

Artur Paulo Schimbergui
Sandes de Melo
Ruskin Fernandes
Marinho de Freitas

C ONTRIBUIÇÕES DOS PARÂMETROS URBANÍSTICOS PARA O URBANISMO BIOCLIMÁTICO

pós- | I

RESUMO

O atual processo de urbanização tem alterado o ambiente, negativamente. Os parâmetros urbanísticos podem contribuir para a redução dos impactos ambientais, promovendo a qualidade de vida e o conforto ambiental. Para se alcançar o conforto em clima tropical litorâneo quente e úmido, as principais estratégias são ventilação, sombreamento e proteção contra as chuvas. O objetivo deste artigo é analisar as contribuições da legislação urbana, em especial, do Plano Diretor Municipal, Lei Nº 16.176/1996, que dispõe sobre a produção e organização do espaço urbano, em Recife - PE, que promovam o solo natural, a vegetação e a permeabilidade aos ventos e, por conseguinte, o bioclimatismo, a sustentabilidade e o conforto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade. Bioclimatismo. Conforto Ambiental. Legislação



[HTTP://DX.DOI.ORG/10.11606/ISSN.2317-2762.POSFAU.2020.168290](http://dx.doi.org/10.11606/ISSN.2317-2762.POSFAU.2020.168290)

Pós, Rev. Programa Pós-Grad. Arquit. Urban. FAUUSP. São Paulo, v. 27, n. 51, e168290, 2020.

CONTRIBUTIONS OF URBAN PARAMETERS TO BIOCLIMATIC URBANISM

ABSTRACT

The current urbanization process has negatively influenced the environment. Urban planning parameters may contribute to the reduction of environmental impacts, promoting quality of life and environmental comfort. To achieve comfort in a hot and humid tropical coastal climate, the main strategies are ventilation, shading and protection against rain. The purpose of this article is to discuss the contributions of urban legislation, in particular, of the Municipal Master Plan, Law N° 16.176/1996, which provides for the production and organization of urban space, in Recife - PE, which promote natural soil, vegetation and wind permeability and, therefore, bioclimatism, sustainability and environmental comfort.

KEYWORDS

Sustainability. Bioclimatism. Environmental Comfort.
Legislation

I. 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) identificam que a busca por melhores condições que propiciem 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 se incorporar ao planejamento urbano estratégias enfocando escopos da 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 suas próprias necessidades. Esse é um conceito dinâmico e um tanto quanto utópico, uma vez que se refere a um presente ainda insuficientemente conhecido e a um futuro incerto. Se não se tem certeza, nem condições de se suprir as necessidades atuais, como garantir que as gerações futuras, cujas necessidades nem se conhece ainda, possam ter suas necessidades supridas?

Diante de incertezas e possibilidades diversas de abordagem, ou seja, considerando a ausência de um discurso hegemônico, Acselrad (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 infraestrutura de eventos climáticos extremos (OKE et al., 2017). Por esse ponto de vista, o bioclimatismo seria um elo de ligação, entre aspectos biológicos e geográficos, entre necessidades humanas e características do ambiente, constituindo também uma referência ao planejamento urbano sustentável, focando na conectividade entre ambiente, usuários, serviços, na tecnologia das construções e na forma e distribuição das edificações no meio urbano.

A aplicação dos princípios relacionados à morfologia dos tecidos urbanos e do uso do solo, da volumetria e da forma do espaço podem 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 do Plano Diretor à Lei do Uso e Ocupação do Solo exerce influências que podem ser decisivas para a orientação do desenvolvimento urbano e de suas condições ambientais, condicionando a expansão urbana à densidade e à distribuição de corpos de água, vegetação, como também à geomorfologia do terreno, à permeabilidade do solo natural e à permeabilidade do ambiente construído aos ventos.

Nesse contexto, insere-se o conceito de urbanismo bioclimático, enquanto o estudo das aglomerações urbanas, considerando a relação entre o ser humano e as características da região, em especial, o clima, atribuindo um 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, a uma latitude de 08°23’ ao sul do Equador. De acordo com a Classificação Climática de Köppen-Geiger, a cidade apresenta o tipo climático As’, caracterizado por dias quentes e úmidos, baixa amplitude térmica e duas estações bem definidas, verão e inverno. O Zoneamento Bioclimático Brasileiro – NBR 15220 aponta que Recife localiza-se na Zona 8, ou seja, em clima tropical litorâneo quente e úmido.

De acordo com as Normas Climatológicas, período 1981-2010, disponíveis pelo Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, 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 2254 mm, com destaque para junho e julho, com médias mensais acima de 350 mm (gráfico 1).

Para esse tipo climático, as principais estratégias no sentido de promover o conforto ambiental, são a ventilação e o sombreamento, durante todo o ano, entre outras, que visem à proteção contra os efeitos do calor, da umidade e da chuva. Essas estratégias podem ser alcançadas a partir de soluções urbanísticas, tais como o afastamento entre as edificações, a promoção de arborização urbana e de permeabilidade do solo.

O aumento das alturas das edificações pode ser uma alternativa para se atingir o aumento da densidade, ao mesmo tempo, garantindo a permeabilidade do solo e a ventilação entre as edificações, porém, quando

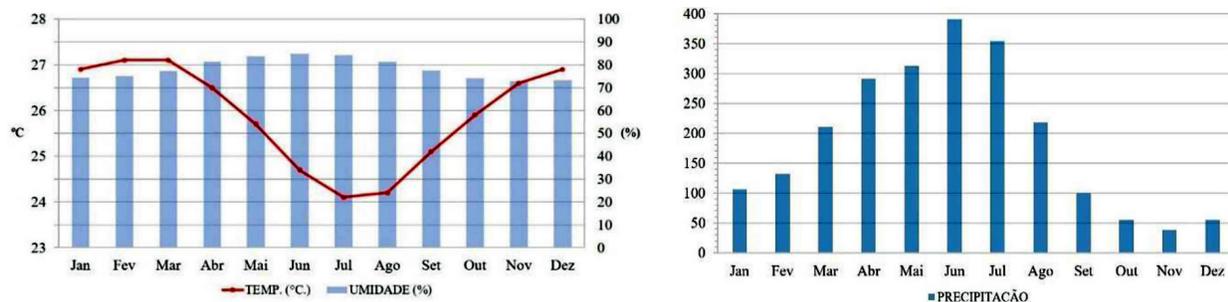


Gráfico 1 - Médias mensais de temperatura, umidade e pluviosidade (série histórica 1981-2010).
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet.

esse aumento é demasiado e sem afastamentos adequados, interfere também na diminuição da incidência de iluminação natural e no acúmulo de calor, em recintos urbanos fechados e mineralizados.

Comprova-se, justifica-se e ratifica-se o objetivo deste artigo em 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 está fundamentado em três bases de investigação: a) pesquisa bibliográfica, para apresentação do conceito de bioclimatologia, sua relação e contribuição para a sustentabilidade urbana; b) pesquisa documental, sobre os parâmetros urbanísticos reguladores específicos da ocupação do solo, estabelecidos pela Lei nº 16.176/1996, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Recife, e pela Lei nº 16.719/2001, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo na Área de Reestruturação Urbana (ARU), visando analisar as possíveis contribuições desses parâmetros urbanísticos ao desempenho climático na Cidade, e; c) pesquisa de campo, utilizando as técnicas de observação e de medições para avaliar a contribuição dos parâmetros urbanísticos para a qualidade climática de recintos urbanos, na cidade do Recife.

pós- | 5

2. URBANISMO BIOCLIMÁTICO E SUSTENTABILIDADE URBANA

Segundo Freitas (2008), a qualidade de vida é um termo que abrange uma série de aspectos que vão além do conforto ambiental e do atendimento de necessidades individuais, passando por uma abordagem coletiva e interdisciplinar, chegando à equidade no acesso à infraestrutura, ao direito à moradia, ao trabalho, à circulação, envolvendo o acesso a bens, equipamentos e serviços urbanos, assim como à garantia de conservação dos recursos naturais.

A observação sobre o significado do termo qualidade de vida é importante para se destacar a abrangência dos assuntos relacionados ao planejamento urbano e para se chegar ao urbanismo bioclimático. A qualidade de vida, esse objetivo maior da busca pelo meio urbano, por parte da população, e meta de processos diversos de planejamento urbano, está diretamente relacionada à necessidade de adequar o crescimento das cidades a sistemas que valorizem as ações humanas e o ambiente. Um processo de urbanização que procure reduzir as interferências negativas no meio e abarcar qualidades ao bem-estar e à saúde da população deve ser almejado pelo urbanismo bioclimático.

O urbanismo bioclimático é o estudo da cidade adequada ao clima, na sua acepção teórica. Na prática, é o próprio planejamento urbano, baseando-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 os princípios básicos identificados por Higuera (2006), o urbanismo bioclimático tem como objetivo a redução, ao máximo, dos impactos negativos que exerce a urbanização sobre o meio. Partindo-se do princípio de que cada região deve possuir 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 largura, à exposição aos ventos, à orientação e à radiação solar incidente.

O urbanismo bioclimático diminui a probabilidade de formação de climas urbanos relacionados ao processo de alteração negativa das variáveis climáticas. Com isso, reduzem-se os impactos ocasionados pelo consumo de energia. O consumo de energia depende da sua produção e da sua transmissão, gerando transformações nos diversos pontos dessa cadeia tais como alagamento de uma área em torno de curso de água, lançamentos de resíduos sólidos na terra e resíduos gasosos na atmosfera, aquecimento de recintos urbanos. Um ambiente construído, utilizando materiais, formas e elementos que se integrem e que respeitem o ambiente natural, em geral, reduz as temperaturas superficiais, possibilitando a ventilação natural. Assim, diminui a necessidade de condicionamentos artificiais. Com a diminuição do consumo de energia, obtém-se menor geração de calor e menor lançamento de resíduos na atmosfera, elevando-se a qualidade ambiental e as condições de saúde e de conforto humano.

O urbanismo bioclimático representa um importante caminho para se 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, contribuindo ainda para a economia, ao valorizar a utilização de recursos naturais e a reutilização de espaços.

Para Romero et al. (2019, p.48), uma “cidade sustentável é o assentamento humano constituído por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial”.

O conceito de bioclimatismo, fundamentando-se na adequação dos elementos construídos ao meio, ganhou importância dentre os princípios de sustentabilidade. Utilizando-se dos elementos favoráveis do clima a partir 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.

A legislação urbanística emerge como uma ponte entre crescimento urbano e qualidade ambiental. Diante da importância da legislação urbanística para o crescimento urbano e para a qualidade ambiental, surge, então, um desafio complexo ao planejamento urbano: a necessidade de orientar a expansão das cidades com base no desenho urbano e na configuração dos espaços, com o objetivo de minimizar os impactos na qualidade climática urbana.

3. 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. Se a ventilação constitui uma estratégia bioclimática fundamental, por exemplo, é de suma importância que o parâmetro de afastamento entre edificações constitua uma estratégia da legislação urbanística. 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 17.511/2008, dispõe sobre diretrizes gerais de ordenação urbana, constituindo-se um dos principais instrumentos na transformação do espaço. Salienta-se que todo o município é classificado como zona urbana. Por sua vez, a Lei nº 16.176/1996, do Uso e Ocupação do Solo (LUOS), apresenta um conjunto de regras impostas pelo município, que se referem basicamente a parcelamento, construção dos edifícios e usos.

O Art. 7º dessa 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 dessas zonas, existem parâmetros urbanísticos reguladores do solo, responsáveis pela forma como se pode usar e ocupar o espaço urbano. Esses parâmetros são divididos em: Taxa de Solo Natural (TSN), Coeficiente de Utilização (μ) e Afastamentos (Af) (Quadro 1). O parâmetro gabarito (limite de altura das construções) é utilizado em áreas específicas, em geral, e está relacionado à proteção do patrimônio histórico natural e construído.

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 pela manutenção e pela preservação das áreas livres e solos permeáveis no interior dos lotes, bem como pela elevação da qualidade

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

Quadro 1 - Parâmetros urbanísticos da Lei nº 16.176/1996, ou Lei de Uso e Ocupação do Solo do Recife.

Fonte: RECIFE. Lei nº 16.176/1996.

pós- | 7

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, garantindo diversas possibilidades de distribuição das construções no terreno, permitindo diferentes formas de ocupação, com diferentes alturas e afastamentos. A depender 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.

Os afastamentos (A_f) 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, permitindo permeabilidade aos ventos e a inserção de vegetação de porte arbóreo nas áreas livres, auxiliando no controle da temperatura do ar e da umidade relativa do ar.

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

A insatisfação de setores da sociedade frente à forma como a legislação urbanística vinha respaldando os processos de reconfiguração espacial, impulsionou a alteração dos parâmetros de construção em 12 tradicionais bairros do Recife, áreas intensamente afetadas por processos de adensamento construtivo e de verticalização. A alteração da Lei nº 16.176/1996, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo do Recife, criou a Área de Reestruturação Urbana (ARU), ou Lei dos 12 Bairros, com parâmetros urbanísticos mais restritivos.

Promulgada no ano de 2001, a Lei dos 12 Bairros estabelece as condições de uso e ocupação do solo em 12 dos 16 bairros da Microrregião 3.1 e divide a ARU em 3 setores, compatíveis em características físicas e ambientais (Figura 1): Setor de Reestruturação Urbana 1 - SRU1; Setor de Reestruturação Urbana 2 - SRU2, e; 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 das edificações pelos setores e pela largura das ruas. Isso é, ruas mais largas permitiam prédios mais altos, enquanto ruas mais estreitas admitiam prédios mais baixos e com menor área construída.

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 parâmetros urbanísticos estabelecidos pela Lei dos 12 Bairros para cada setor (Quadro 2).

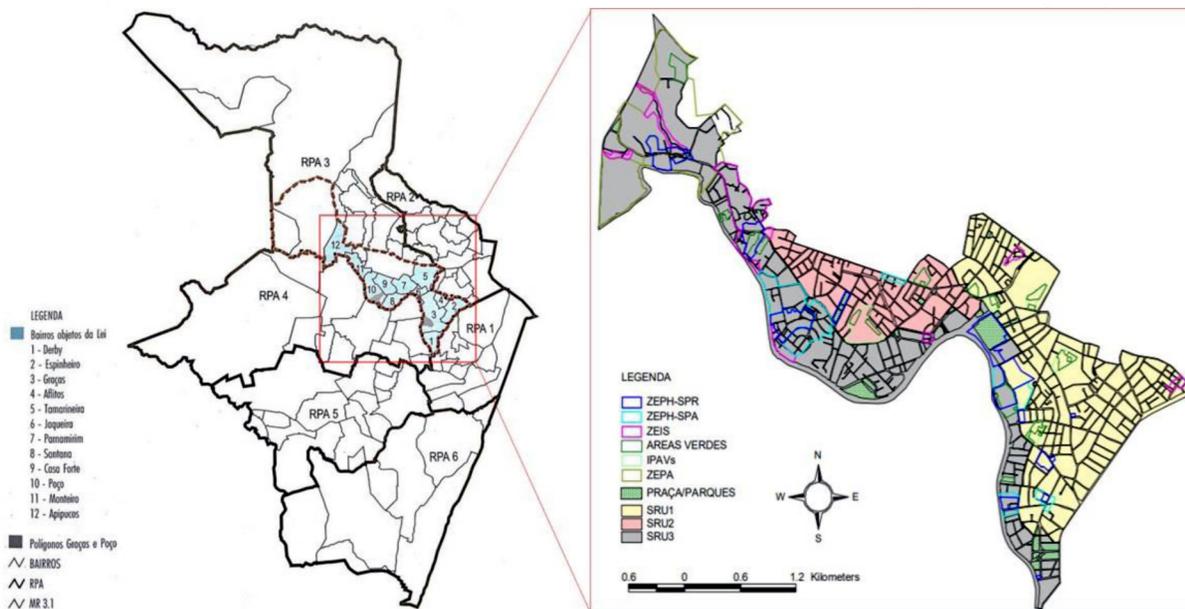


Figura 1 - Microrregião 3.1, os 12 bairros e os 3 setores da Área de Reestruturação Urbana (ARU).
 Fonte: Adaptado de anexo 1 – ARU (RECIFE, 2001).

pós- 6

Categoria de dimensionamento das vias	Gabarito (metros lineares)	Afastamentos iniciais mínimos (Af)*			SRU1		SRU2		SRU3**	
		Frontal*** (m)	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

Quadro 2 - 12 bairros: parâmetros urbanísticos da Lei nº 16.719/2001.
 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 metros, 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 metros, em vias de nível A. Vias de nível C apresentam o menor coeficiente entre os setores, com 1,5 e limite de altura das edificações fixado em 24 metros. 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 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 se preservar as condições ambientais existentes, caracterizada pela baixa densidade construtiva e predominância de elementos naturais, tais como cobertura vegetal e massa de água. Para tanto, foi fixado gabarito de 24 metros e coeficiente de utilização 2,0, independentemente da largura das vias.

No confronto entre a Lei do Uso e Ocupação do Solo, de 1996, e a Lei dos 12 Bairros, nota-se a importância da criação da Área de Reestruturação Urbana na 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 dos 12 Bairros, e outra, definida pela normativa de 1996. Na comparação entre os dois cenários, nota-se uma diferença extensamente significativa caso o processo de ocupação dessas quadras continuasse sendo guiado pela Lei nº 16.176/96 (Figura 2). Ressalta-se que, na simulação da Lei dos 12 Bairros, as vias do entorno são classificadas como nível C, o que impõe gabarito de 24 metros, equivalente a oito andares.

A diminuição nos coeficientes construtivos e a limitação em relação à altura das edificações, que passou a se ajustar aos condicionantes localização do terreno e largura da via, promoveu edificações com diferentes disposições e formas, favorecendo a circulação dos ventos na estrutura urbana. A preservação e

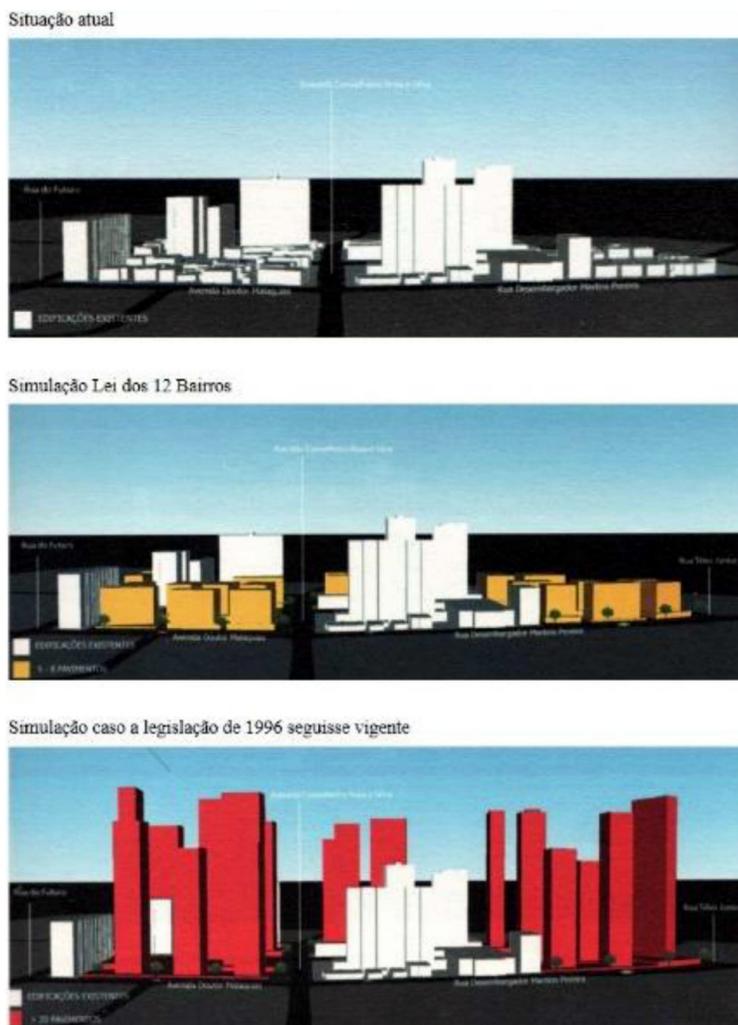


Figura 2 - Simulações com a aplicação de diferentes parâmetros urbanísticos. Fonte: Lacerda et al. (2018).

o aumento da taxa de solo natural contribuíram para um maior índice de solo permeável e para a promoção da vegetação urbana. Os maiores afastamentos favoreceram uma melhor relação entre o espaço 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.

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

4. 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, 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 16 medições em cada ponto - 04 dias/mês, 02 turnos (manhã e tarde)/dia. A medição tinha início às 8h00 e às 14h00.

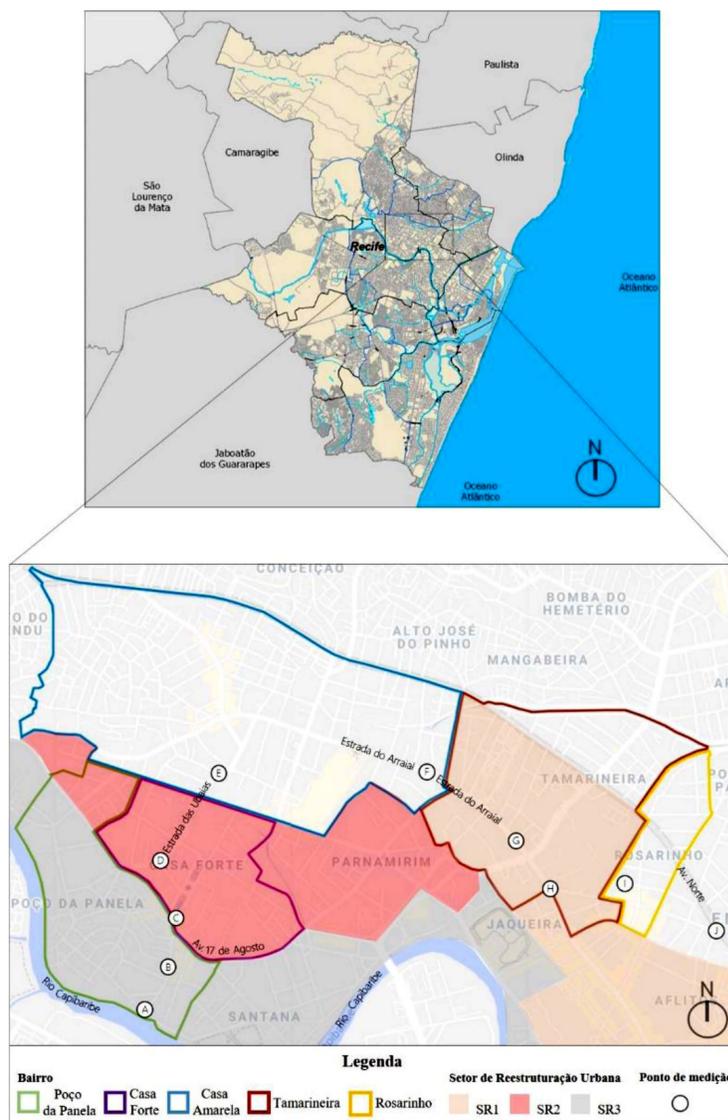


Figura 3 - Pontos de medição dos elementos ambientais.
Fonte: Adaptado de Google Maps.
Acesso em: 10-08-2020

A equipe de trabalho foi constituída por quatro integrantes do Laboratório de Conforto Ambiental - Lacam/UFPE. O primeiro integrante ficou responsável pelo Termohigrômetro 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 internamente, 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, 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, e pelo registro de fotografias.

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

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										

Quadro 3 - Características do entorno dos pontos de medição.
Fonte: Artur Schimbergui (2020).

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

A sistematização dos elementos ambientais referente aos meses de setembro e dezembro de 2019 está identificada segundo as tabelas 1 e 2, respectivamente. A fim de comprovar os efeitos do elevado adensamento construtivo e da menor densidade de vegetação e de solo permeável, foram apresentadas as médias registradas pela Estação Meteorológica de Referência Automática - Inmet.

MÉDIA GERAL DAS MEDIÇÕES						
MÊS DE REFERÊNCIA: SETEMBRO						
LEGISLAÇÃO		PONTO	Temperatura (°C.)	Umidade (%)	Velocidade dos ventos (m/s)	Direção dos ventos (N)
LEI DOS 12 BAIROS	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	-	-

Tabela 1 - Médias dos valores dos elementos ambientais em Recife-PE - períodos da manhã e da tarde - setembro de 2019. Fonte: Artur Schimbergui (2020).

Tabela 2 - Médias dos valores dos elementos ambientais em Recife-PE – períodos da manhã e da tarde – dezembro de 2019. Fonte: Artur Schimbergui (2020).

MÉDIA GERAL DAS MEDIÇÕES						
MÊS DE REFERÊNCIA: DEZEMBRO						
LEGISLAÇÃO		PONTO	Temperatura (°C.)	Umidade (%)	Velocidade dos ventos (m/s)	Direção dos ventos (N)
LEI DOS 12 BAIROS	LUOS/1996					
		A	29,6	68,4	1,2	SE
		B	29,8	65,6	1,5	SE
		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	-	-

Nas observações, constatou-se que os pontos que apresentaram os maiores valores médios de temperatura do ar foram observados nas duas principais vias de circulação: o ponto C (29,7°C/Set - 31,2°C/Dez), localizado na Av. 17 de Agosto, e o ponto J (29,4°C/Set - 31,1°C/Dez), localizado na Av. Norte. Em ambos os pontos, constatou-se acúmulo de calor médio acima de 3,0°C em comparação ao valor registrado na Estação Meteorológica de Referência – Inmet.

O ponto C estava situado em uma das extremidades da Praça de Casa Forte, caracterizada pela alta densidade de vegetação e de solo permeável, capaz de contribuir para a amenização térmica. Em razão dos afastamentos e da alternância de altura entre os edifícios, condicionados pela Lei dos 12 Bairros, 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, seja no espaço público ou no interior dos lotes, sendo encontrado 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. Tal afirmativa é corroborada ao se destacar que, mesmo sob influência da vegetação e efeito do sombreamento dos edifícios, esses pontos apresentaram as maiores médias de temperatura do ar. A ausência dessas influências configuraria temperaturas ainda mais altas. Ressalta-se, no entanto, outros fatores que exerceram influência sobre os pontos analisados, tais como a exposição à radiação solar, a impermeabilização do solo e a quantidade insuficiente de solo natural e de vegetação.

As menores médias de temperatura do ar foram observadas em local com presença de corpo de água, maior presença de vegetação, de velocidade dos



Figura 4 - Pontos C e J, em horários aproximados (15h00-16h00).
Fonte: Artur Schimbergui (2020).



Figura 5 - Ponto A.
Fonte: Artur Schimbergui (2020).

ventos, de alternância de altura das edificações e gabaritos limitados em razão da largura da via.

O ponto A (27,6°C/Set – 29,6°C/Dez), localizado às margens do Rio Capibaribe e com o entorno com características mais próximas ao meio natural, sob influência do solo natural, da densa vegetação e da ventilação, foi o que apresentou as menores médias de temperatura do ar (Figura 5). Em comparação à Estação Automática de Referência - Inmet, apresentou um acúmulo de calor médio de 1,3°C, ante os mais de 3,0°C verificados nos pontos de maior temperatura.

Outras menores médias de temperatura do ar foram observadas em contextos urbanos significativamente diferentes daquele observado no ponto termicamente mais confortável. A segunda menor temperatura média, no mês de setembro, foi constatada no ponto G, e no mês de dezembro, no ponto D.

O ponto G (28,4°C/Set), estava localizado no bairro da Tamarineira, no Setor de Reestruturação Urbana 1 da ARU. Em uma área com maior adensamento construtivo, as restrições urbanísticas exerceram uma forte influência para a qualidade climática local. A alternância de altura das edificações em razão da largura das vias e os maiores afastamentos, além da maior quantidade de solo natural, promoveram menor acúmulo de calor, maior amenização térmica e melhor circulação do ar na estrutura urbana.

O ponto D (29,7°C/Dez), localizado no bairro de Casa Forte, no Setor de Reestruturação Urbana 2 da ARU, foi um dos mais confortáveis sob o ponto de vista da temperatura do ar, mesmo apresentando a menor média de velocidade dos ventos no mês de dezembro. Os principais fatores observados para isso foram a densidade de vegetação existente na área, seja no interior dos lotes ou na via pública, e os elevados afastamentos, conforme pode ser observado na Figura 6, que permitiam a dissipação de calor e de poluentes.

Ressalta-se, portanto, a importância dos afastamentos para além das contribuições exercidas sobre o fluxo do vento na estrutura urbana, facilitando a dispersão do calor e das partículas em suspensão geradas pelas atividades humanas. Em associação com a arborização, contribuiu para amenizar a temperatura e aumentar a qualidade do ar.



Figura 6 - Pontos G e D.
Fonte: Artur Schimbergui (2020).

Em relação à umidade relativa do ar, os extremos foram, novamente, muito bem delimitados. Como já era de se esperar, a maior média de umidade foi verificada às margens do rio, no ponto A (69,2%/Set – 68,4%/Dez), em área com alta densidade de vegetação, comprovando a influência de massas de água e da arborização enquanto regulador térmico.

Por outro lado, mesmo próximo à vegetação da praça, o menor valor médio de umidade relativa do ar foi anotado na Av. 17 de Agosto (61,3%/Set – 62,0%/Dez), seguido pela Av. Norte (63,8%/Set – 63,8%/Dez). Esse fato pode ser justificado segundo análise realizada por Freitas (2008), ao indicar que em locais mais quentes, em razão de uma corrente de ar ascendente, as partículas de umidade sobem, tornando o meio relativamente mais árido.

No que se refere à velocidade dos ventos, as maiores médias foram registradas no ponto G (2,2 m/s/Set – 1,8 m/s/Dez) e no ponto B (2,1 m/s/Set – 1,5 m/s/Dez). Ambos os pontos estavam localizados em áreas de princípios normativos semelhantes, diferenciados por grau de restrição. O ponto G estava situado no Setor de Reestruturação Urbana 1, enquanto o ponto B estava localizado no Setor de Reestruturação Urbana 3, o mais restritivo dos setores.

Em ambos os espaços, a velocidade e a direção dos ventos foram constantes. A alternância de altura das edificações, em razão da largura da via, e o maior afastamento entre as construções, foram as estratégias identificadas com a maior importância para incrementar a circulação dos ventos nas áreas. Seguindo a teoria, funcionaram como importante elemento de amenização térmica no tipo climático quente e úmido, conferindo a essas áreas menores valores médios de temperatura do ar quando comparados a espaços com maior potencial construtivo (Figura 7).

O ponto I (1,1 m/s/Set – 0,7 m/s/Dez) foi o mais desconfortável. Localizado no bairro do Rosarinho, estava situado em uma área caracterizada por uma elevada densidade construtiva, grande presença de altos edifícios e pouco afastamento entre as construções, gerando obstáculos aos ventos. Os efeitos negativos foram acentuados em razão da largura da via, classificada enquanto local que, devido à existência de edifícios próximos e com alturas semelhantes e elevadas dificultavam a dispersão do calor e dos poluentes.

No que se refere à direção predominante dos ventos, apenas o ponto C (SO/Set – SO/Dez), o ponto E (L-SE-S-SO/Set – SO/Dez) e o ponto H (S/Dez),



Figura 7 - Pontos G e B.
 Fonte: Artur Schimbergui (2020).

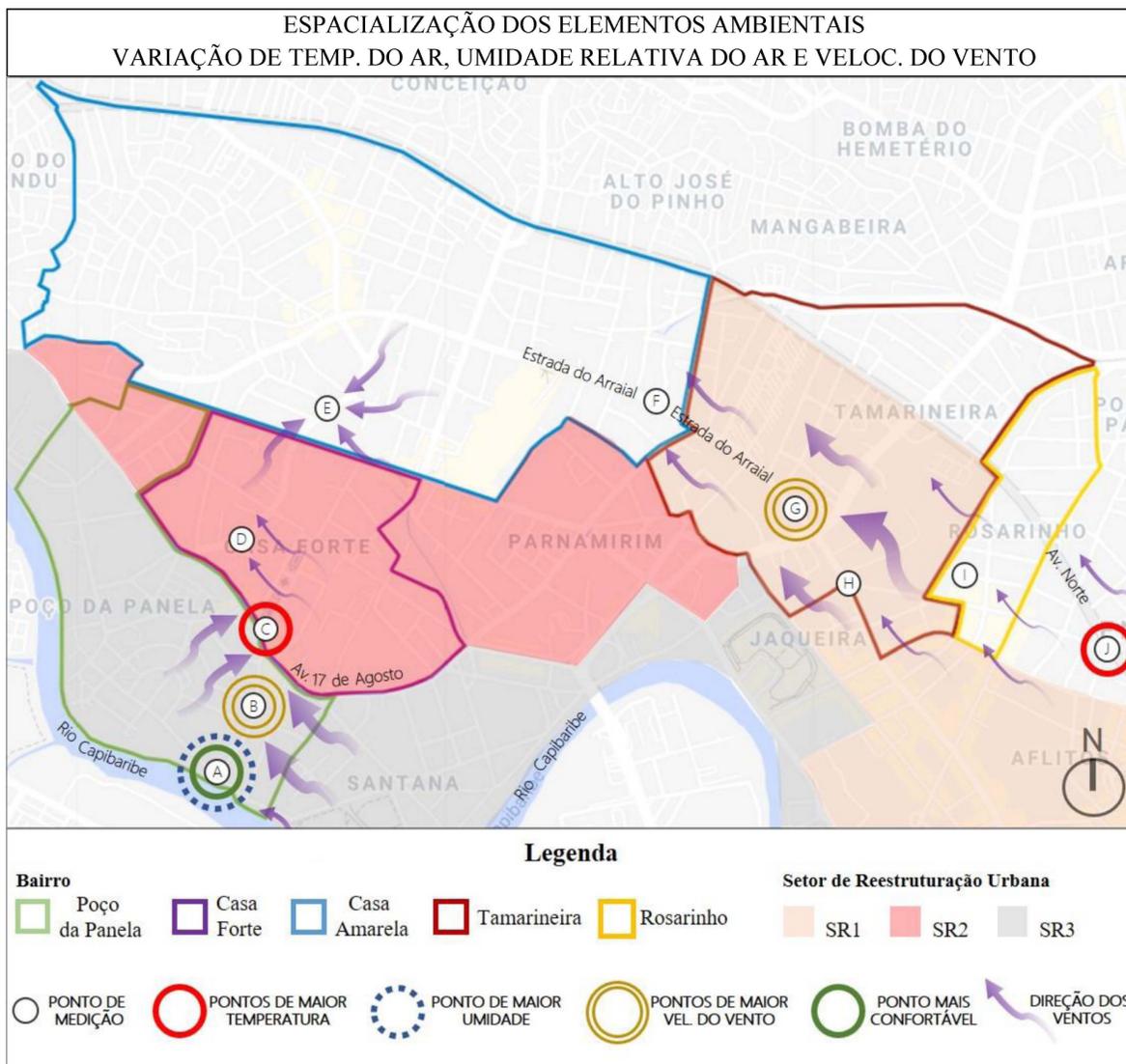


Figura 8 - Pontos I e E.
 Fonte: Artur Schimbergui (2020).

apresentaram registro diferente da orientação predominante em Recife, direção sudeste. No ponto C e no ponto H, observou-se que a mudança de direção ocorreu em razão do movimento natural do ar, visto que foram observadas ausências de barreiras e constância de direção. Em relação ao ponto E, tal alteração se deu em função da forma urbana. A ação de efeitos aerodinâmicos ocasionados pelas construções foi, essencialmente, o fator que mais exerceu influência na predominância identificada na área, tendo ocasionado desconforto por meio da ventilação canalizada e excessiva, com rajadas de incríveis 9,7 m/s. No entanto, apesar das influências negativas exercidas pela forma urbana local na ventilação, a área não esteve associada a extremos térmicos. O baixo fluxo de

automóveis e a sombra ocasionada pelos altos edifícios durante quase todo o dia foram os principais fatores observados na redução da temperatura do ar.

A seguir, apresenta-se a espacialização síntese dos elementos ambientais, em Recife:



Quadro 4 - Espacialização síntese dos elementos ambientais, em Recife/PE.
Fonte: Pesquisa de campo, 2019.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Os parâmetros urbanísticos são responsáveis por diversas transformações na cidade. Eles moldam a forma urbana, interferem no comportamento das variáveis climáticas e alteram o regime característico de ventos. A densidade construída a partir da justaposição das edificações interfere na direção e na velocidade do ar. A proximidade entre as construções associada à densidade, aos materiais e à baixa presença de solo natural e permeável, interfere no fator solar de radiação visível, na temperatura e no consumo de energia.

A pesquisa comprovou que parâmetros urbanísticos que destinam mais solo permeável e maiores afastamentos permitem a manutenção das áreas verdes, a penetração das águas pluviais no solo, auxiliam na manutenção da temperatura, facilitam a dispersão do ar, dos poluentes, a circulação dos ventos e o equilíbrio da temperatura e da umidade relativa do ar, em especial para o Recife e outras localidades com semelhantes condições de clima tropical quente e úmido.

Comparando-se o conteúdo da Lei nº 16.176/1996, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife, com o da Lei nº 16.719/2001, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo na Área de Reestruturação Urbana (ARU), verificou-se que houve um avanço, pois existiu 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 percentuais de solo natural para as construções produziram influências positivas sobre os elementos climáticos. Com observação de formas urbanas tão distintas, com características físicas e ambientais essencialmente diferentes, conclui-se um aspecto importante: não existe uma forma urbana ideal. Na realidade, existem estratégias ideais para cada tipo climático que, quando associadas e estabelecidas pela legislação urbanística, potencializam o conforto e a qualidade de vida nas cidades.

Analisar os pontos de acerto da legislação, incorporando-os ao processo futuro de discussão das cidades, oferece subsídios para uma cidade melhor, em que outras áreas da cidade sejam favorecidas e todos os setores da sociedade sejam beneficiados.

Desde 2018, o Plano Diretor do Recife está em fase de revisão. Na etapa que compreende a Lei nº 16.176/1996, verifica-se que estão sendo estudados novos parâmetros. As discussões referentes à futura lei estabelecem princípios baseados em equivalências, em que o solo natural estaria agora 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 ou substitui a funcionalidade do solo natural.

Essa possibilidade abre margem não apenas para diversas possibilidades construtivas, mas 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?

Pelos questionamentos feitos, ainda há campo para muitas pesquisas e reflexões, tanto quanto para a revisão de princípios que já deveriam ter sido assimilados. As particularidades ambientais associadas aos condicionantes climáticos devem ser consideradas no processo de planejamento urbano com o objetivo de buscar o conforto no espaço urbano, contribuindo, assim, para o urbanismo bioclimático e, conseqüentemente, para a construção de uma cidade mais sustentável. É dever dos gestores urbanos estabelecer as bases necessárias a um desenvolvimento urbano com preceitos sustentáveis para a manutenção das cidades.

Deixam-se aqui reflexões e pesquisas que envolvem os princípios do urbanismo bioclimático, como referências para que os agentes possam considerar, ao elaborar parâmetros urbanísticos que serão utilizados pelos próximos 10 anos, no mínimo, sendo responsáveis por mais uma onda de transformações urbanas - uma oportunidade de construção de um ambiente urbano diversificado, inclusivo, seguro e resiliente.

6. REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n. 1, p. 79-90, 1999.
- BARBIRATO, Gianna Melo; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues; TORRES, Simone Carnaúba. Articulação entre clima urbano e planejamento das cidades: velho consenso, contínuo desafio. In: International Conference Virtual City and Territory - 08º Congresso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, 2012, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. URL: <http://hdl.handle.net/2099/13345>
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. *Our Common Future*. The World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- FREITAS, Ruskin. Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade de vida no ambiente urbano. Recife: Editora da UFPE, 2008.
- HIGUERAS, Ester. *Urbanismo bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili, 2006. 241p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - Inmet. *Normais climatológicas do Brasil 1981-2010*. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>> Acesso em: 07 ago. 2020.
- IZARD, Jean-Louis; GUYOT, Alain. *Archi bio*. Marseille: Parenthèses, 1980. 131p.
- LACERDA, Norma; ARAUJO, Luiz Helvecio Santiago; ALVES, Paulo Reynaldo Maia; CUNHA, Francisco. *Lei dos 12 bairros: contribuição para o debate sobre a produção do espaço urbano do Recife*. 1.ed. Recife: Cepe Editora, 2018.

OKE, Timothy; MILLS, Gerald; CHRISTEN, Andreas; VOOGT, James. *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 546 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781139016476>.

RECIFE (Município). Lei nº 16.176/96. Estabelece a lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife. Recife, 1996.

RECIFE (Município). Lei nº 16.719/01. Cria a área de reestruturação urbana e estabelece as condições de uso e ocupação nessa área. Recife, 2001.

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

ROMERO, Marta Adriana Bustos; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello; LIMA, Erondina Azevedo de; WERNECK, Daniela Rocha; VIANNA, Elen Oliveira; SALES, Gustavo de Luna. *Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas*. 1.ed. Brasília: ETB, 2019. 151p.

SANTAMOURIS, Mat. *Energy and Climate in the Urban Built Environment*. 1.ed. London: James and James Science Publishers, 2001. 410p.

TORRES, Simone Carnaúba. *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, Simone Carnaúba; FREITAS, Ruskin Marinho de; BARBIRATO, Giana Melo Barbirato; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues. Bioclimatologia e sustentabilidade urbana: suas interfaces conceituais e as implicações no processo de planejamento urbano. In: ENANPUR, XV, 2013, Recife, *Anais...* Recife: Anais da XV ENanpur, 2013.

Nota do Editor

Data de submissão: 30/03/2020

Aprovação: 30/10/2020

Revisão: RMO

Artur Paulo Schimbergui Sandes de Melo

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU)

Centro de Artes e Comunicação. Avenida da Arquitetura, s/n, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, CEP 50740-550, Recife-PE-Brasil.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3810-4492>

arturschimbergui@gmail.com

Ruskin Fernandes Marinho de Freitas

Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU).

Centro de Artes e Comunicação. Avenida da Arquitetura, s/n, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, CEP 50740-550, Recife-PE-Brasil.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7347-8302>

ruskin37@uol.com.br