e crescimento econômico; indústria, inovação e infraestrutura; redução das desigualdades; cidades e comunidades sustentáveis; consumo e produção responsáveis; ação contra a mudança global do clima; vida na água; vida terrestre; paz, justiça e instituições eficazes; parcerias e meios de implementação.

No século XX, em contexto histórico internacional, houve o crescimento e a consolidação das disciplinas relativas ao desenvolvimento sustentável e à conservação, ambas permeadas pelo avanço da teoria do urbanismo. Na década de 1980, apareceu um denominador comum entre os campos, no tocante às suas preocupações urbanas e a sua alavancagem nos estudos. Ao longo das décadas de 1960 e 1970, o urbanismo reformista italiano – mais especificamente o plano de reabilitação do centro histórico da cidade de Bolonha, segundo Zancheti (2002), foi o fator que deu origem à conservação urbana integrada, que tinha por finalidade agregar as contribuições do campo do planejamento urbano relacionadas à conservação patrimonial das cidades.

Com a adoção da conservação urbana integrada como uma diretriz para o planejamento dos centros históricos europeus e, após a publicação da Declaração de Amsterdã, documento que apresenta pela primeira vez uma formulação sistemática da conservação integrada, baseada em ações e princípios a serem adotados, o campo passa a ser aprofundado e desenvolvido pela comunidade científica. Ainda segundo Zancheti (2002), essa formulação não apresentava uma definição conceitual, porém foi adotada como uma abordagem, um modo de conceber e orientar a ação de intervenção em áreas urbanas históricas, que deveria integrar aspectos essenciais como ambiente, sociedade e economia.

Sobre a conservação integrada, Jukka Jokilehto (apud ZANCHETI, 2002 p. 1) comenta:

[...] alcançada pela aplicação de técnicas de restauração sensíveis e pela escolha correta de funções apropriadas no contexto de áreas históricas, levando em conta a pluralidade de valores, tanto econômicos como culturais, e visando [a] julgamentos equilibrados.

De acordo com Zancheti e Lacerda (1999), na década de 1990, houve a valorização de ações como evidenciar a dimensão ambiental, reafirmar a atenção às questões sociais e, acima de tudo, investir na conservação de áreas históricas obsoletas. Os autores (ZANCHETI; LACERDA, 1999, p. 11) pontuam:

Depois da 2ª Conferência Mundial do Meio Ambiente (ECO 92, Rio de Janeiro), a CI [conservação integrada] aliou a questão ambiental à social e qualquer política urbana, desde então passou a levar em conta a conservação ambiental, este princípio sendo entendido como o do controle da mudança das estruturas ambientais urbanas. .

Ou seja, o planejamento urbano e a conservação urbana integrada começaram a atentar tanto para a dimensão ambiental como para os aspectos naturais e paisagísticos, e os diversos encontros e conferências internacionais que divulgaram a pauta do desenvolvimento sustentável passaram a ter mais efeitos nos campos do conhecimento. Para Zancheti (2002, p. 2), “a abordagem da conservação urbana integrada vem se modificando de acordo com os surgimentos de novos paradigmas de planejamento, especialmente do desenvolvimento sustentável”.

Essa afirmação carrega a informação de que o conceito de conservação urbana vem atuando a fim de integrar outras perspectivas

à preservação do patrimônio. Para o autor, a conservação integrada é um modo de abordar o planejamento e a gestão do patrimônio cultural urbano, segundo alguns princípios, como a integração aos processos de planejamento e gestão das cidades e dos territórios, dentro de uma visão multidimensional integrada entre dimensões econômica, cultural, ambiental etc. Em outras palavras, a conservação urbana surge com a proposta de integrar as dimensões mencionadas, no tocante à preservação dos monumentos e sítios históricos, em meio a um contexto internacional – e nacional – de abandono e estagnação econômica das centralidades históricas.

Pode-se afirmar que, na essência da teoria da conservação urbana integrada, nas últimas décadas, tem-se atentado à dimensão ambiental, e alguns teóricos já defendem a busca pelo desenvolvimento sustentável, a exemplo de Jokilehto e Zancheti. No entanto, embora as teorias tenham se desenvolvido e consolidado simultaneamente, estejam ligadas pelo planejamento urbano e já dispensem atenção à dimensão ambiental no escopo da teoria da conservação integrada, essa relação, na prática, ainda caminha a passos curtos.

A SIGNIFICÂNCIA CULTURAL E A FRAGILIDADE DA DIMENSÃO AMBIENTAL

No universo da significância cultural, por exemplo, um dos estudos da conservação urbana integrada, consolidado desde os anos de 1980, a relação dos atores sociais com os bens culturais é tratada por meio da identificação e da interpretação de valores atribuídos pelas partes interessadas ao bem em questão. Em *O culto moderno dos monumentos* ([1903], 2006), Alois Riegl apresenta três categorias de valores de memória – de antiguidade, histórico e volitivo de memória – e duas categorias de valores de atualidade – de uso e de arte. Sobre os valores propostos por Riegl, “sua manifestação assume contornos diferentes de acordo com o período, o povo e o lugar geográfico” (RIEGL, [1903] 2006, p. 11). O autor, já no começo do século XX, havia elaborado uma teoria relativista da conservação do patrimônio pautada na atribuição social de valores, cambiável de acordo com o tempo, a população e o contexto. De posse da teoria dos valores (desdobrada até os dias atuais), a significância cultural se apresenta como um estudo no qual as ânsias sociais em relação a um bem cultural poderão ser interpretadas com base nos valores, os quais, por

isso, devem ser periodicamente revistos na redação do documento da Declaração de Significância.

A Unesco admite que, para chegar à significância cultural de determinado bem, além da identificação dos valores socialmente atribuídos, é necessária a realização das análises dos atributos de autenticidade e de integridade. Com base em Jokilehto, Azevêdo (2013, p. 21) define: “integridade, etimologicamente, significa inteireza, ou seja, ‘qualidade de ser inteiro’, na condição de não ter nenhuma parte faltando”. Já autenticidade “refere-se à qualidade do que é autêntico, ao caráter do que é genuíno e verdadeiro” (AZEVEDO, 2013, p. 3).

Os conceitos de autenticidade e de integridade enaltecem aspectos sociais, econômicos e técnicos do bem cultural, e já faziam parte dos estudos da teoria da conservação antes mesmo do surgimento da significância cultural como noção patrimonial. Em *As desventuras da integridade no Patrimônio Mundial* (2016), a pesquisadora Rosane Loretto, da Universidade de São Paulo, analisa o panorama histórico do conceito de integridade nos processos de tutela dos objetos patrimoniais da Unesco e percebe que, ao longo dos anos, esses dois conceitos foram, por vezes, entendidos como uma coisa só, e ambos foram incorporados pela Unesco como qualificadoras de atributos patrimoniais.

Contudo, a integridade e a significância estavam mais presentes nos discursos de países anglo-saxões, como os Estados Unidos, que contam com uma lista de patrimônios representada sobretudo por parques nacionais e pelo Patrimônio Natural. Ainda que os debates acerca do desenvolvimento sustentável e da preocupação com a dimensão ambiental estivessem em pleno vigor a partir dos anos 1980, a maior instância de salvaguarda do patrimônio cultural mundial parece ter incorporado a discussão especialmente por ter um de seus principais financiadores interessado na salvaguarda dos próprios bens. Não é à toa que países anglo-saxões como Austrália, Canadá, Reino Unido e Estados Unidos estão entre os que mais contribuíram para o avanço de conceitos como integridade e significância cultural, no campo do patrimônio, nos últimos quarenta anos.

Todavia, ainda que na década de 1980 tenha havido o direcionamento da ciência às preocupações ambientais, e a teoria da conservação tenha se consolidado, esta, em um primeiro momento, pareceu mais centrada nas dimensões sociais e econômicas. Anos mais tarde, com o aprofundamento dos debates sobre o desenvolvimento sustentável e uma consolidação mais efetiva da conservação integrada como campo, os olhares se detiveram com mais atenção

nos aspectos naturais e ambientais. Porém, enquanto a teoria segue em um processo de amadurecimento de seus objetivos contemporâneos, a prática costuma andar bastante desconectada dos avanços no campo do patrimônio. É importante salientar que, de modo sintético, pode-se entender o estudo da significância cultural a partir de valores patrimoniais (sociais e econômicos) e de análises técnicas dos atributos de autenticidade e de integridade, ligados a aspectos também sociais e econômicos. Porém, na teoria da conservação urbana integrada, de acordo com Zancheti (2002, p. 3), ela deve “buscar o desenvolvimento sustentável”, ou seja, deve estar diretamente conectada às três dimensões do desenvolvimento sustentável, a social, a econômica e a ambiental.

Desse modo, claramente, a significância cultural apresenta fragilidade na apropriação da dimensão ambiental nos seus critérios de análise, visto que os valores, a autenticidade e a integridade estão, no escopo de sua teoria, diretamente ligados a questões sociais, econômicas, técnicas, entre outras. De certa forma, apoiando-se nos valores, é possível extrair aspectos ambientais por meio da paisagem, por exemplo, porém considerando uma perspectiva mais subjetiva. Com exceção dessa leitura paisagística dos valores e do reconhecimento da paisagem, a significância pouco se conecta com uma dimensão ambiental, tornando distante a relação entre desenvolvimento sustentável e significância cultural.

Essa fragilidade põe em risco os valores e significados patrimoniais, pois considera os atributos avaliados no processo de significância cultural desconectados de uma leitura sobre o ambiente natural que reconheça e identifique novos valores e significados, o que pode implicar a perpetuação de uma estratégia de conservação inadequada. Viñas (2004, p. 19; tradução nossa), após tecer uma crítica ao que se entende por conservação em *Teoría contemporánea de la restauración*, apresenta a seguinte definição: “A conservação é a atividade que consiste em adotar medidas para que um determinado bem experimente o menor número de alterações durante o maior tempo possível”. Ou seja, se um bem patrimonial – sítio ou monumento histórico – é passível de mudanças proporcionadas por fatores e elementos climáticos, por exemplo, e estes dizem respeito a uma dimensão ambiental pouco explorada, é perceptível que há uma divergência ideológica entre a teoria e as práticas de conservação.

No tocante às instâncias internacionais de salvaguarda do patrimônio, na década de 1990 surgiram as primeiras ferramentas, no campo da conservação, a introduzir a preocupação com a dimensão

ambiental, centrada, contudo, de início, no reconhecimento da paisagem cultural como categoria específica de patrimônio pela Unesco. Anos mais tarde, o Conselho da Europa regulamentou a proteção da paisagem cultural em todo o território europeu por meio da Recomendação R(95) 9 de 1995. No Brasil, o Iphan só incorporou a paisagem cultural como categoria de patrimônio cultural em 2009, pela Portaria nº 127, que institui um novo instrumento jurídico de proteção, a chancela. Segundo Nascimento e Scifoni (2010, p. 32), a paisagem cultural é compreendida como aquela que:

[...] traz a marca das diferentes temporalidades da relação dos grupos sociais com a natureza, aparecendo, assim, como produto de uma construção que é social e histórica e que se dá a partir de um suporte material, a natureza. A natureza é matéria-prima a partir da qual as sociedades produzem a sua realidade imediata, através de acréscimos e transformações a essa base material.

Assim, através da paisagem cultural, o ambiente natural começou a se tornar parte do discurso teórico da conservação e de instituições de salvaguarda do patrimônio, entretanto, somente anos depois de o debate sobre o desenvolvimento sustentável começar a efervescer na comunidade científica e voltar o olhar aos campos do saber e à sociedade dos riscos para o planeta. Essa contribuição continua majoritariamente focada nos aspectos de reconhecimento dos bens identificados como paisagem cultural e, no caso da Unesco, também como patrimônio natural. Além disso, verificam-se fragilidade teórica e falta de experiências práticas que tomem como referencial a preocupação com o ambiente natural, por exemplo.

A principal reflexão deste artigo está pautada nessa fragilidade presente no campo da conservação e na teoria da significância cultural no tocante à discussão de aspectos ambientais nas práticas de preservação dos bens culturais, considerando especialmente o fato de o momento histórico de consolidação da conservação e o do desenvolvimento sustentável terem ocorrido em simultaneidade. Dessa maneira, é importante salientar que o campo do urbanismo já vinha tendo direcionada a sua teoria para o desenvolvimento sustentável talvez até antes do surgimento do conceito de significância cultural. A preocupação com o meio ambiente tem se tornado mais evidente e essencial em diversos âmbitos e se faz necessária maior atenção às questões ambientais relativas à significância cultural e ao campo da conservação urbana integrada. Um possível caminho, no

tocante aos sítios históricos, de fortalecer a relação entre o patrimônio cultural e o meio ambiente, pode ser por intermédio de princípios do próprio urbanismo bioclimático.

CONTRIBUIÇÕES DO URBANISMO BIOCLIMÁTICO PARA A CONSERVAÇÃO URBANA INTEGRADA E A SIGNIFICÂNCIA CULTURAL

O urbanismo bioclimático oferece elementos de análise de que a significância cultural e o campo da conservação integrada podem se apropriar, por dialogarem com os respectivos objetivos de aprofundamento nas preocupações com o ambiente natural em seus aspectos teóricos e práticos. Romero (2000, p. 1) apresenta condicionantes bioclimáticos que podem servir de suporte, visto que já são direcionados ao âmbito do urbanismo.

A autora propõe a caracterização do clima como um estudo que “compreende tanto a formação resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais [...] quanto sua caracterização definida por seus elementos”. É importante destacar que elementos climáticos definem o clima (temperatura, umidade do ar, entre outros), enquanto fatores climáticos (radiação solar, latitude, altitude, entre outros) modificam o comportamento dos elementos climáticos (GOMES apud ROMERO, 2000). Os fatores e elementos climáticos, segundo Romero, apresentam variações de escala local à global.

Em seguida, Romero apresenta o efeito das variáveis do meio que atuam sobre a “percepção térmica do homem” (ROMERO, 2000, p. 25) e os processos de trocas térmicas que ocorrem entre o homem e o meio para o estabelecimento de seu equilíbrio térmico. A autora apresenta, também, os abrigos realizados pelo homem nesse processo de adequação ao meio, selecionando alguns exemplos, pautados em aspectos culturais e de adaptação térmica, em diversas cidades no mundo, entre elas algumas centralidades históricas, como é o caso da Cidade Colonial de Havana, em Cuba.

Em se tratando de urbanismo bioclimático, alguns pontos devem ser considerados, como os fatores climáticos locais e globais que originam o clima, os elementos climáticos que definem o clima e as principais características que determinam os climas tropicais sob a ótica construtiva dos assentamentos humanos. Além disso, podem ser levadas em conta as características do meio no qual o homem desenvolve suas atividades, definidas por esses fatores e elementos

climáticos na busca de equilíbrio térmico, na construção de abrigos que demonstrem uma resposta às exigências do homem (climáticas, sociais, culturais e econômicas), com os princípios de desenho urbano orientados pelo *bioclimatismo* – que é, antes de tudo, “uma interação de vários elementos; climáticos, do lugar, de uma cultura, com finalidade de criar ou recriar ambientes urbanos” (ROMERO, 2000, p. 48).

Os pontos levantados são discutidos por Romero em *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano* (2000) e indicam passos iniciais que podem ser efetivados no âmbito da conservação urbana, especialmente no caso da significância cultural. Valores que possam ser atribuídos pelos atores sociais, influenciados por fatores ou elementos climáticos, por exemplo, devem servir de norteadores às intervenções em espaços urbanos e sítios históricos. O mesmo pode ser dito sobre os valores que evidenciam aspectos culturais, sociais e ambientais.

Torna-se perceptível, inclusive, que alguns deles são convergentes à teoria da conservação integrada e à significância cultural. No tocante à caracterização do clima e à preocupação em investigar a percepção térmica do usuário, no sítio em questão, são itens que já podem ser considerados por técnicos e especialistas do campo da conservação, na consulta aos atores sociais. Esses aspectos podem fornecer informações de extrema importância para a apreensão de outros valores e significados de um sítio histórico, também contribuindo para um aprofundamento nas dimensões ambiental e paisagística.

O clima apresenta uma relação de influência mútua com o meio ambiente (urbano ou natural). A respeito da sua caracterização, é possível identificar se nas últimas décadas houve grandes mudanças nas condições climáticas locais, permitindo levantar questionamentos e apontar diretrizes no que se refere às estratégias e as práticas de conservação terem atentado ou não para os fatores e os elementos climáticos. E isso não apenas em relação à presença de espaços verdes e/ou com vegetação arbórea, mas também no que tange ao tipo de material de construção utilizado nas edificações, na malha urbana, entre outros elementos que contribuem para as alterações climáticas. Em “Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade”, os pesquisadores Dantas *et al* (2008, p. 9) apontaram:

Em Recife, diagnosticaram-se mudanças locais relacionadas às temperaturas durante um período de 47 anos, compreendido entre 1961 a 2008. Todos os índices analisados foram unânimes em evidenciar aumento das temperaturas máximas e mínimas, constatando-se

aumento de ondas de calor na região. Com base nesses resultados é possível inferir que a área em estudo está ficando mais quente, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade.

Logo, se as mudanças climáticas nas cidades estão se intensificando com o passar do tempo e o desenvolvimento da sociedade, torna-se mais que necessário trazer à pauta do planejamento urbano e da conservação integrada um aprofundamento nas questões climáticas e ambientais.

A busca pela percepção térmica do indivíduo, em especial no caso da significância cultural, também pode ser facilmente incorporada durante as consultas aos atores sociais, sobretudo se considerarmos o fato de a significância cultural não adotar um método oficial ou específico de apreensão dos valores e significados junto aos atores, permitindo que estratégias metodológicas sejam criadas e adaptadas, segundo a realidade do bem cultural em questão, seja ele um monumento isolado, seja um conjunto urbano.

As pesquisas sociais tendem a se organizar a partir da aplicação de questionários semiestruturados contendo, implicitamente, as temáticas que são de interesse do pesquisador. Nesse caso, o maior desafio está no exercício de os especialistas atentarem às questões ambientais (por exemplo, a percepção térmica) durante as pesquisas sociais. Há, ainda, um desafio precedente, que é a aceitação da participação da sociedade civil nas tomadas de decisão sobre as cidades e o patrimônio histórico e cultural.

Em outras palavras, alguns dos pontos debatidos por Romero (2000) a respeito do urbanismo bioclimático, não estão muito distantes do que já pôde ser feito durante o estudo da significância cultural. A preocupação com as questões ambientais tem se tornado cada vez mais latente nas últimas décadas, apontando essa temática, de fundamental importância, a ser incorporada pela população, não apenas em relação às práticas de conservação de sítios e monumentos históricos, como também no dia a dia das atividades do ser humano. O urbanismo bioclimático e o desenvolvimento sustentável oferecem perspectivas pouco exploradas no âmbito da conservação urbana integrada e da significância cultural. Entre os principais condicionantes desse quadro, está o distanciamento dos próprios técnicos e especialistas da temática ambiental. Ainda que o urbanismo bioclimático possa, por exemplo, apontar diretrizes a serem incorporadas no campo da significância cultural, acima de tudo, faz-se necessária

maior atenção dos “conservadores” a novos paradigmas urbanos, entre eles o desenvolvimento sustentável, passando por uma revisão teórica do estudo e uma mudança de perspectiva nas estratégias de planejamento e conservação dos centros urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a significância cultural tenha nascido na década de 1980 – um dos períodos de maior atenção ao desenvolvimento sustentável pela comunidade científica internacional – com a publicação da primeira edição da Carta de Burra, o estudo pouco chegou a incorporar princípios que enaltecessem a preocupação com a preservação do meio ambiente. Somente anos mais tarde, quando aspectos sociais já se faziam pauta dos debates contemporâneos da teoria da conservação, é que alguma atenção começa a ser dada às necessidades de reconhecimento e salvaguarda da paisagem cultural e do patrimônio natural e misto, esboçando uma presença mais marcante da dimensão ambiental no planejamento urbano e na preservação do patrimônio. Contudo, esse aprofundamento em aspectos ambientais caminha a passos lentos no campo da conservação integrada, além de ter sido inserido nos debates tardiamente.

É perceptível o surgimento de novas pesquisas inter-relacionando saberes e contribuindo para a construção do conhecimento do campo da conservação. No caso da significância cultural, alguns estudos sobre significância ambiental começaram a ser desenvolvidos ao longo das últimas décadas. Porém, a dimensão ambiental ainda se faz majoritariamente presente no discurso teórico da conservação urbana integrada e bastante relacionada a uma leitura mais paisagística do que ambiental.

Uma alternativa à busca pelo fortalecimento da dimensão ambiental na significância cultural pode ser vista na aplicação dos princípios do urbanismo bioclimático a sítios históricos. Considerar aspectos como as percepções climáticas dos usuários, a variação climática ocorrida no espaço, as influências de fatores e elementos climáticos na vida da cidade, sob a perspectiva dos atores sociais, pode contribuir diretamente para uma prática de salvaguarda patrimonial que dê atenção a aspectos relevantes à dimensão ambiental.

É importante salientar que, no âmbito do desenvolvimento sustentável, há a preocupação com a sustentabilidade espacial, assim como, para a conservação urbana integrada, espera-se a integração

de fatores sociais, econômicos e ambientais. Logo, elas não estão tão distantes quanto aos objetivos e preocupações teóricas, contudo essa assimilação acontece lentamente e, sobretudo, no universo teórico, havendo uma lacuna relativa a experiências práticas multidisciplinares.

Certamente diversas relações podem ser estabelecidas entre o campo do desenvolvimento sustentável e a conservação urbana integrada. A relação entre o urbanismo bioclimático e a significância cultural representa apenas uma delas, construída com base em teorias que nasceram na mesma época e sob a luz de preocupações bastante similares, mas que seguiram caminhos desconectados. A continuidade da reflexão acerca da importância urgente da atenção às questões ambientais no âmbito da conservação urbana integrada é necessária, qualquer que seja a relação, afinal essa fragilidade se faz presente até os dias contemporâneos.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, G. **Declaração de significância: uma investigação metodológica.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- CHOAY, F. **A alegoria do patrimônio.** São Paulo: Editora Unesp, 2001.
- DANTAS, R.; OLIVEIRA, F.; LIRA, V.; SOUZA, W. Avaliação das alterações de elementos meteorológicos em Recife-PE no período de 1961 a 2000. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, jun. 2008;
- DECLARAÇÃO DO MÉXICO. *In*: Conferência Mundial sobre as Políticas Culturais. Cidade do México: Icomos, 1985. Disponível em: <http://www.iphan.gov.br/legislac/cartaspatrimoniais/mexico-86.htm>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- FREITAS, R. M. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano.** 2005. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- GEHRING, A. **Acessibilidade e mobilidade no sítio histórico de Olinda: desafios contemporâneos.** Recife: 1º Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada, 2016.

- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**: critérios medioambientales en la ordenación de asentamientos. Madrid: Tesis Doctoral em la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 1997.
- ICOMOS. Conselho Internacional de Monumentos e Sítios. **Carta de Burra**. Burra: Icomos, 1979 e 2013. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Burra%201980.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- JOKILEHTO, J. Conceitos e ideias sobre conservação. *In*: ZANCHETI, S. M.; JOKILEHTO, J. (org.). **Gestão do patrimônio cultural integrado**. Recife: Ceci, 2002.
- LORETTO, R. **As [des]venturas da integridade no Patrimônio Mundial**. 2016. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- NASCIMENTO, F. B.; SCIFONI, S. A paisagem cultural como novo paradigma para a proteção do patrimônio cultural: a experiência do Vale do Ribeira-SP. **Revista CPC**, São Paulo, n. 10, p. 29-48, maio-out 2010.
- NOSSO FUTURO COMUM. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1991.
- PONTUAL, V. Práticas urbanísticas em áreas históricas: o bairro do Recife. **Biblio3W**, Revista Bibliográfica de Geografia y Ciências Sociales, Universidade de Barcelona, v. XII, n. 752, 2007.
- RIEGL, A. **O culto moderno dos monumentos**: sua essência e sua gênese. Goiânia: Editora da Universidade Católica de Goiás, [1903] 2006.
- ROMERO, M. A. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. [S.l.]. Copymarket.com, 2000.
- ZANCHETI, S. M. A conservação integrada e o desenvolvimento sustentável. **Conservação Urbana**, 18 ago. 2002. Disponível em: <http://conservacaourbana.blogspot.com.br/2006/06/conservacao-integrada-e-o.html>. Acesso em: 4 jun. 2021.
- ZANCHETI, S. M., LACERDA, N. O desempenho do plano de revitalização do Bairro do Recife: o caso do Polo Bom Jesus. *In*: ZANCHETI, S. M.; LACERDA, N.; MARINHO, G. (org.). **Revitalização do Bairro do Recife**: plano, regularização e avaliação. Recife: Editora da UFPE. 1999.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Convenção para a proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**. Paris. Unesco, 1972. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Conven%C3%A7%C3%A3o1972.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

VIÑAS, S. **Teoría Contemporánea de la Restauración**. Madri. Editorial Sintesis, 2004.



A CONSIDERAÇÃO DO URBANISMO BIOCLIMÁTICO NA REUTILIZAÇÃO DE LEITOS FERROVIÁRIOS DESATIVADOS

Talys Medeiros

A DESATIVAÇÃO DA INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

Ao longo da segunda metade do século XX, ocorreu o processo de desmonte institucionalizado do sistema ferroviário brasileiro, com a gradual intensificação do desinvestimento e da precarização do modal, concomitantemente ao avanço do rodoviarismo (CAMELO FILHO, 2000; PAULA, 2001).

Tal conjuntura provocou ampla desativação da infraestrutura ferroviária, que acometeu edificações, como estações, oficinas e armazéns, e espaços ocupados pelos leitos e pátios ferroviários. Nesses espaços, podem ser encontrados vestígios materiais, como a via permanente, composta de lastro, dormentes e trilhos, elementos de sinalização e obras, como pontes, viadutos e túneis. Esses remanescentes são relevantes como parte do legado industrial e ferroviário e têm uma relação recíproca com a conformação e a consolidação dos núcleos urbanos em que se inserem; além disso, detêm significados simbólicos relacionados à sua função original, o que evidencia o interesse cultural incidente nesses sítios.

Uma vez desprovidos de uso, os espaços ferroviários sofreram intenso processo de degradação, principalmente nos trechos urbanos. A negligência do poder público no que diz respeito à tutela do patrimônio ferroviário (FREIRE, 2017) e ao controle e planejamento urbanos abriram margem para o vandalismo, a depredação, a destinação como áreas de descarte irregular de resíduos sólidos e de despejo de efluentes, e a ocorrência de ocupações ilegais e de intervenções arbitrárias, muitas delas incompatíveis com o desenvolvimento urbano sustentável. Tal cenário de vulnerabilidades e interferências ameaça a preservação do legado ferroviário devido ao iminente risco de descaracterizações e perdas. Trata-se de uma problemática comum aos núcleos urbanos atravessados por ferrovias desativadas, analisada, neste artigo, com base no caso da Estrada de Ferro Central de Pernambuco (EFCP), inoperante desde o final dos anos 1990.

Apesar da conotação negativa decorrente da ausência de uso, os espaços ferroviários destacam-se por serem extensas áreas públicas, livres de ocupação física e linearmente distribuídas ao longo de eixos contínuos, que podem apresentar uma inserção estratégica no meio urbano.

Desse modo, incidem expectativas por parte daqueles que vivem nessas localidades acerca da sua reutilização, envolvendo questões como a reversão da degradação e as novas funções que podem vir a desempenhar. Para tanto, a estratégia de reutilização, além de compreender os espaços ferroviários como bens de interesse cultural de grande escala e partes de um conjunto, deve considerar os princípios do urbanismo bioclimático, a fim de estabelecer uma postura de atuação favorável ao desenvolvimento urbano sustentável e, consequentemente, à preservação do patrimônio ferroviário.

Dentre as alternativas de reutilização de leitos ferroviários, a sua conversão em parques lineares pode atender adequadamente às questões mencionadas. Valendo-se dessa perspectiva, considera-se o potencial desses sítios como elementos estruturadores do sistema de espaços livres públicos de lazer e recreação e de redes de mobilidade ativa, bem como a oportunidade que oferecem de pôr em prática diretrizes de urbanismo bioclimático, catalisando melhorias abrangentes nas cidades. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a implantação de parques lineares em leitos ferroviários desativados como estratégia de desenvolvimento urbano sustentável, utilizando como objeto empírico os espaços da EFCP situados em meio urbano.

PATRIMÔNIO FERROVIÁRIO E BIOCLIMATISMO: UMA CHAVE PARA O DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

O processo de amadurecimento conceitual ocorrido no campo do patrimônio cultural, a partir do segundo período pós-guerra, teve como um de seus frutos o reconhecimento do legado da industrialização como bem de interesse cultural (RUFINONI, 2013). Desde então, o patrimônio industrial tem se consolidado, de maneira gradativa, como um campo específico, alcançando significativos avanços, mais recentemente, com a elaboração de documentos de referência internacional sobre a temática. Esses documentos entendem o patrimônio ferroviário enquanto infraestrutura de transporte intrinsecamente ligada às dinâmicas industriais, legitimando-o, então, como parte do patrimônio industrial (TICCIH, 2003; ICOMOS-TICCIH, 2011).

O patrimônio ferroviário é constituído por vestígios materiais, como edificações com finalidades distintas, espaços e elementos destinados à circulação de trens e acervos operacionais e documentais, além de aspectos intangíveis, como saberes, práticas cotidianas e relações entre os trabalhadores e com as comunidades (TICCIH, 2003; ICOMOS-TICCIH, 2011).

No que diz respeito às suas especificidades, destacam-se a ampla escala e a variedade de elementos, distribuídos ao longo de um eixo e inter-relacionados, seguindo lógicas e dinâmicas funcionais e espaciais (SOTO, 2012). Tal complexidade demanda o entendimento de cada elemento como parte do sistema ferroviário, ou seja, segundo a noção de conjunto.

Entretanto, no Brasil, as práticas institucionalizadas de proteção e de preservação do patrimônio industrial e ferroviário são afetadas por uma série de dificuldades interpretativas: não há a adequada compreensão das especificidades, os elementos são vistos de modo isolado e há resistência ao próprio entendimento como bem de interesse cultural (KÜHL, 2010; MENEGUELLO, 2011; FREIRE, 2017).

Consolidou-se, então, uma abordagem descontextualizada, com ações de salvaguarda pontuais e focadas, no caso do legado ferroviário, no edifício da estação, como aponta Oliveira (2019). A preferência por um certo elemento, em detrimento dos demais, conduz a uma interpretação superficial e equivocada desse patrimônio, que desconsidera a noção de conjunto e o reduz à escala arquitetônica e a um tipo específico de edifício.

Os espaços ocupados pelos leitos e pátios ferroviários – nos quais se evidencia a articulação funcional e espacial do sistema através

da linha férrea – raramente são reconhecidos como bens de interesse cultural, principalmente após serem acometidos pela desativação. Por isso, sofrem com a descaracterização e a perda de vestígios materiais e da legibilidade do traçado, bem como com a perda da percepção da sua relação com os demais elementos. A sua presença marcante em meio urbano – ainda que enquanto eixo de segregação socioespacial (QUEIROGA, 2011) – passa a ser obliterada, situação que pode ser levada ao extremo nos casos em que o leito ferroviário é completamente suprimido.

No processo de definição da estratégia de reutilização, esses espaços não devem ser tratados como “tábula rasa”, desprovida de preexistências. Ainda que não sejam legalmente salvaguardados, é de extrema importância a permanência física dos seus vestígios materiais, passíveis de valoração e de proteção enquanto remanescentes da infraestrutura ferroviária. Demanda-se, ainda, uma mudança de paradigma em prol da preservação do patrimônio ferroviário, por meio de uma abordagem articulada, ampla e sistêmica (KÜHL, 2010; SOTO, 2012) que considere os espaços ferroviários como bens de interesse cultural e partes estruturadoras dessa infraestrutura. Trata-se de um desafio no sentido de não persistir em práticas preservacionistas fragmentadas e excludentes, almejando sua adequada salvaguarda.

Além das questões mencionadas acerca da reutilização de espaços ferroviários, os princípios do urbanismo bioclimático devem ser igualmente levados em conta, almejando maior aproximação ao desenvolvimento urbano sustentável. Segundo Higuera (2006), o urbanismo bioclimático está fundamentado no entendimento de que cada sítio requer um planejamento próprio e específico, em função das características do clima e do ambiente.

Assim, faz-se necessário o conhecimento exaustivo do sítio, da sua forma urbana e dos seus condicionantes, envolvendo os fatores climáticos naturais e antrópicos, sua influência nos elementos climáticos e a interação destes entre si – tanto em uma escala local, voltada ao microclima, como global –, de modo a tirar proveito de potencialidades e de recursos disponíveis, buscar a harmonia e o equilíbrio entre variáveis e minimizar adversidades e impactos negativos (HIGUERAS, 1998; 2006).

Nesse sentido, destaca-se a contribuição de Romero (2000) ao discutir princípios de urbanismo bioclimático para climas tropicais, os quais serão aplicados à estratégia de reutilização de leitos ferroviários. Tais princípios podem “subsidiar o desenho de ambientes

urbanos que ofereçam melhores condições de controle e bem-estar para a população, via sua adequação ao meio, em especial ao clima” (ROMERO, 2000, p. 63). A atenção direcionada à melhoria da qualidade de vida das pessoas que usufruem de determinado meio é, portanto, um dos pontos contemplados pelo urbanismo bioclimático.

Além disso, Farr (2013, p. 28) apresenta duas questões definidas como “valores centrais do urbanismo sustentável”: a biofilia, que visa aproximar as pessoas da natureza no meio urbano; e a compacidade, relacionada ao adensamento qualificado, à diversidade de usos do solo e de tipologias e ao estímulo pelo uso de modais ativos e coletivos, com boa conectividade. Ambas as questões, inclusive, oferecem uma contribuição mútua: o acesso a praças e parques a curtas distâncias desempenha “papel-chave no suporte à biofilia” (FARR, 2013, p. 168), demonstrando a importância de equilibrar a ampliação no acesso a esse tipo de espaço e a promoção da compacidade.

As mudanças climáticas globais, vinculadas ao aquecimento global e à emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE), têm evidente relação com a escala local: as cidades, onde se concentra boa parte das atividades antrópicas, contribuem significativamente para tais mudanças e, ao mesmo tempo, também sofrem com suas consequências.

A maior recorrência e intensidade de fenômenos climáticos extremos, amplamente constatada e reiterada por uma série de documentos (IPCC, 2007; BRASIL, 2008; PBMC, 2016), provoca desastres socioambientais em áreas urbanas. Tais desastres acentuam riscos, vulnerabilidades e desigualdades socioeconômicas, que refletem a ocupação inadequada do ambiente urbano, bem como a inexistência ou a ineficiência do controle e planejamento urbanos (LEITE; AWAD, 2012; SIEBERT, 2013).

Nesse sentido, a resiliência, entendida como a capacidade de um sistema de absorver perturbações enquanto se mantém em funcionamento e de se adaptar a pressões e mudanças (IPCC, 2007), deve ser buscada pelos gestores das cidades. Para tanto, demandam-se estratégias inter-relacionadas de mitigação, relacionadas à prevenção indireta de danos, no longo prazo, como a redução da emissão de GEE, e de adaptação, ou seja, de prevenção direta de danos, em nível local e no curto prazo, a fim de conviver com as mudanças climáticas sem levar a cidade ao colapso (BRASIL, 2008; PBMC, 2016).

Além de compatíveis com a compacidade e a biofilia, os princípios do urbanismo bioclimático devem estar alinhados ao fortalecimento

da resiliência urbana, constituindo-se como um dos caminhos para alcançar o desenvolvimento urbano sustentável.

Isso posto, os leitos ferroviários desativados, devido à disponibilidade de espaço, ampla escala, linearidade e relação com o meio urbano, representam uma profícua oportunidade de aplicação desses princípios, desde que considerados os liames com a salvaguarda do legado ferroviário.

A EFCP: HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DOS SEUS ESPAÇOS EM MEIO URBANO

A EFCP foi o terceiro tronco ferroviário implantado em Pernambuco, partindo do Recife, em 1881, com o propósito de alcançar o Vale do Rio São Francisco, em Petrolina, no mesmo estado (CAMELO FILHO, 2000). Ao longo de diversas administrações, públicas e privadas, a EFCP foi prolongada de forma intermitente até estacionar em Salgueiro (PE), em 1962, sem entroncar-se com outras ferrovias nem alcançar seu objetivo inicial (Figura 1). Entretanto, foi a única estrada de ferro a ligar Recife ao sertão pernambucano, articulando, ao longo dos seus 608 km, diversas regiões geoeconômicas e cidades do interior entre si e com a capital, além de ter sido um vetor indutor da ocupação que contribuiu para a conformação e/ou para a consolidação de núcleos urbanos, influenciando sua estruturação e seu desenvolvimento social, econômico e cultural (CAMELO FILHO, 2000; CAVALCANTI, 2015).



FIGURA 1: Ferrovias de Pernambuco, com destaque para a EFCP
FONTE: elaborado por Talys Medeiros, com base em Freire (2017).

A partir dos anos 1960, a EFCP foi impactada pela política nacional de desmonte do sistema ferroviário (CAMELO FILHO, 2000).

Apesar do gradual sucateamento da infraestrutura e da redução na circulação de trens, a ferrovia continuou operante, ainda que precariamente. Nos anos 1980, foram suspensos os trens de passageiros; na década seguinte, com a desestatização da Rede Ferroviária Federal (RFFSA), visando à exploração do transporte de cargas pelo setor privado, a EFCP foi concedida à Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), em 1998. No mesmo ano, a CFN suprimiu o tráfego de cargas remanescente e, em 2000, foi encerrado o Trem do Forró, percurso turístico e sazonal entre Recife e Caruaru (PE) (MACIEL JÚNIOR, 2012).

Nos anos 2000, foi concebido o projeto da Ferrovia Transnordestina, destinada ao transporte de cargas entre o interior do Piauí e os portos de Pecém (CE) e Suape (PE). O trecho pernambucano da Transnordestina previa a reutilização de boa parte da EFCP, porém, devido à incompatibilidade técnica, optou-se por construir uma nova ferrovia paralela à existente (MACIEL JÚNIOR, 2012). Tal concorrência foi mais um dos fatores a consolidar a desativação e o desinteresse por parte da CFN, que devolveu a EFCP ao poder público (ANTT, 2014). Sua infraestrutura foi abandonada, sem perspectivas de reativação para o transporte comercial de longo percurso; e, nas últimas duas décadas, os espaços ocupados pelos leitos e pátios ferroviários em meio urbano têm sido severamente afetados pelo processo de degradação.

No que diz respeito à inserção da EFCP nos núcleos urbanos, são identificadas três situações: na primeira, a ferrovia atravessa ou tangencia as áreas centrais, com maior grau de consolidação e densidade, e corta regiões periféricas, com distintos padrões de ocupação, segmentando a cidade; na segunda, acrescenta-se uma relação com as margens de cursos d'água; na terceira, a ferrovia tangencia as bordas do núcleo urbano, estabelecendo os seus limites, em uma posição afastada das regiões centrais (Figura 2).

As duas primeiras situações foram frequentes nas localidades alcançadas pela ferrovia até meados da década de 1930, ao passo que a última situação foi recorrente após esse marco temporal. Para além dessas situações, o leito ferroviário pode ser encontrado entre fundos de lotes e/ou glebas, ou adjacente às vias públicas; e nivelado, elevado ou rebaixado em relação ao entorno. Essas características variam ao longo do percurso em meio urbano e influenciam na largura e nas condições de acessibilidade a esses espaços, bem como acentuam ou reduzem o efeito barreira e as dificuldades de transposição.

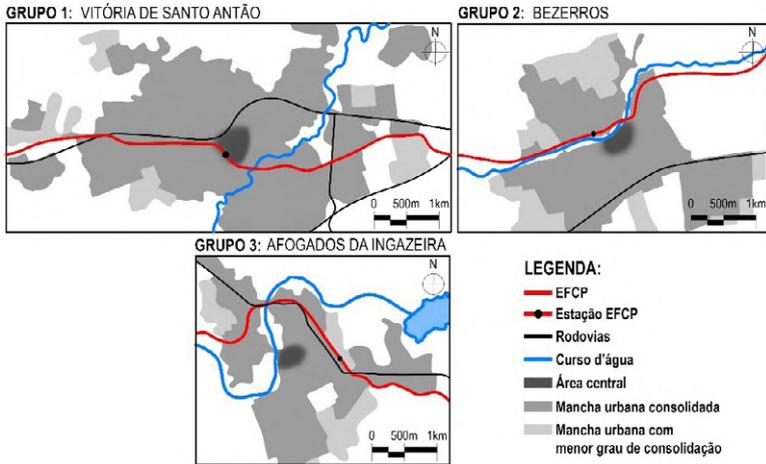


FIGURA 2: Tipos de inserção da EFCP nos núcleos urbanos
FONTE: elaborado por Talys Medeiros, com base no Google Earth (2020).

Com a implantação da EFCP na Zona da Mata, Agreste e Sertão, é possível observar a modificação nos fatores climáticos naturais, como altitude, maritimidade e vegetação, provocando alterações nos elementos climáticos. Todos os tipos climáticos encontrados no estado são atravessados pela EFCP, a saber: tropical quente e úmido (TQU); tropical quente e seco (TQS); tropical quente subúmido e seco (TQSS); e tropical quente de altitude (TQA) (CONDEPE/FIDEM, 2016). Destaca-se o predomínio do clima TQS na maior parte do seu traçado, seguido pelo TQU e pelo TQSS, na faixa de transição entre os dois primeiros (Figura 3). Tal diversidade requer o desenvolvimento de estratégias adequadas a demandas distintas, considerando as diferenças de amplitude térmica, de umidade do ar e de precipitação, mas também comuns, como a necessidade de sombreamento e de presença de vegetação arbórea.

A proteção legal incidente na EFCP, nas esferas federal e estadual, abarca majoritariamente estações isoladas, estendendo-se a alguns conjuntos e pátios ferroviários. Entretanto, em nível estadual, destaca-se o tombamento do trecho Recife-Gravatá, datado de 1986 (FUNDARPE, 2014), por extrapolar a escala arquitetônica, muito embora, na prática, a proteção não seja efetiva, assim como ocorre com muitos outros bens protegidos.



FIGURA 3: Tipos climáticos de Pernambuco e traçado da EF-CP
FONTE: adaptado de CONDEPE/FIDEM, 2016.

A REUTILIZAÇÃO DE LEITOS FERROVIÁRIOS COMO PARQUES LINEARES E A PROMOÇÃO DO URBANISMO BIOCLIMÁTICO

As possibilidades de reutilização de leitos ferroviários podem ser agrupadas em duas vertentes: reaproveitamento da infraestrutura, parcial ou total, para o transporte urbano sobre trilhos ou para o tráfego de trens turísticos; e reaproveitamento do espaço, para a implantação de sistema viário ou de caminhos verdes e parques lineares. A conversão de leitos ferroviários em vias é a prática mais distanciada de intenções preservacionistas e do bioclimatismo, ao passo que as demais possibilidades podem estar alinhadas, em maior ou menor medida, ao reconhecimento desses espaços como bens de interesse cultural e ao desenvolvimento urbano sustentável.

Desde as últimas décadas do século XX, existem programas de implantação de *greenways*, ou “caminhos verdes”, em leitos ferroviários desativados, consolidados como uma prática recorrente em vários países (KÜHL, 1998; SENES *et al.*, 2004; OPPIDO, 2014). Esses caminhos verdes são projetados com múltiplas funções simultâneas, como ambiental, cultural, educativa, recreativa e de circulação não motorizada, de modo a atender a uma grande diversidade de usuários, podendo ter caráter urbano ou rural (SENES *et al.*, 2004; HERZOG, 2008). Em meio urbano, podem ser compreendidos como parques lineares, espaços livres públicos com equipamentos de lazer e recreação e percursos destinados à mobilidade ativa.

A compatibilidade com a permanência e a legibilidade dos vestígios materiais remanescentes nos espaços ferroviários é uma condição fundamental para que esse tipo de reutilização seja estimulado. Além disso, tira-se proveito das características físicas dos leitos

ferroviários, como a continuidade, a suavidade de inclinações e de curvas e a segregação em relação ao sistema viário, o que beneficia a circulação por modais não motorizados e proporciona condições favoráveis de utilização.

A “natureza potencialmente sistêmica do espaço dos antigos leitos ferroviários”, apontada por Queiroga (2011, p. 35), demonstra sua aptidão como elemento articulador e integrador, em uma escala urbana, revertendo a segregação que normalmente provoca. Tais aspectos favorecem o reaproveitamento desses eixos físicos para a (re)estruturação do sistema de espaços livres públicos de lazer e recreação e de redes de mobilidade ativa, ou seja, os benefícios dessas intervenções podem alcançar diferentes porções do tecido urbano. No que diz respeito aos diferentes tipos de inserção das ferrovias nos núcleos urbanos, quanto maior for a relação do leito ferroviário com o tecido urbano, atravessando áreas centrais e periféricas – como nas duas primeiras situações identificadas no caso da EFCP –, maiores podem ser os benefícios da conversão desses espaços em parques lineares.

A fim de assegurar sua contribuição para o desenvolvimento urbano sustentável, a reutilização dos leitos desativados da EFCP em meio urbano, como parques lineares, deve considerar os seguintes princípios orientados pelo urbanismo bioclimático: incrementar a presença de vegetação arbórea e o sombreamento, incompatíveis com o uso original do espaço, mas fundamentais para favorecer a sua reutilização; evitar a impermeabilização excessiva do solo, buscando manter a permeabilidade característica dos leitos ferroviários; e utilizar materiais com menor absorção da radiação, reflexão e retenção do calor, para evitar a radiação difusa e o acúmulo de calor nas superfícies e, conseqüentemente, conter o aumento da temperatura do ar (HIGUERAS, 1998; ROMERO, 2000; GARTLAND, 2010; FARR, 2013).

Alguns princípios demandam adaptações aos diferentes climas encontrados ao longo da ferrovia e às particularidades de cada sítio, considerando os fatores climáticos naturais e antrópicos. Vale ressaltar que na região de clima TQSS podem ser aplicados princípios adaptados aos climas TQU ou TQS, exigindo uma análise acurada de cada situação.

O aumento da presença de vegetação arbórea contribui não apenas para o sombreamento, ao filtrar e reduzir a incidência direta de radiação nas superfícies e nas pessoas, mas também para a diminuição da temperatura e a melhoria da qualidade do ar (ROMERO, 2000;

GARTLAND, 2010). Entretanto, nas regiões de clima TQU, a vegetação arbórea não deve interferir na ventilação, necessária para a dissipação da elevada umidade do ar, o que requer a adequada escolha das espécies e seu conveniente posicionamento (ROMERO, 2000). Ademais, o sombreamento não deve ficar por conta apenas da vegetação arbórea, pois pode ser obtido pelo uso de marquises e de elementos de mobiliário urbano, os quais, em localidades de clima TQU, também podem contribuir com a provisão de abrigos para a chuva, tendo em vista a elevada pluviosidade dessas regiões.

Acerca da permeabilidade, nas regiões de clima TQS, o lento escoamento das águas pluviais – obtido por declividades suaves e pela presença de vegetação rasteira, por exemplo – e a sua infiltração no solo são importantes para garantir a retenção da umidade e sua posterior evaporação, atenuando os efeitos da baixa umidade do ar; já no clima TQU, com alto índice de precipitação, a infiltração é fundamental para evitar o escoamento superficial excessivo e em alta velocidade, reduzindo a demanda do sistema de drenagem (ROMERO, 2000). A pavimentação do solo deve ser limitada, considerando a compatibilidade com os usos propostos. Além de seguirem as recomendações para conter o impacto no aumento da temperatura do ar, os materiais de pavimentação devem favorecer a redução da velocidade de escoamento das águas pluviais e o incremento da infiltração, por meio da rugosidade e porosidade, respectivamente (GARTLAND, 2010).

A conversão de leitos ferroviários desativados em parques lineares tende a promover a ampliação do acesso humano à natureza e da oferta de espaços livres públicos de lazer e recreação. Além disso, a disponibilidade de arborização, sombreamento e infraestrutura e o desenho urbano adequados nesses espaços estimulam formas ativas de deslocamento, como a caminhada e o ciclismo, reduzindo a dependência de modais motorizados e o consumo energético. Verifica-se, então, o alinhamento a uma estratégia sustentável e em prol da cidade compacta, o que reduz a necessidade de expansões urbanas e a pressão nos ambientes naturais do entorno e promove o aproveitamento mais efetivo dos espaços, infraestruturas e recursos disponíveis (HIGUERAS, 1998; LEITE; AWAD, 2012; FARR, 2013). São, portanto, estratégias de mitigação que contribuem para tornar as cidades mais resilientes, em conjunção com as questões relacionadas à drenagem e à permeabilidade do solo, ao incremento da vegetação arbórea e ao adequado tratamento das superfícies, que se constituem como estratégias de adaptação (BRASIL, 2008; PMBC, 2016).

Verifica-se, portanto, que esse tipo de intervenção contempla a atenção às condições climáticas globais e locais e aos impactos no microclima, à melhoria das condições de conforto ambiental, à biofilia, à compacidade e à resiliência urbana, assim como, o estímulo à fruição do espaço público e do patrimônio cultural, incentivando a diversidade nas relações sociais, o fortalecimento da memória e da identidade individual e coletiva e do senso de pertencimento acerca da ferrovia e da cidade, tendo em vista a relação imbricada entre o processo de consolidação de ambos.

CASOS DE INTERVENÇÃO: JABOATÃO DOS GUARARAPES E CARUARU

Ao longo dos últimos anos, os espaços afetados pela desativação da EFCP situados em meio urbano têm sofrido intervenções de caráter diverso por parte das municipalidades. Os dois casos de intervenção apresentados a seguir foram selecionados por representarem abordagens distintas.

O município de Jaboatão dos Guararapes, no Grande Recife, região de clima TQU, foi alcançado pela EFCP, em 1885 (FREIRE, 2017). Em 2012, foi realizada uma intervenção em cerca de 800 m do leito ferroviário a oeste da antiga estação (MORAIS, 2012), trecho que atravessa uma centralidade, área densamente ocupada e consolidada. O leito ferroviário foi transformado em avenida, compondo um binário com uma via arterial metropolitana.

Foi ampliado o espaço destinado à circulação de modais motorizados e individuais como solução aos recorrentes problemas de trânsito na região, o que, por fim, não se mostrou eficaz. Não houve a implantação de infraestruturas cicloviárias, tampouco a melhoria das condições de circulação para os pedestres e o transporte coletivo. Observa-se, ainda, o conflito entre o novo uso e a permanência dos vestígios materiais da ferrovia, pois sua integridade física e legibilidade foram comprometidas pelo asfaltamento da via permanente, cobrindo trilhos e dormentes (Figuras 4 e 5), apesar de estar inserida no trecho tombado da EFCP, em nível estadual.

A intervenção, além de incompatível com a preservação do patrimônio ferroviário, amplia as superfícies asfaltadas, aumentando a impermeabilização, com impactos negativos na drenagem urbana, no microclima local e nas condições de conforto ambiental, incentiva

o uso de modais motorizados e não se constitui como resposta adequada de enfrentamento às mudanças climáticas globais.



FIGURAS 4 E 5: Binário em fase de implantação, quando os trilhos ainda estavam visíveis (2012) e, mais tarde, concluído (2013), em Jaboatão dos Guararapes (PE)
FONTE: Google Street View. Acessos em: 2012 e 2013, respectivamente.

Trata-se de uma postura antagônica à biofilia, à compacidade, à resiliência urbana, aos princípios do urbanismo bioclimático e, portanto, ao desenvolvimento urbano sustentável. Entretanto, esse tipo de intervenção é replicado em cidades atravessadas pela EFCP e por outras ferrovias desativadas, sob a justificativa de “resgatar” tais espaços de uma situação de degradação e de “melhorar” a mobilidade urbana.

O município de Caruaru, no Agreste, possui clima TQS e foi alcançado pela EFCP, em 1895 (FREIRE, 2017). A ferrovia atravessa o núcleo urbano de forma longitudinal, cortando a área central, densamente ocupada e consolidada, e regiões periféricas, com distintos padrões de ocupação. Na cidade, encontra-se em implantação a Via Parque, proposta de “requalificação da linha férrea e de sua faixa de domínio” (CARUARU, 2018, p. 5). Trata-se de um parque linear ao longo de 7 km do leito ferroviário e de 1,5 km de vias existentes, cuja execução foi dividida em três etapas, das quais duas foram entregues em 2019 e 2020 (Figura 6) (CARUARU, 2018; PESSOA, 2019; G1, 2020). O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), proprietário de boa parte dos bens da RFFSA, cedeu o leito ferroviário à municipalidade para a execução do projeto (DNIT, 2020).

O parque foi concebido como “eixo de mobilidade urbana sustentável”, tirando proveito de espaços públicos disponíveis, linearmente distribuídos, e da sua “condição como elemento integrador do tecido urbano” (CARUARU, 2018, p. 9-11). Além da ciclovia e da pista de

caminhada ao longo do percurso, há equipamentos de lazer e recreação, dispostos em bolsões de maior largura, reduzindo a carência por esse tipo de serviço na cidade. Considerando a extensão e a diversidade de usos lindeiros à Via Parque, agrega-se, ainda, o alcance a diversos públicos. No entanto, por ser uma intervenção isolada, não está vinculada à estruturação de redes de mobilidade ativa, de sistemas de espaços livres públicos de lazer e recreação e de conexões ambientais, o que potencializaria seu caráter articulador.

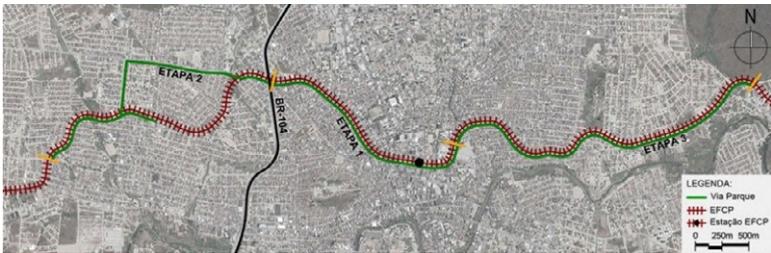


FIGURA 6: Traçado da EFCP e da Via Parque, em Caruaru (PE)

FONTE: elaborado por Talys Medeiros, com base em Caruaru (2018) e no Google Earth (2018).

O novo uso é favorável à permanência dos vestígios materiais do leito ferroviário em uma escala urbana, mas a abordagem do patrimônio ferroviário é superficial: a intervenção proporciona uma leitura rasa do uso anterior do espaço, considerando a ferrovia como mera coadjuvante da intervenção. Os trilhos foram mantidos aparentes ao longo da maior parte do percurso, porém os dormentes foram cobertos pela pavimentação, já que a ciclovia foi implantada sobre a linha férrea (Figura 7). A manutenção dos trilhos foi recomendada pelo DNIT, no entanto eles encontram-se interrompidos em vários pontos, de encontro à possibilidade de “circulação de composições ferroviárias, caso necessário” sugerida pelo memorial do projeto (CARUARU, 2019, p. 10).

Não são exploradas a noção de conjunto ferroviário e as relações com os demais elementos existentes na cidade; tampouco há referências, no projeto, acerca do uso original do espaço. Tais questões, caso fossem contempladas, promoveriam a preservação do legado ferroviário, a educação patrimonial e o fortalecimento do senso de pertencimento.



FIGURA 7: Trecho da primeira etapa da Via Parque, em Caruaru (PE)
FONTE: DNIT, 2020.

A Via Parque garante a manutenção da permeabilidade do solo ou sua recuperação nos segmentos em que o leito ferroviário estava completamente pavimentado, como na área central da cidade, e contribui também para a drenagem urbana e a retenção da umidade, necessária no clima TQS. Entretanto, o sombreamento deve ser ampliado com o incremento na vegetação de porte arbóreo e explorado pelo mobiliário urbano, a fim de potencializar seus benefícios e de favorecer a utilização do parque em diferentes horários do dia.

De modo geral, a intervenção contribui para a melhoria das condições de conforto ambiental e proporciona impactos positivos no microclima; além disso, a biofilia, a compacidade e a resiliência urbana, ainda que não sejam profundamente exploradas, são valores presentes.

A Via Parque mostra-se alinhada ao desenvolvimento urbano sustentável – em evidente contraste com a primeira intervenção apresentada – e tem um caráter inovador no cenário pernambucano, por atribuir ao leito ferroviário uma reutilização que aborda de maneira adequada e coerente esses sítios, tanto sob o ponto de vista do patrimônio ferroviário como do urbanismo bioclimático. Assim, pode servir como referência para as localidades que enfrentam questões relacionadas à desativação dos espaços da EFCP e de outras ferrovias, desde que haja maior aproximação com a preservação do patrimônio

ferroviário, além da necessária adequação às características e necessidades de cada sítio específico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aproximação entre a preservação do patrimônio ferroviário e o urbanismo bioclimático, em colaboração recíproca e convergente na fundamentação acerca da alternativa de reutilização aqui abordada, demonstra a necessidade de sensibilização do planejamento urbano a esses aspectos. Entretanto, no contexto brasileiro, a incidência de interesses divergentes e alheios a essas questões, somada às vulnerabilidades das políticas públicas urbanas, torna recorrentes práticas indesejadas, no que diz respeito à reutilização dos espaços ferroviários, principalmente, nos trechos situados em áreas urbanas centrais e consolidadas. O desenvolvimento sustentável, apesar de se fazer presente nos discursos dos gestores públicos, em alguns casos, ainda se encontra distanciado da prática, demandando equivalente sensibilização.

Por se tratar de uma intervenção em sítios com preexistências de interesse cultural, o respeito por esse aspecto é um ponto central que não pode ser negligenciado. A possibilidade simultânea de reutilização do espaço e de preservação dos vestígios materiais encontrados nos leitos ferroviários em uma escala urbana desmistifica a noção de “congelamento” atribuída aos bens patrimoniais e deve ser estendida aos demais elementos que compõem esse legado, considerando as especificidades espaciais e funcionais e a noção de conjunto – superando, assim, a forma de atuação atualmente consolidada.

A reutilização e a preservação operadas nesses espaços, juntamente com a biofilia, a compacidade e a atenção às questões climáticas, são muito relevantes, porém insuficientes, por si sós, para garantir o desenvolvimento urbano sustentável, pois devem ser levadas em conta outras dimensões, como a social, a econômica, a política e a ecológica.

Com base nas questões discutidas acerca da reutilização de leitos ferroviários desativados como parques lineares, é possível afirmar que se trata de uma estratégia capaz de promover o enfrentamento oportuno e concomitante de pontos relevantes, como o reconhecimento e a preservação do patrimônio ferroviário, a reutilização de espaços sem uso e degradados em meio urbano, a adequação às condições climáticas do sítio e a resiliência urbana às mudanças

climáticas globais. É evidente, portanto, sua relevante contribuição para o desenvolvimento urbano sustentável e para a melhoria da qualidade de vida nos núcleos urbanos atravessados pela EFCP: deve-se constituir, portanto, como forma de enfrentamento comum em face da problemática da desativação dos espaços ferroviários, antecipando-se à intensificação do processo de degradação e às suas consequências, que comprometem as oportunidades e potencialidades que esses sítios oferecem.

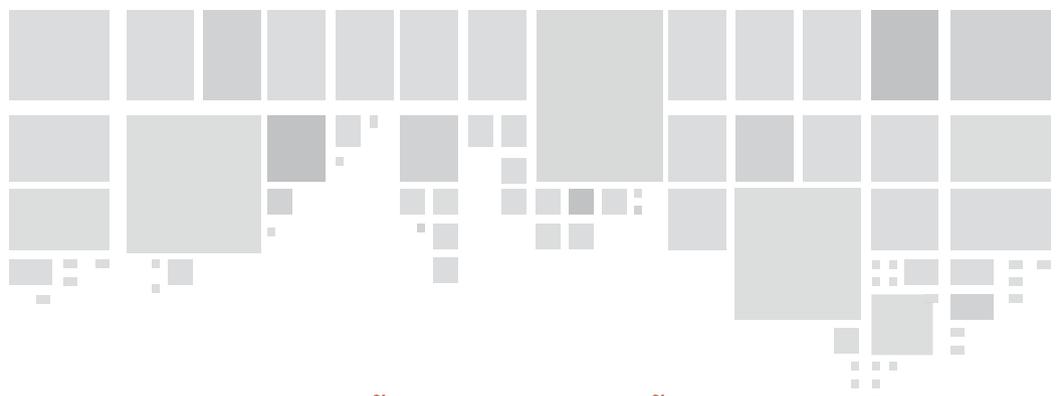
REFERÊNCIAS

- ANTT. **Contrato de concessão**: termo aditivo nº 02. Brasília, DF, 2014
- BRASIL. III Conferência Nacional do Meio Ambiente: mudanças climáticas. **Caderno de Debate**, Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2008.
- CAMELO FILHO, J. **A implantação e consolidação das estradas de ferro no Nordeste brasileiro**. 2000. 250 f. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- CARUARU. **Via Parque**: memorial descritivo. Caruaru: Prefeitura Municipal, 2018.
- CAVALCANTI, M. **Os sistemas logísticos de transporte e a estruturação do território pernambucano**: gênese e produção. 2015. 252 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.
- CONDEPE/FIDEM. **Anuário Estatístico de Pernambuco**. Recife: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco, 2016.
- DNIT. DNIT formalizou a cessão de área ferroviária ao município de Caruaru/PE, possibilitando a urbanização próximo à linha férrea. A primeira etapa do projeto Via Parque foi inaugurada e disponibiliza à sociedade equipamentos esportivos e de lazer, e melhora a mobilidade na região. Brasília, DF, 13 mar. 2020. Twitter: @DNIToficial. Disponível em: <https://bityli.com/f5fWu>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- FARR, D. **Urbanismo sustentável**: desenho urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013.

- FREIRE, M. E. **Patrimônio ferroviário: a preservação para além das estações**. 2017. 263 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- FUNDARPE. **Patrimônios de Pernambuco: materiais e imateriais**. 3. ed. Recife: FUNDARPE, 2014.
- GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- G1 CARUARU**. Segunda etapa da Via Parque é inaugurada, em Caruaru. Caruaru, 13 ago. 2020. Disponível em: <https://bityli.com/7pSy2>. Acesso em: 13 fev. 2021.
- HERZOG, C. Corredores verdes: expansão urbana sustentável através da articulação entre espaços livres, conservação ambiental e aspectos histórico-culturais. *In*: TERRA, C.; ANDRADE, R. (org.). **Coleção paisagens culturais: materialização da paisagem através das manifestações socioculturais**. Rio de Janeiro: UFRJ-EBA, 2008.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático: criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos**. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1998.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.
- ICOMOS-TICCIH. **Princípios conjuntos do ICOMOS-TICCIH para a conservação de sítios, estruturas, áreas e paisagens de patrimônio industrial**. Dublin: ICOMOS-TICCIH, 2011.
- IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Genève, 2007.
- KÜHL, B. **Arquitetura do ferro e arquitetura ferroviária em São Paulo: reflexões sobre a sua preservação**. São Paulo: Ateliê Editorial, 1998.
- KÜHL, B. O legado da expansão ferroviária no interior de São Paulo e questões de preservação. *In*: SEMINÁRIO DE PATRIMÔNIO AGROINDUSTRIAL, 2., 2010, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos, 2010.
- LEITE, C.; AWAD, J. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- MACIEL JÚNIOR, A. **Requalificação de ativo público em obsolescência tecnológica: a Ferrovia Tronco Centro de Pernambuco**. 2012. 188 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola

- Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2012.
- MENEGUELLO, C. Patrimônio industrial como tema de pesquisa. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE*, 1., 2011, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2011.
- MORAIS, A. Binário vai facilitar tráfego em Jaboatão dos Guararapes. **Jornal do Commercio**, Recife, 3 maio 2012. Disponível em: <https://bityli.com/RHCLs>. Acesso em: 13 fev. 2021.
- OLIVEIRA, E. Memória ferroviária: esforço de revisão crítica da memória ferroviária sobre a ferrovia e seu valor patrimonial. *In: OLIVEIRA, E. (org.). Memória ferroviária e cultura do trabalho: balanços teóricos e metodológicos de registro de bens ferroviários numa perspectiva multidisciplinar*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2019.
- OPPIDO, S. La valorizzazione diffusa: il riuso del patrimonio ferroviario dismesso. **Bolettino Calza Bini**, v. 14, n. 1, p. 221-236, jul. 2014.
- PAULA, D. As ferrovias no Brasil: análise do processo de erradicação de ramais. *In: CONGRESSO DE HISTORIA FERROVIARIA*, 2., 2001, Aranjuez. **Anais [...]**. Aranjuez, 2001.
- PBMC. **Mudanças climáticas e cidades: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC: COPPE – UFRJ, 2016.
- PESSOA, M. Primeira etapa da Via Parque é inaugurada em Caruaru. **NE10 Interior**, Recife, 11 nov. 2019. Disponível em: <https://bityli.com/9k6Zn>. Acesso em: 13 fev. 2021.
- QUEIROGA, E. Do vazio ao espaço público: requalificando paisagens, reestruturando territórios. **Paisagem Ambiente: Ensaio**, n. 28, p. 21-40, 2011.
- ROMERO, M. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. [S. l.], 2000.
- RUFINONI, M. **Preservação e restauro urbano: intervenções em sítios históricos industriais**. São Paulo: Edusp, 2013.
- SENES, G. *et al.* Le *greenways* come rete di mobilità alternativa: il recupero dei sedimi ferroviari dismessi come *greenways*. *In: ISFORT. Ferrovie, territorio e sistema di greenways*. Roma: ISFORT, 2004.

- SIEBERT, C. Mudanças climáticas e resiliência urbana. *In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR*, 15., 2013, Recife. **Anais [...]**. Recife, 2013.
- SOTO, J. Los ferrocarriles y el patrimonio mundial: del monumento al paisaje cultural. *In: CONGRESO DE HISTÓRIA FERROVIARIA*, 6., 2012, Vitoria. **Anais [...]**. Vitoria, 2012.
- TICCIH. **Carta de Nizhny Tagil sobre o patrimônio industrial**. Nizhny Tagil: TICCIH, 2003.



A CONTRIBUIÇÃO DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA PROJETOS ARQUITETÔNICOS E URBANOS BIOCLIMÁTICOS

Lívia Melo de Lima

INTRODUÇÃO

Os projetos de conjuntos habitacionais populares no Brasil têm apresentado inadequações das edificações ao clima dos locais onde se encontram esses empreendimentos. Tal inadequação mostra-se como a grande responsável pelo consumo energético elevado, devido ao uso excessivo dos meios mecânicos de climatização e de iluminação, afetando o desempenho ambiental e a sustentabilidade arquitetônica, ou seja, a relação do edifício com o usuário e seu entorno imediato. A arquitetura sustentável tem como objetivo aumentar a qualidade de vida do ser humano no ambiente construído, integrando-o às características da vida e do clima locais, consumindo menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as futuras gerações (CORBELLA, 2003).

Projetados sem levar em conta a necessidade de proporcionar ambientes termicamente confortáveis, muitos desses projetos apresentam repetições de implantação, de formas e de volumes, reproduzidos em série nos lotes e nas quadras. O discurso das construtoras sobre o motivo da padronização das plantas baixas deve-se à redução

do custo para a construção das unidades, à carência de mão de obra especializada naquela tipologia construtiva e também a sua não aceitação pelo público-alvo (população de baixa renda). Esse padrão arquitetônico repete-se em vários empreendimentos, localizados em diferentes cidades, e, conseqüentemente, em climas distintos. Em se tratando de edifícios onde há pouco investimento financeiro, a adequação climática se constitui em um meio importante para minimizar os custos operacionais, permitindo melhor utilização dos recursos naturais disponíveis. Pouco a pouco, renasceu uma arquitetura preocupada com sua integração ao clima local, visando à habitação centrada no conforto ambiental do ser humano e em sua repercussão no planeta – a arquitetura bioclimática (CORBELLA, 2003).

Acredita-se que a utilização dos arranjos bioclimáticos, baseando-se no aproveitamento dos recursos passivos (naturais) de climatização dos espaços edificados, quando o rigor do clima não é extremo, favorece diretamente o conforto térmico dos usuários desses conjuntos habitacionais. A importância dos arranjos bioclimáticos vai além da unidade habitacional: ela chega à escala urbana do conjunto como um todo. A aplicação de princípios e estratégias bioclimáticas na arquitetura pode ser comprometida ou anulada, caso a estrutura urbana não permita o aproveitamento dos recursos passivos, como a ventilação e a iluminação naturais. Higuera (2006) reforçou o papel da bioclimatologia no planejamento dos espaços urbanos, difundindo o conceito do urbanismo bioclimático. A autora destaca a disciplina, defendendo a abordagem associada à capacidade de análise de carga dos sistemas naturais locais a uma matriz de interações entre os aspectos ambientais (relevo, insolação, ventos, vegetação, recursos energéticos e hídricos) e as variáveis do ambiente urbano (desenho e disposição de vias de circulação, espaços livres, quadras, lotes e edificações).

Uma tentativa de resolver a inadequação ambiental e promover a “sustentabilidade” no espaço construído é aderir aos selos de sustentabilidade, em empreendimentos públicos e privados. Esses selos fazem uso de uma estrutura simples de avaliação e de consideração de conceitos ambientais e de uso de energia, estabelecidos em normas e recomendações de organismos com credibilidade reconhecida, com a utilização de uma lista de checagem (ORNSTEIN; VILLA, 2013).

A Caixa Econômica Federal (2010) criou o selo Casa Azul, com a intenção de incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de

manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários e, ainda, promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis. Tal selo propõe alternativas projetuais para diferentes zonas bioclimáticas.

O objetivo deste artigo foi analisar o processo de adequação ambiental do projeto arquitetônico do conjunto habitacional Brahma, localizado na cidade de Garanhuns (PE), para receber a certificação do selo Casa Azul na categoria ouro, apoiando-se nos conceitos da bioclimatologia.

O projeto havia sido preconcebido pela construtora. No entanto, havia a necessidade de realizar o processo de adequação ambiental, visando atender aos critérios obrigatórios e de livre escolha, conforme roteiro para certificação. Essa adequação se efetivou em decorrência das exigências do selo, que estavam embasadas nos princípios bioclimáticos.

Na primeira etapa, foi realizada uma análise das características do clima local de Garanhuns, uma breve análise do entorno imediato e a adequação às condições físicas do terreno. Na etapa seguinte, foi analisado o desempenho térmico da edificação para atender às exigências da zona bioclimática 5, na qual se encontra esse município (Figura 1). Foram investigadas a orientação solar (como também a proteção solar), com o auxílio das cartas solares, e a influência dos ventos dominantes na edificação.

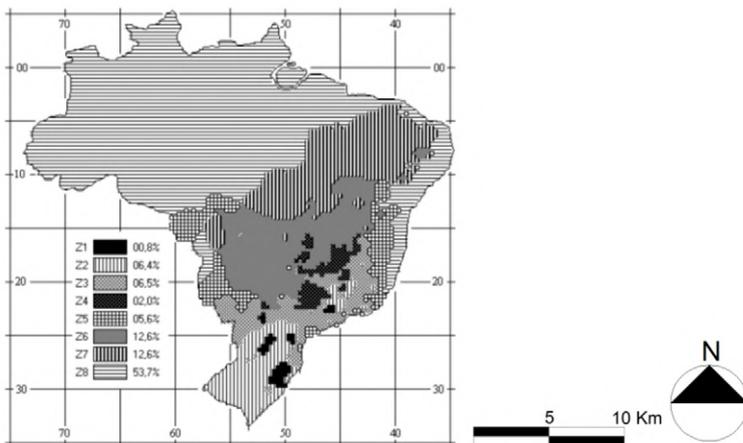


FIGURA 1: Zoneamento bioclimático brasileiro
FONTE: NBR 15220.

Na terceira e última etapa, foi analisado o desempenho térmico das vedações em relação à cobertura, às paredes e às aberturas da sala, dos dormitórios e da cozinha, segundo as exigências da zona bioclimática 5.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Garanhuns está localizado na Mesorregião do Agreste Pernambucano, conforme se vê na Figura 2, com uma área de 458,6 km² e 129.408 mil habitantes (IBGE, 2010), erguendo-se entre sete colinas: Monte Sinai, Triunfo, Columinho, Ipiranga, Antas, Magano e Quilombo. A cidade de Garanhuns situa-se na latitude de 8-53S e longitude 36-31W.

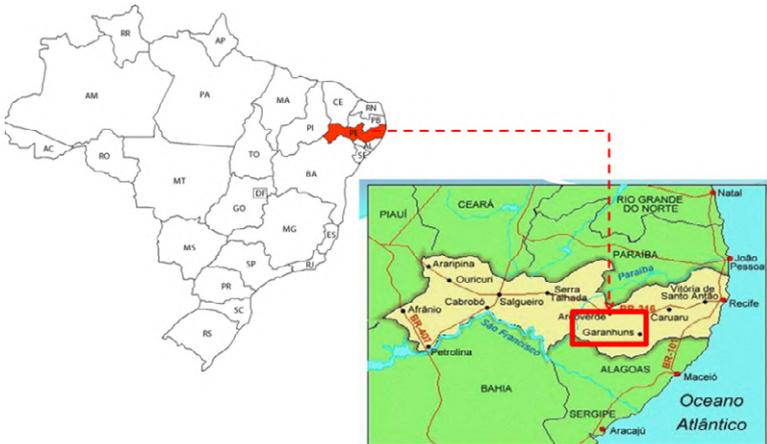


FIGURA 2: Localização da cidade de Garanhuns (PE)

FONTE: www.incenor.com.br. Acesso em: 1º ago. 2018.

O clima da região é classificado como tropical quente subúmido seco, conforme o livro *Pernambuco em Mapas* (CONDEPE/FIDEM, 2011), com altitudes médias entre 700 m e 900 m e temperatura média anual de 21° C, variando entre 9 °C, no inverno, e 30 °C, no verão. A sensação térmica pode ser ainda menor devido à presença constante dos ventos de direção Leste/Sudeste (ESE), segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Os ventos

Sudeste atingem as maiores velocidades (alcançando acima de 5 m/s), e os ventos Leste, as menores. A precipitação pluviométrica média (2002-2008) foi de 1.038 mm/ano, com período chuvoso entre março e julho.

O conjunto habitacional Brahma está localizado em Garanhuns, em um terreno topograficamente em declive, com altitude que varia de 832 m a 794 m, em relação ao nível do mar, com vista privilegiada da paisagem. Na Figura 3, a seta vermelha indica o sentido da declividade. O cenário é bucólico, com muito verde e várias glebas vazias no entorno. As residências próximas são horizontais; o limite de uma das faces do terreno é uma rua de barro. Com base nessa primeira caracterização, verificou-se que não havia nenhuma barreira do entorno que pudesse interferir no fluxo de ar e na insolação em torno das edificações, favorecendo o urbanismo bioclimático.

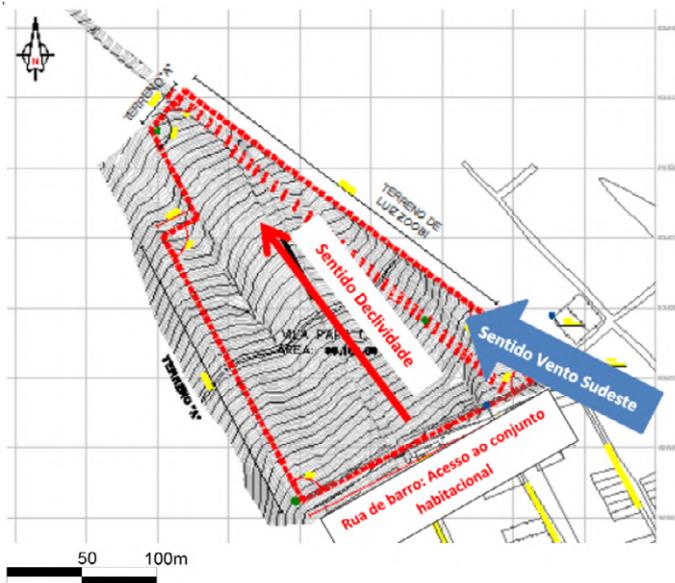


FIGURA 3: O lote do conjunto habitacional com as linhas de cota
FONTE: cedido pela construtora, em 2014.

Ao analisar o interior do conjunto habitacional, podem-se observar alguns problemas quanto à qualidade ambiental. A área do terreno do empreendimento é de 36.161,08 m² e a área construída é

de 23.528,10 m², o que corresponde a 65% do total. Um aspecto que chama atenção é que apenas 2,8% da área se compõe de espaços verdes e 2,5% de equipamentos comunitários. Ou seja, não foi realizado um planejamento do uso e ocupação do solo, de forma que houvesse áreas permeáveis capazes de favorecer a drenagem natural do condomínio, promovendo também locais aprazíveis de convivência, com a geração de sombreamento dos locais de lazer por vegetação arbórea.

Higueras (2006) afirma que os critérios adotados para o planejamento devem levar em conta a preservação dos canais principais de ventilação, a eficiência energética no ordenamento do uso e ocupação do solo (considerando tanto o condicionamento passivo, que implica critérios de acesso ao sol e aos ventos, como a integração de fontes renováveis à matriz energética urbana, como a energia solar e eólica), a manutenção das condições adequadas de umidade por meio de áreas verdes e preservação dos corpos d'água, além de estratégias bioclimáticas específicas para cada domínio climático que se estendam à escala do edifício.

O empreendimento é constituído de casas térreas localizadas a barlavento, recebendo a incidência da ventilação predominante – a sudeste (zona de maior pressão). Elas estão localizadas na cota mais alta do terreno e são mais privilegiadas quanto à ventilação, enquanto as residências localizadas a sotavento (zona de menor pressão) são desfavorecidas em relação à incidência do vento predominante, como pode ser visto nas Figuras 4 e 5. As incidências críticas referem-se às faces noroeste e sudoeste, pois os lados estarão expostos à radiação solar por mais horas (no período da tarde), enquanto os do lado nascente terão exposição em um período de tempo menor (Figura 4). Além disso, no período da tarde, as superfícies das edificações e o solo já estão mais aquecidos e irradiando calor, tornando as temperaturas mais altas do que durante a manhã.

Outro problema observado deve-se ao afastamento lateral entre as edificações residenciais, que é de apenas 1,5 m, não favorecendo a fluidez dos ventos pelas aberturas laterais, uma vez que só existe uma abertura na face lateral das casas, que é uma janela alta no banheiro. Tal fato permite o aparecimento de zonas de menor pressão (vórtices) com perda de velocidade no espaçamento entre uma casa e outra (Figura 5).

Um dos fatores importantes para a obtenção do conforto térmico é a influência da geometria do condomínio, que modifica o comportamento das variáveis climáticas. As casas foram implantadas uma

ao lado da outra, sem o devido afastamento para favorecer a entrada de ar, e as ruas, por sua vez, foram projetadas no mesmo sentido da ventilação dominante, havendo canalização da ventilação para os logradouros e não para o interior das residências (Figura 5).

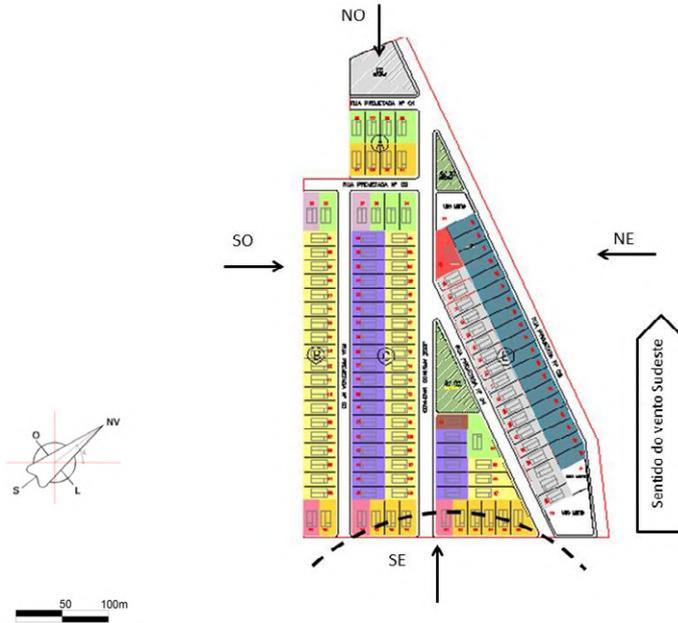


FIGURA 4: Planta de localização
FONTE: Cedido pela construtora, em 2014.

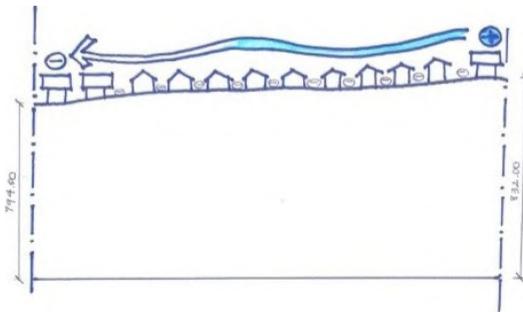


FIGURA 5: Corte esquemático do terreno
FONTE: elaborado pela autora, em 2014.

O posicionamento da planta em relação à orientação possibilita definir a incidência solar em cada fachada, assim como prever o desempenho do fluxo de ar através das aberturas. Com esses dados, é possível analisar se a quantidade e o tamanho das aberturas vão promover a ventilação cruzada, se o beiral vai funcionar como protetor solar, ou seja, se as condições atuais atendem às exigências da zona bioclimática 5, segundo a NBR 15220-3, que são: i) promover a ventilação cruzada nos cômodos, no verão; ii) ter vedações internas pesadas (inércia térmica), a fim de manter a edificação aquecida no interior durante o inverno.

É possível fazer de antemão uma crítica quanto à indicação da norma referente às “vedações internas pesadas”, tendo em vista que o clima é ameno no inverno, e não rigoroso comparado à região Sul do Brasil. São recomendadas, portanto, adequações regionais.

O partido arquitetônico foi único, com a concepção de uma planta-tipo, com poucas variações, a ser replicado nos lotes, sem pensar na orientação das unidades habitacionais. Essa escolha entra em confronto com o que defende o bioclimatismo, pois o edifício, na forma como está sendo implantado, não está tirando proveito dos recursos naturais (ventilação e iluminação naturais). Os princípios norteadores do planejamento urbano e do projeto arquitetônico devem ser uma resposta aos dados climáticos locais, assim como ao resultado de experimentos de simulação de condições futuras (FREITAS, 2005).

Com o intuito de aprofundar o estudo, foi realizada uma análise das aberturas para ventilação das habitações, observando a direção predominante dos ventos. Foram identificadas as zonas de pressão positiva (aberturas sudeste-barlavento) e pressão negativa (aberturas noroeste-sotavento). Quando se projeta, a localização das aberturas em função da direção do vento é de fundamental importância, considerando a ventilação natural como estratégia bioclimática (WHITE, 1957; GANDEMER; BARNAUD, 1989).

As aberturas que existem nos projetos residenciais são poucas, estão mal localizadas – em zonas de menor pressão (sotavento) – e são subdimensionadas. Trata-se de aspecto bastante preocupante. Em virtude disso, recomenda-se a proposta de novas aberturas, assim como novos posicionamentos e dimensionamentos, a fim de favorecer a ventilação cruzada.

De acordo com a trajetória solar analisada e observando a Figura 8, pode-se concluir que, nas orientações 1, 4 e 6, os dois quartos estão posicionados nas fachadas nordeste, no entanto não têm aberturas

na fachada. Como os quartos são ambientes de permanência prolongada, seu posicionamento no quadrante leste, protegidos do sol e favoráveis ao aproveitamento dos ventos predominantes, constitui condição essencial na promoção do conforto térmico dos usuários. Nos ambientes de permanência prolongada, a exposição à radiação solar pode trazer desconforto térmico aos usuários devido ao acúmulo de calor. Como forma de sombreá-los, a construtora planejou o plantio de árvores de médio e grande porte nas fachadas, onde estão posicionados os quartos, notadamente os da orientação 2 e 7. Entretanto, o porte mais adequado para gerar um sombreamento nas fachadas seria de pequeno e médio porte.

Percebe-se que apenas a primeira planta do tipo 1 possui as aberturas dos quartos e cozinhas voltadas para a direção sudeste, enquanto as demais não apresentam nenhum tipo de abertura na face de maior pressão (ventilação sudeste). No tocante às plantas que estão posicionadas na horizontal, apenas a de orientação 8 tem uma única abertura do banheiro voltada para essa orientação. Nas orientações 1, 3, 4, 5, 7 e 8, onde a sala está localizada no poente, o terraço funciona como protetor solar da incidência solar direta nas paredes. No caso das orientações 5 e 7, os quartos estão voltados para o poente. Essa escolha deve-se, segundo a construtora, ao fato de serem lotes de esquina, o que se tornaria um atrativo no momento da compra (ver Figura 8).

Foi observado pela construtora que as futuras expansões ocorrerem a partir do terraço posicionado para frente da rua. Tal fato possibilitaria flexibilidade ao projeto, por meio de futuras modificações e ampliações, adaptando-se às necessidades do usuário. Optou-se por manter essa orientação, que gera desconforto térmico aos usuários, com o discurso de que essas unidades seriam bastante procuradas e vendáveis.

Os terraços funcionam como arranjos bioclimáticos que favorecem o sombreamento e a captação da ventilação natural, razão pela qual são muito indicados para climas de transição, com necessidade de ventilação seletiva, como o do município de Garanhuns. Tal aspecto é positivo, pois foi observado nos estudos pós-ocupação da construtora que os moradores utilizam frequentemente esse espaço. Nos banheiros e na cozinha, a eficiência parcial do beiral não é um aspecto crítico, tendo em vista que são ambientes que necessitam de exposição ao sol, a fim de se manterem salubres. A cobertura foi composta de telha cerâmica, madeiramento e forro de gesso. Ao avaliar os dados referentes às propriedades dos materiais e ao

desempenho desse sistema, percebeu-se que os valores de transmitância e de capacidade térmica estão dentro das recomendações. Essas coberturas apresentam bom desempenho térmico devido à porosidade das telhas cerâmicas não esmaltadas.

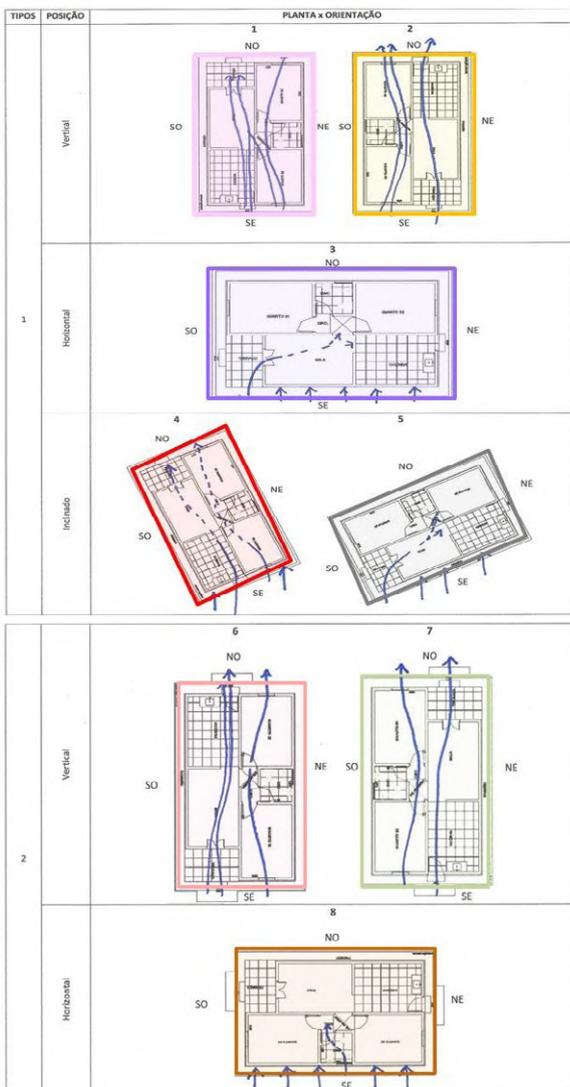


FIGURA 8: Os tipos de planta com suas orientações
FONTE: elaborado pela autora, em 2014.

Entretanto, verifica-se que a absorvância da telha é de 0,75/0,80, valor bastante elevado segundo a NBR 15220-3. Em decorrência disso, essa solução não foi aprovada pelo comitê de avaliação da Caixa, em Brasília, mesmo detendo a informação de que, em termos técnicos, essas coberturas apresentam bom desempenho térmico, independentemente da absorvância solar, pois as telhas cerâmicas não esmaltadas são porosas e favorecem as trocas térmicas, como recomendado para o clima da região.

Assim, foi sugerida a utilização da telha metálica do fabricante da Isoeste, com revestimento superior em aço pré-pintado, aço galvanizado e chapa de alumínio pré-pintado. A parte inferior da telha apresenta as camadas de aço pintado, aço galvanizado, filme de alumínio estuado fosco e chapa de alumínio pré-pintado. Podem-se considerar os seguintes valores de absorvância segundo a NBR 15220-3: chapa de alumínio $\alpha = 0,15$ e chapa de aço galvanizada $\alpha = 0,25$.

Essa telha deve ser disposta sobre um perfil metálico, câmara de ar ($> 5,0$ cm) e forro de gesso. Foi especificada a espessura do isolante de 20 mm. Segundo catálogo da Isoeste, a transmitância térmica para essa cobertura é de $U = 0,9$ (W/m²K). Com essa escolha, seriam atendidas todas as exigências para a zona bioclimática 5 (Quadro 1).

QUADRO 1: Análise comparativa entre as exigências feitas pela Caixa e os resultados encontrados no projeto (cobertura)

Zona bioclimática 5	COBERTURA	
	Absorvância (α) NBR 15220-3. Fonte: ABNT (2005c), parte 2.	Transmitância térmica (U) NBR 15575-5
	Chapa de alumínio $\alpha = 0,15$ ($\alpha \leq 0,6$) Chapa de aço galvanizada $\alpha = 0,25$ ($\alpha \leq 0,6$)	$U \leq 2,3$, se $\alpha \leq 0,6$ $U = 0,9$ (W/m ² K)

FONTE: Boas práticas para habitação mais sustentável, 2010.

Além de ter baixa transmitância térmica, o isolante presente no “recheio” entre os perfis metálicos serve para promover o isolamento acústico, aumentando a privacidade entre os ambientes e melhorando ainda mais a qualidade ambiental das habitações do conjunto. A intolerância, segundo a NBR 15220-3, em aceitar o valor da

absortância da telha cerâmica, acabou direcionando a escolha por outro sistema de cobertura, aumentando bastante o custo da obra.

Em relação às paredes, o material escolhido no projeto foi o tijolo cerâmico de seis furos, com argamassa dos dois lados e pintura. Suas propriedades podem ser analisadas nos Quadros 2 e 3, abaixo.

QUADRO 2: Detalhamento das paredes

Detalhamento da parede		Tipo de superfície NBR 15220-3. Fonte: ABNT (2005c), parte 2.	Absortância (α)																		
g	 <p>Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> <th>[-]</th> <th>[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2.59</td> <td rowspan="2">145</td> <td>0.2</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>4.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>8.3</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]	2.59	145	0.2	2.1	0.4	4.1			0.8	8.3	Parede interna: Pintura branca	0,20
		U	CT	α	FCS																
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																		
2.59	145	0.2	2.1																		
		0.4	4.1																		
		0.8	8.3																		
		Parede externa: Pintura branca	0,20																		

FONTE: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – LabEEE/UFSC 2010.

QUADRO 3: Análise comparativa entre as exigências feitas pela Caixa e os resultados encontrados no projeto (paredes)

Zona bioclimática 5	PAREDES EXTERNAS		PAREDES INTERNAS
	Transmitância térmica (U) NBR 15575-5	Capacidade térmica (CT) NBR 15575-4	Capacidade térmica (CT) NBR 15220-3
	U ≤ 3,7, se $\alpha < 0,6$ U: 2,59 (W/m²K) Alfa: 0,20	CT ≥ 130 CT: 145 kJ/m²K	CT ≥ 130 CT: 145 kJ/m²K

FONTE: Boas práticas para habitação mais sustentável (CEF, 2010).

Com esses resultados, percebe-se que as *condições das paredes externas e internas* atendem às exigências da zona bioclimática 5. Essas paredes na cor branca (absortância < 0,6) foram classificadas como paredes do tipo *g*, conforme descrito na cartilha *Boas práticas*

para habitação mais sustentável (CAIXA, 2010), referente às soluções para cada zona bioclimática.

Todo esse detalhamento construtivo atende à exigência do Selo Casa Azul e está, portanto, adequado às condições climáticas da região onde o conjunto será implantado. Ou seja, como a escolha dos materiais foi adequada, o problema está no partido arquitetônico e na implantação do conjunto no terreno, no que se refere às orientações.

Sugere-se o aumento das áreas efetivas de ventilação e iluminação naturais das esquadrias dos quartos, que são ambientes de permanência prolongada e necessitam de ventilação para promover o conforto dos usuários. Quanto às exigências em relação à área das aberturas para a ventilação natural, a Tabela 3.b (Desempenho térmico – vedações – aberturas e coberturas) da cartilha do Selo Azul apresenta as seguintes indicações para a zona bioclimática 5: i) Salas – Abertura (área do piso maior ou igual a 10%); ii) Dormitórios – Abertura (área do piso maior ou igual a 8%); iii) Cozinhas – Abertura (área do piso maior ou igual a 8%). Entende-se por área de abertura a área efetiva para ventilação natural, excluindo-se caixilhos e folhas fixas.

Constatou-se que são necessários alguns ajustes quanto à localização e à área de abertura dos cômodos para atender às exigências de ventilação cruzada e de iluminação naturais necessárias, tendo em vista que, em alguns ambientes, as aberturas estão subdimensionadas e mal localizadas e, por isso, poderão afetar as condições de conforto térmico e lumínico indicadas para a zona bioclimática 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal problema encontrado deve-se ao partido arquitetônico. A construtora responsável pelo empreendimento Brahma realizou vários estudos de custo para a unidade habitacional e houve a qualificação da mão de obra para uma construção rápida e eficaz das unidades.

Uma mesma planta-padrão foi replicada em todo o conjunto habitacional, sem que se priorizassem as condições de conforto para seus usuários mediante arranjos bioclimáticos, como a orientação da planta, o tamanho do beiral, o dimensionamento e a localização das aberturas.

Essa planta-padrão continua a ser utilizada em vários outros empreendimentos localizados em cidades distintas que também

apresentam peculiaridades climáticas, confrontadas com os princípios da arquitetura e urbanismo bioclimáticos, que propõem estratégias diferentes para cada zona bioclimática.

Ao analisar o projeto concebido pela construtora, percebeu-se que soluções simples poderiam ter sido tomadas, sem grandes custos, se tivessem sido executadas ainda na fase de projeto, como a modificação das orientações das habitações nos lotes, em que um giro nas plantas no terreno poderia ter melhorado tanto o sombreamento de ambientes de longa permanência, caso de quartos e sala, como o aproveitamento dos ventos dominantes.

Algumas habitações não estão orientadas de modo a favorecer o aproveitamento dos ventos dominantes e promover a ventilação cruzada entre os ambientes, uma vez que os quartos têm janelas e portas em paredes opostas. Sugere-se, assim, a mudança da esquadria, ao colocar bandeiras móveis acima das janelas ou aberturas de venezianas, para permitir o escoamento do vento entre ambientes. Recomenda-se também o aumento das áreas efetivas de ventilação e iluminação das esquadrias dos quartos e da sala, que são ambientes de permanência prolongada e necessitam de ventilação para obtenção de conforto térmico.

Apesar dos vários problemas projetuais identificados na concepção do partido arquitetônico, e após algumas adaptações para atender às exigências da Caixa Econômica Federal, o empreendimento recebeu o selo azul ouro, isto é, conquistou o nível máximo da certificação.

O zoneamento bioclimático constitui uma importante referência para projetos. Porém, em face da grande dimensão do país e sua diversidade climática, algumas estratégias são generalistas, sem considerar as particularidades climáticas de determinadas regiões e sem apontar para soluções que poderiam ser mais específicas para cada realidade.

As recomendações projetuais desses selos, em alguns aspectos, são equivocadas do ponto de vista da adequação climática. Além dessas questões, discutem-se as categorias e critérios exigidos pelos selos para adquirir as categorias de bronze, prata e ouro, visto que alguns desses itens não são determinantes na mudança da qualidade ambiental. No entanto, talvez o maior interesse das construtoras esteja no *marketing*, com sua autopromoção, e também nos benefícios de financiamento, atraindo, assim, o consumidor.

A principal crítica em relação aos selos de certificação é que, algumas vezes, eles reforçam o processo de banalização do termo

“sustentabilidade”. As certificações ambientais não se aprofundam nas dimensões da sustentabilidade de forma holística (critérios social, econômico, qualidade urbana e desenho urbano), ou seja, trata-se de uma avaliação predominantemente ambiental.

A intenção da Caixa em incentivar a obtenção do selo azul pelos conjuntos habitacionais é bastante positiva, norteador as ações projetuais, sob o ponto de vista dos arranjos bioclimáticos necessários, e colocando em prática noções de conforto térmico. O selo atrela a noção de qualidade ambiental desses espaços. Pode-se constatar, por conseguinte, uma **contribuição da certificação ambiental para projetos arquitetônicos e urbanos bioclimáticos**.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: Desempenho térmico para edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável**. Brasília, DF: CEF, 2010.
- CONDEPE/FIDEM. **Pernambuco em mapas**. Recife: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco, 2011.
- CORBELLA, O. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos-conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- FREITAS, R. **Entre mitos e limites: as possibilidades de adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano**. 2005. 280 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- GANDEMER, J.; BARNAUD, G. **Ventilation naturelle des habitations sous climat tropical humide: approach aerodynamique**. Report for the CSTB. Nantes: [s. n.], 1989.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006. 241 p.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**, 2010.
- ORNSTEIN, S., VILLA, S. **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WHITE, R. Effects of landscape development on the natural ventilation of buildings and their adjacent areas. **Research Report**, n. 45, Texas Experimental Station, College Station, Houston, 1957.



A CONTRIBUIÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA PARA O PLANEJAMENTO DE NOVOS BAIRROS

Clara Salvador
Ruskin Freitas

INTRODUÇÃO

A busca pela qualidade de vida e a ocupação de novos bairros planejados em áreas afastadas dos centros urbanos foram e ainda são tendência em diversas cidades brasileiras, justificada por processos de adensamento e de degradação de áreas urbanas consolidadas.

Os “bairros planejados” são loteamentos de grande porte, de usos diversificados, de acordo com a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, Lei Federal nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979). Segundo essa lei, considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificações, com a abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou com o prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

Essa estrutura urbana tem sido construída especialmente em municípios de regiões metropolitanas, que, para viabilizar o loteamento, têm suas leis urbanísticas alteradas, transformando antigas zonas rurais em áreas de expansão urbana, com parâmetros

urbanísticos mais permissíveis, resultando no aumento da densidade construtiva e populacional, com edificações cada vez mais próximas umas das outras e mais altas, além de demandar mais fluxos de veículos, modificando o ecossistema local e o clima regional, com a formação de microclimas urbanos.

À medida que se acentua a produção do espaço nessas áreas, devido às suas características ambientais, econômicas ou empresariais, potencializa-se a necessidade de infraestrutura para atender à crescente demanda, o que dá continuidade a um verdadeiro círculo vicioso.

Até certo ponto, o adensamento fortalece as vantagens da vida cotidiana, com a proximidade e a diversidade entre os usos, por exemplo. Entretanto, quando ultrapassa os limites da capacidade de suporte da infraestrutura e do sistema viário, sobrecarregando o solo urbano, resulta em diversos problemas que, em conjunto, dão início a um processo de declínio e perda da qualidade ambiental urbana, com o comprometimento do bem-estar dos indivíduos e benefícios da vida urbana, cujas características eram motivo de atração. Quando isso ocorre de forma intensificada, pode levar à origem de degradação e de impactos ambientais (FREITAS, 2008).

As interferências negativas no sítio da nova ocupação podem ser minimizadas de várias maneiras – por exemplo, com a adaptação da forma urbana projetada aos condicionantes físico-ambientais e climáticos.

As legislações urbanísticas específicas para esses loteamentos e seus parâmetros podem viabilizar a adaptação ao meio, visto que são os instrumentos norteadores do uso e da ocupação do espaço urbano. Porém, muitas leis urbanas são omissas na orientação do planejamento, no que se refere a um olhar mais sistêmico e integrador do conjunto edificado à qualidade ambiental.

Ao considerar o conjunto volumétrico arquitetônico no processo de elaboração do projeto, é possível avaliar a influência climática que poderá ocorrer naquele espaço. Parâmetros urbanísticos, como afastamentos entre edifícios e taxas de solos permeáveis, podem valorizar o clima urbano como elemento relevante ao planejamento urbano. É um grande desafio repensar a maneira de revisar ou de elaborar planos diretores e leis de uso e ocupação do solo, sobretudo a forma de elaborar, analisar e aprovar projetos.

Apesar de a maioria dos empreendimentos ter como base um plano urbanístico, muitas vezes eles não se articulam com os aspectos climáticos. A questão econômica pesa mais que a ambiental na

balança do mercado imobiliário, que tende a ocupar e construir edificações utilizando o limite máximo permitido. Portanto, as legislações urbanísticas poderiam contribuir, de fato, para aumentar a qualidade do ambiente físico urbano, atuando como mediadoras de interesses diversos.

Nesse contexto, surgem alguns questionamentos: como os parâmetros urbanísticos estabelecidos para novas áreas urbanas podem favorecer a qualidade ambiental e o conforto térmico dos usuários? Quais as interferências positivas e negativas que a futura configuração urbana poderá causar? Como evitar ou minimizar os aspectos negativos?

A RELAÇÃO DA FORMA URBANA COM OS CONDICIONANTES CLIMÁTICOS

A forma urbana e seus elementos são estudados em diferentes perspectivas, mas com algumas similaridades.

Lamas (2004, p. 80-106) analisa a morfologia urbana e sua estrutura por meio dos seguintes elementos: edificação, fachada, lote, logradouro (afastamentos dentro do lote), quarteirão, traçado/ruas, praças e vegetação.

Romero (2000, p. 108) destaca os elementos morfológicos urbanos que se relacionam com os fatores e com os elementos climáticos, classificando-os quanto à forma do tecido urbano, se densa ou dispersa, assim como quanto às ruas e sua orientação, à forma do lote e ao tamanho dos espaços públicos.

Oliveira (1985, p. 39) identifica alguns aspectos da configuração urbana que são fatores e elementos condicionantes climáticos, como a rugosidade das superfícies urbanas e a porosidade ou permeabilidade dos ventos na estrutura urbana; a densidade de construção; o tamanho da estrutura urbana, em altura e extensão horizontal; a ocupação do solo; a orientação; a permeabilidade do solo urbano; e, por último, as propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes da estrutura urbana.

Os elementos da forma urbana, de igual relevância, podem ser representados pelo terreno, o traçado das ruas, a parcela mínima, a volumetria das edificações, o conjunto edificado, a ocupação do solo, a densidade, os espaços livres, a superfície do solo urbano, a vegetação urbana e o uso do solo. Esses elementos morfológicos relacionam-se com os fatores e com os elementos climáticos,

resultando em ambientes com mais ou menos qualidade bioclimática urbana.

Em conjunto, os elementos da forma urbana representam fatores que determinam e condicionam os climas urbanos (Quadro 1). Há elementos inseridos em um tecido que podem alterar a velocidade e a direção dos ventos, interferir na absorção ou na reflexão da radiação solar, bem como na permeabilidade do solo; estes, por sua vez, influenciarão os valores da umidade relativa e da temperatura do ar. Isso resultará em ambientes com diferentes níveis de conforto térmico, dependendo das características climáticas locais, dos arranjos da forma urbana e das atividades antrópicas.

QUADRO 1: Elementos da forma urbana e seus aspectos

ELEMENTOS	ASPECTOS
Terreno	Presença de corpos d'água, declividades em relação à ventilação, à ocupação e à drenagem
Traçado das ruas	Orientação, desenho das ruas e influência na orientação das fachadas principais
Lotes	Tamanho e forma.
Volumetria	Afastamentos e alturas entre edifícios, forma do edifício e orientação das fachadas.
Conjunto edificado	Volumetria, espaços livres e solo permeável.
Densidade de ocupação do solo	Forma de ocupação no terreno, pelos parâmetros urbanísticos.
Espaços livres	Tamanho de pátios, áreas não edificáveis de corpos d'água, áreas verdes, praças e parques urbanos.
Superfície do solo urbano	Permeabilidade, áreas pavimentadas, tipo de material.
Cobertura vegetal	Áreas verdes e arborização urbana.
Uso do solo	Uso único, multiúso, tipos e distância entre eles.

FONTE: elaborado por Clara Salvador, com base nas considerações de Romero (2000), Lamas (2004), Oliveira (1985), Freitas (2008) e Mascaró (2005), 2014.

As legislações urbanísticas, sobretudo o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, desempenham um importante papel na definição da forma urbana. Os seus parâmetros determinam os limites de alturas e de afastamentos das edificações, os índices das áreas verdes permeáveis e de áreas arborizadas, entre outros. Eles interferem também nos zoneamentos e nos usos permitidos por zonas, que, por sua vez, afetam os fluxos de pessoas e de veículos, em termos qualitativos e quantitativos. Portanto, as legislações, tanto urbanísticas como ambientais, podem contribuir para que uma área urbana tenha maior ou menor qualidade ambiental, dependendo da interação dos seus parâmetros com as características locais, culturais e climáticas.

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA: PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A construção dos indicadores de qualidade bioclimática para loteamentos foi estabelecida com o apoio de critérios fundamentados no conhecimento da relação entre fatores e elementos urbanos (traçado e volumetria do conjunto edificado) e fatores e elementos climáticos (topografia, radiação solar, ventilação), baseando-se em autores como Marta Romero (2000), Victor Olgyay (2010), Ester Higuera (1997) e Ruskin Freitas (2008), além de aspectos legais da Lei Federal de Parcelamento do Solo, nº 6.766/79 (BRASIL, 1979), do Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, e do Conama, nº 004/85.

As orientações bioclimáticas para regiões de clima tropical quente e úmido (Quadro 2) serviram de base para a análise qualitativa dos indicadores (Quadro 3). Esse conjunto de informações foi organizado em quatro aspectos, que se desdobraram na elaboração de quatorze indicadores, com variáveis que poderão ser mensuradas e qualificadas, numa estrutura que embasa a avaliação de qualidade bioclimática de um bairro planejado, utilizando cinco níveis: mais eficiente; adequado; intermediário, menos eficiente e inadequado. Esses indicadores se originaram de três questionamentos, que orientaram o desenvolvimento da matriz referencial: O que analisar? Como analisar? Para verificar o quê?

QUADRO 2: Orientações bioclimáticas para região de clima tropical quente e úmido

CONDICIONANTES DO MEIO NATURAL E URBANO		ORIENTAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA REGIÃO DE CLIMA QUENTE E ÚMIDO
	Localização e orientação do terreno	Incentivar a ocupação de áreas livres e de proteção em lugares altos, próximo ao topo dos morros. Priorizar as orientações sudeste, que recebe os ventos predominantes, e norte-sul, que recebem menos radiação solar.
	Topografia	Conservar as declividades ou produzi-las, para ordenar os escoamentos de águas pluviais. Valorizar as áreas do entorno dos corpos d'água.
	Superfície do solo	Favorecer o solo permeável para estimular a drenagem, a fim de diminuir o vapor-d'água contido. Substituir as superfícies pavimentadas por permeáveis e vegetadas para reduzir a reflexão da radiação solar.
	Tecido urbano	Estimular espaços livres entre porções do tecido urbano, para que a ventilação seja conduzida através deles.
	Volúmetria das edificações e do conjunto	Priorizar afastamentos entre edifícios para propiciar a penetração dos ventos. Favorecer uma configuração com alturas diversificadas de edifícios altos e baixos, para beneficiar a ventilação. Estimular espaços sombreados e edificações com formas mais alongadas, no sentido leste-oeste.
	Lote	Incentivar dimensões dos lotes mais largas que compridas e que permitam edificações com maior lado voltado para os ventos predominantes e para locais de menor radiação solar.
	Traçado urbano	Promover passeios de pedestres curtos e sombreados. Estimular arborização urbana, pois proporcionam sombreamento e amenização microclimática.
	Vegetação	Prover arborização nos espaços livres, proporcionando maior sombreamento e menor exposição à radiação solar, sobretudo, no lado poente. Evitar vegetação que interfira negativamente na infraestrutura urbana, que seja caducifólia e que acumule poluição do ar
	Espaços livres públicos	Estimular maior quantidade de espaços livres públicos, preferencialmente arborizados, para auxiliar no equilíbrio térmico e na circulação dos ventos.

FONTE: elaborado por Clara Salvador, adaptado com base em Romero (2007), Higuera (2006) e Olgay (2010), 2014.

QUADRO 3: Síntese dos indicadores de qualidade bioclimática

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA		
Aspecto 1: Aproveitamento do sítio	1º indicador	Tamanho dos espaços abertos às margens de corpos d'água
	2º indicador	Influência das declividades na ventilação das quadras
	3º indicador	Aproveitamento das declividades para usos urbanos
	4º indicador	Ruas com declividades adequadas à drenagem
Aspecto 2: Densidade dos volumes edificados	5º indicador	Potencial construtivo e disposição dos volumes
	6º indicador	Alturas e afastamentos entre edificações, quanto à porosidade
	7º indicador	Densidade da massa construída e espaços abertos
Aspecto 3: Forma e orientação do tecido urbano	8º indicador	Forma do traçado, quanto à ventilação
	9º indicador	Tamanho e forma dos lotes
	10º indicador	Influência de forma e orientação do edifício, quanto à insolação das fachadas
Aspecto 4: Capacidade de permeabilidade do solo urbano	11º indicador	Taxa de impermeabilidade
	12º indicador	Índice de infiltração
	13º indicador	Taxa de escoamento superficial
	14º indicador	Taxa de evaporação

FONTE: Clara Salvador, 2014.

Aspecto 1 – Aproveitamento do sítio

Avalia-se o aproveitamento do terreno em relação às áreas de preservação permanente pelas águas superficiais e às declividades (Quadro 4).

- 1º indicador – tamanho dos espaços abertos às margens de corpos d'água: analisam-se as larguras das faixas marginais não edificáveis dos corpos d'água.

- 2º indicador – influência das declividades na ventilação das quadras: avaliam-se as áreas que estão a sotavento e a barlavento das quadras.
- 3º indicador – aproveitamento das declividades para usos urbanos: verificam-se os limites de declividades em áreas urbanas.
- 4º indicador – declividades das ruas adequadas à drenagem: verificam-se os limites de declividades em áreas urbanas.

QUADRO 4: Matriz do aspecto 1

ASPECTO 1: Aproveitamento do sítio, quanto à topografia e às margens de águas superficiais						
INDICADORES		+ME	ADE.	INT.	-ME	INA.
1º	CA até 10 m	FM > 30 m	FM = 30 m	-	-	FM < 30 m
	CA 10 m – 50 m	FM > 50 m	FM = 50 m	-	-	FM < 50 m
	CA 51 m – 200 m	FM > 100 m	FM = 100 m	-	-	FM < 100 m
	CA 201 m – 600 m	FM > 200 m	FM = 200 m	-	-	FM < 200 m
	CA > 600 m	FM > 500 m	FM = 500 m	-	-	FM < 500 m
2º	Bar.: ≥ 70% Sot.: ≤ 20%	Bar.: 51% a 69% Sot.: ≤ 30%	Ba: 31% a 50% So: 31% a 55%	Bar.: 10% a 30% Sot.: 56% a 80%	Bar.: < 10% Sot.: < 80%	
3º	2%-7%	-	8%-15%	0 a 2% ou 16% a 30%	Acima de 30%	
4º	2%-8%	-	> 8%	0%-2%	-	

LEGENDA: FM: Faixas marginais; CA: Corpos d'água (largura); Bar.: barlavento; Sot.: sotavento. Variáveis: +ME: Mais eficiente; ADE.: Adequado; INT.: Intermediário; -ME: Menos eficiente; INA.: Inadequado.

FONTE: Clara Salvador, 2014.

Aspecto 2 – Densidade dos volumes edificados

Analisa-se a massa construída quanto à forma e à disposição das edificações, relacionando-a com a rugosidade, a porosidade e a radiação solar. Combinam-se as estratégias do urbanismo bioclimático, para locais de clima tropical quente e úmido e as diretrizes para cidades

sustentáveis. Recomenda-se aumentar a densidade, a fim de garantir a permeabilidade dos ventos entre as edificações (Quadro 5).

- **5º indicador – potencial construtivo e disposição dos volumes:** avaliam-se parâmetros urbanísticos quanto à permeabilidade dos ventos e do solo.
- **6º indicador – alturas e afastamentos entre edificações quanto à porosidade:** verifica-se a permeabilidade dos ventos mais adequada aos locais, em clima tropical quente e úmido.
- **7º indicador – densidade da massa construída e dos espaços abertos:** relacionam-se as áreas edificadas e os espaços abertos, tanto públicos quanto privados, com solo pavimentado ou natural, para verificar a densidade de construção e a permeabilidade dos ventos.

Para formular o quinto indicador, buscou-se avaliar parâmetros urbanísticos de algumas legislações urbanísticas, como as Leis de Uso e Ocupação do Solo municipais, nº 2.179/2004 (CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2004), e a Lei nº 032/97 (município de Camaragibe), além da Lei de Parcelamento do Solo Urbano, Lei Federal nº 6.766/79 (RECIFE, 2010).

Para o 6º indicador, as orientações apoiam-se em Romero (2007) e Oke (2004), quanto aos estudos da relação entre alturas, afastamentos das edificações e larguras das vias que resultem na permeabilidade dos ventos mais adequados aos locais de clima tropical quente e úmido.

O 7º indicador fundamentou-se nas legislações urbanísticas para analisar o tamanho espacial entre as áreas privadas, destinadas à massa construída, e os espaços abertos, público e privado, com solo pavimentado ou natural, para verificar a densidade e a permeabilidade dos ventos.

QUADRO 5: Matriz do aspecto 2

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA PARA LOTEAMENTOS									
ASPECTO 2: DENSIDADE DOS VOLUMES EDIFICADOS									
INDICADORES		+ME	ADE.		INT.		-ME		INA.
5º	Taxa de ocupação (TO)	50%	40%	60%	65%	70%	80	90	> 90 %

INDICADORES DE QUALIDADE BIOLIMÁTICA PARA LOTEAMENTOS										
ASPECTO 2: DENSIDADE DOS VOLUMES EDIFICADOS										
INDICADORES		+ME		ADE.		INT.		-ME		INA.
5º	Solo pavimentado (SO)	0%	10%	20%	10%	10%	-	-	-	--
	Coefficiente de Aproveitamento (CA)	3,0-6,0		6,0	4,0	2,0	6,0	7,0		> 8,0
	Taxa de Solo Natural (TSN)	50%	40%	40%	30%	25%	30%	20%	10%	< 10%
	Gabarito (G) *(V = largura da via)	V + (2 × Rfr)		= V ou até V/2 ou até V × 2		até V/3 ou até V × 3		até V/4 ou até V × 4		+ V/4 ou + V × 4
	Recuo frontal (Rfr)	Rfr ≥ 8		8 < Rf < 5		5 m		Rf < 5 m		0
	Recuo lateral (Rl) e Recuo fundos (Rf)	G / 2		G / 3		G / 4		G / 6		Rl < G / 6
6º	Alturas (A) das edificações e larguras das vias (V)	0,5-1,5		0,2-0,5		1,5-2,5		0,1-0,2		> 2,5
	Alturas (A) e distância (D) entre edifícios	D = H		D = 2.H ou D = H/1,1 a H/1,9		D = H/2		D = H/3 a H/4 ou D = H × 3 a H × 4		< D = H/4 ou D = > H × 4
7º	Área dos lotes	50%		60%		70%		80%		90%
	Espaços livres (praças, parques, centros de lazer)	30%		20%		15%		10%		-

INDICADORES DE QUALIDADE BIOCLIMÁTICA PARA LOTEAMENTOS							
ASPECTO 2: DENSIDADE DOS VOLUMES EDIFICADOS							
INDICADORES		+ME	ADE.	INT.		-ME	INA.
7º	Espaços abertos pavimentados (sistema viário)	20%	20%	15%		10%	abaixo de 10%
	Ocupação da massa construída	50%	60%	70%	30%	80%	90%
	Espaço aberto (solo natural ou pavimentado, sem construções)	50%	40%	30%	70%	20%	10%

FONTE: Clara Salvador, 2014.

Aspecto 3 – Forma e orientação do tecido urbano

Avaliam-se a forma e a orientação do tecido quanto ao traçado, à parcela e à edificação, no sentido de conferir se são dispersos e permeáveis aos ventos, conforme as estratégias bioclimáticas para a região (Quadro 6).

- **8º indicador – forma do traçado quanto à ventilação:** analisam-se o desenho das ruas e a circulação dos ventos.
- **9º indicador – tamanho e forma do lote:** analisam-se o dimensionamento e a forma mais favoráveis à edificação, quanto à orientação, em termos de ventilação e de insolação.
- **10º indicador – influência da forma e da orientação do edifício quanto à insolação e à ventilação:** avaliam-se a orientação e a forma da edificação, com base na carta solar e na rosa dos ventos.

QUADRO 6: Matriz do aspecto 3

ASPECTO 3: FORMA E ORIENTAÇÃO DO TECIDO URBANO						
INDICADORES		+ME	ADE.	INT.	-ME	INA.
8º	Malhas sinuosas ou ortogonais com diferentes densidades	Ruas sinuosas com baixa densidade de ocupação do solo	Ruas sinuosas com média densidade de ocupação do solo	Ruas sinuosas com alta densidade ou ruas ortogonais, com baixa densidade de ocupação do solo	Ruas ortogonais e com alta densidade de ocupação	-
9º	Dimensionamento das parcelas	Tamanhos que permitem formas diversas das edificações	Formas mais larga	-	Formas mais compridas	-
10º	Formas da edificação quanto à exposição ao sol ou ao sombreamento das fachadas	Fachadas com lados maiores nos sentidos norte e sul	-	Fachadas com lados maiores nos sentidos NE, NO, SE e SO	Fachadas com lados maiores nos sentidos leste e oeste	-

FONTE: Clara Salvador, 2014.

Aspecto 4 – Capacidade de permeabilidade do solo urbano

Analisam-se as porcentagens de áreas permeáveis e impermeáveis de um loteamento em relação à drenagem de águas pluviais, ao escoamento e à evapotranspiração, considerando a alta pluviosidade da região. Os valores do Quadro 7 foram estabelecidos com base no documento da União Europeia (2012): *Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos.*

- **11º indicador – taxa de impermeabilização:** analisa a relação de áreas de solo pavimentada, impermeável, com o solo permeável.

- **12º indicador – índices de infiltração:** avalia a quantidade de água pluvial que se infiltra no solo e no lençol freático.
- **13º indicador – taxa de escoamento superficial:** analisa a porcentagem de escoamento das águas pluviais.
- **14º indicador – taxa de evaporação:** analisa a porcentagem de água pluvial que será evaporada,

QUADRO 7: Matriz do aspecto 4

ASPECTO 4: CAPACIDADE DE PERMEABILIDADE DO SOLO URBANO						
INDICADORES	MAIS EFICIENTE		ADEQUADO	INTERMEDIÁRIO	MENOS EFICIENTE	INADEQUADO
11º Taxa de impermeabilidade (%)	10-34	61-70	35-60	71-85	86-90	> 90
12º Índice de infiltração (%)	36-42	16-24	25-35	15-23	15	15
13º Taxa de escoamento superficial (%)	20-29	41-50	30-40	51-55	55	55
14º Taxa de evaporação (%)	35-38	32-33	34-35	30-31	30	30

FONTE: Clara Salvador, 2014.

ESTUDO DE CASO: LOTEAMENTO CONVIDA

O Convida é um loteamento planejado para o município do Cabo de Santo Agostinho, localizado na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, inserido na Zona Especial de Dinamização Urbanística 1, de acordo com a Lei Complementar Municipal nº 2.891/11 (Zedu), com área total de 469,830 h. “Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes” (art. 2º, §1º, da Lei nº 6.766/79).

O município do Cabo de Santo Agostinho, localizado na Região Metropolitana do Recife, a leste do estado, possui extensão territorial de 445,4 km², a uma distância de 33,6 km da capital pernambucana.

Corresponde a 16,28% da Região Metropolitana do Recife e a 0,45% de extensão territorial do estado. Sua população estimada é de 209 mil habitantes e a densidade demográfica é de 470 hab/km² (IBGE, 2021).

Por ser um loteamento de grande porte, sua implantação ocorrerá por etapas, a primeira delas iniciada em 2014. O loteamento vai abrigar dez bairros, destinados a diferentes classes sociais, com usos diversificados, como habitacional; comércio e serviços; institucionais de saúde, educação, esporte, lazer e cultura.

O objeto deste estudo foi a Fase 1, conforme se vê na Figura 1, que compõe 18,86% da dimensão do Loteamento Convida, situada a oeste da gleba, com área total de 88,61 h, de acordo com informações do projeto aprovado pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem). Faz parte dessa etapa a implantação do Campus de Inovação, que vai abrigar futuramente uma unidade da Universidade Federal Rural de Pernambuco e uma unidade do Instituto Federal Tecnológico de Pernambuco, assim como do Portal Oeste, bairro com usos diversificados (CONDEPE/FIDEM, 2014).

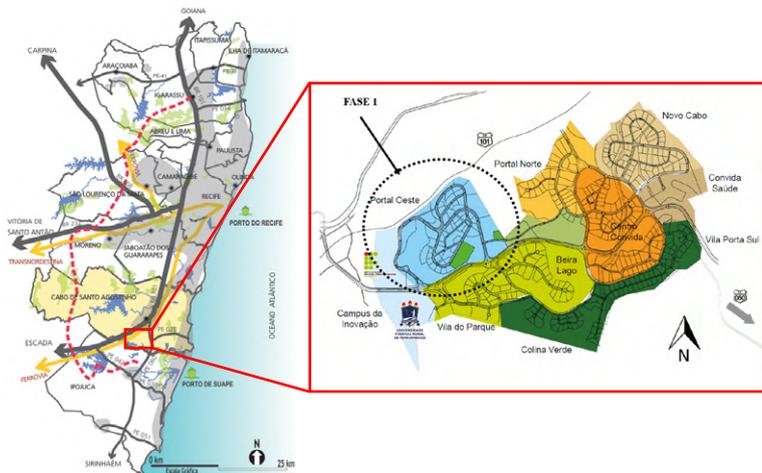


FIGURA 1: Mapa da Região Metropolitana do Recife e do município do Cabo de Santo Agostinho. Detalhe do Loteamento Convida e seus bairros
FONTE: Agência Condepe/Fidem, 2014.

A análise do Loteamento Convida Fase I foi elaborada com base nos quatorze indicadores apresentados, a partir do projeto de loteamento aprovado em 2012, e da legislação urbanística específica da

área em questão, Lei Complementar ao Plano Diretor Municipal de Cabo de Santo Agostinho, nº 2.891/2011, descritas na dissertação de mestrado da autora (SALVADOR, 2014). Para exemplificar sua aplicação, serão apresentadas, a seguir, as avaliações de alguns desses indicadores e aspectos.

Tamanho dos espaços abertos às margens de corpos d'água (1º indicador – aspecto 1)

Foi verificada a presença de cursos d'água seccionando a gleba do loteamento Convida Fase I, cuja distância de preservação permanente, em ambas às margens, é de 30 m, ocupando 14,50% da área total, com extensão de 12,8 h (Figura 2). Além dessa faixa não edificável, exigida pela Lei Federal nº 12.651/2012 – Código Florestal, as áreas verdes às margens dos corpos d'água se estendem por uma dimensão de mais 6,13% da área, totalizando 20,63% da Fase I. Essa extensão será aproveitada como parque, beneficiando a paisagem urbana e propiciando qualidade ambiental.

Portanto, de acordo com os Indicadores de Qualidade Bioclimática para Bairros Planejados, este indicador é qualificado como **mais eficiente**.

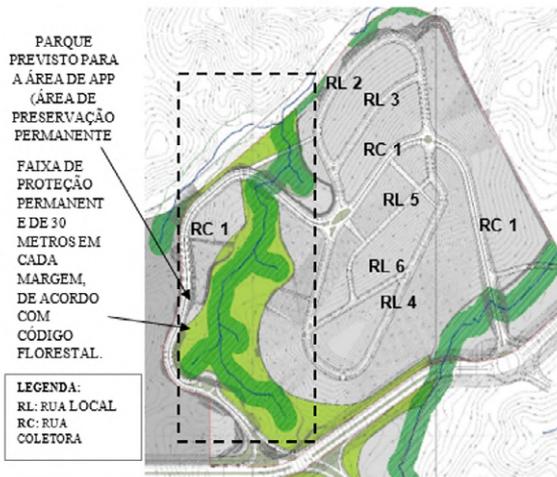


FIGURA 2: Área dos lotes da Fase 1 e espaços abertos com ou sem vegetação
FONTE: elaborado por Clara Salvador, adaptado do Projeto de Loteamento, arquivo da Agência Condepe/Fidem, 2014.

Influência das declividades na ventilação das quadras (2º indicador – aspecto 1)

De acordo com a análise das declividades e da orientação do loteamento em relação aos ventos predominantes, verifica-se que as partes com declividades a barlavento correspondem a 49,44% das quadras analisadas, enquanto as parcelas cujas inclinações estão a sotavento correspondem a 46,81%. Ocupação a barlavento em superfícies com declividades, com relação aos ventos dominantes, é mais eficiente em locais de clima tropical quente e úmido (Figura 3). Logo, de acordo com os Indicadores de Qualidade Bioclimática, a área avaliada é qualificada como **intermediária**.

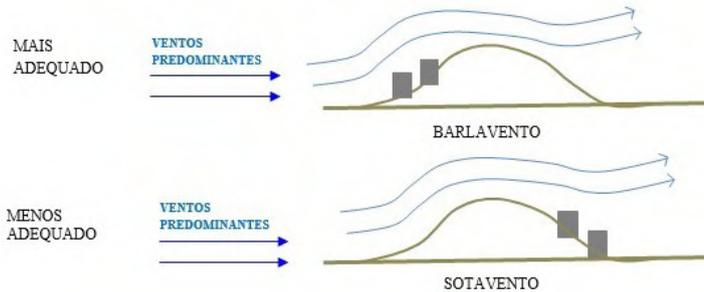


FIGURA 3: Ocupação a sotavento e a barlavento do Projeto de Loteamento Convida
FONTE: elaborado por Clara Salvador, adaptado do Projeto de Loteamento, arquivo da Agência Condepe/Fidem, 2014.

Potencial construtivo e disposição dos volumes (5º indicador – aspecto 2)

Com base na Lei nº 2.891/ 2011, buscou-se aplicar os parâmetros urbanísticos numa quadra do loteamento, utilizando o máximo de ocupação permitido, para avaliar a qualidade ambiental urbana oferecida por tais índices. Foi feita uma simulação do tipo vertical, na quadra J1, a fim de verificar, do ponto de vista dos princípios bioclimáticos, aspectos positivos e negativos que contribuam para a análise desse indicador (Figura 4). A quadra escolhida possui dimensionamento e tamanhos distintos. Os arranjos volumétricos resultaram em formas arquitetônicas que interferem de maneiras distintas

na porosidade e na rugosidade da morfologia urbana, na reflexão e na absorção de radiação solar, e, conseqüentemente, na temperatura e na umidade relativa do ar, ocasionando diferentes níveis de conforto térmico aos moradores locais. Observou-se que há edificações de 35,60 m a 51,60 m de altura e afastamentos entre volumes de 11,53 m a 39,81 m. Segundo essa distribuição, a área seria de média densidade, variando sua classificação entre **intermediário** e **adequado**, permitindo a penetração moderada dos ventos.

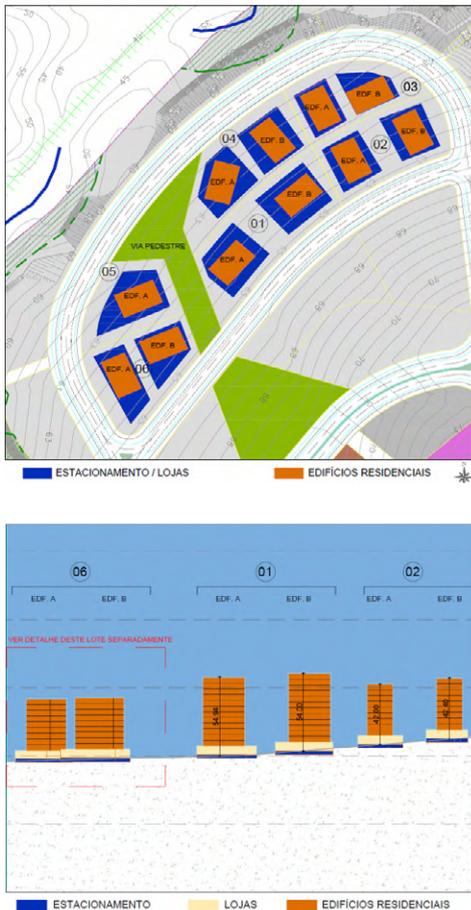


FIGURA 4: Ocupação a sotavento e a barlavento do projeto do Loteamento Convida
FONTE: elaborado por Clara Salvador, adaptado do Projeto de Loteamento, arquivo da Agência Condepe/Fidem, 2014.

Alturas e afastamentos entre edificações, quanto à porosidade (6º indicador – aspecto 2)

Foi analisada a relação entre alturas e afastamentos das edificações, de acordo com os índices urbanísticos para o empreendimento, utilizando a largura das vias e os dois tipos definidos por lei: vertical e horizontal. Para o estudo, foram feitas simulações por vias (Quadro 8). Constatou-se que os arranjos que obtinham menor afastamento entre edificações foram considerados menos eficientes por permitir menor ventilação. Já as edificações cujos afastamentos se aproximavam da sua altura foram vistos como mais eficientes. O resultado foi diversificado, devido às diferentes larguras das vias, aos tamanhos dos lotes e, em decorrência, recuos e alturas.

QUADRO 8: Relação das alturas e afastamentos entre edificações – gabarito, recuo frontal e largura das vias

Rua	Indicadores de qualidade bioclimática	Loteamento Convida Fase I		
		Mais eficiente	Tipologia vertical	Tipologia horizontal
Rodovia -arterial	1			
Rua local 1	2			

FONTE: elaborado por Clara Salvador, 2014.

Forma do traçado quanto à ventilação (8º indicador – aspecto 3)

Analisando em uma quadra a forma, a orientação do traçado em relação aos ventos predominantes e a densidade de ocupação, para

verificar se a malha urbana favorece a permeabilidade dos fluxos de ventos, e utilizando a simulação do segundo indicador, constatou-se que a combinação dos parâmetros urbanísticos com o traçado do projeto resulta numa qualificação **adequada**. As ruas sinuosas, com média densidade de ocupação nos lotes, permitem deflexão dos ventos e distribuem os fluxos no tecido urbano, favorecendo o conforto térmico (Figura 5).

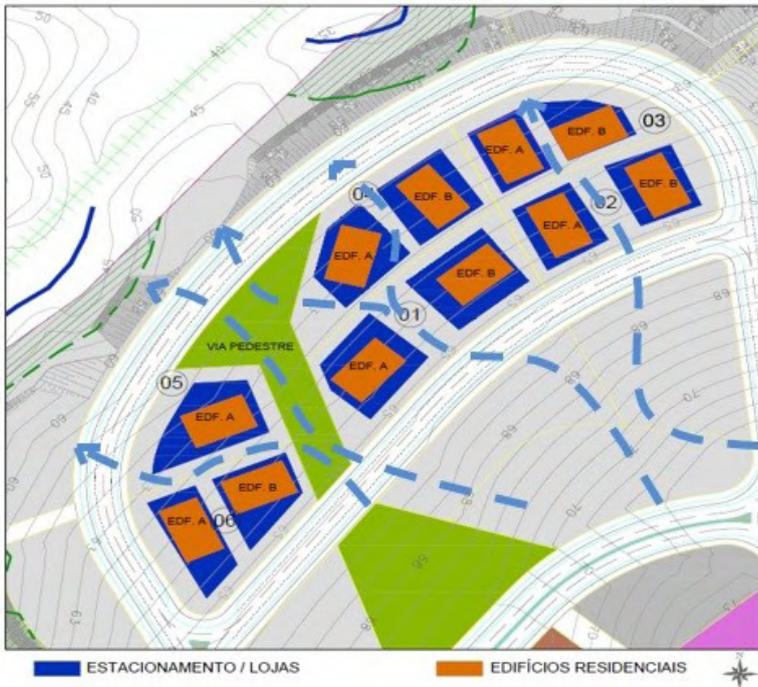


FIGURA 5: Modelo 1: fachada frontal, com largura maior que o comprimento
FONTE: elaborado por Clara Salvador, adaptado do Projeto de Loteamento, Agência Condepe/Fidem, 2014.

Tamanho e forma do lote/Influência da forma e da orientação do edifício quanto à insolação e à ventilação das fachadas (9° e 10° indicadores – aspecto 3)

O lote consiste em uma forma geométrica retangular, implantado de duas maneiras distintas, na quadra J1 (Figura 6). Observou-se que as

ruas se encontram orientadas no sentido SO-NE. Apesar de não ser o sentido predominante dos ventos, as edificações de ambos os modelos recebem os fluxos de ar, que se distribuem devido à forma sinuosa do traçado urbano.

O segundo modelo, cujos lados menores estão orientados para as ruas, permitem maior permeabilidade dos ventos em relação ao primeiro; por esse motivo, é **mais adequado** quanto à ventilação. A forma dos lotes é diversificada, o que possibilita grande variedade de volumes e de implantações quanto à orientação das edificações. É qualificada como **mais eficiente**.

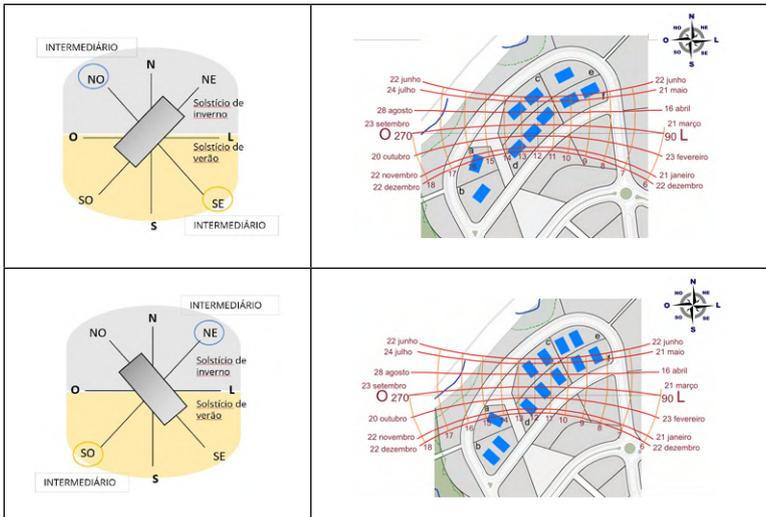


FIGURA 6: Modelos de implantação de quadras, lotes e edificações

FONTE: elaborado por Ana Clara Salvador, adaptado do Projeto de Loteamento, arquivo da Agência Condepe/Fidem, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, o projeto do Loteamento Convida Fase I valorizou as áreas verdes, aproveitando satisfatoriamente as potencialidades naturais do local. O desenho urbano favoreceu a permeabilidade dos ventos, com ruas sinuosas, conformando massas construídas orgânicas. Os lotes apresentam dimensionamentos largos, com tamanhos diversificados, que possibilitam uma variedade de edificações com

tamanhos distintos. As variedades nas formas dos volumes edificados contribuem para que a porosidade e a rugosidade sejam melhores. Observou-se a existência de poucos espaços de solo natural com vegetação, principalmente arbórea, dentro dos lotes. Os projetistas não valorizaram tanto os benefícios de equilíbrio térmico e de filtro da temperatura do ar nem a drenagem das águas pluviais. Gestores públicos e consultores devem ser alertados no tocante aos problemas que podem ocorrer quando se diminuem as áreas de solo natural e vegetadas dos espaços urbanos.

O planejamento de cidades com maior qualidade ambiental, segundo o urbanismo bioclimático, requer conhecimento da relação entre as características físico-ambientais com a composição urbana. Compreender como os fatores e os elementos climáticos atuam num ambiente construído proporciona um caminho para a elaboração de diretrizes para um projeto eficaz, em termos ambientais. Atualmente, diversos autores esclarecem essa relação, como os que foram mencionados neste artigo, com o intuito de facilitar um entendimento mais efetivo e trazer à tona reflexões sobre a importância de aplicar tais princípios no processo de planejamento urbano.

Em síntese, apresentam-se recomendações de cada indicador, fundamentadas na análise do estudo de caso, como contribuição para a qualidade ambiental urbana, com o aporte dos princípios bioclimáticos (Quadro 9). Tais recomendações alimentam o debate, importante para conscientizar gestores e demais atores do desenvolvimento urbano, a fim de buscar melhores soluções para a qualidade ambiental urbana. Contribuições como essas ajudam a fortalecer ainda mais o caminho para termos cidades com mais qualidade ambiental urbana.

QUADRO 9: Recomendações de qualidade bioclimática

<p>1º indicador: tamanho dos espaços abertos às margens de corpos d'água</p>	<p>Aumentar as faixas de preservação nas margens de corpos com praças e parques urbanos e áreas de lazer e contemplação, valorizando espaços abertos naturais.</p>
<p>2º Influência das declividades na ventilação das quadras</p>	<p>Projetar quadras a barlavento dos ventos predominantes, em casos de loteamentos inseridos em terrenos com declividades, para permitir a circulação dos fluxos de ventos entre as edificações e oferecer maior conforto térmico no recinto urbano.</p>

3º Aproveitamento das declividades para usos urbano	Aproveitar declividades de 2% a 15%, evitando inclinações de 0% a 2% e acima de 16%.
4º Declividades das ruas adequadas à drenagem	Favorecer as inclinações de 2% a 8%
5º Potencial construtivo e disposição dos volumes	Priorizar uma taxa de ocupação baixa e elevada taxa de solo natural e acrescentar taxa de área arborizada aos índices urbanísticos legais.
6º Alturas e afastamentos entre edificações quanto à porosidade	Estabelecer relação das alturas e afastamentos nos parâmetros urbanísticos, de modo a resultar em edificações com alturas iguais ou próximas aos afastamentos entre elas.
7º Densidade da massa construída e dos espaços abertos	Promover médias densidades, associadas aos espaços arborizados entre as edificações, intercalando espaços abertos e espaços construídos.
8º Forma do traçado quanto à ventilação	Dar preferência ao traçado sinuoso, pois permite maior distribuição dos fluxos de ventos entres os edifícios do recinto urbano.
9º Tamanho e forma do lote	Favorecer lotes alongados com dimensão que permita maior diversidade de formas e implantação das edificações.
10º Influência da forma e da orientação do edifício quanto à insolação das fachadas e à ventilação	Dar preferência, a orientação das fachadas de maior lado para os sentidos norte e sul e para o sentido dos ventos predominantes.
Indicadores 11º a 14º	Favorecer áreas permeáveis para contribuir para a drenagem das águas pluviais e para o equilíbrio térmico, melhorando a qualidade ambiental.

FONTE: Clara Salvador, 2021.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO. Gerência de Regulação e Ordenamento Espacial (GROE). **Projeto de Loteamento Convida Fase I**, Recife: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco, 2014.

- BRASIL. Lei Federal nº 6766/1979, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1979. Recife, 2010.
- FREITAS, R. **Entre mitos e limites**: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano. Recife: Ed. da UFPE, 2008.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**: critérios medioambientales en la ordenación de asentamientos. Madrid: Tesis Doctoral em la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 1997.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/cabo-de-santo-agostinho.html>. Acesso em: 6 jun. 2021.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre: J. Mascaró, 2005.
- OKE, T. R. **Urban observations, instruments and methods of Observation Programme**. IOM Report. Genève: World Meteorol. Organiz., 2004.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- OLIVEIRA, P. M. P. **Cidade apropriada ao clima**: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília, DF, Editora da UnB, 1985.
- PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Lei de Uso e Ocupação do Solo, nº 2.179/ 2004**. Cabo de Santo Agostinho, 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Plano Diretor, Lei Complementar nº 2.387/2007**. Cabo de Santo Agostinho, 2010.
- PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Plano Diretor, Lei Complementar nº 2.891/2011**. Cabo de Santo Agostinho, 2013.
- PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Plano Diretor, Lei Complementar nº 2.926/2012**. Cabo de Santo Agostinho, 2013.

- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.**
São Paulo: ProEditores, 2000.
- ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público.**
Brasília: Editora da UnB, 2007.
- SALVADOR-BORBA. A. C. B. **Admirável bairro planejado: indicadores de qualidade bioclimática para loteamentos.** 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- UNIÃO EUROPEIA. **Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos.**
Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2012.



CONTRIBUIÇÕES DOS PARÂMETROS URBANÍSTICOS PARA O URBANISMO BIOCLIMÁTICO

Artur Sandes de Melo
Ruskin Freitas
Jaucele Azerêdo

INTRODUÇÃO

Os centros urbanos, quando submetidos a um processo de urbanização intensificado e descontrolado, promovem notórias transformações ambientais e afetam o equilíbrio entre a natureza e a sociedade. O aumento do número de pessoas vivendo em cidades, associado a padrões ineficientes de ocupação, tem ampliado os níveis de interferência no ecossistema, constituindo a maior ameaça à habitabilidade das pessoas na Terra (ROGERS, 2005).

Diante dos impactos que o processo de urbanização pode exercer sobre o meio ambiente e sobre as pessoas, Barbirato *et al.* (2012) afirmam que a busca por melhores condições, capazes de propiciar qualidade de vida aos cidadãos, é o grande desafio no processo de urbanização. Para que os impactos da expansão das cidades, uma vez inevitáveis, sejam minimizados, Torres *et al.* (2013) apontam a importância de incorporar ao planejamento urbano estratégias que enfoquem a sustentabilidade.

O Relatório Brundtland (1987) relaciona o conceito de sustentabilidade a um desenvolvimento capaz de atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações

atenderem às próprias necessidades. Esse é um conceito dinâmico e utópico, uma vez que se refere a um presente ainda insuficientemente conhecido e a um futuro incerto.

Em face de incertezas e possibilidades diversas de abordagem, Acsehrad (1999) destaca que a noção de sustentabilidade está submetida à lógica das práticas, estabelecida na articulação entre os efeitos desejados e as ações que o discurso pretende tornar realidade objetiva.

Uma cidade bem planejada, projetada sob uma perspectiva climática, seria sustentável, ao gerenciar, de modo eficiente, o uso de recursos, e seria resiliente, ao proteger pessoas e infraestruturas de eventos climáticos extremos (OKE *et al.*, 2017). Sob esse ponto de vista, o bioclimatismo seria um elo entre aspectos biológicos e geográficos, e entre necessidades humanas e características do ambiente, constituindo também uma referência ao planejamento urbano sustentável, com foco na forma e na distribuição das edificações no meio urbano.

A aplicação dos princípios relacionados ao uso do solo e à volumetria do espaço pode contribuir para restabelecer o equilíbrio do ecossistema urbano e alcançar a sustentabilidade ambiental urbana. Para tanto, as leis urbanísticas devem ser adequadas às características físicas e ambientais de cada local. Segundo Freitas (2008), a legislação urbanística exerce influências que podem ser decisivas para a orientação do desenvolvimento urbano e de suas condições ambientais, condicionando a expansão urbana à densidade, à vegetação, à permeabilidade do solo natural e também à do ambiente construído aos ventos.

Nesse contexto, insere-se o conceito de urbanismo bioclimático como o estudo das aglomerações urbanas, considerando a relação entre o ser humano e as características da região, em especial o clima, atribuindo caráter local ao planejamento urbano. Como afirma Higuera (2006, p. 15): “Para cada local, um planejamento”.

Recife localiza-se em zona térmica quente, no litoral oriental do Nordeste brasileiro. De acordo com a Classificação Climática de Köppen-Geiger, a cidade apresenta o tipo climático As’ (CONDEPE/FIDEM, 2011), caracterizado por dias quentes e úmidos, baixa amplitude térmica e duas estações bem definidas, verão e inverno. De acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro/NBR 15220, Recife localiza-se na Zona 8.

De acordo com as Normas Climatológicas, período 1981-2010, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet,

s. d.), a temperatura do ar média anual na cidade é de 25,9 °C. A umidade relativa do ar média anual é alta, de 78,3%. Os ventos são predominantes da direção sudeste. O índice de precipitação médio anual é elevado, de 2.254 mm.

Para esse tipo climático, as principais estratégias no sentido de promover o conforto ambiental são a ventilação e o sombreamento, durante todo o ano. Elas podem ser concretizadas por meio de soluções urbanísticas, tais como o afastamento entre as edificações e a promoção de arborização urbana.

O objetivo deste artigo é analisar a relação existente entre os parâmetros urbanísticos e a promoção de ambientes urbanos bioclimáticos, sob o ponto de vista da arquitetura e do urbanismo, de modo que contribuam para o planejamento e para a gestão das cidades.

O presente artigo foi desenvolvido com base na dissertação de mestrado intitulada *Avaliação de parâmetros urbanísticos, à luz dos princípios do urbanismo bioclimático: um caso recifense*, desenvolvida por Artur Sandes de Melo, na área de concentração Desenvolvimento Urbano, sob a orientação do Prof. Dr. Ruskin Fernandes Marinho de Freitas e coorientação da Prof^a. Dr^a. Jaucele de Fátima Ferreira Alves de Azerêdo.

URBANISMO BIOCLIMÁTICO E SUSTENTABILIDADE URBANA

O urbanismo bioclimático é o estudo da cidade adequada ao clima, na sua aceção teórica. Na prática, é o próprio planejamento urbano, pautando-se na busca pelo conforto e na valorização dos recursos naturais para o atendimento das necessidades humanas. No bioclimatismo, não cabe a adoção de padrões e modelos universais. Como afirmam Izard e Guyot (1980, p. 10), “a imitação de modelos deve fazer-se com a máxima prudência, sob pena de obter resultados opostos ao objetivo buscado e de infringir o princípio essencial do bioclimatismo: construir com o clima”.

Segundo Higuera (2006), o urbanismo bioclimático tem como objetivo a redução, ao máximo, dos impactos negativos que a urbanização exerce sobre o meio. Partindo-se do princípio de que cada região deve apresentar um urbanismo característico, aspectos associados à orientação das ruas, ao espaçamento entre as edificações, à densidade construtiva e à distribuição dos edifícios devem ser adequados às relações de altura e de largura, à exposição aos ventos, à orientação e à radiação solar incidente.

O urbanismo bioclimático representa um importante caminho para atingir a sustentabilidade, em seus três pilares básicos – ambiental, social e econômico –, uma vez que preserva e se integra ao ambiente natural, possibilita a valorização e a construção de identidades e relações sociais e ainda contribui para a economia, ao valorizar a utilização de recursos naturais e a reutilização de espaços.

Uma cidade sustentável, para Romero *et al.* (2019, p. 48),

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.

O conceito de bioclimatismo, fundamentando-se na adequação dos elementos construídos ao meio, ganhou importância entre os princípios de sustentabilidade. Utilizando-se dos elementos favoráveis do clima, valendo-se das especificidades de cada local, é possível atender às condições de conforto ambiental no espaço construído e reduzir os impactos negativos que a urbanização exerce sobre o meio. Integrar a forma de apropriação do solo às condições ambientais é determinante para restabelecer o equilíbrio do ecossistema urbano e alcançar a sustentabilidade.

Diante da importância do uso do solo no processo de transformação do ambiente, a legislação urbanística, ao auxiliar a produção de novas formas urbanas específicas quanto à densidade e à verticalização, emerge como uma ponte entre crescimento urbano e qualidade ambiental.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS E URBANISMO BIOCLIMÁTICO

Estratégias de uso e ocupação do solo estão entre os principais fatores relacionados ao planejamento urbano que têm influência sobre a qualidade ambiental no espaço urbano (TORRES, 2017). Para que o desempenho climático seja otimizado, é necessário analisar como a legislação urbanística pode contribuir para diferentes tipos de ocupação do solo. Assim, deve ser feita a correlação entre elementos climáticos e elementos da forma urbana, numa intrínseca relação de causa e efeito.

O Plano Diretor do Município de Recife, Lei nº 18.770/2020 (RECIFE, 2020), dispõe sobre diretrizes gerais de ordenação urbana, constituindo-se em um dos principais instrumentos na transformação do espaço. Por sua vez, a Lei nº 16.176/1996 (RECIFE, 1996), de Uso e Ocupação do Solo, apresenta um conjunto de regras impostas pelo município, que se referem basicamente a parcelamento, construção dos edifícios e usos. O art. 7º desta lei divide o território em zonas: 1. Zonas de Urbanização Preferencial – ZUP; 2. Zonas de Urbanização de Morros – ZUM; 3. Zonas de Urbanização Restrita – ZUR; e 4. Zonas de Diretrizes Específicas – ZDE. Para cada uma delas, existem parâmetros urbanísticos reguladores do solo, por sua vez divididos em: Taxa de Solo Natural (TSN), Coeficiente de Utilização (μ) e Afastamentos (Af) (Quadro 1).

QUADRO 1: Parâmetros urbanísticos da Lei nº 16.176/1996, ou Lei de Uso e Ocupação do Solo do Recife

Zonas	TSN	μ	Afastamentos iniciais e mínimos
Zona de Urbanização Preferencial (ZUP 1)	25	4,0	5
Zona de Urbanização Preferencial (ZUP 2)	50	3,0	7
Zona de Urbanização de Morros (ZUM)	20	2,0	5
Zona de Urbanização Restrita (ZUR)	70	0,5	5

FONTE: Lei nº 16.176/1996 (RECIFE, 1996).

A **Taxa de Solo Natural (TSN)** é o percentual mínimo da área do terreno a ser mantida nas suas condições naturais, tratada com vegetação e variável por zona. Ela é responsável, no interior dos lotes, pela manutenção e pela preservação das áreas livres e dos solos permeáveis, bem como pela elevação da qualidade ambiental, ao incentivar a implantação de vegetação, em especial de porte arbóreo, capaz de promover sombra, amenizar a temperatura do ar e atenuar a poluição atmosférica.

O **Coeficiente de Utilização (μ)** corresponde a um índice definido por zona que, multiplicado pela área do terreno, resulta na área máxima de construção permitida. A área máxima de construção controla a densidade construtiva, possibilitando diferentes formas de ocupação, com diferentes alturas e afastamentos. Dependendo

do valor do coeficiente estabelecido para a zona, esse parâmetro pode viabilizar formas de ocupação que facilitem a dispersão de calor e incrementem o fluxo de ar na estrutura urbana.

Afastamentos (Af) são estabelecidos como as distâncias que devem ser observadas entre a edificação e as linhas divisórias do terreno, constituindo-se em afastamentos frontal, lateral e de fundos. São definidos em função do número de pavimentos, propiciando permeabilidade aos ventos e inserção de vegetação de porte arbóreo nas áreas livres, auxiliando tanto no controle da temperatura como da umidade relativa do ar.

No Recife, a Lei nº 16.176/1996 (RECIFE, 1996) promoveu forte estímulo à construção de novas edificações. As transformações urbanas, impulsionadas pela imposição de um único modelo de adensamento construtivo, em contraste com a diversidade das configurações espaciais preexistentes, puseram em risco singularidades históricas e ambientais da cidade (LACERDA *et al.*, 2018).

A insatisfação de setores da sociedade perante a forma como a legislação urbanística vinha respaldando os processos de reconfiguração espacial impulsionou a alteração dos parâmetros de construção em doze bairros do Recife, áreas intensamente afetadas por processos de adensamento construtivo e de verticalização. A Lei nº 16.719/01 (RECIFE, 2001) alterou a Lei do Uso e Ocupação do Solo do Recife, criando a Área de Reestruturação Urbana (ARU), com a abrangência de doze bairros, com parâmetros urbanísticos mais restritivos.

Promulgada em 2001, a Lei dos 12 Bairros estabelece as condições de uso e ocupação do solo em doze dos dezesseis bairros da Microrregião 3.1 e divide a ARU em três setores, compatíveis em características físicas e ambientais (Figura 1): i) Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1); ii) Setor de Reestruturação Urbana 2 (SRU2) e iii) Setor de Reestruturação Urbana 3 (SRU3).

Ao estabelecer parâmetros urbanísticos adequados às diferentes condições físicas e ambientais, a lei promoveu padrões diferenciados de densidade e de verticalização. O ajuste desses parâmetros à estrutura urbana veio associado ao dimensionamento das vias, que passou a limitar o gabarito e o coeficiente construtivo por setor e por largura das ruas.

As contribuições ao menor adensamento construtivo e à diversidade de altura das edificações vieram acompanhadas de maiores taxas de solo natural. Esses fatores definiram os valores dos parâmetros urbanísticos estabelecidos pela Lei dos 12 Bairros, para cada setor (Quadro 2).

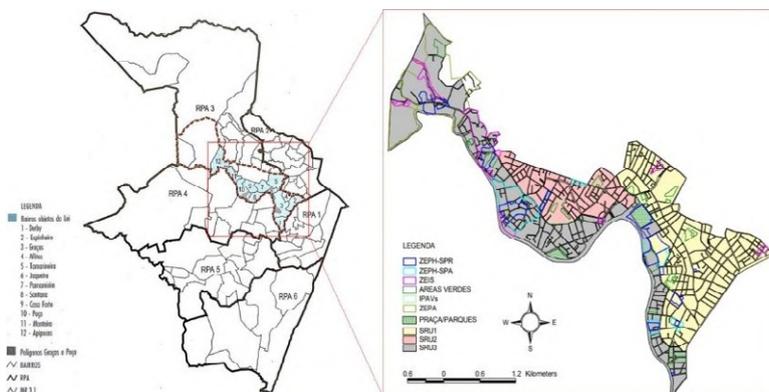


FIGURA 1: Microrregião 3.1, os doze bairros e os três setores da Área de Reestruturação Urbana (ARU)

FONTE: adaptado de anexo 1 – ARU (RECIFE, 2001).

QUADRO 2: 12 bairros: parâmetros urbanísticos da Lei nº 16.719/2001

Categoria de dimensionamento das vias	Gabarito (metros lineares)	Afastamentos iniciais mínimos (Af)*			SRU1		SRU2		SRU3**	
		Frontal***	Lateral e fundos		TSN (%)	μ	TSN (%)	μ	TSN (%)	μ
			Ed. ≤ 2 Pavtos (m).	Ed. > 2 Pavtos (m).						
A	£ 60	7,00	nulo/1,50	3,00	30	3,50	50	3,00	60	2,00
B	£ 48	7,00	nulo/1,50	3,00	30	3,00	50	2,50	60	2,00
C	£ 24	7,00	nulo/1,50	3,00	30	2,50	50	1,50	60	2,00

FONTE: RECIFE (2001).

O **Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1)** compreende o bairro dos Aflitos e parte dos bairros Graças, Espinheiro, Jaqueira e Tamarineira. É o setor com maior potencial construtivo. Por se tratar de uma área já adensada e com grande fluxo de atividades, apresenta potencial construtivo 3,5 e gabarito limitado em 60 m, em vias de nível A. A taxa de solo natural é de 30%, a menor entre os setores. Na legislação de 1996, esse setor era pertencente à Zona de Urbanização Preferencial 1 (ZUP1), com um potencial construtivo ainda maior, viabilizado por coeficiente máximo 4,0 e uma taxa de solo natural equivalente a 25% do terreno.

O **Setor de Reestruturação Urbana 2 (SRU2)** compreende os bairros Parnamirim e Casa Forte e parte dos bairros Poço da Panela

e Monteiro. Alvo de um processo de urbanização crescente, foram definidos, para o setor parâmetros que estabelecessem o equilíbrio entre a ocupação do solo, a infraestrutura e os seus elementos naturais. Para tanto, os coeficientes de utilização foram fixados em até 3,0 e o gabarito limitado a 60 m, em vias de nível A. Vias de nível C apresentam o menor coeficiente de utilização entre os setores, com 1,5 e limite de altura das edificações fixado em 24 m. A taxa de solo natural é de 50%. Quando regulamentado pela normativa anterior, esse setor integrava a Zona de Urbanização Preferencial 2 (ZUP2), que contava com coeficiente de utilização 3,0, áreas de estacionamento não contabilizadas e ausência de limite de altura.

O **Setor de Reestruturação Urbana 3 (SRU3)** compreende os bairros Santana e Apipucos, além de parte dos bairros Derby, Graças, Jaqueira, Poço da Panela e Monteiro. É o setor com menor potencial construtivo. Isso se deve à necessidade de preservar as condições ambientais existentes, caracterizada pela baixa densidade construtiva e predominância de elementos naturais, tais como cobertura vegetal e massa de água (açude de Apipucos e rio Capibaribe). Para tanto, foi fixado gabarito de 24 m e coeficiente de utilização 2,0, independentemente da largura das vias.

No confronto entre a Lei do Uso e Ocupação do Solo e a Lei dos 12 Bairros, nota-se a importância da criação da Área de Reestruturação Urbana no que se refere ao adensamento construtivo e à verticalização. Em simulação realizada por Lacerda *et al.* (2018), no bairro da Jaqueira, situado no Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1), o mais permissivo dos setores, é possível analisar a diferença entre uma ocupação orientada segundo os parâmetros estabelecidos pela Lei de 2001 e outra, definida pela normativa de 1996 (Figura 2).

A diminuição dos valores dos coeficientes construtivos e a limitação da altura das edificações, que passaram a se ajustar aos condicionantes localização do terreno e largura da via, promoveram edificações com diferentes disposições e formas, favorecendo a circulação dos ventos na estrutura urbana. A preservação e o aumento da taxa de solo natural contribuíram para um índice maior de solo permeável e para a promoção da vegetação arbórea urbana. Os maiores afastamentos favoreceram uma relação melhor entre os espaços público e privado.

Percebe-se que, mesmo sem se referir objetivamente ao conforto ambiental dos usuários e à adequação aos elementos climáticos da região, houve, implicitamente, utilização de princípios do urbanismo bioclimático.

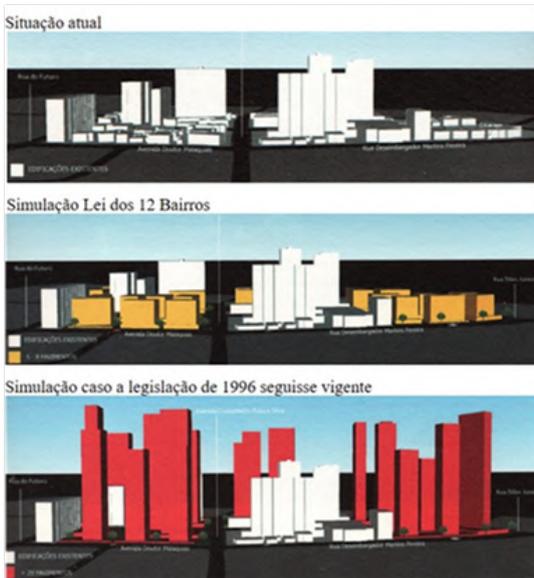


FIGURA 2: Simulações com a aplicação de diferentes parâmetros urbanísticos
FONTE: Lacerda *et al.* (2018).

Para avaliar a contribuição de parâmetros urbanísticos para a qualidade climática no espaço urbano, foram efetuadas medições de elementos climáticos, com a realização de estudo comparativo entre as áreas estabelecidas pela LUOS/1996 e os espaços regulados pela Lei dos 12 Bairros/2001.

MEDIÇÕES DE ELEMENTOS CLIMÁTICO-AMBIENTAIS

As medições dos elementos climático-ambientais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos) foram realizadas nos meses de setembro e dezembro de 2019 e janeiro de 2020, na cidade do Recife, especificamente na área compreendida pela Lei dos 12 Bairros e em seu entorno. Foram selecionados dez pontos de medição (Figura 3).

O critério para a escolha dos pontos de medição ocorreu em função da diversidade da forma urbana e dos diferentes padrões de ocupação do solo urbano – verticalização, densidade construtiva,

solo natural e permeável, além de massas de água e vegetação. No total, foram realizadas dezesseis medições em cada ponto – quatro dias/mês, dois turnos (manhã e tarde)/dia. A medição tinha início às 8h00 e às 14h00.

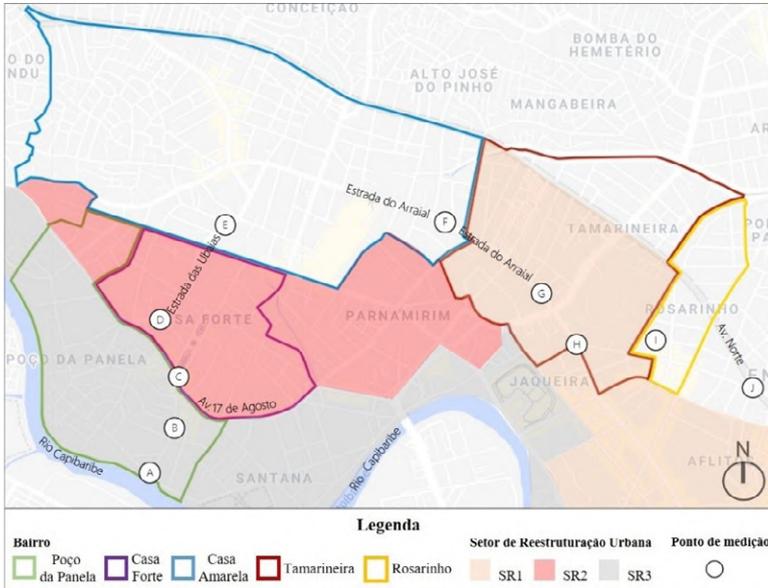


FIGURA 3: Pontos de medição dos elementos ambientais
FONTE: adaptado de Google Maps. Acesso em: 10 ago. 2020.

Para cada período de medições, foi realizada uma média geral dos quatro dias. A seguir, é apresentado o quadro-síntese das características do entorno dos pontos de medição (Quadro 3).

A equipe de trabalho foi constituída por quatro integrantes do Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/UFPE. O primeiro integrante ficou responsável pelo termoigrômetro Digital, marca Minipa, modelo MTH-1300, para as medições da temperatura do ar e da umidade relativa do ar; o segundo, pelo termoanemômetro, marca Instruterm, modelo TAD-500, para o registro da velocidade do vento; o terceiro, pelo guarda-sol, revestido externamente por tecido acetinado branco, para refletir os raios solares incidentes diretamente, e pelo lado de dentro, por um tecido preto, opaco, para que a superfície escura, por apresentar alto índice de absorção, atenuasse os efeitos dos raios

solares refletidos pelo solo e revestimentos do entorno; o quarto integrante ficou responsável pela bússola, para identificar a direção do vento e fazer anotações referentes às coletas – velocidade do vento, a cada trinta segundos, e temperatura do ar e umidade relativa do ar, ao término de cinco minutos, bem como pelo registro de fotografias.

QUADRO 3: Características do entorno dos pontos de medição

CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO		PONTO DE MEDIÇÃO									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Localização	Cruzamento			■					■		
	Esquina	■	■		■	■	■	■			■
	Centro de quadra							■		■	
Massa construída	Barreira contínua					■	■	■		■	
	Alternância de altura		■	■	■			■	■		■
	Livre	■									
Uso do solo	Residencial	■	■		■					■	
	Comercial								■		
	Misto			■		■	■	■			■
	Público			■							
Pavimentação	Asfalto			■	■	■	■	■	■		■
	Concreto						■		■		■
	Terra	■		■					■		
	Pedra		■	■		■	■	■		■	
	Intertravado				■	■					
Fluxo de pedestre	Intenso			■		■			■		■
	Médio						■	■	■		
	Fraco	■	■		■					■	
Fluxo de veículos	Intenso			■		■	■	■	■		■
	Médio				■						
	Fraco	■	■							■	
Vegetação	Densa	■	■						■		
	Média			■	■			■			
	Rala						■			■	■
	Inexistente					■					
Massa de água	Rio	■									
	Inexistente		■	■	■	■	■	■	■	■	■

FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

ANÁLISE DE RESULTADOS

A sistematização dos dados coletados dos elementos ambientais em setembro de 2019, depois em dezembro de 2019 e em janeiro de 2020, encontra-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Para melhor comparar os resultados, foram apresentadas as médias registradas pela Estação Meteorológica de Referência Automática – Inmet, que se encontra em ambiente próximo ao natural, referentes aos mesmos períodos.

TABELA 1: Médias dos valores dos elementos ambientais em Recife (PE) – períodos da manhã e da tarde (setembro de 2019)

MÊS DE REFERÊNCIA: SETEMBRO DE 2019						
LEGISLAÇÃO		PONTO	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade dos ventos (m/s)	Direção dos ventos (N)
LEI DOS 12 BAIRROS	LUOS/ 1996					
		A	27,6	69,2	1,4	SE
		B	28,7	65,2	2,1	SE
		C	29,7	61,7	1,8	SO
		D	28,6	64,9	1,3	SE
		E	29,1	63,9	1,7	L
		F	28,9	64,7	1,5	SE
		G	28,4	66,1	2,2	SE
		H	28,7	65,1	1,2	SE
		I	29,0	65,1	1,1	SE
		J	29,4	63,8	1,5	SE
INMET – ESTAÇÃO AUT.			26,4	69,9	-	-

FONTE: Artur Schimbergui (2020).

TABELA 2: Médias dos valores dos elementos ambientais em Recife (PE) – períodos da manhã e da tarde (dezembro de 2019 e janeiro de 2020)

MESES DE REFERÊNCIA: DEZEMBRO DE 2019 E JANEIRO DE 2020						
LEGISLAÇÃO		PONTO	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade dos ventos (m/s)	Direção dos ventos (N)
LEI DOS 12 BAIRROS	LUOS/ 1996					
		A	29,6	68,4	1,2	SE
		B	29,8	65,6	1,5	SE

MESES DE REFERÊNCIA: DEZEMBRO DE 2019 E JANEIRO DE 2020						
LEGISLAÇÃO		PONTO	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Velocidade dos ventos (m/s)	Direção dos ventos (N)
LEI DOS 12 BAIROS	LUOS/ 1996					
		C	31,2	62,0	1,4	SO
		D	29,7	65,5	0,6	SE
		E	30,0	65,6	1,1	SO
		F	30,4	65,3	1,2	SE
		G	30,0	66,6	1,8	SE
		H	30,1	66,5	0,9	S
		I	30,1	66,0	0,7	SE
		J	31,1	63,8	1,0	SE
INMET - ESTAÇÃO AUT.			28,1	64,7	-	-

FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

Os pontos que apresentaram os maiores valores médios de temperatura do ar se encontravam em duas principais vias de circulação: o ponto C (29,7 °C, em setembro de 2019, e 31,2 °C, em dezembro do mesmo ano), localizado na Avenida 17 de Agosto, e o ponto J (29,4 °C, em setembro de 2019, e 31,1 °C, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020), localizado na Avenida Norte (Figura 4).



FIGURA 4: Pontos C e J, em horários aproximados (15h00-16h00)

FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

Em ambos os pontos, constatou-se acúmulo de calor médio acima de 3,0 °C, em comparação com o valor registrado na Estação Meteorológica de Referência.

O ponto C estava situado em uma das extremidades da praça de Casa Forte, caracterizada pela alta densidade de vegetação arbórea e de solo permeável, capazes de contribuir para a amenização térmica. Em razão dos afastamentos e da alternância de altura entre os edifícios, condicionados pela Lei dos 12 Bairros, esse ponto encontrava-se exposto ao sol durante todo o dia.

O ponto J apresentava entorno predominantemente comercial e de serviços, sem recuos entre a calçada e as edificações. O solo permeável era quase inexistente, fosse no espaço público, fosse no interior dos lotes; foi próximo ao tronco dos poucos indivíduos arbóreos localizados no entorno. Os altos edifícios multifamiliares existentes no entorno exerciam sombra sobre o ponto durante toda a tarde.

Ao se observar a significativa diferença da forma urbana entre os pontos mais quentes e a proximidade de temperatura entre eles, é possível afirmar que a intensidade de fluxo de veículos e de atividades foi o fator que mais contribuiu para as altas temperaturas. Destaca-se que o ponto C – localizado na calçada entre a Avenida 17 de Agosto e a praça de Casa Forte, em área próxima ao solo natural e à vegetação da praça, e o ponto J, sob influência do sombreamento dos edifícios durante todo o período da tarde, apresentaram as maiores médias de temperatura do ar. A ausência dessas influências e a menor exposição aos ventos – o ponto C se encontrava a barlavento da vegetação da praça, e o ponto J, a barlavento dos altos edifícios do entorno – configurariam temperaturas ainda mais altas. Outros fatores exerceram influência: a exposição à radiação solar durante todo o dia, no ponto C, e no período da manhã, no ponto J; a predominância de impermeabilização do solo e a baixa quantidade de solo natural e de vegetação, no entorno dos pontos, com exceção da praça de Casa Forte.

As menores médias de temperatura do ar foram registradas em local com presença de corpo d'água, maior presença de vegetação e maior velocidade dos ventos, com o entorno próximo contendo alternância de altura das edificações e gabaritos limitados em razão da largura da via.

O ponto A (27,6 °C, em setembro de 2019, e 29,6 °C, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020), localizado às margens do rio Capibaribe, com características próximas ao meio natural, com solo natural e densa vegetação, foi o que apresentou as menores médias de temperatura do ar (Figura 5).

Em comparação com a Estação Automática de Referência, o acúmulo de calor médio apresentado foi de 1,3 °C, ante os mais de 3,0 °C verificados nos pontos de maior temperatura do ar.



FIGURA 5: Ponto A
FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

Em relação à umidade relativa do ar, como já era de esperar, a maior média de umidade foi verificada às margens do rio Capibaribe, no ponto A (69,2%, em setembro de 2019, e 68,4%, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020). Na área havia alta presença de vegetação e de solo permeável, baixa impermeabilização do solo, poucas atividades e baixo fluxo de pessoas e de veículos, comprovando a influência de massas de água e da arborização como reguladores térmicos, constituindo um fator positivo para a determinação de microclimas favoráveis ao conforto térmico.

Por outro lado, mesmo sob influência da vegetação da praça, o menor valor médio de umidade relativa do ar foi anotado na Avenida 17 de Agosto (61,3%, em setembro de 2019, e 62,0%, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020), seguido pela Avenida Norte (63,8%, em setembro de 2019, e 63,8%, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020). O elevado fluxo de veículos e o maior grau de atividade antrópica presente no entorno foram os fatores que mais influenciaram as alterações negativas dos elementos ambientais, sobressaindo diante da influência da vegetação da praça de Casa Forte, no ponto C, e da exposição aos ventos, em ambos os pontos.

Dadas as altas temperaturas observadas nos pontos de menor umidade relativa do ar, confirmou-se a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar.

No que se refere à velocidade dos ventos, as maiores médias foram registradas no ponto G (2,2 m/s, em setembro de 2019, e 1,8 m/s em dezembro de 2019 e janeiro de 2020), situado no Setor de Reestruturação Urbana 1, e no ponto B (2,1 m/s em setembro de 2019, e 1,5 m/s, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020), localizado

no Setor de Reestruturação Urbana 3, o mais restritivo deles. Em ambos os pontos, as velocidades e as direções dos ventos foram constantes, funcionando como importante elemento de amenização térmica no tipo climático tropical litorâneo quente e úmido.

Seguindo os conceitos teóricos, a alternância de altura das edificações e o maior afastamento entre as construções foram as estratégias identificadas como mais importantes para incrementar a circulação dos ventos na estrutura urbana, funcionando como fator de amenização térmica e de dispersão de partículas de poluição (Figura 6).



FIGURA 6: Pontos G e B
FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

O ponto I (1,1 m/s, em setembro de 2019, e 0,7 m/s, em dezembro de 2019 e janeiro de 2020) foi o que apresentou o menor valor médio de velocidade dos ventos (Figura 7).



FIGURA 7: Ponto I.
FONTE: Artur Sandes de Melo, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A legislação urbana contribui significativamente para a promoção da qualidade ambiental urbana. Dependendo dos parâmetros urbanísticos adotados, o planejamento urbano pode produzir formas urbanas específicas e adequadas ao conforto ambiental, contribuindo, inclusive, para a preservação de áreas naturais, históricas, culturais e até de lazer.

Com base nos valores dos parâmetros urbanísticos, podem-se observar as diversas transformações na cidade, pois eles funcionam como moldadores da forma urbana, interferindo no comportamento das variáveis climáticas e alterando o regime de ventos. A justaposição das edificações interfere na direção e na velocidade do ar. A proximidade entre as construções, associada à alta densidade e a tipologias construtivas inadequadas, tende a limitar a parcela do céu capaz de absorver a radiação de onda longa advinda da camada urbana, influenciando no aumento da temperatura das superfícies e da temperatura do ar e, conseqüentemente, no consumo de energia.

Mais solo permeável e maiores afastamentos permitem a manutenção e a inserção de áreas com vegetação, contribuem para a penetração das águas pluviais no solo, incrementam a ventilação, facilitando a dispersão do calor e de partículas de poluição para a atmosfera, e auxiliam na amenização térmica e no desconforto ocasionado pela alta umidade relativa do ar, em Recife e em outras localidades, com condições semelhantes de clima tropical litorâneo quente e úmido.

Comparando-se o conteúdo da Lei nº 16.176/1996, que dispõe sobre o uso e a ocupação do solo da cidade do Recife, com o da Lei nº 16.719/2001, que dispõe sobre o uso e a ocupação do solo na Área de Reestruturação Urbana (ARU), verificou-se que houve avanço do ponto de vista normativo em relação à preocupação com os elementos climático-ambientais, pois se demonstrou haver preocupação com o urbanismo bioclimático, mesmo que de maneira não intencional ou explícita, uma vez que tais princípios não foram descritos na lei. Os princípios norteadores presentes na Lei dos 12 Bairros estabelecem importantes contribuições para a produção de espaços urbanos ambientalmente adequados. O respeito às características físicas e ambientais, o controle da verticalização por meio da adaptação da altura das edificações à largura da rua e a definição de maiores valores percentuais de solo natural produziram influências positivas sobre os elementos climáticos. Com a observação de

formas urbanas tão distintas, conclui-se que não existe uma forma urbana ideal. Na realidade, existem estratégias ideais para cada tipo climático, capazes de potencializar o conforto e a qualidade de vida nas cidades. Analisar os pontos de acerto da legislação, incorporando-os ao processo futuro de discussão do planejamento das cidades, oferece subsídios para uma cidade melhor, em que outras áreas sejam favorecidas e todos os usuários sejam beneficiados.

Desde 2018, a Lei nº 16.176/1996 está em revisão. As discussões referentes à futura lei estabelecem princípios baseados em equivalências, em que o solo natural estaria atualmente associado a tetos verdes, jardineiras e fachadas verdes. Entretanto, cada um possui um peso de equivalência que pode interferir na existência, ou não, do outro. Salienta-se que nenhuma dessas alternativas se equipara à funcionalidade do solo natural ou a substitui.

Essa possibilidade abre margem não apenas para diferentes possibilidades construtivas, mas também para diversos questionamentos técnicos. O teto verde contribui para amenizar a temperatura do ar ao nível do usuário pedestre tanto quanto o solo natural e as áreas verdes? As fachadas verdes e as jardineiras exercem a mesma influência climática que formas urbanas adequadas ao clima local? Seria melhor direcionar os esforços para aperfeiçoar experiências que apresentam soluções eficientes?

As particularidades ambientais associadas aos condicionantes climáticos devem ser consideradas no processo de planejamento urbano com o propósito de buscar o conforto no espaço urbano, contribuindo para o urbanismo bioclimático e, conseqüentemente, para uma cidade mais sustentável.

Esta pesquisa, ao elaborar parâmetros urbanísticos, pode servir de consulta aos agentes, representando um caminho importante com vistas à construção de um ambiente urbano saudável, ecologicamente equilibrado e economicamente eficiente, capaz de reduzir o consumo de recursos naturais, de materiais e de energias, e promover estratégias adequadas para garantir o conforto e o bem-estar das pessoas.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n. 1, p. 79-90, 1999.

- AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO – CONDEPE/FIDEM. **Pernambuco em mapas**. Recife: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações – parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- BARBIRATO, G. M.; BARBOSA, R. V. R; TORRES, S. C. Articulação entre clima urbano e planejamento das cidades: velho consenso, contínuo desafio. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE VIRTUAL CITY AND TERRITORY*. 8º Congresso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, 2012, Rio de Janeiro, **Anais [...]**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. URI: <http://hdl.handle.net/2099/13345>.
- BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**. The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- FREITAS, R. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Recife: Editora da UFPE, 2008.
- GOOGLE, INC. **Google Maps**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acessos em: 21 maio 2020 e 10 ago. 2020.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2006. 241 p.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. [S. d.]. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em: 7 ago. 2020.
- IZARD, J.-L.; GUYOT, A. **Archi bio**. Marseille: Parenthèses, 1980. 131 p.
- LACERDA, N.; ARAÚJO, L. H. S.; ALVES, P. R. M.; CUNHA, F. **Lei dos 12 bairros: contribuição para o debate sobre a produção do espaço urbano do Recife**. Recife: Cepe, 2018.
- OKE, T.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 546 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781139016476>.
- RECIFE. Lei nº 16.176, de 09 de abril de 1996. **Lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife**. Recife: Poder Executivo, 1996.

Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-recife-pe>. Acesso em: 21 maio 2020.

RECIFE. Lei nº 16.719, de 30 de novembro de 2001. **Área de reestruturação urbana – ARU**. Recife: Poder Executivo, 2001. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2001/1672/16719/lei-ordinaria-n-16719-2001-cria-a-area-de-reestruturacao-urbana-aru-composta-pelos-bairros-derbyespinheiro-gracas-aflitos-jaqueira-parnamirim-santana-casa-forte-poco-da-panela-monteiroapipucos-e-parte-do-bairro-tamarineira-estabelece-as-condicoes-de-uso-e-ocupacao-do-solonessa-area?q=16719>. Acesso em: 21 maio 2020.

RECIFE. Lei nº 18.770/2020, de 30 de dezembro de 2020. **Institui o Plano Diretor do Município do Recife, revogando a Lei Municipal nº 17.511, de 29 de dezembro de 2008**. Recife: Poder Executivo, 2020. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2020/1877/18770/lei-ordinaria-n-18770-2020-institui-o-plano-diretor-do-municipio-do-recife-revogando-a-lei-municipal-n-17511-de-29-de-dezembro-de-2008?q=18770>. Acesso em: 21 maio 2020.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2005.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. M.; LIMA, E. A.; WERNECK, D. R.; VIANNA, E. O.; SALES, G. L. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília, DF: ETB, 2019. 151 p.

SANDES DE MELO, A. P. S. **Avaliação de parâmetros urbanísticos, à luz dos princípios do urbanismo bioclimático: um caso recifense**. 2020. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

TORRES, S. C. **Forma e conforto: estratégias para (re)pensar o adensamento construtivo urbano a partir dos parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática**. 2017. 395 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

TORRES, S. C.; FREITAS, R. M.; BARBIRATO, G. M.; BARBOSA, R. V. R. Bioclimatologia e sustentabilidade urbana: suas interfaces conceituais e as implicações no processo de planejamento urbano. *In: ENANPUR, 15, 2013, Recife, Anais [...]*. Recife: Enanpur, 2013.



A INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS URBANÍSTICOS AVANÇADOS NO DESEMPENHO CLIMÁTICO DE TECIDOS URBANOS

Simone C. Torres
Ruskin Freitas

Os estudos sobre os impactos do processo de urbanização no meio ambiente evidenciam a necessidade de elaboração de medidas e ações que permitam o alcance do equilíbrio ambiental, a partir da relação do homem com o meio. Essa necessidade tem sido cada vez mais reforçada, pois a vivência nas cidades, principalmente nas do cenário brasileiro, vem sendo caracterizada pela crescente perda da qualidade de vida, acompanhada pelos impactos ambientais decorrentes dos padrões de produção e consumo desses espaços. Essa constatação não é recente, e é objeto de preocupação de diversos profissionais e comunidades que há décadas se dedicam ao estudo de soluções para o alcance de novas formas de permanência, uso e produção do ambiente urbano (SILVA; BUSTOS ROMERO, 2011; ACSELRAD, 2009).

O contexto da pandemia da Covid-19 enfatizou a importância da identificação e da formulação de estratégias ambientais e comportamentais para o alcance de cidades mais saudáveis e com melhores indicadores de qualidade de vida. A partir de março de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considerou como pandemia a situação mundial diante da doença infecciosa viral Covid-19 causada por um coronavírus denominado Sars-coV-2, ou “novo coronavírus”, descoberto em dezembro de 2019, na China. A necessidade de isolamento social, indicada pelo meio científico como principal estratégia

para a minimização da disseminação rápida do vírus, tem desencadeado questionamentos sobre o processo de adequação ambiental de espaços edificados para o favorecimento das condições de permanência prolongada em espaços internos. O aumento da densidade construtiva urbana, apontada como estratégia importante para a redução de impactos ambientais relacionados ao consumo de energias não renováveis, otimização da mobilidade urbana e favorecimento da integração social, passou a apresentar, no cenário da pandemia, uma nova perspectiva de análise.

Neste sentido, é importante destacar que o aumento excessivo da densidade construtiva pode gerar diversos efeitos negativos à qualidade ambiental urbana, desde os efeitos do fenômeno de ilha de calor, como o comprometimento da qualidade do ar, gerando prejuízos relacionados à saúde pública.

A associação de problemas ambientais como a poluição do ar, a baixa taxa de ventilação urbana e a ocorrência da Sars, síndrome respiratória aguda grave que, em 2003, atingiu algumas cidades asiáticas, afetou significativamente a saúde da população e levou a administração de Hong Kong a criar medidas para incrementar as condições de ventilação urbana no intuito de melhorar a qualidade de vida urbana local. Hong Kong, uma cidade com uma das maiores densidades construtivas do mundo, apresenta uma rede eficiente de transporte público e uso do solo. Porém, o padrão de adensamento adotado compromete significativamente o fluxo de ar no interior da estrutura urbana, sobretudo no nível do pedestre. Desta forma, algumas pesquisas apontam a necessidade de aumento da porosidade das construções, com base em estudos, políticas e diretrizes técnicas relevantes, tais como *Air Ventilation Assessment (AVA)* e *Sustainable Building Design (SBD), Guidelines (APP-152)*, consideradas no processo de planejamento e projeto urbano local (YUAN; NG, 2012).

Modificações na configuração do ambiente construído, incluindo alterações no desenho urbano, na morfologia urbana e no tratamento de espaços livres, podem melhorar a qualidade do clima urbano e, conseqüentemente, o desempenho ambiental dos edifícios e dos espaços livres públicos (PACIFICI, 2019). Alguns estudos já demonstraram que em áreas verticalizadas, mas com maior área livre, há melhores condições de conforto térmico do que em áreas horizontais com maior taxa de ocupação do solo (GIVONI, 1998; FREITAS, 2008; GONÇALVES *et al.* 2011; WANG; BERARDI; AKBARI, 2016; PACIFICI, 2019). Evidencia-se, assim, o papel do **urbanismo bioclimático** como disciplina que deve ser integrada ao planejamento

ambiental, pois adota uma abordagem associada à capacidade de análise da carga dos elementos naturais locais a uma matriz de interações entre os aspectos ambientais – insolação, ventos, vegetação, recursos energéticos e hídricos e geomorfologia – e as variáveis do ambiente urbano – estrutura de circulação, espaços livres e áreas verdes, condições das quadras, lotes e edificações (HIGUERAS, 2006).

Sabendo-se que a densidade construtiva e a morfologia urbana são resultado da aplicação de **parâmetros urbanísticos** ao processo de planejamento urbano local, o estudo sobre tipos e quantificação desses parâmetros pode favorecer a identificação de diretrizes que propiciem a otimização do desempenho climático urbano. Assim, será apresentado um estudo sobre o grau de correlação entre padrões de ocupação urbana (parâmetros urbanísticos) e as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos). Pretende-se, portanto, destacar a importância de pesquisas que possam subsidiar a estimativa das alterações das variáveis climáticas em cenários futuros.

Os **parâmetros urbanísticos tradicionais** (taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, recuos e gabaritos), embora definidos para áreas/zonas urbanas, são exclusivamente aplicados na regulamentação de lotes urbanos. Porém, podem ser quantificados com o aporte da análise de um tecido urbano (Quadro 1). Considerando a necessidade da análise integrada das unidades construtivas urbanas para a implantação de soluções mais eficazes com vistas ao aproveitamento dos condicionantes ambientais, serão brevemente descritos a seguir alguns parâmetros urbanísticos denominados **avançados**, os quais correspondem a indicadores de desempenho ambiental definidos de acordo com atributos bioclimatizantes da forma urbana.

PARÂMETROS URBANÍSTICOS AVANÇADOS

Porosidade da Malha Urbana (Poma)

A porosidade urbana é determinada pelos afastamentos entre edifícios, a taxa de ocupação, a existência de espaços vazios e a largura das vias. A diminuição da porosidade da malha urbana (redução de índices que definem afastamentos mínimos) entre o edifício e o limite do lote reduz a velocidade dos ventos. Quanto menor a porosidade da malha urbana, maior a compactidade do tecido. Isso provoca o aumento da radiação difusa devido às inter-reflexões entre

as construções; ademais, também é maior a retenção de radiação de onda longa no espaço urbano (SILVA; BUSTOS ROMERO, 2011, p. 12). Expressa pela relação entre espaços abertos e espaços edificados, corresponde ao espaçamento entre as edificações e/ou arranjos morfológicos, diversidade de alturas das edificações e índice de fragmentação das áreas construídas, que conferem maior ou menor permeabilidade aos ventos no tecido urbano.

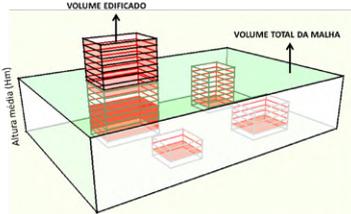
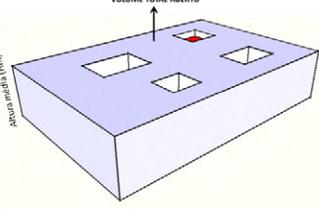
QUADRO 1: Conceitos e equações que podem ser adotados para o cálculo de parâmetros urbanísticos tradicionais em avaliações de tecidos urbanos

Parâmetros urbanísticos	Definições	Cálculo
Taxa de ocupação (TO)	Corresponde à soma das áreas construídas no solo, dividida pela área total da malha urbana.	$TO = \frac{\sum i Ssol i}{S}$ $Ssol i$ = área construída no solo do edifício i (m ²) S = área total na malha urbana (m ²)
Unidade: adimensional ou %		
Coefficiente de aproveitamento (CA)	Definida pela razão da área útil total construída e a área total construída no solo.	$CA = \frac{Stot i}{Ssol i}$ $Stot i$ = área útil total construída do edifício i (m ²); $Ssol i$ = área construída no solo do edifício i (m ²)
Unidade: adimensional		
Taxa de solo natural (Tsn)	Percentual da área da malha urbana mantida em suas condições naturais (solo permeável e/ou vegetação).	$TSN = \frac{\sum Sol imp \cdot 100}{S}$ S = área total na malha urbana (m ²) $Sol imp$: área total de solo permeável (m ²)
Unidade: adimensional ou %		
Altura média/ Verticalidade (Hm)	Altura média das edificações ponderada pela área ocupada no solo.	$Hmed = \frac{\sum i (h edf i \times S sol i)}{S sol tot}$ $h edf i$ = altura do edifício i (m) $Ssol i$ = área construída no solo do edifício (m ²) $Ssol tot$ = área total construída no solo do edifício (m ²)
Unidade: m (metros)		
Recuos médios (Rm)	Distância média entre as edificações.	$Rm = \frac{\sum recuos i}{Nr i}$ $Nr i$: número total de recuos $Recuos i$: somatório de recuos do edifício i (m)
Unidade: m (metros)		

FONTE: adaptado de Martins, Bonhomme, Adolphe (2013).

Torres (2017) adotou uma simplificação do conceito utilizado por Martins, Bonhomme, Adolphe (2013), quantificando a razão entre o volume aberto do tecido urbano (volume total do tecido subtraído pelo volume total de elementos construídos) e o volume total da malha, em metros cúbicos (m³). Para a quantificação do volume construído total e do volume da malha, adotou-se a altura média (Hm) das construções, enfatizando, assim, a interferência da camada-limite urbana (Quadro 2).

QUADRO 2: Descrição do parâmetro porosidade da malha urbana

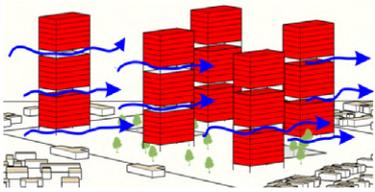
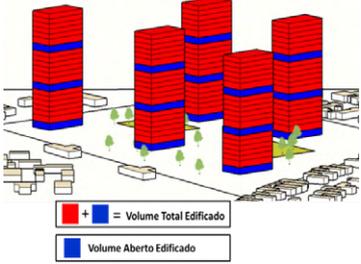
POROSIDADE DA MALHA URBANA (POMA)	
<p>Segundo Martins, Bonhomme e Adolphe (2013), trata-se da relação dos volumes úteis abertos ao conjunto de volumes do tecido urbano considerado. Unidade de medida: (-) ou (%).</p>	
Como calcular	
$Po = \frac{\sum \text{espaços abertos } \Pi \cdot r^2 \cdot h_i \cdot P_i}{\sum \text{espaços abertos } V_i + \sum \text{construído } V_j}$ <p>Onde: <i>P_i</i> = profundidade do espaço aberto <i>i</i>. <i>r_{hi}</i> = raio hidráulico equivalente do espaço aberto <i>i</i>. <i>V_j</i> = volume médio do volume construído <i>j</i>. <i>V_i</i> = volume médio da camada limite urbana acima do espaço aberto <i>i</i>.</p> <p>Fonte: Martins; Bonhomme; Adolphe (2013).</p>	$PoMa = \frac{V \text{ tot. abe.}}{V \text{ tot. malha}}$ <p>Onde: <i>V tot. aberto</i> = volume total aberto, considerando a altura média do volume construído. <i>V tot. malha</i> = volume total da malha urbana.</p> <p>Fonte: Torres (2017).</p>
<p>Representação das variáveis adotadas por Torres (2017) para quantificar a porosidade da malha urbana de tecidos urbanos:</p>	
	

FONTE: adaptado de Torres (2017).

Porosidade do Volume Edificado

Edificações que apresentam volumes abertos, ou seja, espaços vazios para permitir a passagem de ventilação natural, como pilotis ou pavimentos livres, podem potencializar o aproveitamento da ventilação natural na escala urbana, melhorando a distribuição das massas de ar nos recintos urbanos, uma vez que diminuem as barreiras que provocam a redução da velocidade dos ventos, ou seja, minimizam a perda de energia cinética das massas de ar. Desta forma, a permeabilidade para inserção das massas de ar, também, pode ser caracterizada pela análise do volume construído (Quadro 3).

QUADRO 3: Descrição do parâmetro porosidade do volume edificado

POROSIDADE DO VOLUME EDIFICADO URBANO	
<p>Torres (2017) utilizou o parâmetro porosidade do volume edificado (PoVedif.) quantificado a partir da razão do volume edificado livre (permeável/poroso) pelo volume total edificado na malha urbana.</p>	
<p>Como calcular</p> $PoVedif. = \frac{\sum V_{abe.edif.}}{V_{tot.const.}}$ <p>Onde:</p> <p>$V_{abe.edif.}$ = volume aberto no edifício i (m^3).</p> <p>$V_{tot.const.}$ = volume total edificado na malha urbana (m^3).</p>	

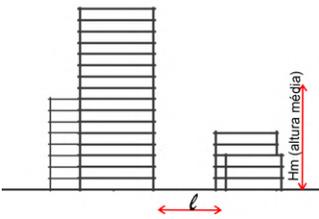
FONTE: adaptado de Torres (2017).

Prospecto Médio (Pm)

A relação entre altura e distância, entre edificações, apresenta forte influência no processo de absorção da radiação solar e da radiação de ondas longas emitidas pelas superfícies dos edifícios e do solo,

interferindo na redução das perdas de calor por trocas convectivas. Por essa razão, afeta a temperatura do ar próxima ao solo (OKE, 1981; GIVONI, 1998) (Quadro 4).

QUADRO 4: Descrição do parâmetro prospecto médio

PROSPECTO MÉDIO (PM)	
<p>O prospecto médio corresponde à avaliação do perfil da estrutura urbana, a partir da relação bidimensional entre altura das construções e o distanciamento entre elas. Segundo Martins, Bonhomme e Adolphe (2013), este parâmetro pode ser quantificado pela relação da altura média ponderada pela largura da rua. Um prospecto médio elevado é identificado, por exemplo, quando o tecido urbano é constituído por edificações altas, construídas com espaçamentos entre edifícios nunca superiores a 15 m.</p>	
Como calcular	
$P_m = \frac{H_{med}}{l}$ <p>Onde: <i>H_{med}</i> = altura média ponderada dos edifícios na malha. <i>l</i> = largura da rua (ou espaçamento entre edificações – análise em corte).</p>	

FONTE: adaptado de Torres (2017).

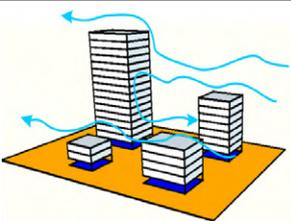
Segundo Silva e Bustos Romero (2011, p. 11), o resultado da proporção entre a distância dos prédios e suas alturas possibilita a classificação dos espaços urbanos, do ponto de vista da percepção, em três formas: claustrofóbicos, de recolhimento e expansivos. Quanto maior a densidade do recinto ($l = \frac{1}{4} H_{med}$ ou inferior), mais longe do solo se dará a absorção da radiação solar. Os espaços claustrofóbicos, em áreas de densidade alta, com as proporções $l = \frac{1}{8} H_{med}$, $l = \frac{1}{4} H_{med}$ e $l = \frac{1}{2} H_{med}$, absorvem calor muito acima do nível do solo. Nesses casos, é comum ocorrer o amortecimento do ciclo térmico e, normalmente, a temperatura permanece estável (calor ou frio) durante o dia e só é alterada por um fator extremo. Em espaços de recolhimento, em áreas de densidade média, com proporções $l = H_{med}$, $l = 2 H_{med}$ e $l = 3 H_{med}$, a absorção de calor ocorre próxima ao nível do solo. Nos espaços expansivos, em áreas de densidade baixa, com proporção $l \geq 4 H_{med}$, a maior parte da radiação é refletida.

Rugosidade (Rg Ab)

A Rugosidade é o parâmetro que demonstra a influência da superfície urbana sobre o escoamento dos fluxos de ar. Ou seja, o conceito de rugosidade urbana está relacionado com a identificação de maior ou menor fricção entre a superfície urbana e os ventos que a atravessam. (OKE, 1987; GIVONI, 1998).

A quantificação da rugosidade absoluta integra a diversidade de alturas e a permeabilidade do tecido. Algumas pesquisas apontam as vantagens da diversidade de alturas dos elementos construídos em climas tropicais. Segundo Bittencourt *et al.* (1997) e Yuan e Ng (2012), a diferença de alturas entre edifícios pode otimizar o acesso à luz natural, constituindo-se, também, em importante estratégia para ventilação em climas tropicais. A variação na altura das edificações facilita o desvio dos fluxos de massas de ar para baixo depois que atingem os edifícios, favorecendo a circulação do ar, na altura dos pedestres. Em espaços com densidade de ocupação elevada, se todos os edifícios tiverem aproximadamente a mesma altura, o nível das coberturas passa a funcionar como se fosse o nível do solo, dificultando a penetração dos ventos na malha urbana, de modo a alcançar a altura do usuário pedestre e dos pavimentos mais baixos (GIVONI, 1998) (Quadro 5).

QUADRO 5: Descrição do parâmetro rugosidade absoluta

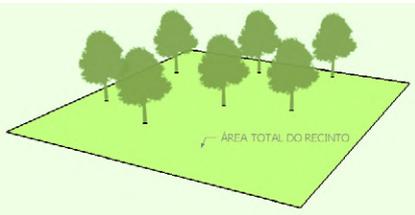
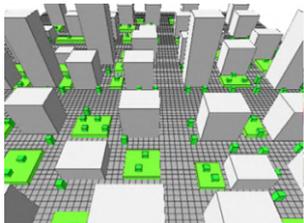
RUGOSIDADE (RG AB)	
Consiste na razão da soma das alturas das edificações ponderadas pelas suas superfícies e pela superfície total do tecido urbano considerado (construído e não construído) (MARTINS; BONHOMME; ADOLPHE, 2013).	
Como calcular	
$Rg\ Ab = \frac{\sum_{const} S_i \cdot H_i}{\sum_{const} S_i + \sum_{vazio} S_j}$ <p>Onde: S_i = área construída do edifício i. H_i = altura do edifício i. S_j = área no elemento não construído j (área de espaços livres).</p>	

FONTE: adaptado de Torres (2017).

Índice de Densidade Arbórea (IDA)

Destaca-se a análise do parâmetro IDA em função da importância dos espaços verdes no papel ambiental das cidades, com base na capacidade de amenizar o microclima urbano, reduzindo a temperatura do ar e funcionando como áreas de baixa temperatura, se comparadas ao restante da cidade. Dependendo da quantidade e do porte das árvores, estas podem gerar o chamado “efeito oásis”, capaz de reduzir a temperatura do ar no meio urbano (YU; HIEN, 2006) (Quadro 6).

QUADRO 6: Descrição do parâmetro Índice de Densidade Arbórea

ÍNDICE DE DENSIDADE ARBÓREA (IDA)	
<p>O Índice de Densidade Arbórea (IDA) estima a intensidade de ocupação das árvores em determinado ambiente e se traduz na maior ou menor quantidade de indivíduos arbóreos nele presentes. Pode ser calculado para verificar o número de árvores existentes em cada 100 m² (LIMA NETO; RESENDE; SOUZA, 2007).</p>	
<p>Como calcular</p>	
<p>$IDA = \left(\frac{N. \text{ árvores}}{\text{Área total do recinto}} \right) \times 100$</p> <p>Onde: número total de árvores do recinto. Área do recinto em m².</p>	

FONTE: adaptado de Torres (2017).

O estabelecimento de parâmetros de ocupação do solo decorrente de uma abordagem fundamentada nos princípios do urbanismo bioclimático pode contribuir significativamente para a adequação ambiental das cidades. Baseando-se em critérios relacionados ao alcance das condições de conforto ambiental humano, os estudos

de desempenho climático poderão auxiliar nos processos de decisão quanto aos possíveis ajustes de desenho urbano em função das demandas, também, vinculadas à pandemia da Covid-19. É importante destacar que, para cada local ou para cada região determinada por um perfil climático particular, será necessário um planejamento fundamentado em estratégias bioclimáticas locais. Isso significa que a determinação de parâmetros urbanísticos para fins de adequação da morfologia não deve ser reaplicada em realidades diferenciadas.

Torres (2017) realizou uma avaliação do desempenho climático de tecidos urbanos determinados por diferentes densidades construtivas e padrões morfológicos, baseada na correlação com parâmetros urbanísticos tradicionais e avançados. Os procedimentos metodológicos adotados foram: a) simulação computacional para análise preditiva de desempenho climático de cenários hipotéticos por intermédio do modelo ENVI-met; b) análise estatística para verificação do grau de correlação entre as variáveis ambientais e as variáveis de morfologia urbana.

Foram analisados os dados de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade dos ventos de cenários e tipos espaciais presentes, atualmente, em Arapiraca (Figura 1), no estado de Alagoas, localizada no semiárido do Nordeste brasileiro, com clima de transição, classificado como tropical quente subúmido seco, caracterizado basicamente por dois períodos: período *quente e seco* (outubro a abril) e período *quente e úmido* (maio a setembro). No município, o padrão morfológico de ocupação horizontal geminado é o predominante e o processo de verticalização é recente.

O período *quente e seco* é caracterizado pelo registro de temperaturas do ar elevadas (médias mensais acima de 25° C, podendo alcançar valores máximos acima de 33° C), baixa umidade relativa do ar (valores mínimos absolutos abaixo de 40%), alta amplitude térmica (variações diurnas acima de 10° C) e baixa pluviosidade média mensal (valores abaixo de 50 mm). O período *quente e úmido*, por sua vez, apresenta temperaturas do ar menos elevadas (valores médios mensais abaixo de 25° C e mínimas absolutas de aproximadamente 17° C), umidade relativa do ar alta (valores médios mensais acima de 85%) e baixa amplitude térmica (TORRES, 2017). Os ventos provenientes da direção leste são mais frequentes nos meses do período quente e seco, já no período quente e úmido a direção predominante dos ventos é a sudeste (TORRES, 2017; SILVA, 2019).

O modelo ENVI-met 4.0 (BRUSE, 2015) foi escolhido para a realização da pesquisa por ser, atualmente, o mais promissor para

simulações de efeito do microclima urbano. Ele é um modelo tridimensional de clima, que simula as interações entre superfícies construídas, vegetação e atmosfera, permitindo realizar análises integradas de desenho urbano e microclima. Assim, constitui-se em um modelo de prognóstico baseado nas leis fundamentais de dinâmica dos fluidos e na termodinâmica.



FIGURA 1: Vista aérea do sítio urbano de Arapiraca

FONTE: Milton Torres (2015).

Considerando o sítio urbano do município de Arapiraca, foram selecionados primeiramente quatro tipos espaciais de tecidos representativos da estrutura urbana local e elaborados três cenários hipotéticos para cada tecido selecionado, representados pelos ajustes nos padrões de adensamento construtivo urbano, a partir de modificações dos valores dos parâmetros urbanísticos quantificados. Os cenários hipotéticos foram elaborados mediante a investigação de possíveis padrões de alto, médio e baixo adensamento construtivo (referente ao total da soma das áreas úteis construídas dividido pela área total do tecido urbano avaliado) e também pela consideração e inserção de estratégias bioclimáticas locais, atendendo às seguintes condições:

1. Aumento da densidade construtiva da área-tipo, sem alteração da morfologia do tecido (códigos com terminação CH1 – Quadro 8);
2. Densidade construtiva constante (similar à da situação atual) e alteração da morfologia do tecido selecionado (códigos com terminação CH 2 – Quadro 8);
3. Aumento da densidade construtiva da área-tipo e alteração da forma do tecido selecionado (códigos com terminação CH 2 – Quadro 8).

As modificações no padrão de morfologia para elaboração dos cenários hipotéticos foram fundamentadas no estabelecimento da quadra como unidade mínima de planejamento, para que as condições de aproveitamento das estratégias bioclimáticas fossem potencializadas.

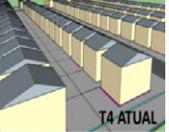
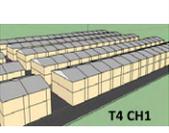
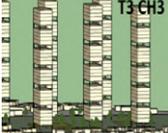
No Quadro 7, estão especificadas as informações principais utilizadas para o processo de calibração do modelo ENVI-met 4.0, conforme descrito em Torres (2017).

QUADRO 7: Dados para a calibração do modelo ENVI-met para as condições climáticas investigadas em Arapiraca (AL)

Temperatura atmosférica inicial (K)	Obtida através do registro da estação automática Inmet (A353), para o dia escolhido como representativo, a partir da amostra do monitoramento microclimático, no horário de 21h00 (início da simulação).
Umidade relativa média (2 m)	Obtida através de monitoramento microclimático (dia representativo).
Velocidade do vento a 10 m (m/s)	Obtida através do registro da estação automática Inmet Arapiraca (A353), para o dia escolhido como representativo, a partir da amostra do monitoramento microclimático (específica do horário de início da simulação)
Direção do vento	90 (corresponde à direção leste – predominante local).
Rugosidade (Roughness Length (Z0) at reference point)	0,1 (rugosidade da superfície sob o anemômetro).
Hora do início da simulação	21h00
Umidade específica do ar a 2.500 m (g/kg)	Umidade no topo do modelo.

FONTE: adaptado de Torres (2017).

QUADRO 8: Apresentação do estudo volumétrico dos tecidos urbanos investigados

	TECIDO TIPO 1	TECIDO TIPO 2	TECIDO TIPO 3	TECIDO TIPO 4
OCUPAÇÃO ATUAL				
CENÁRIO 1				
CENÁRIO 2				
CENÁRIO 3				

FONTE: adaptado de Torres (2017).

Os cenários hipotéticos avaliados apontaram diferenças no comportamento da temperatura do ar de até 4,5° C e 25% na umidade relativa do ar (no nível microclimático), quando comparadas às condições de aumento de densidade construtiva urbana, decorrente da modificação do padrão morfológico urbano adequado à incorporação de estratégias bioclimáticas locais, como *ventilação natural*, *sombreamento* e *resfriamento evaporativo* (Figuras 2 e 3).

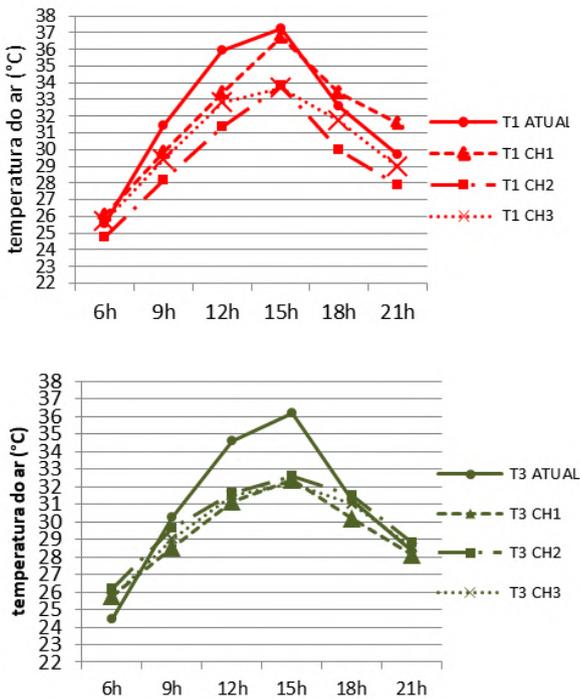


FIGURA 2: Resultados da simulação computacional no modelo ENVI-met em relação ao comportamento da temperatura do ar, nos tecidos 1 e 3, respectivamente, e nos cenários hipotéticos correspondentes
FONTE: Torres (2017).

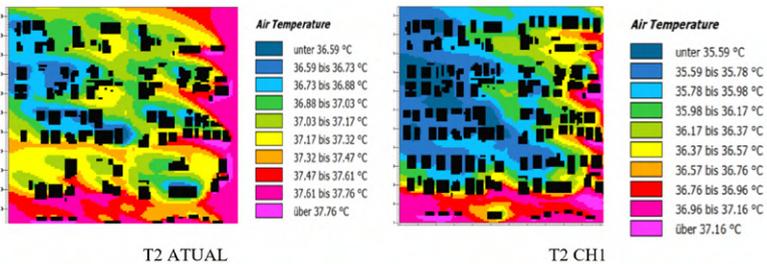


FIGURA 3: Resultado da simulação computacional no modelo ENVI met 4.0 referente aos tecidos T2 Atual e T2 CH1, às 15h de um dia representativo do período quente e seco (03/01/2016).
FONTE: Torres (2017).

TABELA 1: Valores dos parâmetros urbanísticos quantificados para caracterização dos cenários correspondentes aos diversos tipos morfológicos urbanos

	T.O	C.A	Tsn	Hm	Rm	Po Ma	Po Vedif	Pm	Rg Ab	IDA	Dens. Const.
Tipo 1 - ATUAL	0,45	1,36	0,23	4,26	1,50	0,48	0,00	0,44	1,95	0,000	0,490
T1 - CH1	0,45	2,01	0,23	7,84	1,50	0,54	0,00	0,77	3,54	0,000	0,900
T1 - CH2	0,13	4,00	0,67	13,00	15,00	0,86	0,00	0,65	2,08	0,230	0,520
T1 - CH3	0,13	10,0	0,69	33,21	15,00	0,86	0,03	1,65	4,34	0,350	1,390
Tipo 2 - ATUAL	0,17	1,05	0,78	5,12	5,62	0,75	0,00	0,30	0,89	0,024	0,200
T2 - CH1	0,24	3,35	0,60	10,88	4,50	0,82	0,00	0,54	2,65	0,041	0,810
T2 - CH2	0,08	3,29	0,69	16,34	29,51	0,90	0,18	0,34	1,18	0,520	0,248
T2 - CH3	0,09	8,82	0,69	27,00	29,51	0,90	0,00	0,56	3,00	0,423	0,810
Tipo 3 - ATUAL	0,02	17,0	0,68	52,00	27,50	0,97	0,07	1,62	1,23	0,041	0,480
T3 - CH1	0,05	17,0	0,66	52,00	42,00	0,95	0,05	1,62	2,46	0,730	0,970
T3 - CH2	0,07	9,33	0,64	32,00	27,50	0,92	0,16	0,58	2,29	0,540	0,800
T3 - CH3	0,05	24,0	0,66	90,00	45,00	0,97	0,13	2,00	4,29	0,737	1,380
Tipo 4 - ATUAL	0,22	1,00	0,57	4,00	2,87	0,77	0,00	0,42	0,90	0,028	0,250
T4 - CH1	0,47	2,00	0,32	7,00	1,25	0,52	0,00	0,93	3,32	0,000	1,130
T4 - CH2	0,14	1,61	0,65	5,70	13,00	0,85	0,00	0,28	0,84	0,110	0,290
T4 - CH3	0,12	4,00	0,67	13,00	11,50	0,93	0,00	0,72	1,55	0,609	0,531

FONTE: Torres (2017).

Para verificar o grau de influência dos parâmetros urbanísticos definidores dos padrões morfológicos no desempenho climático de recintos urbanos, foram calculados os coeficientes de correlação por meio da associação entre as variáveis ambientais estudadas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos) e os parâmetros quantificados - modelos atuais e cenários hipotéticos (Tabela 2)

TABELA 2: Coeficientes de correlação obtidos com base nas variáveis dependentes e das variáveis independentes (parâmetros urbanísticos urbanos)

VARIÁVEIS DEPENDENTES	Temperatura do ar máxima	Umidade relativa mínima	Velocidade média dos ventos
T.O	0,756	-0,718	-0,576
C.A	-0,533	0,519	0,564
Tsn	-0,606	0,591	0,515
Hm	-0,550	0,542	0,573
Rm	-0,788	0,764	0,591
Po Ma	-0,783	0,754	0,501
Po Vedif	-0,551	0,502	0,493
Pm	-0,305	0,304	0,385
Rg Ab	-0,193	0,236	0,251
IDA	-0,951	0,953	0,472
Densid. Const.	-0,260	0,305	0,275

Variáveis independentes

FONTE: Torres (2017).

Foi realizada a análise de correlação entre os parâmetros climáticos obtidos através das simulações de cenários hipotéticos e das simulações das condições atuais das áreas-tipo estudadas com base nos parâmetros urbanísticos característicos de cada morfologia avaliada. A avaliação de correlação entre diferentes parâmetros (climáticos e urbanísticos) foi efetuada com o tratamento estatístico mediante regressão linear. As variáveis dependentes investigadas foram temperatura máxima do ar, velocidade do ar e umidade relativa do ar mínima (valores registrados no centro do tecido simulado). As variáveis independentes estudadas foram os parâmetros urbanísticos tradicionais e avançados, descritos anteriormente. Os coeficientes de correlação foram obtidos por meio da ferramenta Excel (Microsoft, 2010), utilizando o suplemento “análise de dados”.

É importante destacar que, quando o valor do coeficiente de correlação (r) está próximo de 0 (zero), não significa que não há relação entre as variáveis, e sim que a relação não é linear. No presente estudo, apenas a avaliação de correlação linear foi investigada.

O conceito de associação, representado pelo coeficiente de correlação (r), é fundamental na análise de regressão múltipla. Assim, foram verificados os valores de **coeficientes de correlação** para cada par de variáveis dependentes e independentes, de forma isolada, a fim de subsidiar a seleção das variáveis mais significativas para a construção de um possível modelo preditivo. Quanto maior esse coeficiente, mais forte a relação, e, portanto, maior a precisão preditiva (HAIR *et al.*, 2009).

Na Tabela 2, destacam-se os valores referentes ao resultado do estudo de correlação das variáveis ambientais e dos parâmetros urbanísticos, com atenção para os valores referentes à densidade construtiva, apontando a tendência de correlação fraca, indicando que o aumento da densidade construtiva não possui relação direta com o aumento da temperatura do ar ou com a redução da umidade relativa e da velocidade média dos ventos. Esses resultados condencem com conclusões de outras pesquisas em ambientes de realidades climáticas diferenciadas, como os estudos desenvolvidos por Freitas (2008).

Esses resultados permitem afirmar que a densidade construtiva, por si só, não deve ser apontada como principal determinante de desempenho climático de ambientes urbanos. O resultado das simulações computacionais dos cenários hipotéticos analisados demonstrou que recintos urbanos com densidade construtiva similar, porém, com morfologias diferentes, podem apresentar desempenhos climáticos também diferenciados. Como exemplo, pode-se citar o desempenho dos tecidos T1 CH1 e T3 CH1, que apresentaram diferenças no comportamento da temperatura do ar acima dos 3 °C, às 15h (Figura 2).

De acordo com os resultados obtidos na avaliação isolada por variável, foram confirmadas algumas hipóteses iniciais referentes ao comportamento da temperatura do ar:

- **Correlação positiva moderada com a taxa de ocupação do solo**, ou seja, quanto maior a taxa de ocupação do solo do recinto urbano, maior a probabilidade de aumento da temperatura do ar, no nível microclimático;
- **Correlação negativa moderada com os demais parâmetros** (coeficiente de aproveitamento, taxa de solo natural, recuo

médio, porosidade da malha e porosidade do conjunto edificado), ou seja, quanto maiores os valores correspondentes a esses parâmetros, maior a probabilidade de redução da temperatura do ar, no nível microclimático.

- **Correlação forte negativa com o índice de densidade arbórea-IDA**, indicando que, quanto maior o IDA, menor será a temperatura do ar, no nível microclimático, confirmando, portanto, a importância da inserção de elementos arbóreos na malha urbana.

Os resultados referentes à correlação dos parâmetros urbanísticos com o comportamento da umidade relativa do ar nos tecidos avaliados foram inversamente proporcionais àqueles da correlação com a temperatura do ar. Em relação à velocidade média do ar, foi identificada correlação positiva moderada com a taxa de ocupação, o recuo médio e a porosidade da malha (Tabela 2).

Embora todos os parâmetros estudados tenham apresentado influência no comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa, as equações de melhor ajuste, geradas a partir de análise de regressão múltipla, contemplaram apenas os parâmetros *Porosidade da Malha* (PoMa) e Índice de Densidade Arbórea (IDA). A multicolinearidade entre os parâmetros urbanísticos desfavoreceu a elaboração de um modelo preditivo, caracterizado por um número maior de variáveis independentes. Para predição da temperatura máxima do ar no centro do recinto, apresentam-se a Equação 1 e a Tabela 3.

$$T. \text{ máx.} = 38,56 - 2,96 \times \text{PoMa} - 5,50 \times \text{IDA} \quad (1)$$

TABELA 3: Dados de regressão múltipla considerando um modelo preditivo para a temperatura do ar máxima

Estatística de regressão			Coef.	Valor p
R múltiplo	0,96769			
R-quadrado	0,93640	Interseção	38,559	0,00%
R-quadrado ajustado	0,92660	PoMa	-2,968	2,51%
Erro-padrão	0,53294	IDA	-5,500	0,00%

FONTE: Torres (2017).

Este estudo destacou a importância da adoção de parâmetros urbanísticos avançados para a efetiva adequação climática de estruturas urbanas, com base no entendimento e na aplicação de estratégias bioclimáticas locais.

A análise integrada de parâmetros urbanísticos é fundamental para a compreensão dos aspectos relacionados com os impactos do adensamento construtivo no desempenho climático de recintos urbanos. A avaliação sobre o grau de correlação entre as variáveis ambientais e os parâmetros urbanísticos evidenciou o papel desses instrumentos de controle e ordenamento no que se refere à ocupação do solo urbano. Os resultados apontam a necessidade de desenvolvimento de diretrizes para o controle do adensamento urbano com enfoque no *urbanismo bioclimático*, evidenciando que a avaliação de desempenho climático deve ser adotada como procedimento integrado ao planejamento urbano.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas.** Coleção espaços do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Lamparina. 2009.
- BITTENCOURT, L. S. *et al.* A influência da relação entre taxa de ocupação \times n° de pavimentos no potencial de ventilação natural dos ambientes internos e externos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 4, 1997, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Antac. 1997. p. 102-106.
- BRUSE, M. **ENVI-met 4.0 Updated Model Overview.** 2015. Disponível em: <http://www.envi-met.com/#section/intro>. Acesso em: nov. 2015.
- FREITAS, R. M. de **Entre mitos e limites: as possibilidades de adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano.** Recife: Ed. da UFPE. 2008. 270p.
- GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design.** New York: John Wiley & Sons. 1998.
- GONÇALVES, J. C. S.; MULFARTH, R. K.; MONTEIRO, L. M.; MOURA, N. C.; PRATA, A. R.; MIANNA, A. C.; CAVALCANTE, R. Adensamento urbano e desempenho ambiental no centro da cidade de São Paulo. *In: XI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO*

- AMBIENTE CONSTRUÍDO, VII ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais [...]**. Búzios, RJ: Encac; Elacac, 2011.
- HAIR, J.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 699 p.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili. 2006. 241p.
- LIMA NETO, E. M.; RESENDE, W. X.; SOUZA, R. M. Áreas verdes públicas do centro de Aracaju-SE: Análise fitogeográfica. **Revista da Fapese**, v. 3, p. 5-16, 2007.
- MARTINS, T. A.; BONHOMME, M.; ADOLPHE, L. Análise do impacto da morfologia urbana na demanda estimada de energia das edificações: um estudo de caso na cidade de Maceió. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 213-233, 2013.
- OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**, v. 1, n. 1-4, p. 237-254, 1981.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2. ed. London: Routledge, 1987.
- PACIFICI, M. **Urban morphology and climate: field assessment and numerical modeling of interations**. 2019. 225 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- SILVA, G. J. A.; BUSTOS ROMERO, M. A. O urbanismo sustentável no Brasil. A revisão de conceitos urbanos para o século XXI (parte 01 e 02). **Arquitextos**, São Paulo, 11.128, 2011.
- SILVA, M. F. **Estratégias bioclimáticas para seis cidades alagoanas: contribuições para adequação da arquitetura ao clima local**. 2019. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.
- TORRES, S. C. **Forma e conforto: estratégias para (re)pensar o adensamento construtivo urbano a partir dos parâmetros urbanísticos integrados à abordagem bioclimática**. 2017. 397 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2017.

- WANG, Yupeng; BERARDI, Umberto; AKBARI, Hashem. Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada. **Energy and Buildings**, v. 114, p. 2-19, 2016.
- YU, C; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, v. 38, p. 105-120, 2006.
- YUAN, C.; NG, E. Building porosity for better urban ventilation in high-density cities: a computational parametric study. **Building and Environment**, v. 50, p. 176-189, 2012.



BIOCLIMATISMO E SUSTENTABILIDADE NA CIDADE DE FREIBURG, ALEMANHA

Marcelo de Lavor
Ruskin Freitas

INTRODUÇÃO

De acordo com o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (UN-Habitat), até o início do século XIX, apenas 3% da população mundial residia em cidades; atualmente, porém, a população urbana mundial já é cinco vezes maior em relação à de 1950. A aglomeração populacional cresce aceleradamente, sobretudo nas cidades grandes e médias, e a perspectiva, segundo a mesma instituição, é de que o meio urbano englobe 75% dos indivíduos até 2050.

Além do crescimento vegetativo (a diferença positiva entre nascimentos e mortos), as cidades tornaram-se o grande alvo dos processos migratórios, interferindo diretamente nos espaços urbano-arquitetônicos e, como consequência, tiveram suas características climatogeográficas alteradas, com a promoção de transformações no meio social, político e cultural. A crise ambiental propagou-se como resultado da relação desequilibrada entre o uso de recursos naturais e a contínua modificação do meio urbano.

Embora os conceitos sobre sustentabilidade e as discussões em torno dos riscos da degradação do meio ambiente sejam situações relativamente recentes, evidenciadas há pouco mais de cinco

décadas, as preocupações com o conforto urbano dos usuários nas edificações, assim como nos espaços urbanos, podem ser percebidas desde séculos passados.

Da mesma maneira, existem várias versões para o surgimento do termo “urbanismo”, entretanto a mais difundida é a de origem francesa. O termo surgiu por volta de 1910, na França, no *Bulletin de La Société Géographique*. Antes, porém, Idelfonso Cerdá usou o termo “urbe”, em sua *teoria geral da urbanização*, para exemplificar os diferentes tipos de assentamento humano.

Voltando um pouco no tempo, vale lembrar que do Egito Antigo ao Renascimento é possível encontrar soluções arquitetônicas que buscavam a ventilação natural. Além disso, a iluminação solar era de grande importância para as edificações, uma vez que o jogo entre luz e sombra era parte essencial do conceito arquitetônico da época.

Com o advento do período industrial, as cidades passaram por um crescimento urbano acelerado e perderam o controle quanto ao desenvolvimento saudável ambiental. Os grandes polos urbanos sofreram fortes consequências socioambientais no final do século XVIII, e, no período pós-industrial, as cidades apresentavam-se insalubres, com diversas doenças propagadas e milhares de pessoas desabrigadas. Os campos tornavam-se cada vez mais vazios e as cidades não se sustentavam mais (DEMANTOVA, 2014).

Com o intuito de solucionar os problemas urbanos da época, a saber pobreza, insalubridade e poluição, Ebenezer Howard idealizou modelos para a cidade ideal, as cidades-jardins, que deveriam ter estreita relação com o campo. As cidades-jardins foram modelos vanguardistas, inicialmente utópicos, que surgiram antes mesmo do aparecimento dos termos “urbanismo” e “urbanismo bioclimático”. Segundo Howard (2002, p. 106):

Na verdade, não há somente duas alternativas, como se crê – vida urbana ou vida rural. Existe também uma terceira, que assegura a combinação perfeita de todas as vantagens da mais intensa e ativa vida urbana com toda a beleza e os prazeres do campo, na mais perfeita harmonia. E a certeza de ser capaz de viver essa vida será o ímã que produzirá o efeito que todos nós procuramos – o movimento espontâneo das pessoas de nossas cidades congestionadas para o seio de nossa afável mãe-terra, simultaneamente fonte de vida, da felicidade, da riqueza e da força.

O novo conceito de cidade referia-se a núcleos urbanos independentes, objetos de planejamento físico e social, buscando harmonia

entre a sociedade rural tradicional e as inovações da cidade industrial. Nas entrelinhas, era possível observar alguns fundamentos formais do urbanismo bioclimático voltados para um meio urbano sustentável. Vias largas e arborizadas facilitavam a ventilação e a iluminação naturais. Ampla massa vegetativa e integração entre edificações e jardins representavam uma acomodação arquitetônica às condições climáticas. A busca por materiais locais e grande diversidade de modelos habitacionais foram características que fizeram das cidades-jardim exemplo essencial para contextos urbanos contemporâneos no mundo todo (Figura 1).

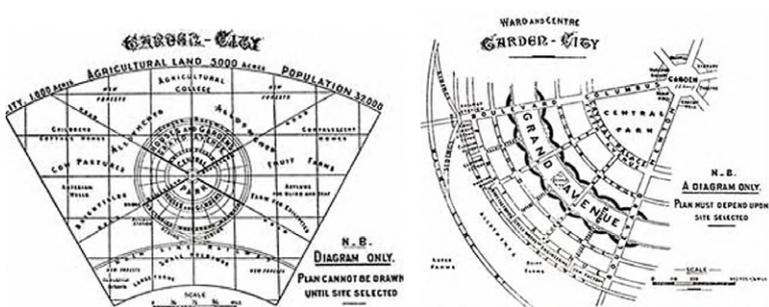


FIGURA 1: Modelo de cidade-jardim, planejado por Howard
FONTE: Howard, 2002.

Após a Segunda Guerra Mundial, novos programas com ideais bastante próximos aos das cidades-jardim de Howard começaram a ser confundidos com o de subúrbios-jardim, que se alastravam pelos arredores de Londres. As ideias de Ebenezer Howard passaram a perder força com os questionamentos em relação às cidades dispersas, a partir dos anos 1970, década em que ocorreu a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Urbano, em Estocolmo, no ano de 1972.

As preocupações com o meio ambiente e com a interferência humana na qualidade de vida socioambiental tiveram continuidade nos anos seguintes, pois desastres ambientais ganharam destaque e, aos poucos, surgiram outros eventos importantes de abrangência internacional, com o objetivo de debater a problemática ecológica que continua em crescimento até os dias atuais.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas elaborou o Relatório Brundtland e divulgou internacionalmente o conceito, conciso até então, sobre desenvolvimento sustentável, que é aquele que responde às necessidades do presente de forma igualitária, mas sem comprometer as possibilidades de sobrevivência e prosperidade das gerações futuras.

Apesar dos avanços dos conceitos sustentáveis pelo planeta, as grandes metrópoles mundiais, assim como o meio rural, não conseguiram solucionar os problemas referentes aos impactos socioambientais, os quais, em muitos casos, se agravaram. Nesse contexto, alguns países puseram em prática iniciativas para estruturar políticas sustentáveis urbanas, com o intuito de oferecer cidades ecologicamente corretas.

Atualmente, as cidades consideradas sustentáveis procuram focar a relação entre infraestrutura verde, também chamada de infraestrutura ecológica, e edificações de baixo impacto ambiental, com soluções viáveis para cada local. Tal modelo incentiva a população a fazer uso eficiente e sem desperdícios de energia e de água, praticando a reciclagem de materiais renováveis, além de tornar o transporte não poluente o principal meio de locomoção, sempre com o objetivo de mitigar a degradação do planeta e preservar o ecossistema natural. Ao buscar melhor qualidade ambiental para as cidades, torna-se essencial o uso de estratégias bioclimáticas para suprir as necessidades da sociedade, de forma a exercer a menor interferência possível na degradação do ambiente. Em diversos países, têm-se realizado projetos urbanos integrados às características climatogeográficas locais e que consideram fatores abióticos, bióticos e antrópicos.

Na Alemanha, por exemplo, essa nova realidade já está presente. Em razão de fatores políticos, há na cidade de Berlim diversas áreas abandonadas por conta das zonas de exclusão, contexto em que está inserido o Tempelhof, um antigo aeroporto alemão que teve suas áreas desativadas e, posteriormente, foi transformado em parque (SMEE, 2010).

O conceito do novo e enorme parque é proporcionar grandes espaços abertos e livres, com ampla vegetação biodiversa, que se regenera naturalmente. O governo alemão driblou os interesses imobiliários que se apossariam do espaço e destinou o terreno à população da cidade, principalmente aos moradores da vizinhança, que projetaram hortas, produzindo alimentos e integrando as habitações existentes. Foram criadas verdadeiras salas de estar ao ar livre. Todo

objeto sem uso em Tempelhof é reaproveitado, caixas de madeira, estrados, ripas, vidros e latões, entre outros (SMEE, 2010).

Adlershof, subúrbio berlinense, também localizado na zona de desenvolvimento urbano, que abriga empresas de alta tecnologia e cujo crescimento foi pensado em função da qualidade de vida de moradores e visitantes. Toda a área é composta de biovaletas, trincheiras com cobertura vegetal, essenciais para a cidade, que tem pluviosidade média anual de 570 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2021). As biovaletas filtram a água da chuva e retardam o tempo de escoamento da água, o que minimiza a carga na rede de drenagem e ameniza a poluição.

Na última década, a Alemanha tornou-se uma das maiores referências em desenvolvimento sustentável, uma vez que o governo do país adotou estratégias sustentáveis como princípio orientador para todos os objetivos e ações fundamentais em todos os domínios políticos em nível nacional e internacional (BÜLLESBACH, 2012).

A Alemanha apresenta diversos exemplos de intervenções que priorizam a biodiversidade e o bioclimatismo e oferecem espaços com infraestrutura agregada a soluções sustentáveis.

FREIBURG, ALEMANHA

A cidade de Freiburg, localizada no extremo sudoeste germânico, recebeu o título de capital verde da Alemanha, além de ser considerada a cidade mais sustentável do planeta, devido aos diversos projetos que integram o ambiente construído ao ambiente natural (DALLMANN, 2014).

O portal eletrônico do município destaca que Freiburg já recebeu o Prêmio Europeu de Transportes Públicos, o Prêmio Alemão de Energia Solar, o Prêmio Federal de Desenvolvimento Urbano Sustentável, entre outras qualificações, constituindo-se em referência a ser estudada e seguida, guardadas as devidas contextualizações ambientais, socioeconômicas e culturais.

Fundada no ano de 1120, como cidade mercantil, Freiburg é um distrito urbano independente pertencente à região de Breisgau, localizada no coração da Floresta Negra, cercada pelas montanhas Roskopf e Bromberg, a leste, e Schönberg, Tuniberg e Kaiserstuhl, ao sul e a oeste. Ela é atravessada pelo rio Dreisam, em área pouco elevada cercada de montanhas. Sua altura média é de 279 m de altitude, com variações, podendo chegar a 1.284 m, no topo da montanha

Schauinsland, ponto mais alto da cidade de Freiburg. Esse entorno é próximo às fronteiras com a França e com a Suíça (FREIBURG IM BREISGAU, 2021).

Com novecentos anos de história, população atual de aproximadamente 230 mil habitantes, distribuídos em uma área de 151.68 km², computando densidade demográfica de 1.514 hab./km², a cidade localiza-se nas coordenadas 47°59'43" Norte e 7°51'11" Leste, de acordo com dados estatísticos do estado de Baden-Württemberg (FREIBURG IM BREISGAU, 2021).

O seu antigo centro universitário atrai estudantes de todo o mundo pela qualidade do ensino e pesquisa e também por conta do agradável ambiente social ali existente (Figura 2). A cidade é reconhecida mundialmente por ser grande acolhedora daqueles que buscam alto padrão educacional e diversidade cultural, assim como qualidade de vida (DALLMANN, 2014).



FIGURA 2: Vitalidade urbana em Freiburg, Alemanha
FONTE: Marcelo de Lavor, 2016.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, Alemanha apresenta clima temperado, predominantemente frio. A oeste, o país recebe influência marítima do mar do Norte e o clima é caracterizado como temperado oceânico, ou seja, chuvas abundantes, invernos amenos e verões úmidos. A leste, predomina a influência do clima temperado continental, caracterizado pela alta amplitude térmica, com verões quentes e invernos rigorosos. A Alemanha também apresenta regiões na cordilheira dos Alpes, no extremo sul, e regiões elevadas em pontos centrais do país, onde o clima é

classificado como continental frio e clima de tundra, caracterizado pelas baixas temperaturas devidas às altas altitudes (Figura 3).

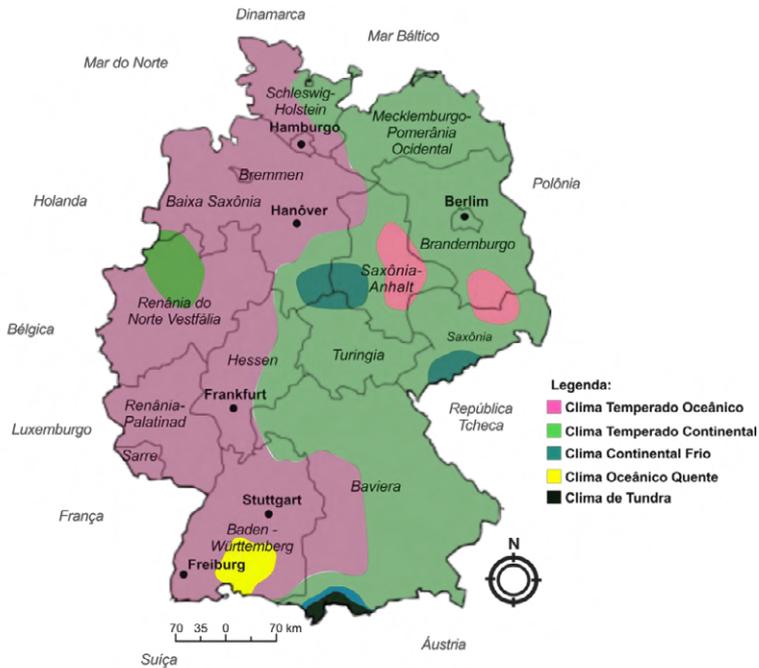


FIGURA 3: Mapa climático da Alemanha, de acordo com Köppen, com destaque para a localização da cidade de Freiburg em Breisgau, no extremo sudoeste do país
FONTE: elaborado por Marcelo de Lavor, 2016, com base no mapa climático de Köppen (2016).

Freiburg encontra-se no extremo sudoeste do país, porém a região montanhosa que circunda o município bloqueia a corrente continental leste, de modo que a cidade recebe mais influência das correntes marítimas e tem clima predominantemente temperado oceânico. No verão, a temperatura média fica em torno de 20 °C e pode atingir picos um pouco acima de 30 °C. No inverno, a média é de aproximadamente 3 °C, com mínimas em torno de -10 °C, nos meses de dezembro a fevereiro. A temperatura média anual da cidade é de 11,8 °C, no período referente aos últimos vinte anos. Naturais de climas oceânicos, os índices de precipitação de Freiburg são elevados e distribuídos em todas as estações, com máximas em torno de

100 mm, nos meses de maio a agosto. As temperaturas médias da cidade, na maioria dos meses, encontram-se acima das médias da Alemanha, entretanto a umidade relativa do ar fica em torno de 62%, um pouco abaixo da média do país (78%), como indicado na Figura 4, extraída de portal eletrônico Climate-Date.

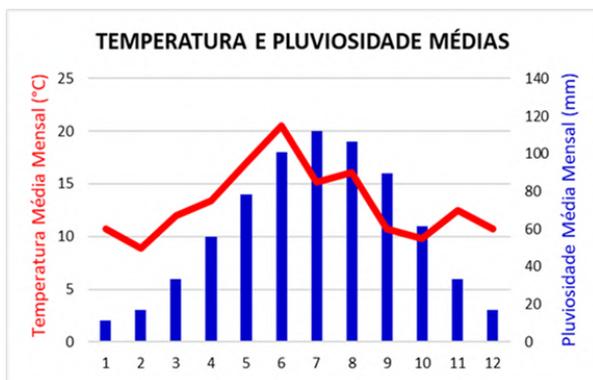


FIGURA 4: Temperatura e pluviosidade médias mensais em Freiburg

FONTE: elaborado por Ruskin Freitas, 2021, com base em dados do portal Climate-data. Disponível em: <https://images.climate-data.org/location/2134/climate-graph-200.png>. Acesso em: 13 mar. 2021.

Responsável por uma beleza arquitetônica ímpar, dias ensolarados e fácil acesso à Floresta Negra, Freiburg tornou-se um dos principais polos turísticos da Alemanha. A cidade alia riqueza cultural a uma intensa política sustentável.

Princípios de sustentabilidade foram ali implementados após a Segunda Guerra Mundial, nas décadas de 1940-1950, quando o estado de Baden-Württemberg foi reconstruído e implantou medidas de conservação ecológica e preservação de recursos naturais.

Na década de 1980, em decorrência de uma manifestação dos habitantes contra a implantação de uma usina nuclear na região, após o desastre de Chernobyl, e da insatisfação dos moradores, o governo, em parceria com a população, começou a estudar alternativas ecológicas para energia, o que transformou Freiburg em um grande exemplo de consciência sustentável atual (DALLMANN, 2014).

De acordo com o prefeito da cidade, Dieter Salomon, ideias sustentáveis apenas se tornam realidade quando os habitantes estão também inseridos na participação da política ambiental. Em Freiburg,

o novo plano de uso do solo, denominado *Land Plan Use 2020*, adotou objetivos definidos de maneira participativa, como condições estruturais básicas para o novo regime de uso do solo (DALLMANN, 2014). Nesse contexto, é possível ter compatibilidade ecológica, justiça social e viabilidade econômica integradas, uma vez que há diálogo entre o governo e a população.

Considerando as características climáticas e as temperaturas mais elevadas em Freiburg do que no resto da Alemanha, o governo procura ao máximo utilizar a energia solar em substituição à energia elétrica. Inovações no ramo na engenharia solar fizeram Freiburg receber o primeiro Prêmio de Sustentabilidade Alemão, na categoria Cidade mais Sustentável da Alemanha, no ano de 2012, além do Prêmio Europeu de Transporte Público Local e da primeira colocação na Liga Federal Solar nos anos de 2003, 2005 e 2006 (DALLMANN, 2014).

Pedestres e ciclistas são membros da cadeia populacional em que a capital está interessada. O tráfego intenso foi solucionado com uma mobilidade urbana mais simples, ou seja, com a proibição da circulação de automóveis no centro da cidade (Figura 5). O sucesso se deve, também, à implantação prática do conceito de cidade compacta, que prioriza o crescimento dos bairros centrais sobre os periféricos e investe na eficiência do transporte público, podendo ser atravessada rapidamente.



FIGURA 5: Vitalidade e mobilidade urbanas em Freiburg
FONTE: Ruskin Freitas, 2018.

Segundo o arquiteto Richard Rogers (2001, p. 169), a cidade sustentável é compacta e policêntrica e deve ser pensada de acordo com cada realidade. Portanto, é preciso pensar em espaços multifuncionais e em bairros com alta diversidade de funções, com residências, comércio e serviços lado a lado, o que favorece a menor necessidade de grandes deslocamentos e possibilita oportunidades de emprego perto de casa.

Como que em oposição à infraestrutura cinza, relativa a aspectos como energia, transporte, abastecimento de água e coleta de esgotos, a infraestrutura verde refere-se a uma rede de espaços naturais conectados que qualificam a cidade e a vida em locais de estar ao ar livre, em que se pode passear, descansar e aproveitar momentos de lazer. Fazem parte da infraestrutura verde reservas florestais, parques, corredores ecológicos, jardins de chuva, pisos drenantes, biovaletas, tetos verdes, tanto quanto pesquisas, políticas públicas, programas educacionais e engajamento da população (BONZI, 2017, p. 15-23). Essa infraestrutura está presente em Freiburg, onde são efetuados investimentos em transporte público e não poluente.

Em Freiburg, os automóveis devem atingir até 30 km/h e as vagas para estacionamento podem custar até 50 mil reais; a cidade apresenta 500 km de ciclovias (na década de 1970 não havia nenhuma), 9 mil pontos para estacionar bicicletas e 220 mil bicicletas diante de 100 mil automóveis. Entre 1982 e 1999, o número de ciclistas cresceu de 15% para 27% e o uso de transporte público também aumentou, de 11% para 18%. Durante o mesmo período, o volume de carros diminuiu cerca de 6% e, em comparação aos outros municípios alemães, a densidade de automóveis em Freiburg (423 veículos para cada mil pessoas) está bastante abaixo da média do país (DALLMANN, 2014).

Dallmann (2014) descreve Rieselfeld, um bairro de Freiburg, construído em 1995, com área de 70 ha e 4.200 habitações residenciais, onde, em 2012, residiam entre 10 e 12 mil pessoas. A localização do bairro é adjacente a uma reserva natural com área de 250 ha. Todas as habitações são construídas com o mínimo custo de energia e muitas utilizam tecnologias solares e fotovoltaicas para captar energia solar. É possível encontrar grande variedade de tipos arquitetônicos no bairro, casas térreas, duplex, conjuntos habitacionais, além de diversas residências marcadas por terraços e varandas. O planejamento de tráfego é baseado em prioridade para pedestres, ciclistas e transporte público; fácil acesso às residências por intermédio do transporte público; disposição de diversas “ruas de lazer”, onde crianças têm a prioridade para brincar.

VAUBAN, FREIBURG

O bairro Vauban localiza-se ao sul da cidade de Freiburg, em uma área antes ocupada por uma base militar francesa, entre 1936 e 1992. Em 1991, foi planejado como um bairro-modelo de sustentabilidade. Abriga hoje 5 mil habitantes e oportunidades de trabalho, com seiscentas vagas, em uma área de 41 ha, segundo o portal eletrônico do município. A concepção do bairro foi baseada em princípios bioclimáticos e sustentáveis, envolvendo as dimensões ambiental, social e econômica.

Em 1994, foi criada uma associação local de representação dos habitantes, chamada de Fórum Vauban, que participou ativamente de todo o processo de planejamento e continua a participar da gestão do bairro, juntamente com uma comissão municipal, representante da administração da cidade, e com os investidores imobiliários (OUTREQUIN; CHARLOT-VALDIEU, 2004, p. 38). Esses três grupos integrados desempenharam importante papel no processo de concepção do bairro, na construção de um bairro-modelo, bem como no apoio à implantação de construções comunitárias e no planejamento das áreas verdes, da preservação das reservas existentes e no plantio de novas árvores. O verde faz parte do bairro, presente em áreas de lazer e áreas de amenização climática.

Segundo Outrequin e Charlot-Valdieu (2004, p. 41), “o investimento total para o bairro Vauban foi avaliado em cerca de 500 milhões de euros, para 1.400 unidades” imobiliárias (residências e escritórios). As unidades isoladas são proibidas, para manter a densidade de construção alta, próxima àquela verificada no centro da cidade. Destacam-se no projeto a diversidade de empreendimentos; a construção de edifícios eficientes, inclusive, produzindo mais energia do que a que necessitam para seu consumo; a valorização do transporte público em detrimento dos automóveis particulares; o equilíbrio e a convivência entre diferentes grupos sociais.

A forma do bairro é compacta, com diversidade de usos, proximidade entre edificações, comércio e serviços, com tráfego reduzido. A presença de linhas de ônibus, de tram, de ciclovias e de sistemas de compartilhamento de automóveis contribui para a reduzida taxa de 172 automóveis por mil residentes, segundo placas informativas presentes no próprio bairro (Figura 6). Para aqueles que têm automóveis e para os visitantes, o bairro conta com edifício-garagem e bolsões de estacionamento, garantindo áreas e vias livres de automóveis.

As placas informativas presentes no bairro, que podem ser lidas em alemão, inglês e francês, apresentam diversas informações sobre o local, contando sua história, detalhes da gestão e características ambientais, sociais e formais, além das características de eficiência energética das edificações. Nelas, é possível ler que o bairro Vauban é um exemplo do rótulo da cidade – “Freiburg cidade verde”. Graças à política ambiental ambiciosa, à adesão dos cidadãos às energias renováveis e ao engajamento social, o bairro tornou-se um modelo para o desenvolvimento urbano sustentável, segundo os objetivos ecológicos (Figura 6).



FIGURA 6: Placas informativas sobre a sustentabilidade do bairro Vauban
FONTE: Ruskin Freitas, 2018.

De acordo com o escritório Rolf Disch Arquitetura Solar, o complexo de Schlierberg é todo ecológico, com casas construídas em madeira e estruturas leves metálicas, com sistema de captação de água da chuva, aquecimento solar e painéis fotovoltaicos.

Em Schlierberg, os edifícios têm suas aberturas principais voltadas para o sul e a distância entre as fileiras edificadas foi calculada para que o sol de inverno, mais baixo, também fosse aproveitado (Figura 7). O objetivo dessa construção pioneira é a produção de energia solar comunitária com o intuito de ser consumida pelo próprio complexo. As necessidades energéticas de condicionamento

térmico do local provêm de depósitos de água aquecida por uma caldeira com energia solar e também de uma central que funciona com restos de lenha e madeira reciclada (DURAN; HERRERO, 2010).

A edificação Sonnenschiff (Figura 8), projetada pelo arquiteto alemão Rolf Disch, é quase que um cartão-postal do bairro, pois, por ser uma construção de uso misto, com baixo impacto energético, representa a materialização de seus princípios básicos.



FIGURA 7: Schlierberg, Freiburg
FONTE: Marcelo de Lavor, 2015.



FIGURA 8: Edificação Sonnenschiff, com destaque para os coletores solares
FONTE: Ruskin Freitas, 2018.

As edificações passivas têm consumo máximo de energia em torno de 15 kWh/m², mesmo que a orientação da administração municipal exija o máximo de 65 kWh/m² (OUTREQUIN; CHARLOT-VALDIEU, 2004, p. 44). Esse tipo de edificação, dotado de sistemas de coletores solares, garante a produção de toda a energia necessária, que já apresenta baixa demanda, e ainda produz energia excedente, vendida e transmitida para o sistema público. Como a maioria das edificações do bairro, esta também combina painéis solares com captação de água da chuva e teto verde.

O edifício Habitação e Trabalho (Figura 9) representa um exemplo de arquitetura bioclimática, de conforto ambiental, de respeito ao ambiente e de eficiência energética. Como seu nome já permite prever, o uso é misto, um exemplo de convívio social. A estrutura é também mista, em concreto, alvenaria e madeira, com varandas metálicas e farto uso de vidro nas esquadrias.

Esse edifício possui diversos sistemas sustentáveis, como coletores solares para aquecimento da água, produção de biogás para alimentar os fogões, reaproveitamento de águas servidas, presença de módulos fotovoltaicos e de vasos sanitários a vácuo. Como informa Gauzin-Müller (2011, p. 168), a edificação recebeu o selo de Habitação Passiva e apresenta características formais que contribuem para o conforto e para a eficiência energética (ibid): “Para otimizar os aportes solares, as superfícies envidraçadas ocupam 50% da fachada sul e somente 20% da fachada norte”.



FIGURA 9: Fachadas sul e leste do imóvel Habitação e Trabalho
FONTE: Ruskin Freitas, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível compreender a necessidade de assimilar conceitos e colocar em prática ações relacionadas à consciência ecológica, considerando a crescente crise ambiental e o desenvolvimento “insustentável” das cidades, gerados diretamente pelas mudanças climáticas e geográficas relacionadas, de maneira geral, ao agressivo desenvolvimento econômico mundial. Algumas cidades, a exemplo de Freiburg, já se mostram bastante empenhadas na busca por oferecer melhor qualidade de vida aos seus moradores, constituindo-se também em exemplo para outras cidades na Alemanha e no mundo, considerando, obviamente, as especificidades de cada uma.

O selo de cidade sustentável, conquistado por Freiburg, representa uma combinação de ideias em que todos os elementos adotados se alimentam mutuamente e, juntos, formam um município de consistência, consciência e proteção ambiental. Porém, as soluções adotadas na Alemanha não necessariamente devem ser as mesmas em regiões da Zona Tropical, tendo em vista as diferenças climáticas. Se lá, em clima temperado, são primordiais a implantação de sistemas de isolamento térmico nas edificações e a exposição à radiação solar, aqui, em clima tropical quente e úmido, as principais estratégias são a leveza das vedações, para promover trocas térmicas, e o sombreamento das aberturas.

Algumas práticas precisam ser contextualizadas, no entanto outras são de cunho praticamente universal. Evitar a expansão urbana, reutilizar áreas abandonadas, construir com respeito e consideração aos recursos locais e limites naturais e promover a participação da população nas decisões urbanas são fatores que devem ser levados em conta visando à sustentabilidade.

Freiburg tornou-se um exemplo para cidades de todo o mundo quanto à educação e à consciência ecológica, bem como no tocante à aplicação de estratégias bioclimáticas e princípios sustentáveis. Tal reconhecimento gera motivação para desenvolver novas ideias e trabalhar pela prática dos objetivos pretendidos.

REFERÊNCIAS

- BONZI, R. Paisagem como infraestrutura. *In*: PELLEGRINO, P.; MOURA, N. B. **Estratégias para uma infraestrutura verde**. Barueri, SP: Manole, 2017.

- BÜLLESBACH, E. **Dez anos de sustentabilidade na Alemanha: Estratégia nacional para desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <http://www.brasil.diplo.de>. Acesso em: 18 fev. 2015.
- CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <https://pt.climate-data.org>. Acesso em: 17 mar. 2021.
- DALLMANN, B. **Green city Freiburg: approaches to sustainability.** Freiburg: Wirtschaft Touristik und Messe GmbH & Co.KG, 2014.
- DEMANTOVA, G. Sustentabilidade e o futuro das cidades: a arquitetura como indutora de transformações sociais e ambientais. **Arquitextos**, ano 13, 2012. Disponível em: <http://tinyurl.com/ocs5737>. Acesso em 4 jun. 2020.
- DURAN, S.; HERRERO, J. **Atlas de arquitetura ecológica.** Rio de Janeiro: Paisagem, 2010. **Alemana.** Barcelona: Editorial Blume, 1969.
- FREIBURG. Disponível em: <https://greencity.freiburg.de/pb/,Len/1450158.html>. Acesso em: 17 mar. 2021.
- FREIBURG IM BREISGAU. **Statistik und Wahlen.** Disponível em: <https://www.freiburg.de/pb/207888.html>. Acesso em: 27 mar. 2021.
- FREITAS, R. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade e vida no ambiente urbano.** Recife: Editora da UFPE, 2008.
- GANGAL, S. **The atrium in Victoria, B.C. by D'Ambrosio architecture + urbanism.** Disponível em: <http://tinyurl.com/q5m3o7a/>. Acesso em: 13 jul. 2014.
- GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitetura ecológica.** São Paulo: Editora Senac, 2011.
- GERMANY TRAVEL. **Freiburg.** Disponível em: <http://tinyurl.com/lotfs8>. Acesso em: 25 jul. 2014.
- HOWARD, E. **Cidades-jardins do amanhã.** 2. ed. São Paulo: Hucitec, 2002.
- OUTREQUIN, P.; CHARLOT-VALDIEU, C. Analyse de projets de quartier durable em Europe. Volume HQE²R, Paris, CSTB, n° 3. 2004.
- ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta.** Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

ROLF DISCH. Disponível em: <http://www.rolfdisch.de/en/architects-office/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

SMEE, J. Trail of the unexpected: Tempelhof Park, Berlin. **Independent**, 23 out. 2011. Disponível em: <http://tinyurl.com/2wbn8yr>. Acesso em: 4 jun. 2021.

COMMONS. Germany map of Köppen climate classification. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org>. Acesso em: 27 mar. 2021.



BIOCLIMATISMO E SUSTENTABILIDADE RESULTANTES DA ARBORIZAÇÃO URBANA, EM MENDOZA, ARGENTINA

Jaucele Azerêdo
Ruskin Freitas

INTRODUÇÃO

O espaço urbano deve ser aprazível e sadio para quem o ocupa, que dele usufrui. Nesse sentido, ele deve ser adequado sob critérios bioclimáticos; isso significa que a configuração e a geometria devem estar de acordo com o clima do sítio geográfico, de modo a suprir as necessidades de conforto ambiental da população. No urbanismo bioclimático, deve haver adequação dos “traçados urbanos às condições singulares do clima e do território, entendendo que cada situação geográfica deve gerar um urbanismo característico e diferenciado em relação a outras localidades” (HIGUERAS, 2010, p. 15; tradução nossa).

Além do bioclimatismo, nas últimas décadas, tem-se buscado a sustentabilidade dos espaços urbanos. A compacidade e a biofilia são valores centrais do urbanismo sustentável (FARR, 2013, p. 28). Um dos caminhos para que isso aconteça se fundamenta em sistemas integrados de infraestrutura (Figura 1a). Dentre eles, destaca-se a vegetação arbórea, distribuída em espaços livres públicos, constituindo um grande conjunto.

A existência de um sistema de vegetação arbórea capaz de interligar os diversos espaços verdes desempenha funções ambientais essenciais para a sustentabilidade das cidades, além de ajudar a definir a qualidade de vida urbana. Ambientes sombreados, bem distribuídos pela malha urbana, contribuem para o deslocamento a pé e de bicicleta, possibilitam caminhadas mais longas e exercícios ao ar livre, bem como o descanso, o lazer e a contemplação, que aportam benefícios físicos e mentais aos usuários. A utilização dos espaços livres públicos da cidade por pedestres e ciclistas colabora com a promoção da vitalidade urbana (Figura 1b), como se vê nas fotos que retratam a cidade de Mendoza, na Argentina.



FIGURA 1: 1a – sistemas integrados de vegetação e irrigação; 1b – vitalidade urbana
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

A província de Mendoza tem superfície territorial de 148.827 km² e população de 1.741.610 habitantes, segundo o portal eletrônico do Governo da Província de Mendoza. Há dezoito departamentos na província, dentre os quais o de Mendoza, que é sua capital (Figura 2).

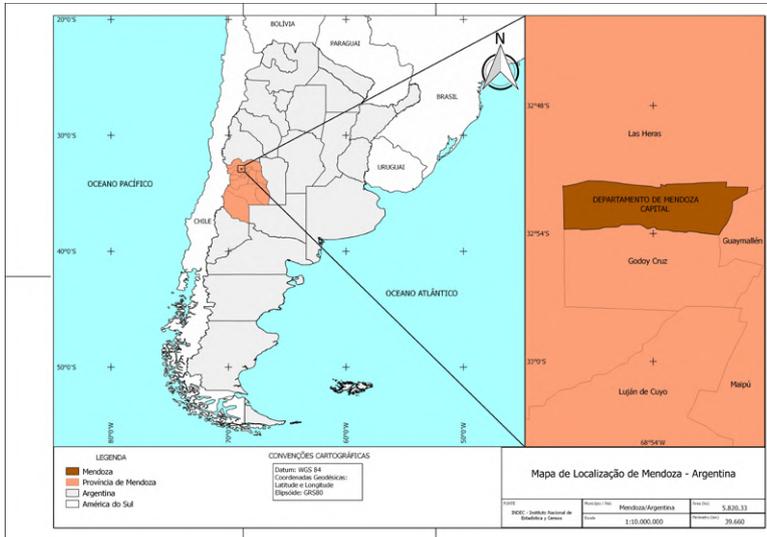


FIGURA 2: Localização do Departamento de Mendoza na província de mesmo nome
FONTE: elaborado pelo engenheiro cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos, com base em dados de Unidades Geoestadísticas – Indec/República Argentina.

Mendoza se localiza a leste da cordilheira dos Andes e faz divisa com Las Heras, Godoy Cruz e Guaymallén. O Censo Nacional de População, Lares e Habitações (INDEC, 2010; tradução nossa), registrou 115.041 habitantes. Segundo Correa *et al.* (2006), Mendoza é a metrópole mais importante do centro-oeste da Argentina; ela concentra 65% da população total da província e ocupa apenas 3% de seu território.

Situada em clima semidesértico (ou subtropical seco), a cidade de Mendoza é definida por vias largas e edifícios contidos em um padrão quadriculado, conformado por conjuntos arbóreos lineares, que formam túneis verdes. Tal modelo de concepção propiciou o desenvolvimento urbano de Mendoza, reconhecida como cidade-“oásis” (CORREA; RUIZ; CANTÓN, 2010, p. 120; tradução nossa) (Figura 3).

A cidade de Mendoza apresenta uma estrutura de malha urbana consolidada, com edifícios construídos em concreto e em tijolo, principalmente em função da alta sismicidade da zona em que está inserida. Sua zona central se caracteriza pela maior densidade construtiva, com edifícios próximos uns dos outros com até dezenove pavimentos. Esses edifícios são pouco observados pelos usuários dos espaços públicos da cidade por conta da alta densidade de vegetação. Há diversos espaços livres verdes em Mendoza, que modificam significativamente o padrão climático do ambiente construído (CORREA *et al.*, 2006; tradução nossa).



FIGURA 3: Túnel verde em Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Para Bormida (1984, p. 122-127; tradução nossa), Mendoza representa um caso único no urbanismo em zonas áridas. Seu sistema de cidade-oásis é original porque a abordagem de “oásis” ocorre na própria cidade, em razão da existência de sistemas de canais de irrigação e de arborização urbana. Os canais de irrigação propiciam o desenvolvimento das espécies arbóreas distribuídas por vias e espaços verdes públicos (Figura 4). Para Bormida, a definição de cidade-oásis se produziu em 1863, com o traçado da “cidade nova”, cujo plano

contemplou desde princípios de funcionalidade e higiene como os aspectos locais, representados pela possibilidade da ocorrência de terremotos e pela presença do deserto. Ruas, avenidas e praças, uniformemente distribuídas pela cidade, funcionam como um sistema eficaz de fuga e de refúgio da população diante do desastre iminente em virtude da sismicidade.



FIGURA 4: Passeio pedestrianizado Sarmiento, Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Do deserto, concebeu-se uma cidade umidificada e sombreada pela arborização, coordenando a estrutura vegetal com o elemento edificado. O “oásis” é estudado e admirado tanto do ponto de vista funcional como do paisagístico.

A rede de canais distribuídos por toda a cidade utiliza a água do degelo das montanhas para prover as árvores com água, com vistas ao seu correto desenvolvimento e sobrevivência. A enorme presença de árvores transformou uma região desértica natural em local apto para a ocupação humana.

A arborização, aliada à rede de irrigação, confere a Mendoza um modelo urbano de sustentabilidade ambiental. Nesse sentido, pode-se falar da existência de um sistema de vegetação arbórea urbana,

que a torna mais convidativa ao passeio e à permanência em seus espaços livres públicos. O sistema de vegetação arbórea urbana interliga os diversos espaços verdes, de diversas formas e com dimensões variadas, e se converte em um dos elementos básicos para definir a qualidade de vida urbana.

Porém, na atualidade, segundo o Programa de Desenvolvimento de Áreas Metropolitanas do Interior, a arborização pública se encontra em processo de deterioração como resultado de problemas técnicos quanto aos seguintes aspectos: “escolha da espécie, plantio, acompanhamento do crescimento da planta, poda, condução, irrigação, controle sanitário etc.”, o que afeta, indubitavelmente, o estado, a função e a estética da arborização. É preciso cuidar da vegetação arbórea para não correr o risco de retornar às condições originais áridas. O compromisso é urgente para recuperar a cultura mendocina da “árvore que um dia conseguiu fazer crescer um bosque onde só havia areia e pedras” (DAMI II, 2018, p. 13-14; tradução nossa).

O presente artigo utilizou como base a tese **Verde que te quero confortável**: a contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre, defendida, em 2017, por Jaucele Azerêdo, sob orientação do Prof. Dr. Ruskin Freitas.

RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS URBANAS PARA O CLIMA SUBTROPICAL SECO

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, Mendoza está inserida em clima BW (KOTTEK *et al.*, 2006, p. 261, tradução nossa) – clima árido desértico, com baixo nível de precipitação e de umidade.

Mendoza localiza-se ao sul da linha do Trópico de Capricórnio, em Zona Climática Temperada. Adotou-se a denominação clima subtropical seco com as seguintes características: invernos frios, com temperatura média, no mês de julho, igual a 7,3 °C; verões quentes, com temperatura média, em janeiro, de 24,9 °C; altas amplitudes térmicas, tanto diárias como sazonais, e baixos índices pluviométricos, de média igual a 250 mm anuais, segundo Capitanelli (1967) apud Martinez, Cantón e Roig (2009, p. 113). Além disso, a quantidade e a intensidade de radiação solar são elevadas: a quantidade de sol é de 2.762 horas/ano (MARTINEZ; CANTÓN; ROIG, 2009, p. 113; MARTINEZ *et al.*, 2013a, p. 152; tradução nossa).

Quanto à forma do ambiente urbano, devido ao tipo climático, haveria a recomendação de ruas estreitas, com edifícios próximos,

sem recuos, de modo que uns provocassem sombreamento sobre os outros. Porém, Mendoza está situada em uma zona sísmica ativa e que, em 20 de março de 1861, houve um terremoto de alta magnitude que destruiu totalmente a cidade; com um saldo de mortos equivalente a um terço da população, é considerado um dos mais desastrosos terremotos do século XIX, de acordo com o Instituto Nacional de Prevención Sísmica – Inpres. Desse modo, para Mendoza, é recomendável que as ruas sejam largas e com passeios largos. As ruas da “cidade nova”, reconstruída após o terremoto de 1861, apresentam largura de 16 m, 20 m e 30 m (MARTINEZ *et al.*, 2009, p. 113; tradução nossa), com largas calçadas, amplamente sombreadas por árvores em conjuntos lineares.

Em virtude das características climáticas – subtropical seco –, com média temperatura e baixa precipitação, o que acarreta baixa umidade do ar, há a necessidade de inserir grandes massas de vegetação arbórea, bem distribuídas em manchas por toda a zona urbana e com relação entre si, com a finalidade de criar uma zona toda sombreada. Essa vegetação, disposta em ruas e avenidas, praças e parques, deve ser heterogênea, e prioritariamente do tipo caducifólia ou semicaducifólia, a fim de propiciar a passagem da radiação solar direta, e assim auxiliar na promoção do conforto térmico, em períodos de inverno. Quando da reconstrução da cidade, com o plano datado de 1863, houve a preocupação de criar um oásis urbano, por meio de um sistema de vegetação capaz de favorecer a permanência da população em uma região inóspita, suprimindo suas necessidades de habitabilidade e de conforto térmico ambiental.

Os ambientes urbano e arquitetônico devem ser projetados com o objetivo de proporcionar conforto ao usuário durante a maior parte do ano. Dessa maneira, um elemento importante de proteção à radiação solar recomendado para Mendoza, em se tratando de ambientes urbanos, é o elemento arbóreo (Figura 5), que serve tanto para proteger as fachadas das edificações como para promover o sombreamento de espaços livres (passeios de ruas e avenidas, jardins, praças e parques).

GESTÃO DA ARBORIZAÇÃO NOS ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS

Desde meados do século XX, a questão ambiental tem sido objeto de preocupação no que tange aos aspectos de legislações específicas na República da Argentina. A Lei Nacional nº 13.273, de 1948, que

trata da defesa, da melhoria e da ampliação dos bosques, declara em seu art. 1º, que “o exercício de direitos sobre as florestas e terras florestais de propriedade pública ou privada, seus frutos e produtos, se submete às restrições e limitações estabelecidas nesta lei” (ARGENTINA, 1948; tradução nossa).



FIGURA 5: Conjunto arbóreo
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Em se tratando especificamente da província de Mendoza, segundo o Sistema Argentino de Información Jurídica (SAIJ), em 1981, foi sancionada a Lei nº 4.609, que versa sobre a proteção da flora local. Ainda de acordo com o SAIJ, em 2008, houve três leis publicadas por essa província acerca da arborização pública: as leis nº 7.873, 7.874 e 7.875.

A Lei nº 7.873/2008 discorre sobre a recuperação e a melhoria da arborização pública provincial. De acordo com o art. 1º dessa lei (SAIJ, 2008a; tradução nossa):

Esta lei visa, em curto prazo, proteger e melhorar o meio ambiente da Província de Mendoza, mediante a implementação de uma gestão conjunta, racional e sustentável, entre diferentes organizações

públicas e privadas para a recuperação e melhoria de nossa arborização pública priorizando o uso de espécies adequadas e a otimização da água de irrigação como recurso vital.

A Lei nº 7.874/2008 altera a Lei nº 2.376, de 1954, e tem como tema a implementação de uma “política ambiental permanente, racional e sustentável para o controle, a conservação e a preservação da arborização pública”. Em seu art. 3º declara “o Sistema de Arborização Pública como patrimônio natural e cultural da província de Mendoza”. Em seu art. 5º afirma-se que “os municípios serão responsáveis pela manutenção da arborização pública em sua jurisdição, à exceção daquela situada em zonas provinciais e nacionais” (SAIJ, 2008b; tradução nossa).

A Lei nº 7.875/2008 (SAIJ, 2008c; tradução nossa), por seu turno, declara em estado de “emergência o sistema de arborização pública da província de Mendoza”.

A Lei nº 7.916/2008 (SAIJ, 2008d; tradução nossa) alterou a Lei nº 7.875/2008. Cita-se a modificação no art. 3º: cabe à Secretaria do Meio Ambiente da província, por intermédio da Direção de Recursos Naturais Renováveis, realizar ações administrativas visando “restringir o corte, a erradicação e a poda de espécies arbóreas públicas, em todo o território provincial”.

Especificamente em relação à cidade de Mendoza, tem-se a Portaria nº 2.805/1986 (MENDOZA, 1986; tradução nossa), que estabelece diversas medidas “em defesa da arborização pública”. Em seu art. 1º, consta o objetivo de “proteger a arborização pública, regulamentando os requisitos técnicos e de processos de plantio, conservação, erradicação e reintrodução na cidade”. Em seu art. 2º, firma-se como objeto exclusivo dessa portaria, das leis provinciais nº 2.376 e 4.609 e da Lei Nacional nº 13.273, a arborização pública “existente em ruas públicas, em parques, em espaços verdes e em lugares ou sítios públicos dentro da jurisdição municipal, independentemente de quem a implantou”. Em seu art. 3º, assevera-se que “a Prefeitura da Cidade de Mendoza, por intermédio da Direção de Passeios Públicos, é a única autorizada e responsável pelo plantio, conservação, erradicação e replantio de árvores públicas”. Em relação ao plantio ou à substituição da arborização pública, consta, no art. 4º, que deve haver “prévio estudo técnico correspondente, considerando como norma a uniformidade de espécies por quadra e ruas”.

A Portaria nº 2.947/1989 (MENDOZA, 1989; tradução nossa) modificou os arts. 9º e 27 da Portaria nº 2.805/1986. No art. 9º, foi

aberta a possibilidade de a Prefeitura autorizar a execução, por terceiros, de tarefas referentes à arborização pública, a exemplo de cortes e de podas, sempre em conformidade com as normas vigentes especificadas pela autoridade municipal. No art. 27, que estabelece o regime de penalidades aos infratores, foi acrescentado, à multa, um valor adicional e graduado, de acordo com os anos de vida do indivíduo arbóreo.

Segundo o Plano Municipal de Ordenamento Territorial da Cidade de Mendoza (PMOT, 2019, p. 37-38), a vegetação autóctone é quase inexistente. Em virtude da imensa quantidade de espécies arbóreas implantadas, houve a geração de um ecossistema novo e urbano. Além dessas árvores dispostas em ruas e avenidas, a cidade apresenta um total de 7.946.306,41 m² de áreas verdes públicas e privadas, compostas de praças, parques, clubes, colinas, áreas florestais, dentre outros.

Observa-se que há espaços verdes de diversos tamanhos e formas, distribuídos por Mendoza. Vale salientar que a administração e/ou a manutenção dos espaços verdes públicos pode ocorrer nos âmbitos nacional, provincial, municipal ou privado (Figura 6).

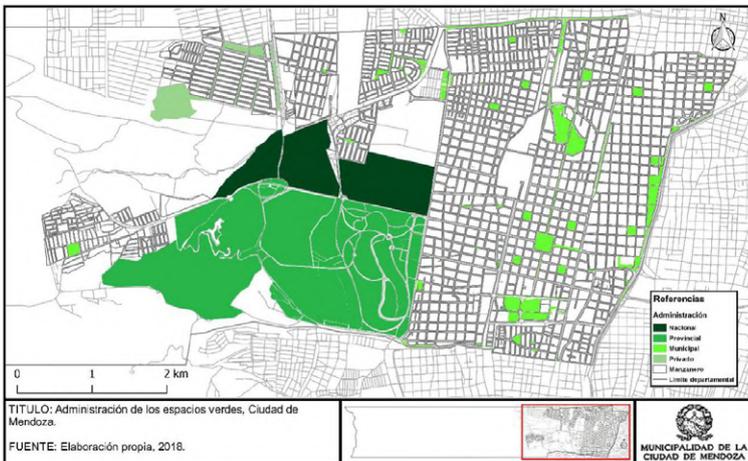


FIGURA 6: Administração dos espaços verdes na cidade de Mendoza
FONTE: PMOT (2019, p. 39).

Por exemplo, tem-se o parque General San Martín (anteriormente Parque del Oeste), que está sob a responsabilidade do Governo

da Província de Mendoza, por intermédio da Secretaria do Meio Ambiente e Ordenamento Territorial. Localizado na porção oeste da cidade, e composto de um lago artificial e de espécies cultivadas trazidas de todo o mundo, é um símbolo do avanço do homem sobre o deserto. De acordo com o Governo da Província de Mendoza, esse parque, com 394 ha de bosque, 124 anos de existência (sua criação foi efetivada em 6 de novembro de 1896), é o maior da América do Sul e um dos espaços verdes urbanos mais importantes da Argentina.

A cidade de Mendoza conta com 82 espaços verdes, que totalizam 59 ha, todos ajardinados. Desse total, 39% possuem área superficial superior a 5 mil m². O Departamento de Espaços Verdes, vinculado à Direção de Passeios da Cidade de Mendoza, é responsável pela limpeza, manutenção e replantio do gramado, bem como pela irrigação e colocação de floreiras. Além disso, contribui com os trabalhos de reforma em todos os parques, passeios, praças e jardins departamentais, segundo o PMOT (2019, p. 39; tradução nossa).

Martinez *et al.* (2013b, p. 48; tradução nossa) informam que a arborização urbana disposta em ruas e avenidas supera 1 milhão de indivíduos em toda a província; destes, em torno de 700 mil estão concentrados na Área Metropolitana de Mendoza.

O 1º Censo Digital e Georreferenciado da Arborização Pública da Cidade de Mendoza consistiu em registrar em um plano cadastral eletrônico as espécimes arbóreas localizadas em vias da zona urbana. Durante o ano de 2010, foi realizado o levantamento das informações de cada indivíduo – a espécie, o estado de saúde, a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP), além de dados sobre o entorno da árvore (estado do ambiente em que o indivíduo arbóreo está inserido). Foram registrados 53.700 sítios, aproximadamente 47.550 deles ocupados por exemplares arbóreos, ou seja, 88% do total. Dentre as espécies, citam-se: 41,41% de amoreira-branca (*Morus alba* L.), 18,18%, de freixo-europeu (*Fraxinus excelsior* L.), 9,9% de plátano (*Platanus×hispanica* Mill. ex Münchh. cv. *Acerifolia*), 9,9% de paraíso (*Melia azedarach* L.), 4,4% de freixo-americano (*Fraxinus americana*) e 3,3% de acácia-visco (*Acacia visco* Lorentz ex Griseb.) (PMOT, 2019, p. 41-43; tradução nossa).

A título de exemplo, apresentam-se algumas especificações sobre duas dessas espécies:

- A amoreira-branca é a árvore mais encontrada na cidade. Caducifólia, originária da China, ela alcança de 6 m a 12 m de altura. É bastante ornamental, principalmente pelo efeito que

sua folhagem produz no outono, em regiões frias (LORENZI *et al.*, 2003, p. 255) (Figura 7a).

- O plátano é uma árvore caducifólia, de grande porte, que atinge entre 20 m e 30 m de altura. Possui ampla copa globosa ou ovalada. Recomenda-se o seu uso para grandes espaços. É frequente nos parques e na arborização urbana, em regiões de clima temperado (LORENZI *et al.*, 2003, p. 312). Apresenta excelente qualidade paisagística como árvore urbana, e é bastante utilizada na área central da cidade de Mendoza (Figura 7b).



FIGURA 7: 7a – amoreira-branca; 7b – plátano, em Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Com base nos dados oriundos do Censo de arborização, em 2016, foi publicado o Mapa da Arborização Pública, com a espacialização da vegetação viária da cidade de Mendoza e a identificação, por espécie, de cada indivíduo arbóreo.

Estima-se que, em breve, os dados sobre a arborização na cidade serão atualizados, pois, em 2020, deu-se início ao Censo de Arborização Pública da Área Metropolitana de Mendoza, seguindo o Projeto de Recuperação e Refuncionalização da Arborização Urbana para a Área Metropolitana de Mendoza, de 2018. Em janeiro de 2021, foi realizada a coleta de dados na cidade de Mendoza. A importância de conhecer o estado atual da arborização pública contribuirá para a análise de situações e de tomada de decisões, ou seja, embasará as ações do município durante o planejamento e a gestão futuros, em prol da sustentabilidade do ambiente urbano.

O sistema de arborização disposto em espaços públicos de Mendoza depende diretamente do sistema de irrigação, que ocorre através de canais distribuídos por toda a cidade, sem o qual seria impossível a sobrevivência do conjunto de indivíduos arbóreos (Figura 8).

Martinez *et al.* (2013b, p. 48-49; tradução nossa) citam que, em Mendoza, a quantidade de água por precipitação, em comparação com as demandas por água de diferentes culturas, causa um desequilíbrio que deve ser compensado pela irrigação. Essa situação torna-se mais complexa quando são consideradas as previsões de declínio dos recursos hídricos no rio Mendoza, que abastece a cidade.

De acordo com o informe técnico denominado Prognóstico de caudais dos rios da Província de Mendoza – Temporada 2020-2021 – Bacia do Rio Mendoza, do Departamento Geral de Irrigação de Mendoza (2020; tradução nossa), a média histórica anual do caudal do rio Mendoza é de 1.398 hm³ e a previsão para o período 2020/2021 é de 1.000 hm³, correspondente a aproximadamente 72% do ano médio, o que classifica o ano hidrológico como “pobre”, ou seja, implica um volume compreendido entre -15% e -35%, valor abaixo da média histórica.

Avaliando esse contexto hídrico e considerando que a arborização urbana de Mendoza assegura a sustentabilidade ambiental da cidade e a qualidade de todo o seu ecossistema, Martinez *et al.* (2013b, p. 48-62; tradução nossa), em um pesquisa acerca da resposta de indivíduos jovens de quatro espécies vegetais – *Platanus × hispanica* cv. *Acerifolia* (plátano), *Morus alba* L. (amoreira-branca), *Fraxinus americana* (freixo-americano) e *Acacia visco* (acácia-visco),

que constituem 67% da arborização urbana da cidade de Mendoza – a diferentes níveis de déficit hídrico, concluíram que a acácia-visco foi a espécie que apresentou menor demanda de água e maior tolerância ao déficit de irrigação, além de registrar crescimentos adequados, mesmo sob condições de estresse hídrico moderado. Isso significa economia dos recursos hídricos para a irrigação sem comprometer o desenvolvimento vegetativo dos indivíduos arbóreos, o que deve ser reconsiderado na arborização da cidade.



FIGURA 8: Sistema de canais de distribuição de água: 8a – passeio pedestrianizado Sarmiento; 8b – lateral da praça Chile
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Encontra-se, nos espaços públicos de Mendoza, uma vegetação diversificada, em tipo e em porte. Em relação aos agrupamentos lineares, dispostos em ruas e avenidas, a homogeneidade assume forte característica, em conformidade com as vias, em virtude da facilitação dos trabalhos de manutenção. Como exemplo dessa vegetação homogênea, pode ser observada a Figura 7.

Os passeios têm grande quantidade de vegetação composta de árvores de copa horizontal, formando túneis, os quais contribuem para aumentar a umidade do ar e o sombreamento, favorecendo a sensação de conforto térmico do usuário pedestre. Em praças e em parques, a quantidade e a diversidade de vegetação são acentuadas, com a heterogeneidade de árvores, de arbustos e de palmeiras, em tipo e em porte, o que está de acordo com o bioclimatismo (Figura 9).



FIGURA 9: Vegetação diversificada em Mendoza: (a) Área histórica; (b) praça Independência; (c) praça Itália; (d) praça Chile; (e) praça San Martín; (f) praça Espanha
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Em períodos quentes, de verão, a arborização disposta em espaços livres públicos tem a função de promover o sombreamento. Em épocas frias, com a perda parcial ou total da folhagem, são criados espaços vazios em conjuntos de vegetação que permitem a passagem dos raios solares, de modo a favorecer o aquecimento e a iluminação das edificações próximas e dos espaços livres públicos.

PRAÇA ESPANHA

A praça Espanha é delimitada pelas ruas Montevideo, 9 de Julio, San Lorenzo e España. Ela é umas das quatro praças equidistantes da praça Independência, do desenho da “Cidade Nova”, datado de 1863 (Figura 10).



FIGURA 10: Localização da praça Espanha, na cidade de Mendoza
FONTE: elaborado por Jaucele Azerêdo, com base em imagens do Google Earth (acessos em: 22 jun. 2017 e 27 mar. 2021).

Essa praça (Figura 11), antes denominada praça Montevideo, recebeu esse nome em homenagem à comunidade espanhola, em 1947, que doou o monumento central do espaço à Confraria Argentino-Espanhola. Esse monumento foi executado pelo escultor espanhol Luiz Bartolomé Somoza.



FIGURA 11: Praça Espanha, Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Considerada Patrimônio Provincial, nela funciona a “Praça Leitora”. Em setembro de 2019, ela foi reinaugurada, após passar por sua última reforma, no âmbito do Plano de Renovação Urbana. Dentre os trabalhos realizados, foram implantadas novas espécies arbóreas, arbustivas e floríferas; reforçado o sistema de irrigação por aspersão; e instalado o sistema de LED, visando à melhoria da qualidade lumínica e à eficiência energética. Além disso, segundo o portal eletrônico de Mendoza houve a substituição dos azulejos cerâmicos (*mayólicas*) no piso e nas bases de iluminação. Grande parcela da praça é composta de solo natural gramado. As áreas que estão recobertas por placas cerâmicas são destinadas ao caminho e ao passeio de pedestres; também funcionam como espaços de transição, de passagem, considerando-se ser bastante agradável cruzar a praça, em virtude de seus caminhos sombreados.

Sabe-se que, quanto maior for a área permeável do solo, maior a possibilidade de penetração da água da chuva e de absorção da

radiação solar, o que contribui diretamente para o conforto ambiental dos usuários. Ressalta-se a importante contribuição do solo permeável, sem revestimento artificial, para o crescimento e o desenvolvimento das raízes, responsáveis por sustentar os indivíduos arbóreos (Figura 12).



FIGURA 12: Permeabilidade do solo, praça Espanha, Mendoza

FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

Devido à forte característica de baixa umidade do ar, uma das premissas para obter o conforto térmico urbano em clima subtropical seco, além da vegetação arbórea, é a instalação de lagos, espelhos de água e fontes de água, distribuídos, em grandes espaços abertos, por toda a cidade. No centro da praça Espanha, foi inserida uma grande fonte de água, que visa aumentar o percentual de umidade da praça e, conseqüentemente, proporcionar o conforto higrotermoambiental, favorecendo a permanência das pessoas no local (Figura 13).

A praça Espanha funciona, portanto, como uma ilha de amenidade climática, destinada ao lazer, ao descanso e à contemplação. Tais funções são evidenciadas ao se caminhar por ela, considerando praticamente todo o seu interior.



FIGURA 13: Vista da fonte, praça Espanha, Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

A praça é bastante visitada e utilizada durante todo o ano, em vários horários. Em virtude das condições climáticas, obviamente, no período do verão em Mendoza, os usuários posicionam-se à sombra da vegetação arbórea, em busca do conforto térmico. Há grande quantidade de espaços sombreados, tanto nos caminhos como dentro dos canteiros gramados. Quanto mais denso for o agrupamento, em termos de copa, mais ele gerará umidade, tornando o ambiente próximo favorável à permanência, principalmente em épocas de altas temperaturas, pois acarretará a diminuição dos seus valores, em face da relação de inversibilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar.

A vegetação inserida na praça Espanha é heterogênea em tipo, em porte e em agrupamentos, e é composta de gramíneas, herbáceas, arbustivas e árvores (Figura 14a), o que gera grande diversidade de recantos e de paisagens em todas as estações do ano. Especificamente, quanto à vegetação arbórea, é perceptível a diversidade de árvores com copa vertical, tipo coníferas (Figura 14b).

A diversidade de vegetação determina a diferenciação de cores, de folhagem e de flores, além de diminuir consideravelmente a perda

de espécimes, quando da incidência de pragas. A diversidade também é bem-vinda sob o ponto de vista da folhagem da vegetação – perene, caducifólia e semicaducifólia –, de modo a criar ambientes distintos, dependendo da época do ano. As espécies com folhagem perene favorecem, na estação quente, o sombreamento em espaços no interior dos grandes canteiros e de caminhos. Já as espécies caducifólias, ao perderem a folhagem, ou parte dela, em se tratando de espécies semicaducifólias, proporcionam recintos ensolarados durante a estação fria, favorecendo a ocupação de espaços, diretamente sob o sol.



FIGURAS 14A E 14B: Heterogeneidade da vegetação, praça Espanha, Mendoza
FONTE: Jaucele Azerêdo, 2015.

A heterogeneidade de espécies vegetais em espaços públicos como praças e parques é recomendada, sob os aspectos físicos e psicológicos, pois há durante o ano a percepção de passagem do tempo. Assim, é possível acompanhar as épocas de floração e de frutificação, que modificam as características do conjunto e proporcionam maior dinamicidade aos espaços.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vegetação, distribuída de maneira equilibrada pela malha urbana, ao priorizar a diversidade de tipo, de porte e de quantidade, em espaços também diversos, em tamanho e em zonas, e ao constituir um sistema, favorece a formação de ambientes de amenização climática. Por intermédio deles, é possível perceber as mudanças da natureza, ao longo do ano, pois se observam os ciclos vitais e o passar do tempo. Essa distribuição equilibrada contribui para a promoção do conforto ambiental em todos os espaços, nos vieses físicos e também psicológicos. Indubitavelmente, esses efeitos se multiplicam quando ocorre a inserção de vegetação adequada às especificidades climáticas do sítio e quando são consideradas outras variáveis relativas às necessidades de desenvolvimento, seja no que se refere à parte aérea, à parte radicular, ao tipo de solo e à quantidade e à qualidade de água disponível. Também se deve atentar para a relação das espécies vegetais com o meio circundante, levando em conta que cada indivíduo arbóreo, por si só, se configura como um ecossistema. Assim, a criação de espaços vegetados influencia seu entorno imediato e interfere nos grupos de organismos e em seus processos funcionais, que fazem parte do ambiente.

Além dos benefícios ambientais, podem ser citados os paisagísticos, os sociais e os econômicos na constituição de uma trama urbana suficientemente permeável e sustentável e que, ademais, atende às premissas do urbanismo bioclimático.

Em Mendoza, é bastante perceptível o sistema de vegetação, tratado pela gestão pública desde a escala da província até a escala local municipal. O sistema de vegetação arbórea urbana está em conformidade com as premissas da distribuição equilibrada dos conjuntos arbóreos, em forma de maciços (praças e parques) e em conjuntos lineares (vias), aliado, obviamente, ao sistema de irrigação, através dos canais.

O sistema de vegetação atende ao clima subtropical seco, é capaz de suprir as necessidades de conforto térmico dos usuários e favorece a ocupação e a apropriação dos espaços livres públicos, durante todo o ano. Dessa maneira, a cidade de Mendoza é considerada uma referência em escala mundial.

REFERÊNCIAS

- ARGENTINA. **Ley 13.273**. Defensa, mejoramiento y ampliacion de bosques. Promulgada: Septiembre 30-1948. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-13273-30713/texto>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- AZERÊDO, J. F. A. **Verde que te quero confortável: a contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre**. 2017. 444 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- BORMIDA, E. Mendoza, una ciudad oasis. **Revista de la Universidad de Mendoza**, nº 4/5, 1983-86. Mendoza, p. 121-137, 1984. Disponível em: <https://www.um.edu.ar/ojs2019/index.php/RUM/issue/view/24>. Acesso em: 28 mar. 2021.
- CORREA, E. *et al.* Impact of urban parks on the climatic patter of Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina. **PLEA2006 – The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture**, Genève, Switzerland, 6-8 Sept. 2006.
- CORREA, E. N.; RUIZ, M. A.; CANTON, M. A. Morfología forestal y confort térmico en “ciudades Oasis” de zonas áridas. **Ambient. constr.** (online), Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 119-137, dez. 2010.
- FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- GOBIERNO DE MENDOZA. **Mendoza**. Disponível em: <http://www.mendoza.gov.ar/la-provincia/#guiaEnlace0>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- GOBIERNO DE MENDOZA. **Programa de Desarrollo de Áreas Metropolitanas del Interior (DAMI II): sistema integrado de información y gestión para la refuncionalización y recuperación del arbolado urbano**. Área Metropolitana de Mendoza.

- Mendoza: Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, 2018.
- GOBIERNO DE MENDOZA. El Parque General San Martín cumple 122 años. 6 nov. 2018. **Prensa Gobierno de Mendoza**. Disponible em: <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/el-parque-general-san-martin-cumple-122-anos/>. Acceso em: 29 mar. 2021.
- GOBIERNO DE MENDOZA. **Pronóstico de caudales de los ríos de la Prov. de Mendoza. Temporada 2020-2021. Cuenca Río Mendoza**. Mendoza: Departamento General de Irrigación. 2020.
- HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- INDEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. **Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010**. Disponible em: http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_50_7.pdf. Acceso em: 8 mar. 2020.
- INDEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. **Unidades Geoestadísticas – Cartografía y códigos geográficos del Sistema Estadístico Nacional**. Disponible em: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-Codgeo>. Acceso em: 31 mar. 2021.
- INPRES. Instituto Nacional de Prevención Sísmica. **Sismicidad en Argentina**. Disponible em: <http://web.archive.org/web/20130712020948/http://www.inpres.gov.ar/seismology/sismicidad.php>. Acceso em: 10 mar. 2021.
- KOTTEK, M. *et al.* World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, p. 259-263, 2006.
- LORENZI, H. *et al.* Árbores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.
- MARTINEZ, C. F. *et al.* Effects of water deficit on urban forest growth in a dryland South America region. Incidencia del déficit hídrico em el crecimiento del bosque urbano de uma zona árida de Sudamérica. **PHYTON Revista Internacional de Botánica Experimental. International Journal of Experimental Botany**, 82, p.151-160, 2013a. ISSN 0031 9457.
- MARTINEZ, C. F. *et al.* Respuesta al déficit hídrico en el crecimiento de forestales del bosque urbano de Mendoza: análisis comparativo en árboles jóvenes. **Revista FCA UNCUYO**, 45 (2), p. 47-64, 2013b. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 18538665.

- MARTINEZ, C. F.; CANTÓN, M. A.; ROIG, F. A. Impacto de la condición de aridez en el desarrollo ambientalmente sustentable de ciudades Oasis: el caso del arbolado urbano en el Área metropolitana de Mendoza. **ASADES**. Avances em Energias Renovables y Medio Ambiente, v. 13, p. 113-120, 2009. ISSN 0329 5184.
- MENDOZA. **Ordenanza n° 2.805** – Estableciendo medidas en defensa del arbolado publico, 1986.
- MENDOZA. **Ordenanza N° 2.947** – Modificar la Ordenanza 2805/86 de defensa del arbolado publico, 1989.
- MENDOZA. **Conocé los puntos de la Ciudad que no te podés perder**. Espacios verdes. Plaza España. Disponible em: <https://ciudaddemendoza.gob.ar/mapa-puntos/>. Acceso em: 31 mar. 2021.
- MENDOZA. **Plaza España**. Disponible em: <https://ciudaddemendoza.gob.ar/secretaria-planificacion-infraestructura-y-ambiente/plan-de-renovacion-urbana/plazas-parques-y-paseos/plaza-espana/>. Acceso em: 31 mar. 2021.
- MENDOZA. **La Ciudad de Mendoza en 48 horas**. Paseo por plazas y áreas verdes. Disponible em: <https://ciudaddemendoza.gob.ar/secretaria-cultura-turismo-y-desarrollo-economico/turismo/la-ciudad-en-48hs-2/>. Acceso em: 31 mar. 2021.
- PMOT. **Plan Municipal de Ordenamiento Territorial**. Ciudad de Mendoza, 2019.
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. **Ley 4.609** – Protección de la flora de la provincia, 1981.
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. **Ley 7.873** – Recuperación y mejoramiento del arbolado publico provincial, 2008a.
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. **Ley 7.874** – Política ambiental, permanente, racional y sustentable para el control, conservación y preservación del arbolado público, 2008b.
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. **Ley 7.875** – Declara en emergencia el sistema del arbolado público de la provincia de Mendoza, 2008c.
- SAIJ. Sistema Argentino de Información Jurídica. **Ley 7.916** – Modificatoria de la ley 7875 sobre emergencia del sistema de arbolado público, 2008d.



OS AUTORES E AS AUTORAS

Artur Sandes de Melo

Graduado em Arquitetura e Urbanismo com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Realizou intercâmbio acadêmico na Universidad Católica San Antonio de Murcia (Ucam), na Espanha, entre 2015 e 2016, onde, como parte do aprendizado, atuou no Departamento de Arquitectura, efetuando análises e estudos dos projetos e obras dos diversos edifícios históricos identificados na cidade de Cartagena.

Clara Salvador

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pelas Faculdades Unidas de Pernambuco (FAUPE), com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foi analista de projetos na Agência Condepe/Fidem. Foi consultora do Sebrae, na área de desenvolvimento local e políticas públicas. Atuou como docente no curso de bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da UFPE, nas áreas de conforto ambiental, projetos urbanos e estudos socioeconômicos e ambientais. Foi sócia-fundadora da empresa

Sistêmica Consultoria e Planejamento, com sede em Pernambuco, de 2015 a 2020.

Davi D. Rodrigues S. Valentim

Graduado em Arquitetura e Urbanismo com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atua como pesquisador do Laboratório de Urbanismo e Patrimônio (LUP/UFPE). É membro do Comitê de Patrimônio Cultural do Instituto de Arquitetos do Brasil de Pernambuco (IAB/PE) e atualmente trabalha em parceria com o Coletivo Massapê e Habitat para Humanidade no projeto Guia (Co)memorativo da Boa Vista, selecionado pelo programa *Matchfounding* + Patrimônio Cultural, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Jaucele Azerêdo

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Possui diploma em Estudos Aprofundados em Villes Et Sociétés – Institut National Des Sciences Appliquées de Lyon; mestrado e doutorado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atuou, entre 2011 e 2013, na Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem), no cargo de gerente de Estudos Regionais e Urbanos. É professora do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPE. Desde 2018 atua como coordenadora de estágio do curso de Arquitetura e Urbanismo e, desde 2020, como coordenadora do Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente na área de conforto ambiental.

Lívia Ferreira de França

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela mesma universidade. Doutoranda na École Doctorale TESC – Temps, Espaces, Sociétés, Cultures da Université Toulouse Jean Jaurès (UT2J) e da École Nationale Supérieure d'Architecture (ENSA), de Toulouse, França. Exerce a função de arquiteta e urbanista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), com atuação no planejamento, na elaboração e na análise de projetos da edificação e do território no âmbito institucional.

Lívia Melo de Lima

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com mestrado e doutorado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). É professora do Instituto Federal de Pernambuco Campus Olinda – do curso técnico em Computação Gráfica. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Planejamento e Projeto do Espaço Urbano, atuando principalmente nos temas habitação de interesse social, conforto ambiental, bioclimatismo, sustentabilidade e certificação ambiental.

Luisa Acioli dos Santos

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com formação complementar pela Université Catholique de Louvain, em Bruxelas; mestrado em Desenvolvimento Urbano (UFPE). Professora dos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo e de Tecnologia em Design de Interiores do Centro Universitário Maurício de Nassau. Pesquisadora do Laboratório da Paisagem (UFPE).

Maite Hernández Alfonso

Graduada em História da Arte na Universidad de La Habana, com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); doutoranda em Desenvolvimento Urbano pela mesma universidade. Trabalhou na Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana, em Cuba, entre 2011 e 2017. Colaboradora do Laboratório de Urbanismo e Patrimônio Cultural no MDU/UFPE. Tem experiência nas áreas de museologia, curadoria e história da arquitetura e da restauração patrimonial.

Marcelo de Lavor

Graduado em Arquitetura e Urbanismo com mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com pesquisa de campo na Alemanha, com suporte da Universidade Técnica de Berlim. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em projetos de arquitetura (edifícios residenciais, comerciais e governamentais).

Ruskin Freitas

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com mestrado em Geografia pela mesma instituição. Realizou doutorado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e estágio de doutorado na Faculdade de Marseille-Luminy, na França. Atuou, entre 2007 e 2013, na Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (Condepe/Fidem), nos cargos de diretor técnico da Região de Desenvolvimento Metropolitana e de diretor de Estudos Regionais e Urbanos. Desde 1996, é professor da UFPE, no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, orientando alunos de mestrado e de doutorado. É coordenador do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo desde 2019.

Simone C. Torres

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), com mestrado em Dinâmica do Espaço Habitado pela mesma instituição e doutorado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Atualmente é professora do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFAL. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo. Atua principalmente nos seguintes temas: densidade construtiva urbana, morfologia urbana e desempenho climático urbano.

Talys Medeiros

Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com período sanduíche pelo programa Ciência sem Fronteiras (Capes) na Università degli Studi Roma Tre, entre 2014 e 2015. Mestrando em Desenvolvimento Urbano, pela UFPE, na linha de pesquisa Conservação Integrada, desenvolvendo pesquisa nos campos do patrimônio ferroviário e da requalificação urbana. Foi membro do Inciti – Pesquisa e Inovação para as Cidades, entre 2017 e 2019.

Título Urbanismo bioclimático e cidades sustentáveis
Organização Ruskin Freitas e Jaucele Azerêdo
Formato *E-book* (PDF)
Tipografia Open Sans
Desenvolvimento Editora UFPE



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20 | Várzea, Recife-PE
CEP: 50740-530 | Fone: (81) 2126.8397
E-mail: editora@ufpe.br | *Site:* www.editora.ufpe.br



PROGRAD
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO