

XIV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

X ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

BALNEÁRIO CAMBORIU | 27 a 29 de setembro de 2017

UMA ANÁLISE DO AMBIENTE TÉRMICO NO ENTORNO DE CONJUNTOS HABITACIONAIS COM DIFERENTES GEOMETRIAS

Maira Terra Santos (1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)

(1) Engenheira Civil, maira_terra@hotmail.com

(2) Doutora, Professora do Departamento de Engenharia Civil, leacrist@ufscar.br, Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235- São Carlos-SP, 13565-905, Tel.: (16) 3351 8295

RESUMO

Os crescentes estudos na área do conforto ambiental externo têm apontado para uma grande influência da configuração urbana sobre ambientes térmicos. Na busca pela minimização do déficit habitacional houve grandes investimentos governamentais no setor da habitação social, com a implantação de projetos altamente padronizados e mal planejados em termos de conforto ambiental. Este trabalho é pautado na necessidade em se conhecer melhor o comportamento microclimático existente em conjuntos habitacionais de diferentes configurações geométricas na cidade de São Carlos-SP. Para a realização desta pesquisa foram necessários estudos teóricos na área de conjuntos habitacionais, clima e ambiente urbano, configuração geométrica e simulação computacional. Para a análise do comportamento térmico das áreas de estudo fez-se uso da ferramenta computacional ENVI-met que se mostrou adequada para este estudo. A seleção dos conjuntos habitacionais foi feita levando-se em conta os padrões de assentamento e as características compatíveis ao software. Os resultados das simulações, além de confirmarem a importância da vegetação na mitigação do calor através do sombreamento e dispersão de ventos mais frescos, indicam que uma pequena verticalização pode contribuir para a redução de temperaturas.

Palavras-chave: conjunto habitacional, configuração urbana, microclima, ENVI-met, conforto térmico.

ABSTRACT

The increasing number of studies in environmental comfort of external areas has pointed out to an important influence of the urban configuration on thermal environments. Looking for housing deficit minimization, large government investments were made in social housing sector, leading to the implementation of highly standardized and poorly planned projects in terms of environmental comfort. This work is based on the need to investigate the actual microclimatic behavior in housing complexes that have different geometric configurations in the city of São Carlos-SP. In order to carry out this research, theoretical studies were necessary in the area of housing complexes, climate and urban environment, geometric configuration and computational simulation. For the thermal behavior analysis of the study areas, the computational tool ENVI-met was used and it proved to be adequate for this study. The selection of the housing complexes was made by considering the actual settlement patterns and compatibility to the software. The simulations results, besides confirming the importance of the vegetation in the mitigation of the heat through the shadowing and fresher winds dispersion, indicate that a small verticalization may contribute the temperature reductions.

Keywords: housing complex, urban design, microclimate, ENVI-met, thermal comfort.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a população ainda sofre consequências da urbanização acelerada e desordenada que se iniciou no século XX e continua até os dias de hoje. Esse processo foi extremamente impulsionado pela industrialização e assim foi criando e aumentando desigualdades econômicas e sociais.

Apesar da busca por promover um ordenamento na ocupação do solo através do planejamento urbano, as cidades continuam o seu processo de crescimento e a população continua a praticar suas atividades cotidianas de forma cada vez mais intensa e acelerada. Além disso, o desenvolvimento muitas vezes apresenta características pautadas por interesses econômicos, deixando de lado políticas habitacionais e de ocupação adequada do solo, trazendo aglomerações e favelizações. Toda essa desordem e falta de planejamento tendem a apresentar, entre outras, o desconforto térmico nos espaços urbanos como consequência. A troca constante de solos naturais por materiais construtivos incorre em mudanças nas características das superfícies terrestres e, conseqüentemente, na quantidade de calor armazenada e emitida pelas superfícies.

Os materiais construtivos apresentam propriedades térmicas que são diferenciadas daquelas do solo natural e, na grande maioria das vezes, o calor específico desses materiais construtivos é menor. Sendo assim, são capazes de elevar a sua temperatura mais rapidamente e também emitir radiação de ondas longas, aquecendo o entorno urbano. Associados ao calor antropogênico gerado pelas atividades concentradas nas cidades, à poluição atmosférica, à impermeabilidade das superfícies e à geometria das construções, essas propriedades acabam por estabelecer condições de armazenamento de calor e desconforto térmico aos cidadãos. Oke (1987) indica que essas características urbanas são as causas do desenvolvimento das ilhas de calor nas cidades e Stewart e Oke (2012) complementam que as diversas tipologias de configuração da ocupação das cidades trazem um aquecimento diferenciado entre si. Com isso, quando caracterizadas pela utilização de materiais leves, maior concentração de pessoas e pouca vegetação, tendem a se tornar espaços mais quentes dentro das cidades e, por isso, menos eficientes energeticamente.

Sabe-se que houve um grande investimento governamental no setor de habitação, tendo em vista a redução do déficit habitacional existente no Brasil, como por exemplo a criação e implantação do Programa Minha Casa Minha Vida que beneficiou milhões de famílias (FERREIRA, 2016). Na busca por minimizar este déficit, optou-se por projetos mais econômicos e extremamente padronizados, não levando em conta as características dos diferentes locais de implantação (BONDUKI, 2008). Essa atitude, algumas vezes, acabou por prejudicar o conforto térmico das edificações e também do seu entorno.

Um dos tipos de ocupação que merece especial atenção dentro desse contexto são as habitações de interesse social, uma vez que o barateamento das construções pode levar a utilização de materiais que nem sempre garantem a qualidade térmica do espaço, seja ela do ambiente interno, seja do ambiente externo. Diante desta problemática, considera-se de grande importância a realização de estudos que analisem as condições de conforto térmico encontrada, além do estudo das soluções projetuais existentes no entorno das edificações, visando a melhoria da qualidade de vida dos moradores no âmbito do conforto térmico.

Parte desta questão é objeto de estudo desse trabalho. O estudo do ambiente térmico externo foi realizado observando-se alguns dos conjuntos habitacionais de interesse social existentes na cidade de São Carlos. Extraíram-se as características destes espaços (geometria urbana, presença de vegetação, tipos de superfícies) e realizou-se uma simulação para analisar as suas influências sobre o ambiente térmico urbano da área estudada. Acredita-se que uma análise correta dos resultados obtidos possa gerar subsídios para a proposição de mudanças, visando a melhoria térmica dos espaços abertos utilizados pelos usuários, seja para mobilidade ou convivência.

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo principal estudar o ambiente térmico do entorno de alguns conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Carlos, comparando-se a influência térmica de suas diferentes geometrias.

3. MÉTODO

O método adotado se desenvolveu com base em três etapas básicas:

1. Seleção de três frações de estudo em conjuntos habitacionais e levantamento de suas características;
2. Organização e preparação dos dados para as simulações, considerando normais climatológicas disponibilizadas pela estação meteorológica do INMET;
3. Comparação e análise dos resultados.

3.1. Áreas de estudo

As três áreas de estudos encontram-se na cidade de São Carlos (SP), que tem como coordenadas geográficas a longitude entre 47°30' e 48°30' oeste e a latitude ente 21°30' e 22°30' sul. Sua área total é de 1132 quilômetros quadrados. Sua altitude média é 856 metros, sendo a mínima 520 metros e a máxima 1000 metros. O clima tropical de altitude, apresenta temperatura média anual de 19,6°C. (disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br>, acesso em: 07 dez. 2016).

Para selecionar os conjuntos habitacionais a serem estudados foi feita uma pesquisa prévia no site da Prefeitura Municipal de São Carlos além de serem colhidas informações junto a ProHab (Progresso e Habitação de São Carlos S/A). Os conjuntos habitacionais escolhidos foram separados conforme a tipologia existente, sendo estas: edifícios de 4 pavimentos compostos por apartamentos unifamiliares; edifícios de 2 pavimentos compostos por apartamentos unifamiliares; casas; tipologia mista. Além de características de tipologia, foram feitas observações *in loco* quanto à quantidade de vegetação existente nas áreas e a topografia do local.

O primeiro conjunto habitacional, Dom Constantino Amstalden (São Carlos VIII), possui uma tipologia mista, já que é resultado de uma política de loteamento seguida de mutirão para a construção de casas e apartamentos. O fragmento analisado, visualizado na Figura 1 (A), possui quadras compostas por edificações de dois pavimentos e casas térreas. Essas são implantadas de forma contígua com pouca permeabilidade entre as edificações. A pavimentação existente é de piso intertravado de concreto. Quanto à presença de vegetação, é uma área pouco arborizada e com uma grande área de cobertura vegetal rasteira nas proximidades.

O segundo, Residencial Jardim Araucária, é composto, em sua grande maioria, por casas térreas. O fragmento analisado pode ser visualizado na Figura 1 (B). Quanto à vegetação, a área possui grande extensão de cobertura vegetal no seu entorno, apesar de não possuir árvores de grande porte até o momento, devido ao fato de ser um residencial de pouca idade e, portanto, com baixo albedo. As ruas são de material asfáltico e as quadras não possuem grandes áreas permeáveis.

O terceiro, Conjunto Habitacional Waldomiro Lobbe Sobrinho (CDHU), é composto por edifícios de quatro pavimentos. O fragmento analisado está representado na Figura 1 (C). Quanto à vegetação, possui boa distribuição de árvores, além de contar com um grande número de áreas gramadas, conferindo boa permeabilidade.



Figura 1 – Fragmentos de área dos conjuntos habitacionais estudados.

3.2. Organização e preparação dos dados para simulação

Buscando facilitar a entrada de dados no programa ENVI-met, foram adotadas frações de áreas de dimensão 220x220m pouco acidentadas. Estudos teóricos realizados por Vasconcelos (2014), Rangel et. al. (2015), Almeida (2006), Costa Filho et. al. (2009), Prata (2005), Rocha et. al. (2011) e Nakata (2010) mostraram que a arborização e a configuração urbana são fatores que influenciam significativamente o ambiente térmico. Assim, buscando análises mais amplas, foram selecionadas frações de áreas de conjuntos habitacionais de diferentes tipologias e quantidade de vegetação.

As simulações das condições climáticas foram realizadas através do software ENVI-met, versão 3.1. Para a aplicação desse software se faz necessária a inserção cuidadosa de dados de entrada.

Além de dados de condições meteorológicas, o programa necessita que seja configurado um arquivo de área para cada fragmento a ser estudado. Primeiramente foram definidos alguns parâmetros:

- Número de grids nos eixos x, y e z, de acordo com a versão de simulação e escala definidos;
- Número de grids da borda ao redor da área principal;

- Tamanho do grid, em metros, nos eixos x, y e z, sendo estes também dependentes da versão e escala de simulação escolhidos;
- Método da geração do grid vertical (equidistante ou telescópico);
- Rotação do norte em relação à malha;
- Localização na Terra (país, latitude e longitude);
- Fuso horário de referência.

Para uma melhor análise dos dados, foram definidas configurações iguais para todos os fragmentos de área estudados, com exceção da rotação do norte em relação à malha, que foi modificada para um melhor ajuste das imagens no programa. Foi definida também uma malha de receptores, que são pontos especiais de geração de dados para análise posterior.

Depois de feita a configuração dos parâmetros, foi preparada a representação dos fragmentos de área de estudo. Para a preparação desse arquivo foram utilizadas imagens aéreas disponíveis no Google Maps como plano de fundo. A partir desta imagem foram traçados os perímetros das edificações, bem como suas alturas; as calçadas e ruas juntamente com o tipo de material destas áreas; além da localização, altura e tipo de cobertura vegetal existente. As áreas de simulação estão apresentadas na Figura 2.

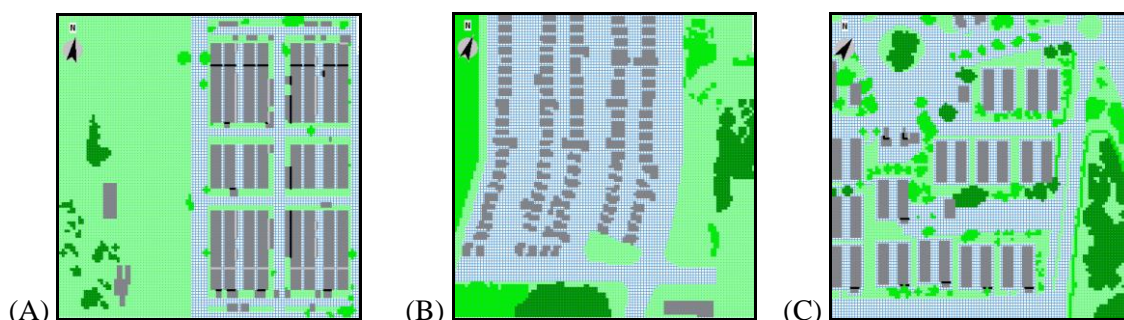


Figura 2 – Áreas de simulação: (A) São Carlos VIII; (B) Jardim Araucária; (C) CDHU.

Além da configuração e representação da área, o software necessita que seja editado um outro arquivo com configuração de dados climáticos básicos contendo o nome da simulação; localização do arquivo de área no computador; pasta de destino para os dados de saída; dia de início da simulação; definição do total de horas a serem simuladas; intervalo de tempo no qual se deseja ter dados salvos da simulação; além de dados de condições meteorológicas.

Os dados disponibilizados pelo INMET foram:

- Velocidade do vento a 10m (m/s)
- Direção do vento (0:N..90:E..180:S..270:W)
- Umidade Relativa a 2m (%)

A rugosidade foi adotada como sendo 0,1, valor padrão para o software ENVI-met.

A Umidade Específica (%) e a Temperatura Inicial Atmosférica (K) a 2500m foram obtidas através da página eletrônica (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>) da University of Wyoming (acesso em: 5 jan. 2017). Como não existem dados disponíveis para a cidade de São Carlos, foi feita a interpolação de dados registrados para os aeroportos do Rio de Janeiro, Uberlândia, Campo Grande e Curitiba.

3.3 Comparação e análise dos resultados

Os dados obtidos através das simulações com o software ENVI-met foram cuidadosamente analisados, levando em conta o fato que o programa utiliza o método de iteração para calcular os resultados, isso significa dizer que são feitas sucessivas simulações para um mesmo dia, considerando diferentes curvas de iteração que se ajustam sucessivamente. Para maior confiabilidade dos resultados, tomaram-se de quatro a sete curvas de iteração.

Além da preocupação com a curva mais fiel, foi preciso também escolher um horário que melhor representasse os resultados obtidos. Testes realizados anteriormente utilizando o software ENVI-met mostraram que o programa pode apresentar limitações no processo de simulação durante o período noturno, pois acredita-se que não há a consideração do armazenamento de calor pelas superfícies (calor de ondas longas). Foi verificado ainda, por Nakata (2010), que o período que oferece resultados mais fidedignos é o da manhã, até às 10h, horários para os quais a radiação solar varia de inexistente a menos intensa. Para a análise e geração de mapas foi tomado o horário das 10h, por ser um horário de melhor ajuste do software.

Para analisar os resultados gerados pelo ENVI-met, foi utilizada a interface Leonardo 3.75, que possibilita a representação de mapas de parâmetros escolhidos para análise em planta. A altura de seção escolhida foi de 1,00m para melhor corresponder à escala do pedestre.

4. RESULTADOS

Neste item são apresentados e comparados os resultados obtidos das simulações com o software ENVI-met, analisando-se a temperatura do ar, a velocidade e direção dos ventos, a umidade relativa do ar para as três áreas estudadas em período de verão.

4.1. Temperatura do ar

Os valores resumidos de temperatura do ar obtidos das simulações das três áreas de estudo podem ser observados na Tabela 1. Para a obtenção destes valores, foi calculada a média das temperaturas encontradas para vinte e quatro horas de um dia em cada receptor inserido nas áreas de simulação, tomando-se como referência a última curva de iteração, visando dados mais fidedignos.

Tabela 1 - Temperaturas do ar obtidas nas simulações

Área de Estudo	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Média (°C)	Amplitude Térmica (°C)
São Carlos VIII	17,1	28,6	21,6	7,1
Jd. Araucária	15,1	24,1	18,8	5,3
CDHU	15,1	21,3	17,6	6,3

Ao observar os valores obtidos nas três simulações notam-se temperaturas mais baixas e menor amplitude térmica no Residencial Jardim Araucária quando comparado ao Conjunto Habitacional São Carlos VIII. No CDHU notam-se temperaturas mais baixas e maior amplitude térmica, quando comparado ao Jardim Araucária. A diferença térmica média entre a primeira e a terceira área é de 4°C e existe uma diferença de 2 °C nas temperaturas mínimas e de 7,3 °C nas temperaturas máximas, valores estes considerados altos visto as condições iniciais idênticas aplicadas às simulações.

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 estão representados a legenda e os mapas de temperatura do ar gerados pela ferramenta Leonardo 3.75 simulada com corte na altura 1,00m das 10h da manhã, no período de verão para as áreas do Conjunto Habitacional Dom Constantino Amstalden (São Carlos VIII), Residencial Jardim Araucária e Conjunto Habitacional Waldomiro Lobbe Sobrinho (CDHU), respectivamente.

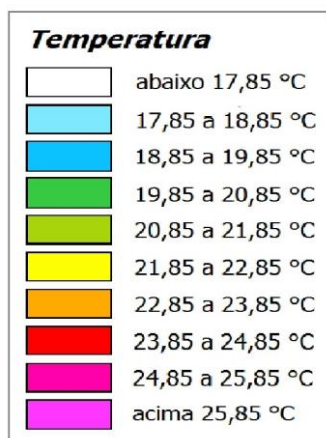


Figura 3 – Legenda para os mapas de temperatura

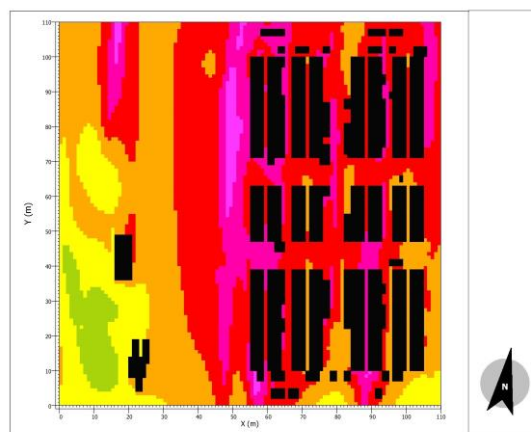


Figura 4 – Mapa de temperatura do São Carlos VIII

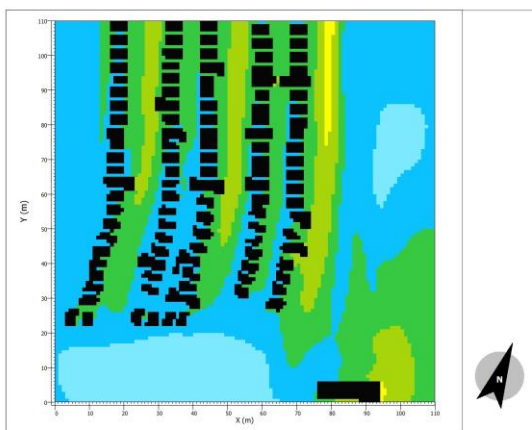


Figura 5 – Mapa de temperatura do Jardim Araucária

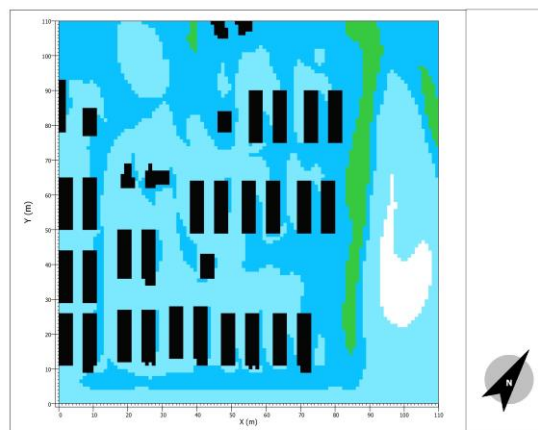


Figura 6 – Mapa de temperatura do CDHU

Para o Conjunto Habitacional São Carlos VIII, as temperaturas do ar previstas variaram entre 21,95°C a 26°C. Os maiores valores de temperatura se concentram na última rua a oeste, onde as edificações fazem divisa com uma grande área de cobertura vegetal rasteira. Nota-se ainda que há uma tendência para maiores temperaturas em toda a porção com uma maior taxa de impermeabilidade, especialmente nas ruas de direção norte-sul, no entanto, o sombreamento ao lado oeste das edificações e a presença de árvores, ainda que de pequeno a médio porte, ameniza as altas temperaturas. Já os menores valores de temperatura se concentram na porção sudoeste do mapa, onde estão localizadas árvores de grande porte e, nota-se também que, a presença deste albedo influencia uma vasta área, além de sua localização, confirmando assim o potencial apresentado pela vegetação na mitigação do calor.

Para o Residencial Jardim Araucária, as temperaturas do ar previstas variaram entre 18,6°C e 21,73°C, valores abaixo da temperatura mínima prevista para o São Carlos VIII para um mesmo dia, com as mesmas condições iniciais. Nota-se que as faixas de temperaturas mais altas estão concentradas nas ruas de direção norte-sul, porém mais deslocadas para o norte, o que pode indicar novamente influência da massa arbórea existente na minimização das temperaturas. Nota-se ainda que apesar de ser uma área altamente impermeabilizada, as temperaturas não se mostraram elevadas. Para este conjunto habitacional não notou-se grande influência do sombreamento na redução das temperaturas, dado que as edificações são térreas.

O Conjunto Habitacional Waldomiro Lobbe Sobrinho foi aquele que apresentou menores temperaturas, variando de 18,0°C a 20,34°C, embora as condições iniciais fossem as mesmas. Nota-se que existe uma grande área com baixas temperaturas, que coincide com uma grande massa arbórea existente. Nota-se ainda que as temperaturas mais baixas também se fazem presentes no lado oeste de todos os edifícios, representando o sombreamento promovido pelas edificações, visto que para este horário a incidência solar provém da direção leste. Esta área se mostrou significativamente influenciada pela altura dos edifícios. As temperaturas mais altas foram observadas sobre a única rua asfaltada da área, o que pode representar a potencialidade deste tipo de pavimentação na absorção de calor.

4.2. Fluxos de vento

As Figuras 7, 8, 9 e 10 representam a legenda e a ação dos fluxos de vento na distribuição de temperatura do ar gerados pela ferramenta Leonardo 3.75 simulada com corte na altura 1,00m das 10h da manhã, no período de verão para as três áreas estudadas.

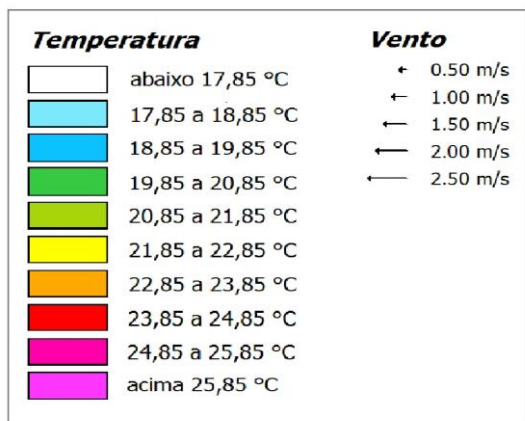


Figura 7 – Legenda para os mapas de fluxo de vento

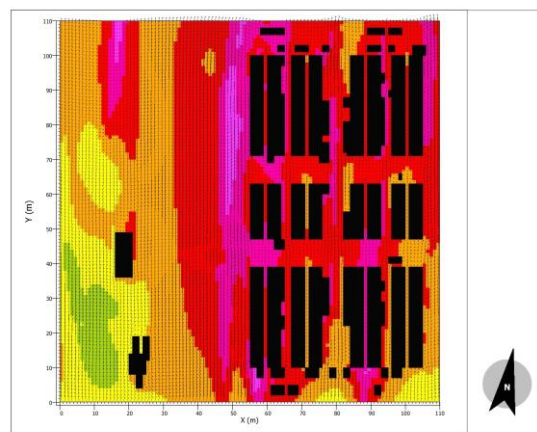


Figura 8 - Mapa de fluxo de vento do São Carlos VIII

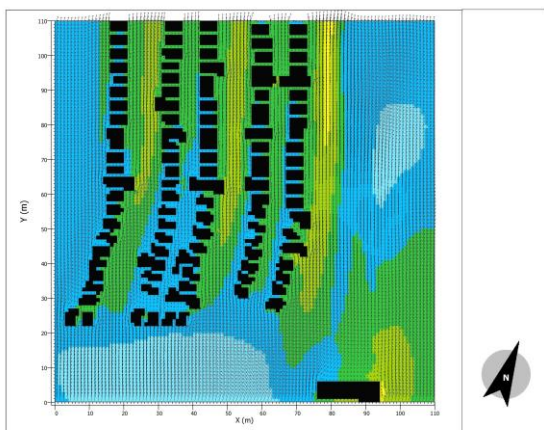


Figura 9 – Mapa de fluxo de vento do Jardim Araucária

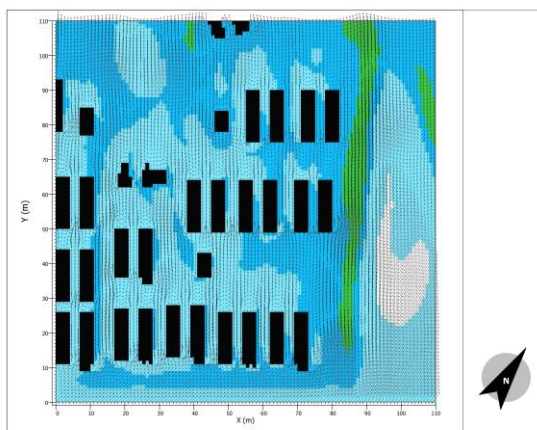


Figura 10 – Mapa de fluxo de vento do CDHU

Em todos os mapas, é possível observar que a ação dos ventos ganha velocidade nos eixos norte-sul e os corredores formados entre as edificações contribuem no aumento do fluxo, enquanto os obstáculos como as edificações e as árvores contribuem para a redução de velocidade e desvio dos ventos. Os fluxos de ar da direção norte-sul, apesar de terem suas velocidades aumentadas, não tiveram suas temperaturas reduzidas. No entanto, nos dois primeiros mapas, verificam-se diversos locais que foram beneficiados com o fluxo de ar mais fresco proveniente da massa arbórea, resultando em uma redução de temperatura. Sendo assim, este fato pode confirmar ainda mais o potencial da vegetação na mitigação do calor através do sombreamento e também promoção de ventos mais frescos. No terceiro mapa esta ação benéfica não pôde ser observada devido à posição da massa arbórea.

No mapa de fluxo de ventos para o Jardim Araucária nota-se uma pequena área na porção sudeste com temperaturas mais altas, embora seja uma área muito próxima a duas grandes massas arbóreas. Isso pode ser explicado a partir do fluxo de ventos mais frescos oriundos da massa arbórea, sendo desviado pela edificação existente entre a vegetação localizada ao sul do mapa e a área mais aquecida. Quanto à vegetação existente a norte desta área, esta não contribui para o resfriamento visto que o fluxo de vento é na direção norte.

4.3. Umidade Relativa

As Figuras 11, 12, 13 e 14 representam a legenda e os mapas de taxa de umidade relativa gerados pela ferramenta Leonardo 3.75 simulada com corte na altura 1,00m das 10h da manhã, no período de verão para as três áreas estudadas.



Figura 11 – Legenda para os mapas de umidade relativa

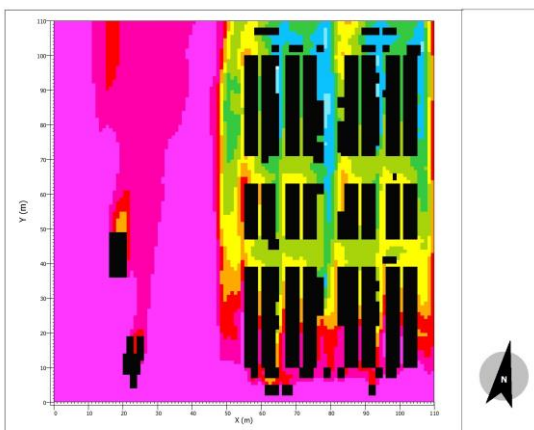


Figura 12 – Mapa de umidade relativa do São Carlos VIII

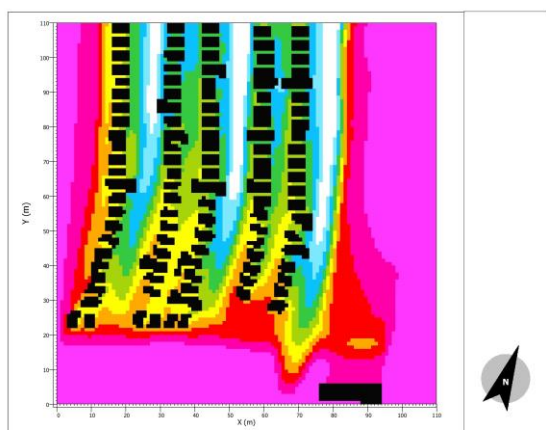


Figura 13 – Mapa de umidade relativa do Jardim Araucária

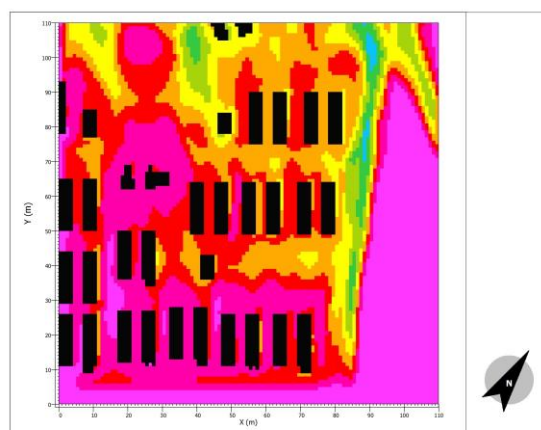


Figura 14 – Mapa de umidade relativa do CDHU

De maneira geral, a taxa de umidade se mostrou mais elevada em locais onde as temperaturas são mais baixas. As maiores taxas de umidade relativa se concentram sob e no entorno das árvores e plantações, o que confirma a grande contribuição da vegetação inclusive para o incremento de umidade no ar. No segundo e terceiro mapas, foram observadas taxas de umidade mais baixas nas ruas de pavimentação asfáltica.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o microclima de três frações de conjuntos habitacionais na cidade de São Carlos através de simulações computacionais e identificação da influência da forma urbana no ambiente térmico a nível do pedestre.

Através das simulações concluiu-se que a presença de vegetação é o ponto de maior influência na melhoria do ambiente térmico para um dia típico de verão, tendo em vista a redução de temperatura promovida pelo sombreamento e também pela dispersão de ventos mais frescos. Quanto ao tipo de pavimentação, notou-se que as áreas mais impermeabilizadas por conta do uso de materiais como o asfalto e o concreto apresentaram temperaturas um pouco mais elevadas e taxas de umidade reduzidas, quando comparadas às áreas permeáveis. No estudo das três áreas dos conjuntos habitacionais, a verticalização mostrou-se eficiente em promover o sombreamento nos ambientes externos de convivência do Waldomiro Lobbe Sobrinho, situação que não foi verificada no São Carlos VIII, composto por casas e edificações assobradadas, ou no Jardim Araucária, composto por casas térreas.

De modo geral, o conjunto habitacional que apresentou um ambiente térmico mais próximo às condições de conforto térmico, com temperaturas mais amenas e boas condições de ventilação e umidade foi o Waldomiro Lobbe Sobrinho, devido principalmente ao sombreamento promovido pelos edifícios de quatro pavimentos e à presença arbórea distribuída ao longo da área, melhorando as condições de ventilação e umidade. A comparação entre os três diferentes ambientes térmicos estudados possibilitou a conclusão de que áreas com edificações de alturas medianas, boa distribuição vegetal, maior permeabilidade e presença de grande massa arbórea, localizada de maneira a distribuir ventos mais frescos, podem contribuir para uma melhoria do conforto térmico a nível do pedestre no período de verão para a cidade de São Carlos-SP.

A ferramenta ENVI-met se mostrou adequada em simular os ambientes, bem como apresentar os resultados em forma de mapas através da interface Leonardo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. M. A. **A configuração urbana e sua relação com os microclimas: estudo de frações urbanas na cidade de Maceió**. 2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- BONDUKI, N. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. **Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, n. 1, p. 70-104, 2008.
- COSTA FILHO, Amando C.; ARAÚJO, Virgínea Maria Dantas de; COSTA, Angelina Dias Leão; FIGUEIREDO, Aliana Maria Mouta; FURTADO, Viviane Sales. **Análise do comportamento da temperatura do ar nos espaços urbanos abertos do centro de Fortaleza – Ceará**. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Natal, 16 a 18 de setembro de 2009.
- FERREIRA, J. S. W. Avanços e recuos na questão urbana rumo ao habitat III. **Geopolítica das cidades**, 2016, p. 67.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. Dados Meteorológicos. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 08 Dez. 2016.
- NAKATA, C. M. **Comportamento do Pedestre e Ambiente Térmico Urbano**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2 nd ed. London and New York: Routledge. 1987.
- PRATA, A. R. **Impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano**. 2005. 271 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo: Estruturas Ambientais Urbanas). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RANGEL, P. D.; GOMES, M. G. M.; COSTA, J. M.; BARBIRATO, G. M. Comportamento de espaços externos urbanos em ambiente tropical úmido: Efeitos da ocupação do solo no microclima de ruas e praças. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2015, Campinas. **Anais...** Campinas: Jonathas Magalhães Pereira da Silva, 2015.
- ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V.; Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente Construído**, vol. 11, nº3.. p. 161-175, 2011.
- STEWART, I. D.; Oke, T. R. **Local Climate Zones for Urban Temperature Studies**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 93 (2012), 1879-1900.
- UNIVERSITY OF WYOMING. Disponível em <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Acesso em: 06 Jan. 2017.
- VASCONCELOS, J. S. **Índices urbanísticos e o ambiente térmico: Estudo em uma fração da cidade de São Carlos-SP**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.