ANÁLISE DA VENTILAÇÃO E DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DA SUPERQUADRA 500 DO SUDOESTE - BRASÍLIA DF

Nathália de Mello Faria (1); Marta Adriana Bustos Romero (2)

(1) Especialista em Reabilitação Sustentável, Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Arquiteta e Urbanista, nmfarquitetura@gmail.com, Universidade de Brasília, +55 61 98251 9862
(2) Professora Titular FAU UNB, romero@unb.br Universidade de Brasília, +55 61 99211-6208

RESUMO

No bairro Sudoeste do Plano Piloto de Brasília, em uma região antes coberta por vegetação nativa e sem previsão de ocupação no planejamento inicial da cidade, iniciou-se as obras de um nova Superquadra no final de 2019, tornando o que antes era solo permeável em uma superfície impermeabilizada. A pesquisa analisou o impacto que ocasionará a implementação desse novo empreendimento na ventilação e na temperatura das imediações do Bairro. Utilizou-se de sensoriamento remoto – freeware QGis v. 2.18, para identificar a temperatura de superfície da região antes da construção do empreendimento, e da simulação computacional – software Envi-met v.4.4.3, para identificar a temperatura superficial, a velocidade e a direção dos ventos depois da construção do empreendimento. O cenário simulado revela o aumento significativo de mais de 13°C na temperatura de superfície da superquadra devido a implantação dos edifícios em diversos sentidos, a supressão da vegetação nativa, a rugosidade das superfícies e o aumento do albedo, que alterarão significativamente a direção e a velocidade da ventilação urbana. Os parâmetros analisados indicam a nova Superquadra como uma área potencial de ilha de calor urbana (ICU) para o bairro existente, que já apresenta padrões menores de sustentabilidade quando comparados aos projetados por Lucio Costa.

Palavras-chave: ventilação urbana, sensoriamento remoto, simulação computacional, ilha de calor urbana.

ABSTRACT

In the southwest neighborhood of Brasilia's Plano Piloto, in a region previously covered by native vegetation and with no occupation forecast in the city's initial planning, construction work began on a new superquadra at the end of 2019, turning what was previously permeable soil into an impermeable surface. The research analyzed the impact that the implementation of this new development will have on the ventilation and temperature of the neighborhood's surroundings. Remote sensing was used - freeware Qgis v. 2.18, to identify the surface temperature of the region before construction of the project, and computer simulation - software Envi-met v.4.4.3, to identify the surface temperature, wind speed and direction after construction of the project. The simulated scenario reveals the significant increase of more than 10°C in the surface temperature of the superquad due to the implantation of the buildings in several directions, the suppression of native vegetation, the roughness of the surfaces and the increase of albedo, which will significantly alter the direction and speed of urban ventilation. The parameters analyzed indicate the new superquadra as a potential urban heat island (uhi) area for the existing neighborhood, which already presents lower sustainability standards when compared to those designed by Lucio Costa[1].

Keywords: urban ventilation, remote sensing, computer simulation, urban heat isla

[1] Lucio Costa was a Brazilian architect and urban planner. Author of the project for the Pilot Plan of the City of Brasilia, the capital of Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O Distrito Federal está situado no Centro-Oeste do Brasil, entre os paralelos 15°30' e 16°03' e os meridianos 47º18’ e 48º17’ (oeste de Greenwich) e aproximadamente 1.070 metros acima do nível do mar. Climaticamente, o Distrito Federal apresenta duas estações com características distintas: temporada quente e úmida de outubro até abril e temporada quente e seca. Os ventos ocorrem mais frequentemente na direção leste e têm sua maior frequência no inverno, quando atinge cerca de 28.6% de intensidade. Esses ventos têm velocidade de 3 a 7 m/s, atingindo os valores máximos na direção nordeste, durante o Outono.

Territorialmente, o DF é composto por 32 Regiões Administrativas (RAs), criadas ao longo do tempo por meio de decretos e leis. Criada em 1987, a RA XXII Sudoeste/Octogonal foi prevista no documento “Brasília Revisitada” de Lucio Costa, a partir do desmembramento de áreas antes pertencentes a RA I- Brasília.

Esse setor sudoeste é composto por superquadras, quadras econômicas, quadras mistas, centro comercial, Instituto Nacional de Metereologia - INMET, parque dos sucupiras, parque do bosque, setor octogonal e pelo setor de indústrias gráficas. As suas superquadras possuem configuração semelhante às superquadras sul e norte, seguindo o padrão de blocos isolados, altura constante (seis pavimentos) e livre circulação de pedestres no térreo (pilotis abertos). Por serem mais novas, porém, estas seguem padrões de construção diferentes das demais apresentando edifícios mais próximos e vegetação menos densa tanto nas áreas internas das quadras, como nas áreas externas.

Em 2006, foi lançado um projeto de construção de uma nova Superquadra nessa área, denominada “Quadra 500 do Sudoeste”. Localizada entre o INMET e o Parque das Sucupiras. O complexo - que não estava previsto no plano original da cidade – foi implantado na última área de cerrado nativo da cidade.

Segundo Lopes et al. (2018), em 2006, quando a área foi entregue à Marinha, a previsão era de que os edifícios que ali existiriam, teriam apenas 3 pavimentos. Em 2007, porém, foi aprovado em reunião do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (ofício 545/2007) que o gabarito dos prédios pertencentes a Superquadra 500 teriam 6 pavimentos e pilotis, assim como as demais Superquadras do Setor Sudoeste (Figura 1). Com a mudança no número de pavimentos, outra preocupação veio à tona: o consequente aumento no número de moradores e nos recursos utilizados por eles.

Figura 1- Planta da ocupação da Superquadra Sudoeste 500.



Fonte: Portal das Quadras 500. Disponível em < quadra500sudoeste.com >

Além de ser uma área frágil ambientalmente e sem previsão de ocupação no planejamento da cidade, uma ocupação de alta densidade construtiva e desenho urbano sem qualidade impacta tanto na infraestrutura do bairro, como também no conforto microclimático da região. A deturpação do planejamento urbano inicial e a supressão da vegetação nativa tornou o que antes era solo permeável em superfície impermeabilizada (Figura 2).

Figura 2- Fotografia da Superquadra 500. Outubro de 2020.



Fonte: Portal Globo Brasília.

Os estudos realizados no DF demonstram que o excessivo adensamento urbano, o aumento do albedo, a rugosidade das superfícies e a remoção da vegetação ocasiona o fenômeno da Ilha de Calor Urbana – ICU – (Romero et al, 2019). A ICU pode ser identificada quando a temperatura do ar do ambiente urbano está mais elevada, a umidade relativa do ar está mais baixa e existe uma alteração na velocidade dos ventos e no regime de chuvas quando comparado às regiões microclimáticas rurais.

Para ZHU (2016) alguns motivos para a alteração da direção e velocidade dos ventos urbanos, é a localização incorreta dos edifícios que acabam criando corredores de ventilação em situações de vento fraco ou calmo, e os grandes blocos de edifícios que fecham o traçado urbano e facilitam a formação de uma zona de sombra ao vento no lado de sota-vento da construção.

O trabalho, portanto, propõe analisar como estudo de caso a Superquadra Sudoeste 500 para verificar o impacto que ocasionará a implementação desse novo empreendimento na ventilação e na temperatura superficial, identificando, consequentemente, a possível formação de uma nova ilha de calor urbana.

2. OBJETIVO

O objetivo do estudo é analisar o impacto que o volume do novo empreendimento exerce tanto na ventilação urbana como na temperatura superficial do local.

3. MÉTODO

O método de trabalho consta de três etapas:

- A primeira etapa foi a elaboração do mapa de temperatura de superfície pelo freeware Qgis versão 2.18, para caracterizar climaticamente a região antes da construção do empreendimento;
- A segunda etapa foi a elaboração do mapa de temperatura de superfície e os mapas de ventilação, por meio do Software Envi-Met versão 4.4.3, para caracterizar climaticamente a região após a construção do empreendimento.
- A terceira consiste na análise dos resultados e na comparação entre os dados dos mapas de temperaturas e de ventilação obtidos antes e depois da construção da Superquadra 500 do Sudoeste

3.1. Mapa antes da construção da Superquadra 500.

O QGIS é um software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados geo referenciados. Utilizando como plataforma o QGis, a extração dos dados foi feita pelo plugin Land Surface Temperature. Esse plugin extrai a temperatura da superfície terrestre de imagens e calcula a emissividade da superfície terrestre usando a abordagem NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

Pelo portal do Earth Observing System para a Região Administrativa de Brasília, foi extraída a imagem do LandSat 08, bandas 4, 5 e 10, e os metadados. O Satélite registra as imagens quinzenalmente e por

esse motivo, a escolha da fotografia para a realização do mapa foi no dia com menos nuvens do mês de setembro de 2018: o dia 29.

O horário de passagem desse satélite é entre 10 horas e 12 horas, e, portanto, adota-se como base para esse estudo o horário das 12 horas. Nesse horário, o vento estava a 2,6 m/s e as temperaturas máximas e mínimas registradas foram, respectivamente, 26 °C e 24,3 °C. Com esses dados e utilizando o plugin Land Surface Temperature, geramos o mapa de temperatura de superfície do recorte antes da construção do empreendimento. (Gráfico 2).

Gráfico 1- Gráfico de Temperatura Máxima e Mínima- dia 29/09/2018

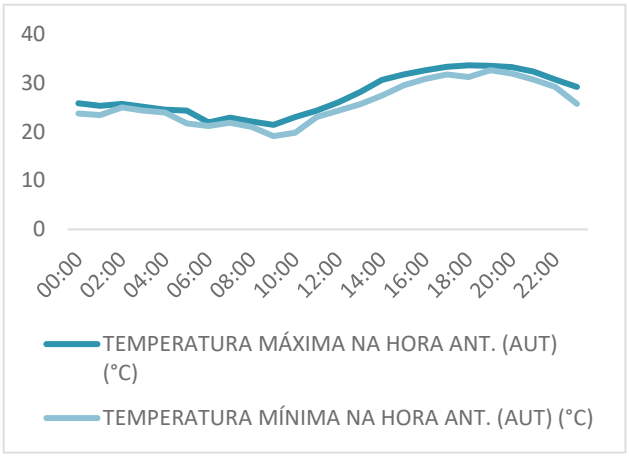
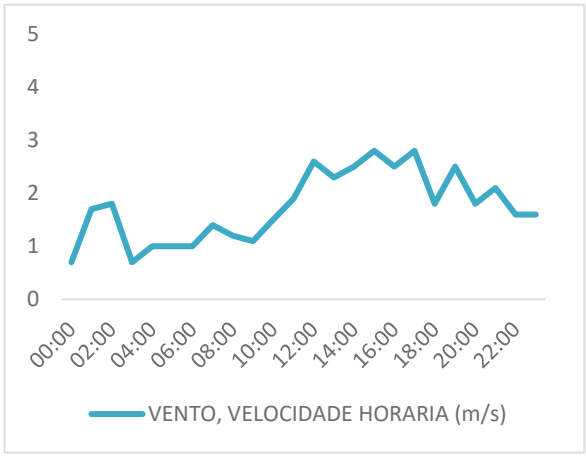


Gráfico 2 - Gráfico da Velocidade do Vento - dia 29/09/2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo INMET Estação Automática de Brasília.

3.2. Mapas depois da construção da Superquadra 500.

O ENVI-MET é o programa do tipo CFD (Computational Fluid Dynamics) utilizado na escala microclimática, para investigações de poluição do ar, conforto de pedestres e fluxo de ar no entorno de edifícios. Esse programa trabalha com a análise de frações urbanas.

Para a simulação, foram utilizados dados climáticos configurados a partir do arquivo climático formato EPW (Energy Plus Weather) obtido no portal do EnergyPlus para a Região Administrativa de Brasília. Foi utilizado o método desenvolvido por Adário, Silva e Silva (2019) que força o comportamento do vento, da temperatura, da umidade e da cobertura de nuvens pela aba “Full Forcing” do Envi-met.

Para a escolha do dia da simulação, foi utilizado como base a metodologia de Ren, C. et all (2018), segundo o qual, um dia típico para a análise da ventilação é aquele que contenha a melhor frequência de brisas leves e com sombra de vento sob condições típicas do clima e sem chuva. Há uma limitação de datas: por serem dados com correções estatísticas, os dados disponíveis têm como ano limite o ano de 2018. Analisando, portanto, esse ano, o mês mais quente e seco foi o de setembro. O dia mais típico, com condições típicas do clima, ventos que se comportaram conforme os ventos típicos do decorrer do ano, e sem chuva, foi o dia 08 de setembro, e, portanto, foi a data escolhida para a simulação.

No dia 08/09/18, a temperatura máxima atingida foi de 28,9 °C (Gráfico 3) no período noturno e os ventos atingiram velocidade média de 3,1 m/s (Gráfico 4), tendo seu pico às 16 horas em que atingiu 4,7 m/s.

Gráfico 3- Gráfico de Temperatura Máxima e Mínima- dia 08/09/2018

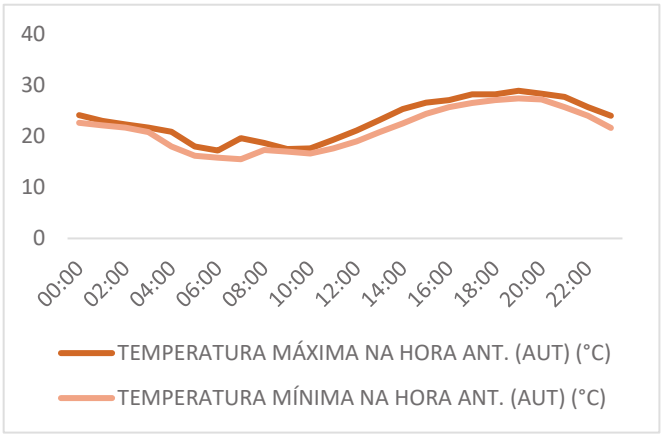
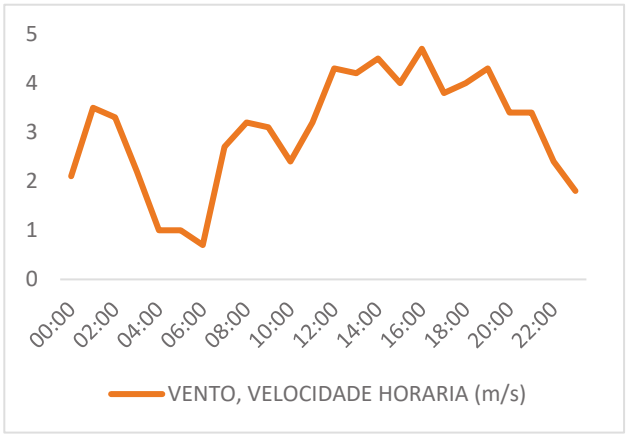


Gráfico 4 - Gráfico da Velocidade do Vento - dia 08/09/2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo INMET Estação Automática de Brasília.

Os materiais utilizados na modelagem foram: asfalto (asphalt), pavimento de concreto cinza (concrete pavement gray) para calçadas e térreo das edificações (pilotis), solo argiloso (loamy soil) e grama (grass) para as áreas ainda permeáveis do terreno. Os coeficientes utilizados para os parâmetros de: comprimento de rugosidade, albedo e emissividade, foram os detalhados na Tabela 1.

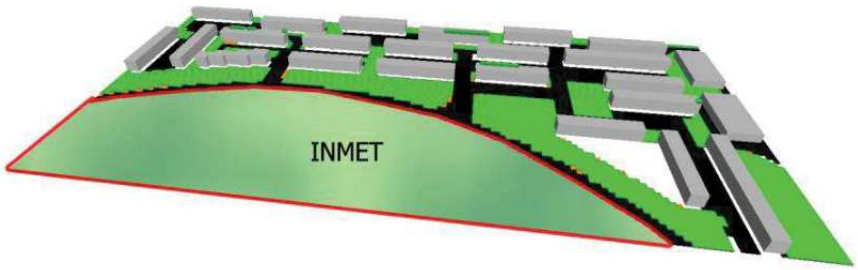
Tabela 1 - Coeficientes utilizados na Simulação Computacional.

Materiais	Coeficientes		
	Comprimento de Rugosidade	Albedo	Emissividade
Asphalt Road	0.01	0.2	0.9
Concrete pavement gray	0.01	0.5	0.9
Loamy Soil	0.015	0.00	0.98
Grass 25 cm, dense	-	0.20	-

Fonte: Adaptado de ENVI-MET Data Base Manager 4.4.3.

A dimensão do modelo adotado foi de 145 (eixo x), 67 (eixo y) e 30 (eixo z), e, portanto, o tamanho do grid foi de 5 x 5 x 2 (dx x dy x dz) devido ao tamanho da área (725m x 335m). A área escolhida para simulação engloba parte do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), indicado na imagem de referência (Figura 3). O Norte está rotacionado 18 graus em relação ao sentido anti-horário.

Figura 3– Modelo Envi-Met da Superquadra 500.



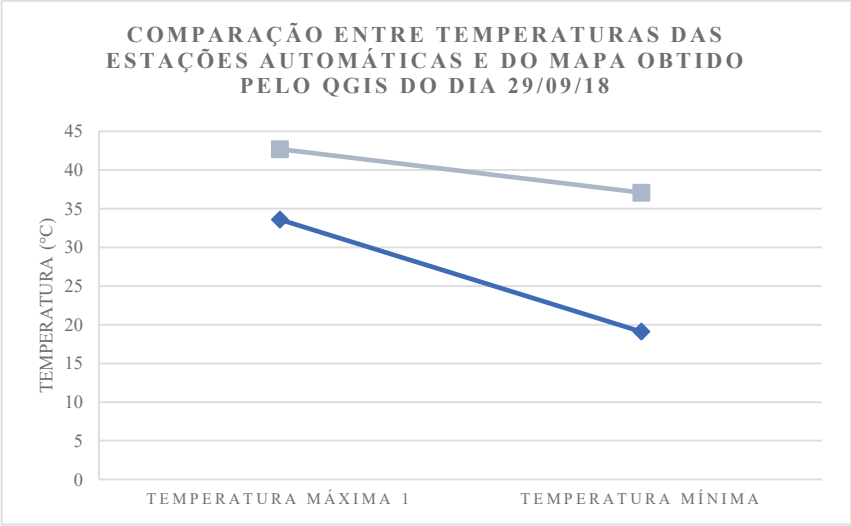
Fonte: Elaboração Própria.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos pelo QGis corresponderam a temperatura superficial média do dia 29 de setembro de 2018, já os resultados obtidos pelo Envi-met tiveram como resultado os mapas de temperatura superficial no horário de 12 horas (horário de passagem do satélite Landsat-8) e de velocidade dos ventos, no horário de 09 h, 15h e 21h (manhã, tarde e noite) do dia 08 de setembro de 2018.

O Mapa de temperatura de Superfície do dia 29/09/2018 apresenta a média da temperatura ao longo do dia. Nele, pode-se observar que antes da implantação da Superquadra 500, o local tinha temperaturas que variavam de 37 a 42 °C. Analisando o gráfico da temperatura da Região Administrativa de Brasília para o mesmo dia, percebe-se que , a temperatura mínima de superfície que a região atingiu, é 4 °C maior do que a máxima indicada no dia. Essa diferença é ainda maior quando foi analisada a região mais central do terreno, que atinge a temperatura de aproximadamente 42 °C, 9°C a mais da indicada pelas estações meteorológicas (Gráfico 5 - Comparação entre as Temperaturas (Mapa superficial e dados das estações automáticas).Isso se deve, às massas vegetativas que estavam presentes na região. Segundo demonstram as pesquisas (Romero et al, 2019, p.64) a vegetação rasteira e típica do cerrado, na seca (em setembro) comporta-se de maneira semelhante ao asfalto - com temperatura de superfície mais alta - e, por isso, pode-se ver que o interior do terreno apresenta temperaturas mais altas, corroborando os dados pesquisados.

Gráfico 5 - Comparação entre as Temperaturas (Mapa superficial e dados das estações automáticas)

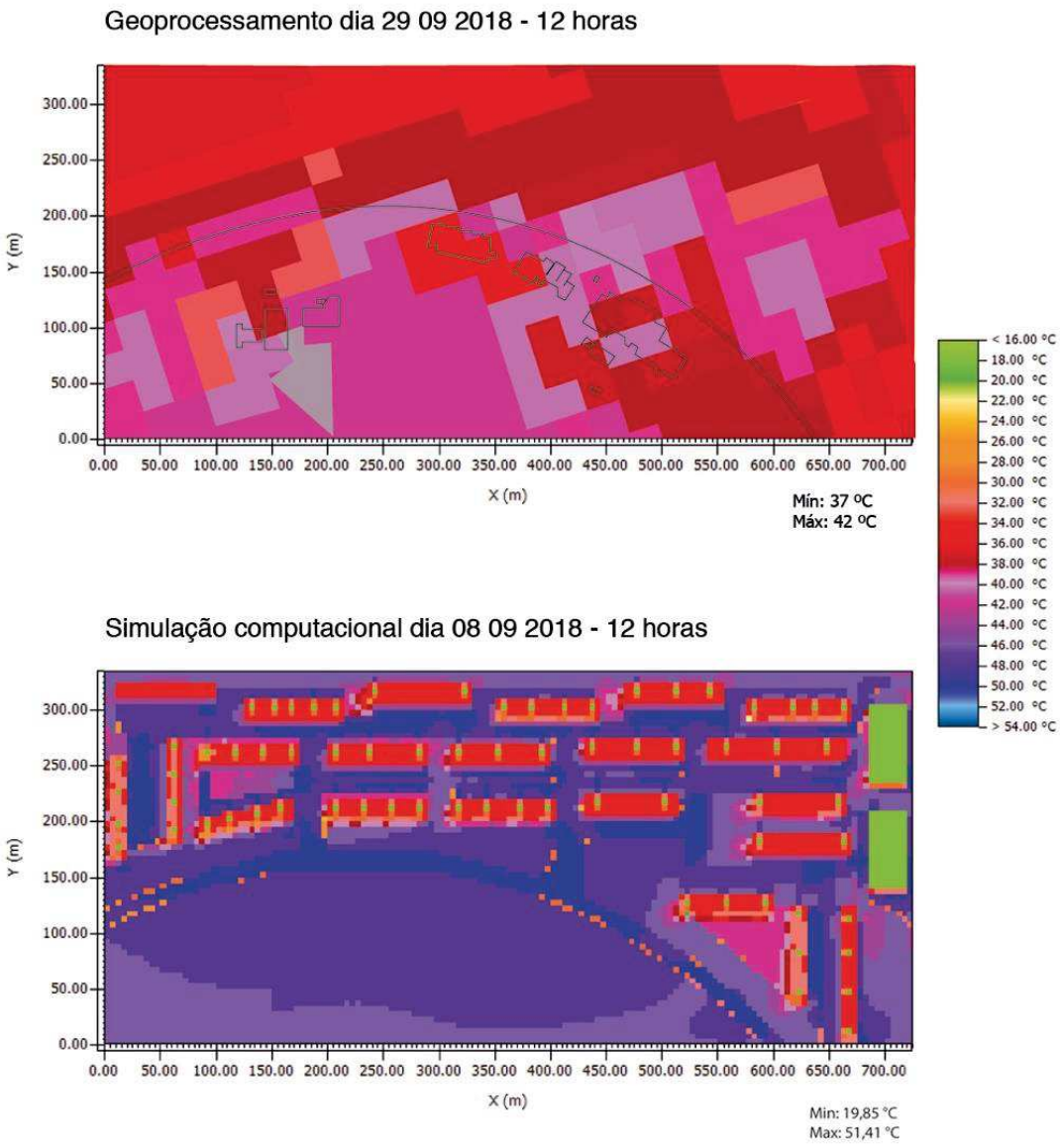


Fonte: Elaboração Própria.

Os dias escolhidos possuem temperaturas ao longo do dia com comportamentos semelhantes. O dia 29/09/2018 teve, porém, temperaturas mais elevadas e menos ventilação ao longo do dia. Na comparação entre

as temperaturas superficiais do mapa de antes e depois da construção, porém, percebe-se que a máxima atingida no local antes da construção da Superquadra era de 42 °C, enquanto que a simulação computacional para o mesmo horário (12 horas) registrou máxima de 51, 41 ºC , ou seja, quase 10ºC a mais (Figura 4).

Figura 4– Comparação entre as temperaturas superficiais.



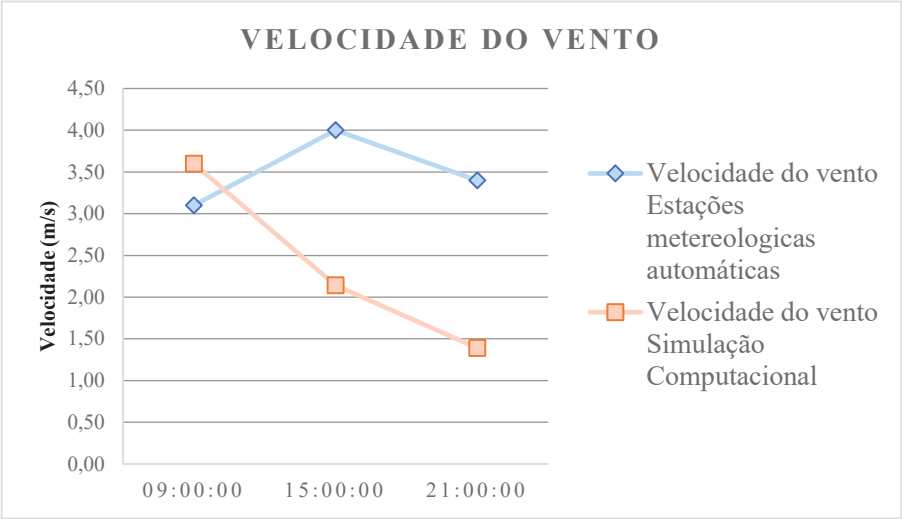
Fonte: Elaboração própria.

Em relação à velocidade dos ventos, percebe-se pelos mapas obtidos que a direção e a velocidade mudam no decorrer do dia. No período da manhã, indicado pelo mapa da velocidade do vento das 09 horas, o vento apresentava direção Leste. Nesse período, a máxima foi de 3,60 m/s em alguns pontos no interior da quadra, formando alguns corredores canalizadores de vento. A média geral foi de 1 a 1,60 m/s nas vias de acesso à quadra.

Nesse horário a velocidade do vento registrada pelas estações automáticas foi de 4,3 m/s enquanto que na simulação - em que está presente a Superquadra- a velocidade máxima atingida foi de 3,26 m/s (Tabela 2 e Gráfico 7). Nos demais horários simulados - 09, 15 e 21 horas - percebe-se uma diminuição significativa na velocidade dos ventos no período da tarde e da noite. Pela manhã, sobretudo, o vento, que nesse horário tem sua direção predominante - Leste /Oeste - atinge velocidade um pouco mais elevada - 0,50 m/s a mais - da

registrada no mesmo horário e dia pelas estações automáticas.

Tabela 2 - Comparação da velocidade do vento.

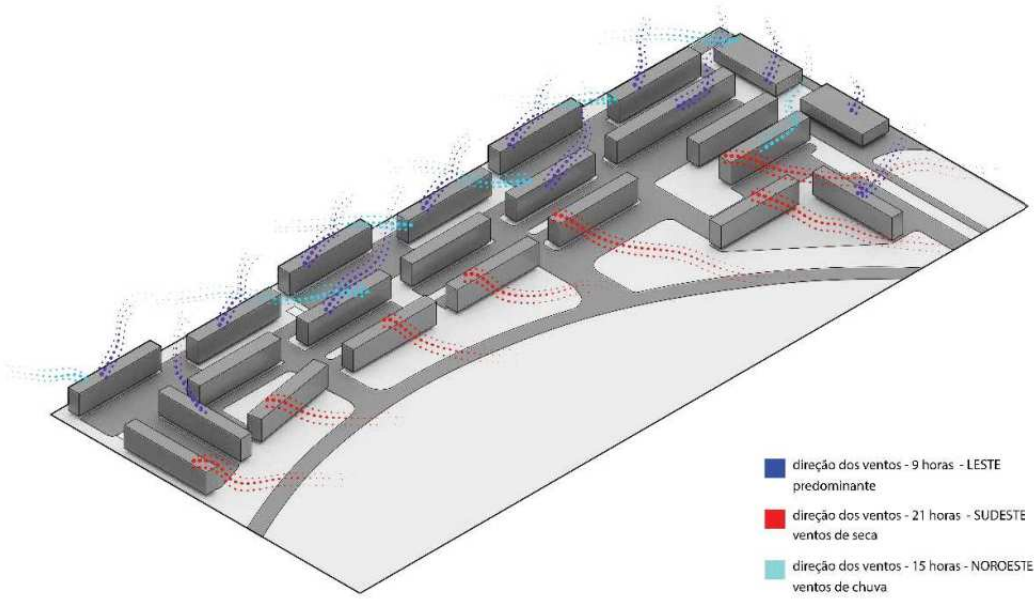


Fonte: Elaboração Própria.

Às 15 horas, a velocidade do vento na quadra toda atinge velocidade de 1 a 1,90 m/s, sendo que a registrada para o mesmo horário nas estações automáticas era de 3,8 m/s. As 21 horas, o vento fica estagnado e, portanto, na maior parte da quadra, o vento tem velocidade de 0,40 a 0,70 m/s. Nesse período, a velocidade máxima atingida é de 1,39 m/s, O vento, que nesse horário incide na direção Sudeste, percorre três corredores formados pelas vias principais, perdendo velocidade conforme se aproxima dos edifícios do noroeste da quadra.

Percebe-se, portanto, que os ventos do Leste - simulados no horário das 09 horas – são canalizados pelos edifícios dispostos no mesmo sentido (Leste-Oeste), porém encontram barreiras – os dois edifícios implantados na perpendicular ao noroeste da quadra – que acabam impedindo que a ventilação chegue com velocidade ao final da quadra e, consequentemente das quadras mistas que estão no entorno imediato noroeste da Superquadra (representado em azul escuro na Figura 5).

Figura 5 – Perspectiva da direção dos Ventos na Superquadra 500.

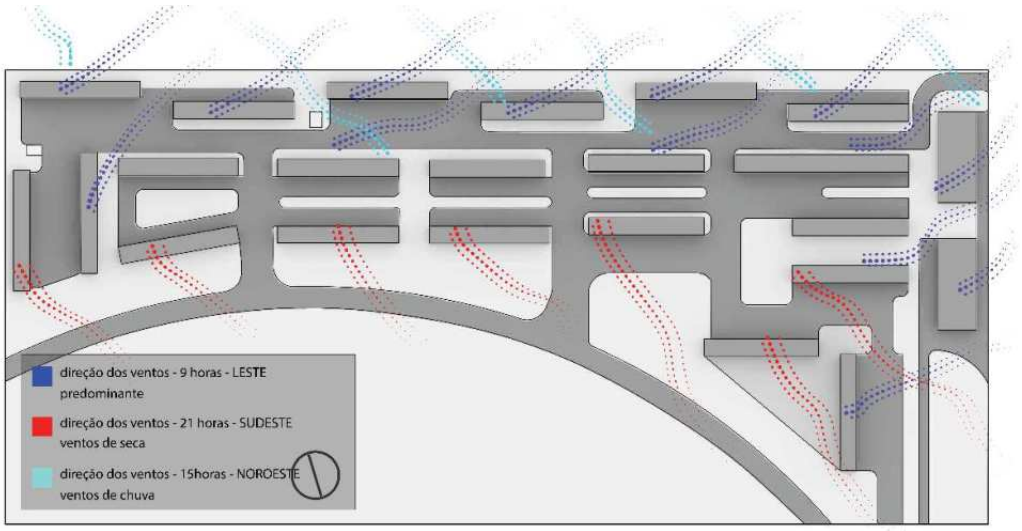


Fonte: Elaboração Própria.

Os ventos do Noroeste – de chuva (representados em azul claro na Figura 5 e na Figura 6), percorrem os edifícios escalonados ao nordeste da Superquadra, porém também encontram barreiras que o impedem de chegar com velocidade máxima de 2,14 m/s no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Por fim, os ventos de Seca (que veem no sentido Sudeste- Noroeste) e que antes da implantação da Superquadra, chegavam com velocidade de 1,39 m/s no Parque dos Sucupiras situado a Nordeste da Superquadra, também encontraram os edifícios dispostos linearmente no sentido Leste-Oeste, como barreira para a velocidade do vento, que chega nessa área a 0,40 m/s (representado em vermelho nas Figura 6).

Figura 6 - Planta da direção dos ventos na Superquadra 500.



Fonte: Elaboração Própria.

5. CONCLUSÕES

Mesmo com esse cenário de temperaturas mais brandas e ventos com maior velocidade no dia 08/09/2018, quando comparado os mapas de temperatura do terreno antes e depois da construção da Superquadra 500, vê-se que a temperatura após a construção, se elevou bastante. A temperatura de superfície antes da Superquadra ser construída atingiu máxima de 42ºC, enquanto que na simulação computacional, depois da Superquadra construída o mapa registrou temperatura de 51, 41 ºC, ou seja, quase 10ºC a mais.

Além da temperatura elevada, a implantação dos edifícios da Superquadra 500 prejudicarão a ventilação urbana tanto no interior da própria quadra, como também no seu entorno imediato. Os edifícios serão barreiras para a ventilação predominante (Direção Leste-Oeste), para os ventos de Seca (Direção Sudeste- Noroeste) e para os ventos de chuva (direção Noroeste- Sudeste).

A vegetação do Parque dos Sucupiras, localizado no entorno imediato Noroeste da Superquadra 500, terá seus efeitos inibidos, pois além da sua ventilação que adquirirá menor velocidade no período da noite, a ventilação do período da tarde, que é intensificada pela vegetação do parque, será barrada pelos edifícios da Superquadra 500 e não chegará com velocidade ao Sudeste da quadra.

Em conclusão, o cenário simulado revela o aumento significativo de mais de 10°C na temperatura da superquadra. Além disso, a ventilação sofrerá em termos de velocidade e direção. Os parâmetros analisados indicam, portanto, a nova Superquadra como uma área potencial de ilha de calor urbana para o bairro existente que já apresenta padrões menores de sustentabilidade que os projetados por Lucio Costa.

Uma das formas de se conter a Ilha de Calor Urbana é a implantação de corredores de ventilação, que dispersam os poluentes atmosféricos, melhoram a circulação do ar e trazem um efeito de resfriamento para

as áreas urbanas. Ressalta-se, com esse estudo, a importância de um planejamento urbano que contenham o aumento da temperatura das cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÁRIO, Júlia & SILVA, Bárbara & SILVA, Caio Frederico e. (2019). Simulação Computacional como ferramenta de análise da contribuição da vegetação para o conforto humano.

COSTA, L. (1992). Brasília Revisitada.

IBRAM, 2020. Versão Preliminar do Plano de Manejo do Parque Ecológico das Sucupiras. Disponível em: http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/05/plano-manejo-sucupiras.pdf

LOPES, F; Ramos, V.; Batella, T. (2018). Carta aberta aos integrantes do Conselho do Meio Ambiente do Distrito Federal (CONAM-DF). Disponível em < http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2019/06/Quadras-500-Mocao-ao-CONAM_Oca-do-SOL-68%C2%AA-RE.pdf >

REGINA, C., Melo, M., & Salgado, C. (2011). Espaço Urbano e Qualidade de Vida : um estudo sobre a visão dos moradores em relação à ampliação do Setor Sudoeste em Brasília.

Ren, C., Yang, R., Cheng, C., Xing, P., Fang, X., Zhang, S., … Ng, E. (2018). Creating breathing cities by adopting urban ventilation assessment and wind corridor plan - The implementation in Chinese cities. JOURNAL OF WIND ENGINEERING AND INDUSTRIAL AERODYNAMICS, 182, 170–188. https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.09.023

ROMERO, M. A. B. (2000). Princípios bioclimáticos para o desenho urbano / Marta Adriana Bustos Romero. Disponível em: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07149a&AN=buin.1026578&site=eds-live

ROMERO, M. A. B. (2011). Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília / Marta Adriana Bustos Romero. Disponível em: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07149a&AN=buin.107049&site=eds-live

ROMERO, M. A. B. (2015). A arquitetura bioclimática do espaço público / Marta Adriana Bustos Romero. Disponível em: http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07149a&AN=buin.943040&site=eds-live

ROMERO, Marta Adriana Bustos et al. (2019) Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; ETB. DOI: http://dx.doi.org/10.18830/ISBN.978-85-67405-25-4.

SEDUH, 2010. Plano de Preservação do Conjunto Urbanístico de Brasília. Reunião Plenária – RA XXII – SUDOESTE/ OCTOGONAL. Disponível em: < http://www.seduh.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/10/12032010_reuniao_preparatoria_raxxii_sudoeste_octogonal.pdf>

WERNECK, D. R., & ROMERO, M. A. B. (2018). Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília – DF. Disponível em: http://repositorio.unb.br/handle/10482/31816

ZHU, D. (2016) Study on Facade Openings Design Method Responding to Urban Ventilation Issue in High Density Cities. http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.10.016.