



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E FORMAÇÃO DE MICROCLIMAS URBANOS, EM RECIFE/PE

Ruskin Freitas (1); Thatianne Silva (2); Júlia Alves (3); Jaucele Azerêdo (4)

(1) Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ruskin37@uol.com.br

(2) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, thatianne.ferreira@gmail.com

(3) Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo, juliamedeiros.ufpe@gmail.com

(4) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, jaucele_azeredo@hotmail.com

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cidade Universitária, 50780-970, Recife-PE, Tel.: (81) 2126 8771

RESUMO

Visando à sustentabilidade ambiental das cidades, um dos caminhos a percorrer passa efetivamente pela aplicação da informação climática nos processos de concepção e de planejamento do espaço urbano. Em decorrência dos fatores climáticos locais, sejam naturais ou antrópicos, e de suas combinações no espaço urbano, originam-se os microclimas urbanos. É importante que se realizem pesquisas sobre as características morfológicas e funcionais da cidade, identificando especificidades locais que contribuam para a formação desses microclimas. Com base nisso, foram coletados dados de variáveis microclimáticas: temperatura de superfície, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, no bairro da Boa Vista, em Recife-PE, com o objetivo de associá-los à configuração do respectivo espaço urbano e de seus materiais, além de simular possíveis modificações em seus elementos. Foram avaliados diversos materiais de piso, de coberta e de mobiliário, onde se constatou o uso exacerbado de materiais que são termicamente contraindicados ao contexto climático de Recife – Tropical Litorâneo Quente e Úmido. Foi possível, também, detectar a diminuição da temperatura do ar no recinto urbano, ao se simular a inserção de indivíduos arbóreos e a troca de materiais de pavimentação. Constrói-se, assim, um importante banco de dados referenciais ao planejamento urbano.

Palavras-chave: conforto ambiental; microclimas urbanos; temperatura de superfície; Recife - PE.

ABSTRACT

Aiming at the environmental sustainability of cities, one of the ways to go is effectively to apply climate information in the processes of urban space design and planning. As a result of local climatic factors, whether natural or anthropic, and their combinations in urban space, it's originated the urban microclimates. It is important to carry out research on the morphological and functional characteristics of the city, identifying local specificities that contribute to the formation of these microclimates. Based on this, data of microclimatic variables were collected: surface temperature, air temperature, relative air humidity, speed and direction of the winds, in the Boa Vista neighborhood, Recife-PE, with the objective of associating them with the configuration of the respective urban space and of its materials, besides simulating possible modifications in its elements. Several materials of floor, cover and furniture were evaluated, where the exacerbated use of materials that are thermally contraindicated to the climatic context of Recife - Tropical Warm and Humid Coastal. It was also possible to detect the decrease of air temperature in the urban area, by simulating the insertion of arboreal individuals and the exchange of paving materials. Thus, an important reference database for urban planning is built.

Keywords: environmental comfort; urban microclimates; surface temperature; Recife - PE.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade da observância ao clima é extremamente importante, em meios arquitetônico e urbano, visando ao conforto ambiental do usuário, à eficiência energética das edificações e à sustentabilidade das cidades. No sentido de se projetar cidades resilientes e sustentáveis, é necessário conhecer o clima para onde se quer projetar, em escalas regional e local, ou seja, como se comportam as variáveis climáticas visando à qualidade do ambiente e ao bem-estar das pessoas.

A sensação de conforto térmico depende de grandezas físicas, tais como: temperatura do ar, temperatura de superfície, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Todas essas grandezas são relacionadas e diretamente influenciadas pela concepção arquitetônica: orientação, disposição, dimensões, materiais, entre outros princípios da arquitetura (FREITAS, 2008, p. 46).

Diferentes tipos de padrões construtivos e de materiais podem modificar o balanço energético do ambiente urbano, interferindo nos valores das variáveis climáticas, bem como, nas condições de drenagem urbana. A arborização urbana, por exemplo, funciona como estratégia de controle da radiação solar incidente no verão, nos recintos urbanos, contribuindo para mudar a reação de determinado material ao local (HERNÁNDEZ, 2014, MASCARÓ, 1996, ROMERO, 2000). A atual preocupação com a sustentabilidade também nos leva a refletir sobre as escolhas dos materiais, uma vez que, os materiais mais sustentáveis são aqueles que possuem melhor desempenho a respeito do conforto térmico, nesse âmbito de estudo.

Recife está inserida em clima tropical litorâneo quente e úmido, que apresenta altos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, durante todo o ano. As atividades antrópicas aliadas ao uso inapropriado de materiais construtivos têm alterado o comportamento dos elementos climáticos, levando à promoção da sensação de desconforto térmico dos usuários.

A relação entre as propriedades dos materiais e o contexto bioclimático local deve ser abundantemente estudada, a fim de não gerar ambientes patológicos e desconfortáveis, bem como devem ser respeitadas as características naturais da região e a tradição construtiva.

Pesquisas anteriores realizadas pelo Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam) da Universidade Federal de Pernambuco confirmaram a formação de microclimas urbanos em Recife a partir da conformação do espaço urbano. Nesse estudo, realizado em 1998 e repetido recentemente em 2018, foram feitas análises comparativas entre os valores registrados em medições de variáveis climáticas em 10 recintos urbanos significativos para a cidade e aqueles registrados pelas estações meteorológicas de referência, convencional e automática, do Inmet. Observou-se maior acúmulo de calor em recortes com maior densidade construtiva, maior fluxo de automóveis, ausência de vegetação arbórea, entre outros. Os estudos também revelaram que as mudanças causadas pelo crescimento urbano, ao longo dos últimos 20 anos, influenciaram diretamente os microclimas, principalmente, com o aumento de acúmulo de calor.

A presente pesquisa embasou-se nesse material já produzido pelo Laboratório e avaliou um recinto urbano, no bairro da Boa Vista, em Recife-PE (Figura 01), considerando a influência dos materiais construtivos inseridos no recinto, na formação de microclimas; como também, foram realizadas simulações a partir de possíveis modificações na configuração do recorte – troca de materiais e inserção de vegetação arbórea. Os resultados foram utilizados para avaliar o impacto, no acúmulo de calor, de mudanças relativas ao espaço construído, assim como, do crescimento urbano, visando que seja compreendido e assimilado pelos técnicos e gestores de planejamento, de modo interdisciplinar, em busca da qualidade do ambiente.

2. OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa foi analisar um recorte no bairro da Boa Vista, em Recife-PE, sob o viés de conforto termoambiental, considerando-se os seus materiais constituintes, visando contribuir para o planejamento urbano, a partir de diretrizes adequadas ao contexto climático da cidade do Recife.



Figura 01 – Vista panorâmica de Recife – PE, com destaque para o bairro da Boa Vista. Fonte: Ruskin Freitas (2019).

3. MÉTODO

Foi utilizado o método hipotético-dedutivo, partindo-se da consideração de que o processo de urbanização em Recife tem gerado acúmulo de calor, contribuindo para a formação de diferentes microclimas urbanos, a depender da forma urbana, dos materiais de revestimento, entre outros fatores climáticos, naturais e antrópicos. A partir da delimitação do objeto e do objetivo da pesquisa, foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos, com abordagens quantitativa e qualitativa:

1. Pesquisa bibliográfica, visando ao aporte teórico, sobre a formação de microclimas urbanos, em decorrência de fatores antrópicos, tais como a forma urbana e os materiais de revestimento;
2. Medições das variáveis climáticas temperatura de superfície, temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, em um recinto urbano no bairro da Boa Vista, Recife-PE;
3. Simulações de desempenho térmico do recinto urbano estudado, compreendido pelo entorno do cruzamento da Avenida Conde da Boa Vista com a Rua do Hospício, a partir do programa computacional EnviMET.

Inicialmente, foram analisadas imagens de satélite, a fim de observar as temperaturas de superfície de coberturas e pavimentação na escala mesoclimática ou microrregional. A partir de dados do satélite LANDSAT-8, a estimativa da temperatura aparente da superfície foi feita, utilizando a banda 10 da região do infravermelho. Para determinação da TS foi preciso processar a imagem de satélite a partir de uma plataforma de informação geoespacial, QGIS, versão Las Palmas. Foi necessária a obtenção de *plugins* para a coleta de dados e tratamento da imagem, como o Land Surface Temperature Estimation e o SCP. Com a imagem processada e corrigida, foi realizada uma fusão com a banda pancromática do satélite, para gerar as cores. Para a avaliação da cidade de Recife foi usada a resolução da aresta de um pixel equivalente a 30m, e para a caracterização do bairro, a resolução foi de 15m. Esse é um importante recurso para a análise de temperatura superficial, em grandes áreas. Para uma análise ao nível do usuário pedestre, a precisão desse recurso já não é satisfatória.

Para a análise da escala microclimática, foram realizadas medições utilizando termômetros infravermelhos MINIPA MT-330, operando com emissividade de 0.95. As medições ocorreram no período próximo ao solstício de verão, entre os dias 19 de dezembro de 2017 e 03 de janeiro de 2018. A área de medição foi uma circunferência com raio de 120m, contemplando um recorte do bairro da Boa Vista, em Recife-PE, o que possibilitou a comparação com uma grade de pixels, identificando os materiais presentes em maior quantidade e com diferentes propriedades. Foram escolhidas superfícies representativas de pisos, de cobertas e de mobiliário, verificando-se a temperatura de cada material, ao sol e à sombra. O recorte de estudo foi escolhido de acordo com características morfológicas e de uso do solo, verificando como decisões urbanísticas e especificações de materiais podem influenciar a sensação de conforto termoambiental. Para os materiais de cobertura, a face interna correspondeu à exposição à sombra, enquanto a externa, ao sol. Ao todo, foram analisados vinte e um materiais, sendo treze de piso, quatro de cobertura e quatro de mobiliário. Cada material foi medido em duplicata, em trechos não distantes mais de 2m e entre sol e sombra. O resultado apresentado corresponde à média aritmética desses valores. Além das medições, foram geradas imagens por meio de uma câmera termográfica FLIR TG165.

Paralelamente, foi definido um ponto de medição inserido nessa circunferência de raio de 120m, para registro das variáveis climáticas: temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em duas manhãs e duas tardes, aproximadamente às 9h e às 15h, no mesmo período das medições de temperatura de superfície. Para isso, foram usados termohigrômetros e anemômetros digitais, posicionados à altura aproximada de 1,50m do chão e afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo, a essa mesma distância. A partir da sistematização dos dados coletados e da comparação com os valores de referência disponibilizados pela estação meteorológica convencional, localizada no bairro Curado, em zona de transição urbano-rural a cerca de 10 Km do centro de Recife, foi possível comprovar o acúmulo de calor e sua relação com as modificações ocorridas com o desenvolvimento do espaço urbano, principalmente, relacionado à diminuição de vegetação arbórea e ao aumento da densidade construtiva e do fluxo de automóveis.

Com a sistematização dos dados da etapa anterior e com o auxílio do programa computacional Envi-met, foram feitas as simulações de desempenho térmico no recorte de estudo. Sobre um mapa-base, gerado a partir da imagem de satélite disponibilizada pelo Google Earth, caracterizou-se o recinto urbano em três dimensões (x, y e z) – quanto ao tipo de solo, porte da vegetação e altura dos edifícios. Em seguida, simulou-se o desempenho térmico do recorte, focando-se nas variáveis de temperatura do ar e umidade relativa do ar. As simulações também foram feitas para possíveis modificações das características do espaço urbano, com o acréscimo de vegetação arbórea e com a mudança da pavimentação, de concreto para solo natural.

Os resultados foram analisados tendo como base os conceitos de conforto térmico, propriedades dos materiais, acúmulo de calor em ambiente urbano e suas influências sobre a qualidade dos ambientes.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Recife está inserida em clima tropical litorâneo quente e úmido, apresentando baixa amplitude térmica, diária e estacional, médios e altos valores de temperatura do ar, com média anual de 25,5°C. A média anual da umidade relativa do ar é alta (80%), caracterizando-se a região por duas estações bem definidas: a estação seca e a estação chuvosa (com pluviosidade acima dos 2.000mm), com pequena variação de temperatura entre elas. A predominância da direção dos ventos é de sudeste, seguida das direções leste e sul. Segundo a NBR 15220-3:2005, Recife se localiza na zona bioclimática oito, tendo como principais estratégias bioclimáticas o sombreamento e a ventilação.

A figura 02 destaca as temperaturas de superfície - um importante indicador para a formação de microclimas urbanos. Nota-se que os maiores valores coincidem com as maiores densidades de construção e de solos impermeáveis, sobretudo, em áreas históricas e em assentamentos populares. Ao contrário, as menores temperaturas superficiais foram verificadas no noroeste do município, em áreas de alta densidade de vegetação arbórea e solo permeável. No bairro da Boa Vista, em destaque, as maiores temperaturas de superfície ocorrem no sítio histórico (no entorno da rua Velha) e na área central (no entorno da avenida Conde da Boa Vista, em especial, entre as ruas da Aurora e do Hospício), onde ocorrem atividades antrópicas em maior intensidade.

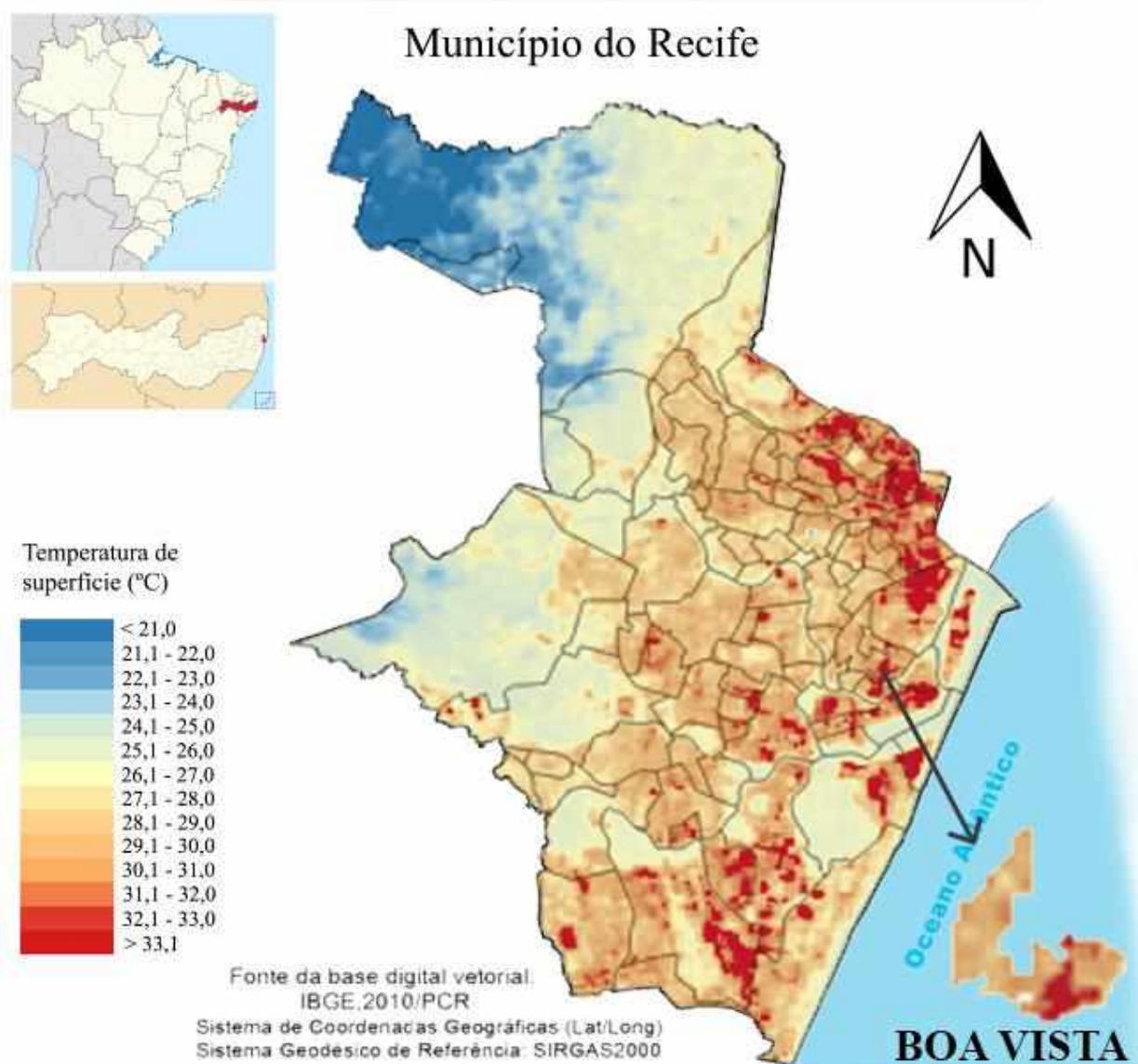


Figura 02 - Localização do município de Recife com divisão de bairros e determinação da temperatura de superfície, a partir do LANDSAT-8, resolução de 30m. Fonte: IBGE, 2010 e USGS, 2017. Adaptado por Júlia Medeiros Alves, 2018.

4.1. A observação de microclima urbano no bairro da Boa Vista

O bairro da Boa Vista está localizado no centro comercial da cidade, sob parâmetros urbanísticos que contribuem com a alta densidade construída, edificações altas e sem afastamentos entre as mesmas. A avenida Conde da Boa Vista classifica-se como via arterial, constituindo um importante corredor de ônibus, apresentando todo esse setor um intenso fluxo de veículos e de pedestres. Assim, temos a forma urbana, os volumes edificados, a impermeabilização do solo e as atividades antrópicas, em geral, conformando a formação de um microclima urbano, caracterizado pela elevação das temperaturas e pela diminuição da umidade relativa do ar. (Figura 03)



Figura 03 - Delimitação do recorte de estudo (em amarelo), compreendido entre a rua do Hospício e a av. Conde da Boa Vista. Fonte: Google Earth, 2017. Adaptado por Júlia Medeiros Alves, 2018.

Nas medições das variáveis climáticas realizadas nesse ponto do bairro da Boa Vista, a temperatura média do ar obtida foi de 30,3°C, com acúmulo de calor igual a 2,1°C, no período da manhã e de 1,4° no período da tarde, quando comparada aos dados disponibilizados pela Estação Meteorológica (28,6°C) (tabela 01). Este valor só não foi mais alto, devido à ventilação que se canaliza na avenida Conde da Boa Vista e pelo sombreamento causado, pelas edificações, em sua maioria, com 14 pavimentos e justapostas umas às outras (Figuras 04 e 05). Nesta área, a umidade relativa do ar é cerca de 3% mais baixa que na estação meteorológica de referência, confirmando a sua inversibilidade, em relação à temperatura do ar. A velocidade dos ventos é reduzida nesta centralidade urbana, pelas barreiras construídas, em cerca de 1,8m/s. Esta diminuição não é ainda maior, pois há uma certa canalização dos ventos, no seu sentido predominante, sudeste – noroeste, na avenida Conde da Boa Vista.

Tabela 01 – Médias dos valores das variáveis climáticas no cruzamento da Avenida Conde da Boa Vista com a Rua do Hospício, no bairro da Boa Vista. Elaboração: Thatianne Silva, 2018.

MÉDIA DOS VALORES DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NO CRUZAMENTO DA AVENIDA CONDE DA BOA VISTA COM A RUA DO HOSPÍCIO, NO BAIRRO DA BOA VISTA												
LOCAL	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Velocidade dos ventos (m/s)			Acúmulo de calor (°C)		
	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média	Manhã	Tarde	Média
Ponto de medição	30,6	30,0	30,3	66,7	67,8	67,3	0,5	0,7	0,6	2,1	1,4	1,8
Estação Convencional	28,5	28,6	28,6	71,2	70,2	70,7	2,8	2,0	2,4			



Figuras 04 e 05 – Fotografia e imagem termográfica do cruzamento da avenida Conde da Boa Vista com a rua do Hospício, no bairro da Boa Vista, Recife – PE. Fonte: Ruskin Freitas, 2017.

4.2. A observação da temperatura de superfície no bairro da Boa Vista

Conforme a imagem de satélite (Figura 02), as mais altas temperaturas de superfície ocorrem nas áreas mais densamente ocupadas da cidade. O bairro da Boa Vista, além da densidade de construções, também possui muitas edificações cobertas com telhas de fibrocimento e solo impermeabilizado. Os materiais mais usados, como asfalto e concreto, apresentam alta difusividade térmica (Figuras 06 e 07), sejam elas em superfícies verticais ou horizontais, absorvendo o calor no decorrer do dia e liberando-o durante a noite, mantendo a área sempre mais quente do que outros locais com maior cobertura vegetal e solo natural.



Figuras 06 e 07 - Fotografia e imagem termográfica de trecho de calçada na avenida Conde da Boa Vista, obtidas pela câmera FLIR TG165. Fonte: Ruskin Freitas, 2017.

A tabela 02 apresenta a sistematização dos dados de registro de temperatura de superfície, relacionando-a aos materiais. Quando ao sol, a vegetação gramínea registrou o menor valor (36,8°C) e o piso emborrachado em placas, apresentou o maior valor (65,9°C). À sombra, o piso cerâmico registrou o menor valor (27,3°C) e, novamente, o piso emborrachado apresentou a maior temperatura de superfície (37,9°C). Foi observada a capacidade do material cerâmico em se resfriar rapidamente, assumindo a menor temperatura registrada quando à sombra. Por ser um bom condutor de calor, o metal absorve o calor para dentro de si, rapidamente, como também o libera quando em contato com algo que esteja em maior temperatura, por isso, quando em ambiente ameno, sente-se o metal mais frio do que realmente está, pois, ao tocá-lo, ele retira parte do nosso calor, aumentando a sensação de frieza no material.

Tabela 02 - Temperatura de superfície dos principais materiais de revestimento de piso no cruzamento da Av. Conde da Boa Vista com a Rua do Hospício, com destaque para valores extremos. Fonte: Júlia Alves, 2018.

Material	Concreto	Asfalto	Emborrachado em placas	Solo natural	Gramma	Cerâmica	Intertravado padrão
Temperatura ao sol (°C)	49,9	48,3	65,9	50,2	36,8	45,5	49,4
Temperatura à sombra (°C)	36,1	32,6	37,9	28,6	27,4	27,3	34,4

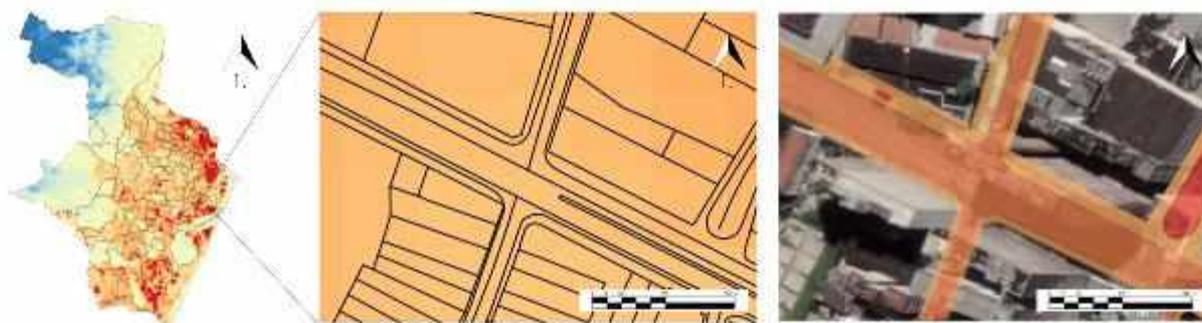


Figura 08 - Comparação entre temperaturas de superfície registradas por satélite e por medição *in loco*. Fonte: Google Earth, 2017 e USGS, 2017. Adaptado por Júlia Medeiros Alves, 2018.

De acordo com Romero (2000, p.48-50), alguns princípios de desenho urbano podem ser implantados para diminuir a temperatura de um recinto urbano. Neste caso, é necessário reduzir a produção de calor e evitar a absorção de umidade, reduzindo também a pressão de vapor. Segundo Romero (2000; 2001), Mascaró (1996) e Hernández (2014), a vegetação proporciona maiores taxas de evaporação, auxilia a filtragem do ar, promove sombreamento, diminuindo a incidência de radiação solar direta sobre as superfícies.

4.3. A observação do desempenho térmico no bairro da Boa Vista a partir de simulações

Tendo como base as informações coletadas durante as medições e as análises previamente realizadas, foi possível simular as relações entre fatores climáticos antrópicos e a criação de microclimas dos recintos urbanos estudados, com o objetivo de detectar potencialidades e fraquezas e, com isso, propor diretrizes de planejamento urbano que visem ao conforto ambiental, ou seja, e à sensação de bem-estar dos seus usuários.

Para as simulações, fez-se o uso do programa Envi-met, em sua versão básica e gratuita, com o lançamento de informações acerca das edificações, vegetação e tipos de solo. As imagens criadas compreenderam uma área de 198m x 198m cada e envolveram o cruzamento da rua do Hospício com a Av. Conde da Boa Vista (Figura 09). A simulação foi produzida com base nos dados coletados com as medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, passando-se em um período de 24h, em 27 de dezembro de 2017, um dos dias de medições das variáveis climáticas no recinto.



Figura 09 - Localização do ponto de medição na área de estudo para simulações de desempenho térmico na Boa Vista. Fonte: Thatianne Silva, sobre base de GoogleMaps, 2018.

Além da simulação do desempenho térmico resultante da sua forma urbana real, foram criadas outras imagens que simularam a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, com o aumento do número de indivíduos arbóreos e a mudança do tipo de pavimentação. Optou-se por não alterar informações relativas aos edifícios por entender que mudanças reais em seus aspectos construtivos, tal como, a altura, é algo improvável, tendo em vista uma cidade já consolidada. Os outros elementos do recorte, em contrapartida, são passíveis de mudanças, principalmente, em cenários de revisão do Plano Diretor da Cidade do Recife, da Lei de Uso e Ocupação do Solo e de possíveis intervenções de desenho urbano.

Para a espacialização das características físicas do recorte de estudo, criou-se sobre a base das imagens (Figura 09) uma malha, de 99(x) x 99(y) pontos equidistantes, que preenchem 2m(x) x 2m(y) cada um, ocupando toda a área de 198m x 198m. Verticalmente, a malha possui 25 pontos equidistantes, com 3m cada, que seria a altura aproximada de um pavimento. As medidas escolhidas foram usadas devido às limitações da versão gratuita do programa, que só permite malhas de 100x100x40.

Para a simulação da situação real da Boa Vista, as informações inseridas no programa foram concernentes a edifícios com alturas entre 3 e 60m, poucos indivíduos arbóreos, de pequeno e médio porte com copas ralas ou densas, e solos que variavam entre solo natural, concreto e asfalto (Figura 10).

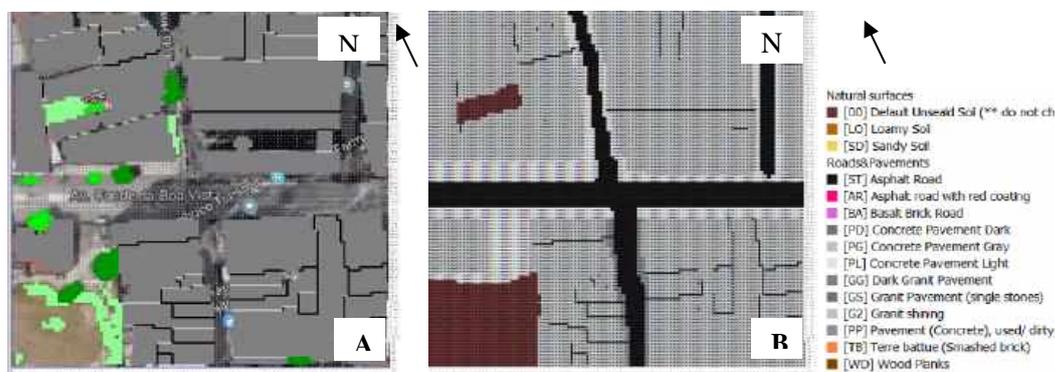


Figura 10 – Caracterização do recinto urbano real da Boa Vista quanto a edificações, vegetação (A) e tipo de solo (B). Fonte: Thatianne Silva, a partir do programa Envi-Met, 2018.

Como resultados para as simulações de temperatura do ar e umidade relativa do ar, a uma altura de 1,5m, sob condições microclimáticas, a partir da inserção dos valores medidos no cruzamento da Av. Conde da Boa Vista com a Rua do Hospício, obtiveram-se as imagens apresentadas abaixo (Figuras 11 e 12). Elas simulam o desempenho térmico do espaço às 15h do dia 27 de dezembro de 2017, por ser um horário em que o acúmulo de calor é bastante representativo para o clima de Recife.

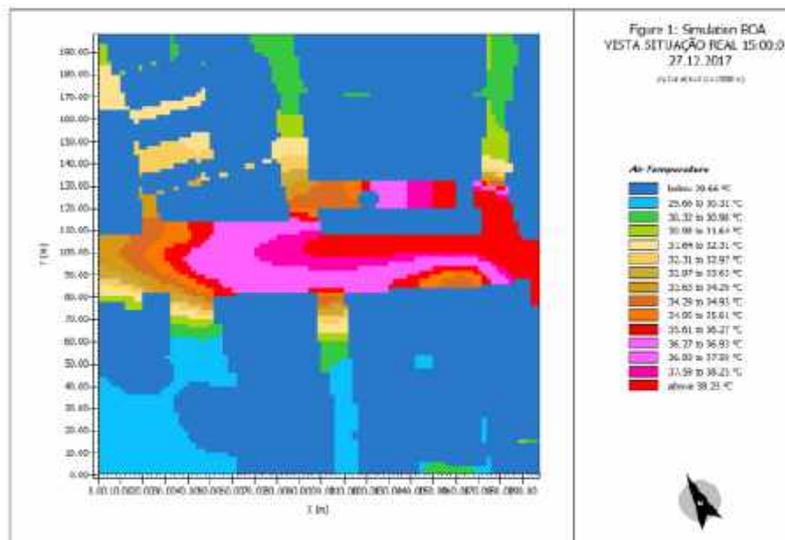


Figura 11 – Simulação de temperatura do ar em condições reais de trecho da Boa Vista, às 15h, do dia 27 de dezembro de 2017.
 Fonte: Thatianne Silva, a partir do programa Envi-Met, 2018.

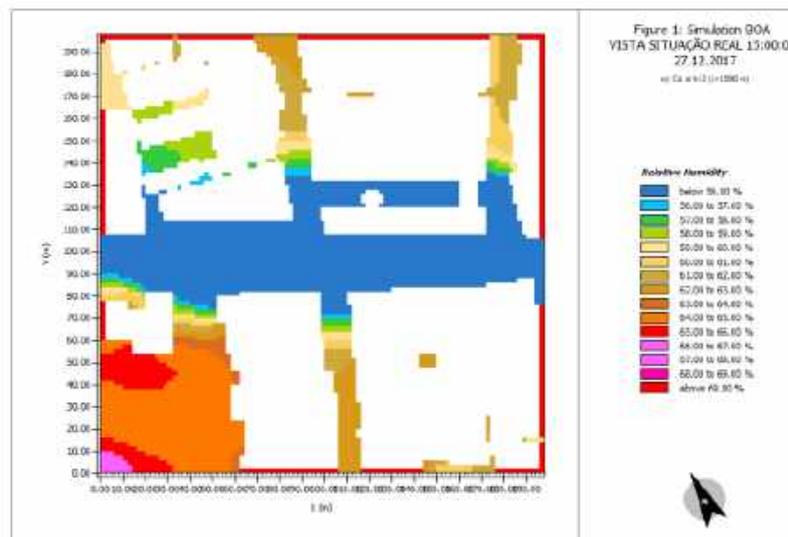


Figura 12 – Simulação de umidade relativa do ar em condições reais de trecho da Boa Vista, às 15h, do dia 27 de dezembro de 2017.
 Fonte: Thatianne Silva, a partir do programa Envi-Met, 2018.

Observa-se, na figura 11, que entre as edificações verificam-se os valores mais baixos de temperatura do ar (abaixo de 29,66°C) enquanto os valores mais altos foram apontados na Av. Conde da Boa Vista (acima de 32 °C). Percebe-se, ademais, que os valores entre 29,66 °C e 31,64 °C (tons de verde e azul mais claro) encontram-se localizados em um grande lote com solo permeável ou em vias estreitas, cujas alturas dos edifícios possibilitam o seu sombreamento à hora da simulação.

Ao contrário da disposição das faixas de temperatura do ar, a umidade relativa, como mostra a figura 12, apresenta-se com seus valores mais baixos nas imediações da Av. Conde da Boa Vista, enquanto os valores mais altos se manifestaram na área de solo natural. Isso ocorre porque as variáveis temperatura e umidade são inversamente proporcionais, ou seja, na medida em que há o aumento de umidade, há a diminuição de temperatura, e vice-versa.

Ao imaginar uma possível intervenção que viesse a influenciar no desempenho térmico do recinto em questão, decidiu-se simular como as variáveis climáticas se comportariam caso houvesse o plantio de vegetação arbórea em parte da calçada da Av. Conde da Boa Vista e da Rua do Hospício, bem como a substituição da pavimentação para solo natural no mesmo local (Figura 13). Foram acrescentados indivíduos de porte médio com copa densa, compatíveis com o perfil da via. As demais informações de entrada do programa foram mantidas, como o período de simulação e os dados coletados nas medições, havendo alterações apenas quanto à vegetação e ao solo. A partir disso, foram geradas mais duas imagens de simulação de desempenho térmico (Figuras 14 e 15).

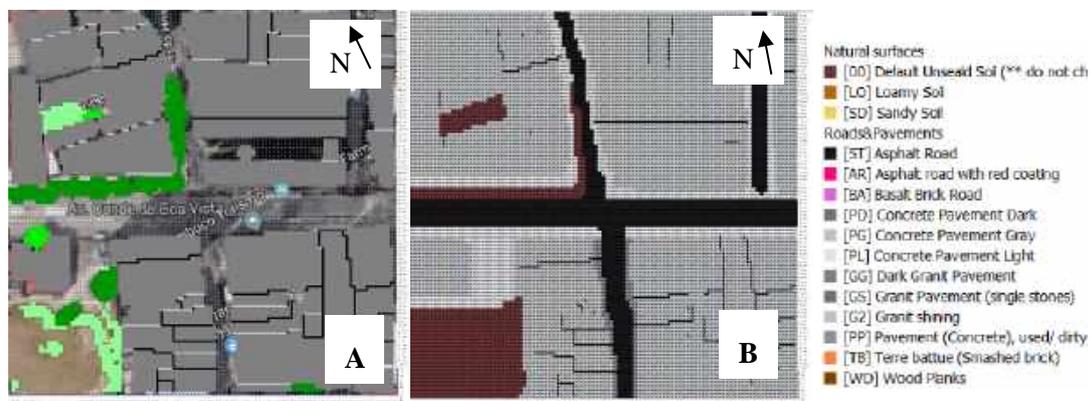


Figura 13 – Caracterização do recinto urbano modificado da Boa Vista quanto à vegetação (A) e ao tipo de solo (B). Fonte: Thatianne Silva, a partir do programa Envi-Met, 2018.

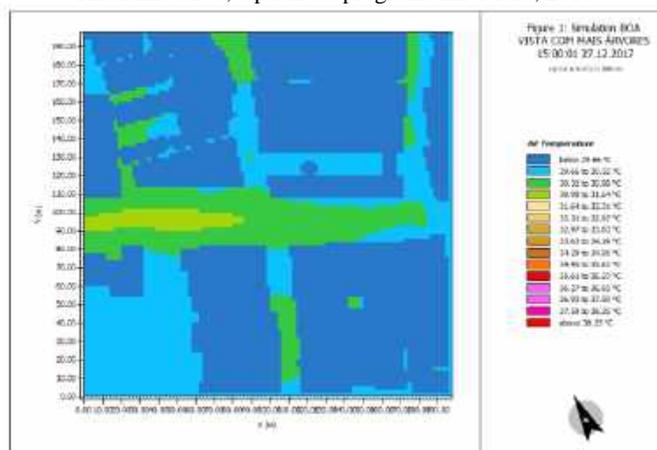


Figura 14 – Simulação de temperatura do ar com o acréscimo de vegetação e solo natural em trecho da Boa Vista, às 15h, do dia 27 de dezembro de 2017. Fonte: Thatianne Silva, utilizando programa Envi-Met, 2018.

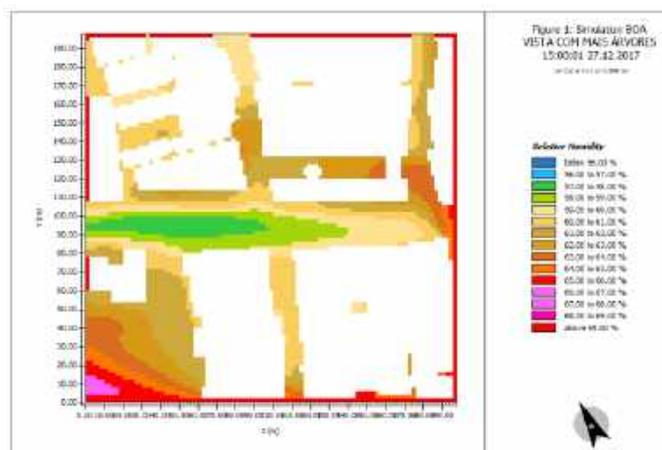


Figura 15 – Simulação de umidade relativa do ar com o acréscimo de vegetação e solo natural em trecho da Boa Vista, às 15h, do dia 27 de dezembro de 2017. Fonte: Thatianne Silva, utilizando programa Envi-Met, 2018.

5. CONCLUSÕES

A partir da pesquisa desenvolvida, referente à temperatura de superfície e à formação de microclimas urbanos, em Recife – PE, pode-se afirmar que os materiais mais utilizados nas superfícies urbanas do recorte estudado, no bairro da Boa Vista, são os que possuem pior desempenho térmico, atuando como influenciadores no aumento da temperatura do ar, interferindo diretamente no conforto ambiental do usuário.

As simulações realizadas pelo programa Envi-met demonstraram a interrelação entre fatores e variáveis climáticas, uma vez que mudanças relativas à vegetação ou ao tipo de solo geraram resultados distintos acerca do desempenho térmico.

Caso ocorresse a inserção de vegetação arbórea e a troca de materiais de pavimentação impermeáveis por solo natural, em alguns trechos nas calçadas da avenida conde da Boa Vista, ocorreria uma diminuição na temperatura de superfície, como também, uma diminuição na temperatura do ar, naquele recinto urbano. Pelas simulações efetuadas, a avenida Conde da Boa Vista seguiria sendo o trecho mais quente da área, contudo, os valores se manteriam até os 32°C, aproximadamente. Em relação à umidade relativa do ar, o padrão se manteria, havendo o aumento dos valores obtidos, seguindo o princípio da inversabilidade em relação à temperatura do ar.

Evidenciam-se as escolhas tomadas por arquitetos e urbanistas no que se refere às especificações dos materiais, e de gestores públicos, na implantação de projetos arquitetônicos e urbanos como fundamentais para a formação de microclimas urbanos, bem como, destaca-se a necessidade de valorização da questão ambiental, no seu sentido mais abrangente, como uma estratégia bioclimática e, por conseguinte, como instrumento para as questões social, cultural e econômica, visando à sustentabilidade ambiental.

Recomenda-se o contínuo estudo de conforto ambiental, em especial, relativo à temperatura das superfícies em ambientes urbanos, a fim de monitorar como elas alteram os microclimas e assim, orientar as intervenções, sobretudo, de requalificação urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FREITAS, Ruskin. **Entre mitos e limites**: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade no ambiente construído. Recife : Ed. da UFPE, 2008.
- HERNÁNDEZ, Agustín (coord.). **Manual de desenho bioclimático urbano**. Manual de Orientações para a Elaboração de Normas Urbanísticas. Coordenação editorial e tradução para português: Artur GONÇALVES, Antonio CASTRO e Manuel FELICIANO. Bragança [Portugal]: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.
- MASCARÓ, Lúcia. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra, 1996.
- PREFEITURA DO RECIFE. **Lei nº 17.511/2008. Plano Diretor do Município do Recife**. Pernambuco: Prefeitura do Recife, 2008.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura bioclimática dos espaços públicos**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.
- ROMERO, Marta Adriana Bastos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 2000.

Sítio eletrônico visitado:
www.envi-met.com/

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/UFPE). Agradecem também aos estudantes vinculados ao Lacam/UFPE e à professora Larissa Falcão, que auxiliaram na coleta de dados; a Dra. Simone Torres, pelo suporte em relação ao uso do programa Envi-Met; à estudante do Curso de Arquitetura e Urbanismo Bárbara Ferragut e ao estudante do Curso de Física Naudson Lopes.