ANÁLISE DO NÍVEL DE ESTRESSE TÉRMICO DO PEDESTRE NA CIDADE DE JARDIM, MS

Diana Carla Rodrigues Lima (1); Pollyanna Rodrigues Lima (2); Arianny Rocha de Freitas Amorim (3)
(1) doutora, professora do curso de Arquitetura e Urbanismo, diana.lima@ifms.edu.br, Instituto Federal do Mato Grosso do Sul
(2) mestre, arquiteta e urbanista, pollyannalima@outlook.com, Universidade do Estado de Santa Catarina
(3) estudante do curso de Arquiteta e Urbanismo, arianny.amorim@estudante.ifms.edu.br, Instituto Federal do Mato Grosso do Sul

RESUMO

O conforto térmico urbano contribui para a vitalidade e habitabilidade urbanas na medida que atrai um maior número de pessoas para os espaços abertos; além disso incentiva atividades ao ar livre e deslocamentos por caminhada. O desenho urbano climaticamente orientado é determinante para a manutenção dos índices de conforto térmico desses espaços, porém em muitas cidades faltam mecanismos que regulamentem essa prática. Em cidades de pequeno e médio porte onde ainda há flexibilidade para a gestão da forma urbana, pesquisas que orientem o desenho urbano podem contribuir com a elaboração de planos urbanos que visem a produção de microclimas mais amenos. Nessa linha, esse trabalho tem como objetivo analisar o nível de estresse térmico do pedestre na cidade de Jardim, Mato Grosso do Sul. O método se baseia na análise do índice de estresse térmico Temperatura Fisiológica Equivalente (PET) com simulação computacional pelo software ENVI-met, em um dia de verão, em cenário urbano existente e cenário urbano com consolidação da vegetação arbórea prevista pelo plano municipal. Os resultados mostraram que, para o dia e horários analisados (9h, 12h e 15h), a média do nível de estresse térmico para o pedestre foi de estresse forte ao calor (44,5 ºC); no cenário com incremento de arborização, houve uma redução média de apenas 4,4 ºC no índice PET, resultando em um nível de estresse térmico moderado ao calor (40,1 ºC). Observou-se que o aumento da cobertura arbórea teve maior influência no índice PET no lado sul da calçada, onde não havia sombreamento, do que no lado norte, em local parcialmente sombreado por edificações. Conclui-se que, apesar da melhoria proporcionada pelo aumento de vegetação arbórea no nível de estresse térmico do pedestre na área estudada, ela não foi o suficiente para a manutenção adequada das condições de conforto térmico na área de estudo, reforçando a importância de novos estudos que orientem climaticamente o desenho urbano da cidade.

Palavras-chave: conforto térmico urbano, índice de estresse térmico, simulação computacional.

ABSTRACT

The urban thermal comfort contributes to urban vitality and habitability once it attracts a larger number of people to open spaces; in addition, it encourages outdoor activities and walking trips. The climatically oriented urban design is decisive for the maintenance of the thermal comfort indexes of these spaces, however in many cities there are no mechanisms to regulate this practice. In small and medium-sized cities where there is still flexibility to manage the urban form, research that guides urban design can contribute to urban plans elaborations of that aim at the production of milder microclimates. Thus, this work aims to analyze the pedestrians level of thermal stress in the city of Jardim, Mato Grosso do Sul. The method is based on the analysis of the thermal stress index Equivalent Physiological Temperature (PET) with computational simulation by the software ENVI- met, on a summer day, in an existing urban setting and urban setting with tree vegetation consolidation provided for the municipal plan. The results showed that, for the day and times analyzed (9am, 12pm and 3pm), the average thermal stress level for the pedestrian was that of strong heat stress; in the scenario with increased afforestation, there was an average reduction of 4.4

°C in the PET index, resulting in moderate heat stress. It was observed that the increase in tree coverage had a greater influence on the PET index on the south side of the sidewalk, where there was no shading, than on the north side, in a place partially shaded by buildings. It is concluded that, despite the improvement provided by the increase of tree vegetation in the pedestrian's level of thermal stress in the studied area, it was not enough for the adequate maintenance of the thermal comfort conditions in the study area, highlighting the importance of new studies that give climatic guidance to the city urban design.

Keywords: urban thermal comfort, thermal stress index, computational simulation.

1. INTRODUÇÃO

O ambiente urbano se transforma ao longo do tempo para atender às necessidades do homem; porém essas modificações têm acontecido de forma rápida e, muitas vezes, resultado em alterações adversas ao meio urbano, comprometendo o conforto térmico humano e diminuindo a qualidade de vida nessas áreas.

As regulamentações urbanas voltadas ao planejamento da cidade deveriam assegurar que os usuários dos espaços urbanos e, essencialmente, os pedestres, estivessem bem servidos de espaços abertos de qualidade, porém, o desconforto térmico nas áreas abertas urbanas é apontado como uma das principais consequências das alterações climáticas na escala da cidade (ROSSI; KRÜGUER; NIKOLOPOULOU, 2011; PERINI; MAGLIOCCO, 2014; COUTTS et al., 2015; TALEGHANI et al., 2015).

Nesse passo, é importante ressaltar que elementos do desenho urbano exercem significativa influência no conforto térmico em áreas urbanas. Esses diversos elementos interagem de diferentes maneiras com o meio e impactam diretamente nas formações microclimáticas. Um papel importante às alterações no microclima urbano é atribuído à substituição da cobertura vegetal por materiais construtivos, que absorvem grande parte da energia solar convertendo-a em calor, ocasionando desconforto térmico em regiões mais quentes. Os principais elementos apontados por influenciar as alterações microclimáticas são a geometria do cânion urbano, a orientação, a presença de coberturas verdes e o albedo das superfícies. (OKE, 1988; SILVA, 2013; ANDREOU, 2014; ERELL et al. 2014; MINELLA, 2014; COUTTS et al., 2015, ZHU et al., 2020). Combinações diferentes desses elementos afetam os ambientes exteriores em relação a temperatura do ar, temperatura superficial, permeabilidade e velocidade do vento, distribuição da radiação e da iluminação solar.

Conforme pesquisas conduzidas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC (SETO et al, 2014), é importante que pesquisas e estratégias de planejamento urbano associadas ao clima urbano sejam direcionadas para cidades de pequeno e médio porte de países em desenvolvimento, uma vez que um terço do crescimento da população urbana entre 1950 e 2010 (1,16 bilhões) ocorreu nesses assentamentos. Nessas áreas, onde é esperada a maior parte do crescimento urbano no futuro, há maior flexibilidade para a gestão da forma urbana e da infraestrutura, mas muitas vezes existe uma capacidade limitada de governança, técnica, financeira e institucional.

A cidade de Jardim, com população estimada em 26.000 habitantes, localizada na região Sudoeste do estado do Mato Groso do Sul (IBGE, 2010), se enquadra nessas características. A cidade foi fundada em 1946 (ibid.) e teve sua ocupação originada com o povoamento das terras do município de Bela Vista. O município é conhecido por sua riqueza natural, principalmente às margens do Rio da Prata, e pertence ao Eixo de Desenvolvimento do Turismo, conforme o Zoneamento Ecológico Permanente do Mato Grosso do Sul (ZEE-MS, 2015). O setor que mais gera valor no município é o de comércio e serviços; essas atividades são oferecidas, em sua maior parte, no centro da cidade. A cidade de Jardim, está sob influência do clima tropical, o que, associado à carência de um desenho urbano elaborado para suas particularidades, contribui para a sensação de desconforto térmico por calor manifestada pelos pedestres a maior parte do ano.

Microclimas mais amenos atraem um maior número de pessoas para os espaços abertos, contribuindo para a vitalidade e habitabilidade urbanas; além disso, aumenta a qualidade de vida das pessoas que vivem nas cidades, incentivando atividades ao ar livre e encorajando os moradores da cidade a diminuir o uso de veículos motorizados (CHEN; NG, 2011; ERELL; PEARMUTTER; WILLIAMSON, 2011; ROSSI; KRUGER; NIKOLOPOULOU, 2011). A modelagem microclimática por simulação computacional possibilita o estudo de diferentes configurações que o desenho urbano pode assumir. Através dos resultados das simulações é possível a proposição de diretrizes de desenho urbano que, alinhadas a legislação urbana, resultem em melhores condições de conforto térmico aos usuários dos espaços urbanos abertos.

2. OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo principal avaliar o nível de estresse térmico do pesdestre na área central da cidade de Jardim (MS) por meio de simulaçao computacional.

3. MÉTODO

O método aplicado se baseia em levantamento de dados em campo e simulação computacional do microclima com o software ENVI-met. Ela se divide em cinco etapas principais, como descrito a seguir.

3.1. Caracterização da área de estudo

Essa etapa corresponde a caracterização da área selecionada para o estudo. A cidade de estudo, Jardim (latitude 21° 28' Sul), no estado do Mato Grosso do Sul, fica localizada a aproximadamente 200 km da capital do estado, Campo Grande. O clima da cidade é tropical, com temperatura média anual de 24,3^{O}C; as temperaturas mais baixas são registradas de maio a julho (temperatura mínima de 15,5 ^{O}C em julho e máxima de 20,1 ^{O}C); já o restante do ano é caracterizado por temperaturas elevadas, as mais altas são registradas em janeiro (temperatura máxima de 31,5 ^{O}C e temperatura máxima de 23 ^{O}C) (INMET, 2021).

A figura1.a mostra a localização do estado do Mato Grosso do Sul e da cidade de Jardim no estado. A área selecionada para o estudo possui dimensões de 150 por 150 metros e é localizada no centro da cidade de Jardim na Avenida Duque de Caxias, como mostra a figura 1.b. Selecionou-se um recorte da área que, em termos de conforto térmico, poderá representar toda a extensão da via e proximidades com características construtivas semelhantes. Essa escolha se deu pela grande importância dessa área central na dinâmica da cidade. Ela fica próxima à prefeitura da cidade e é também onde ocorre grande parte das atividades econômicas.

Por esses motivos, é nesse local onde há a maior concentração de pedestres, seja para o deslocamento entre locais de comércio e serviço, para a socialização nos espaços livres das calçadas ou, ainda, para manifestações políticas e culturais. Essa parte da cidade também possui outra particularidade, divide espaço com a rodovia federal, BR 267, característica essa que pode influenciar o conforto térmico local.



Figura 1 – a) Localização do estado do Mato Grosso do Sul e da cidade de Jardim b) Localização da área de estudo (GOOGLE EARTH, 2020 com modificações das autoras).

De acordo com o zoneamento do Plano Diretor do Município de Jardim (2013), essa área corresponde a Zona de Dinamização Econômica 1 (ZDE 1). Nessa zona são permitidos prioritariamente Comércios e Serviços do tipo 1 e 2 (CS 1, CS 2, equivalem a centrais e vicinais, respectivamente), uso Institucional 1 (Inst 1); além disso, são permitidos secundariamente uso habitacional 1 e 2 (H1, H2, residências unifamiliares e multifamiliares, respectivamente), Industrial e Abastecimento 1 (IA 1) e Paisagístico e Esportivo (PE). A tabela 1 mostra os parâmetros de ocupação do solo para a ZDE 1.

Tabela 1 – Parâmetros de ocupação do solo para a ZDE-1

Coeficiente de aproveitamento		Densidade residencial bruta máx (hab/ha)	Taxa de ocupação máxima (%)	Altura máxima[1] (m)	Recuos mínimos (m)		
Básico	Máximo				Frente	Fundo	Lateral
1,0	3,5	120	80	15,0	- ou segundo DER	2,0	1,5

A área selecionada se configura em sua maior parte com o uso de comércio e serviços. Em relação à altura das edificações, predominam alturas próximas de 4 a 7 metros, ou seja, construções de 1 a 2 pavimentos. Já a ocupação dos lotes varia de 100% a 75%, aproximadamente.

3.2 Levantamento de dados

Nessa etapa foi realizado o levantamento das características físicas da área, necessárias para a modelagem no programa de simulação computacional. Inicialmente, realizou-se o levantamento proveniente de fontes secundárias: mapa em extensão .dwg, com o traçado de quadras do município, fornecido pela prefeitura municipal, e imagem de satélite. Após, foi realizado levantamento no local das seguintes informações: gabarito, recuos e materiais construtivos das edificações; pavimento dos recuos das edificações (quando existente); pavimento das calçadas e canteiros centrais; características da espécie arbórea existente na calçada do lote (quando existente) e das espécies arbóreas dos canteiros. Essa etapa resultou na produção de uma base gráfica de auxílio à posterior construção do modelo no programa de simulação computacional.

3.4 Simulação microclimática com ferramenta computacional

Para a simulação do microclima urbano foi utilizada a ferramenta computacional ENVI-met versão 4.4.5. Lite. Esse programa executa simulações do microclima urbano através das interações entre superfícies urbanas, vegetação e atmosfera (BRUSE; FLEER, 1998).

Foram construídos dois modelos para efeito de comparação: um chamado de Cenário Existente (CE), com características semelhantes às existentes, e um chamado de Cenário Proposto (CP), onde foi feita a complementação da arborização prevista no plano diretor da cidade. Primeiro foi modelado e simulado o CE e depois o CP, com as modificações. O modelo foi construído com auxílio da base gráfica produzida na etapa anterior, com células de 3x3x3 metros (x;y;z). Assim, os cenários modelados resultaram em dimensões totais de 50x50x20 células (x;y;z), incluindo 1 célula de grade de alinhamento (*nesting grid*), o correspondente a 150 x 150 metros de largura e 60 metros de altura.

As paredes e coberturas dos edifícios foram configurados com materiais padrão do programa: blocos de concreto na cor cinza claro para paredes (albedo de 0,2) e laje de concreto na cobertura (albedo 0,3). As calçadas públicas e as áreas impermeabilizadas no interior dos lotes foram configuradas com pavimento de concreto cinza médio (albedo 0,3) e as vias de tráfego com asfalto (albedo 0,2). Já para as áreas permeáveis, tanto públicas quanto privadas, considerou-se superfície gramada, com 20 cm. Conforme semelhança com o levantamento no local, foram adotadas espécies de árvores decíduas cilíndricas: grandes (25m), densas e de tronco largo; médias (15m), densas e de tronco médio; pequenas (5m) e de tronco médio; palmeiras médias (15m), densas, de tronco médio. Para o Cenário Proposto (CP), a arborização foi complementada com árvores médias (15m), densas e de tronco médio. A área de borda do modelo foi configurada com solo argiloso, conforme recomendado por Bruse (2008, apud Brandão, 2009) para não camuflar os dados da área principal. A figura 2 mostra a visualização do modelo em 3 dimensões do CE e CP, respectivamente, modelados no *Model Spaces* do ENVI-met.

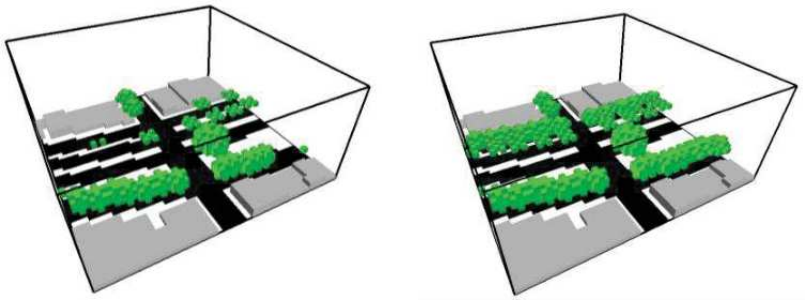


Figura 2 – a) Modelo em 3 dimensões do Cenário Existente b) Modelo em 3 dimensões do Cenário Proposto

As simulações foram feitas para situação de verão, corresponde ao dia 24 de fevereiro de 2021. A data escolhida corresponde a um dia com altas temperaturas do ar, céu limpo e coincide com o dia em que foram aplicados questionários aos pedestres na área de estudo. Para a configuração climática foram utilizados os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) na estação automática localizada em Jardim, MS. Para a configuração foi definido tempo de 48 horas de simulação, tendo sido as primeiras 24 horas, correspondentes a estabilização do modelo, descartadas, conforme recomentado por Bruse (2020). O intervalo de saída dos dados foi configurado em 180 minutos. A tabela 2 resume os dados de entrada no modelo.

Tabela 2: Configuração dos dados de entrada no modelo

Dado de entrada	**Valor**
Data de início	23/02/2021
Início da simulação	08:00:00
Tempo total de simulação (h)	48
Intervalo de saída de dados (min)	180
Velocidade do ar a 10 m de altura (m/s)	1,8
Direção do vento (graus)	300
Temperatura do ar máxima e mínima (ºC)	34,8; 20,3
Umidade Relativa do ar máxima e mínima (%)	82, 39

Os dados de saída (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e temperatura radiante média) de cada cenário foram extraídos de três diferentes pontos a uma altura de 1,50 metros para posterior cálculo do índice Temperatura Fisiológica Equivalente (PET). A figura 3 mostra a localização dos pontos na área de estudo. Os pontos localizados no interior dos cenários possuem as seguintes características: um ponto na calçada norte, com sombreamento parcial por edifícios no período da tarde, sem sombreamento de arborização (P1); um ponto na calçada sul, sem sombreamento por edifícios, sem sombreamento de arborização (P2); um ponto na calçada sul, sem sombreamento por edifícios, com sombreamento de arborização (P3). No Cenário Proposto, o P1 passa a ter sombreamento parcial de arborização; o P2, sombreamento parcial de arborização e o P3 não altera suas características.



Figura 3 – Locação dos pontos de extração dos dados.

3.5 Aplicação do índice de estresse térmico

O cálculo do nível de estresse térmico do pedestre pelo índice PET foi feito através da ferramenta computacional RayMan Pro 2.3 (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER; 2010). Os parâmetros de entrada para o programa foram extraídos das simulações microclimáticas de cada cenário pelo ENVI-met, em planilhas do Excel. A avaliação foi feita para os pontos P1, P2 e P3 em cada cenário para os horários 9h, 12h e 15h, os horários de maior concentração de pedestre e maior desconforto térmico.

Para o cálculo do PET, utilizou-se como variáveis pessoais as de um homem padrão conforme a norma ISO 8996 (2004). Foram adotadas as seguintes características: 30 anos de idade, 1,75 m de altura e peso igual a 70 kg. A taxa metabólica adotada foi de 110 W, para atividade moderada, como caminhada, e o valor de isolamento térmico das roupas considerado foi de 0,5 clo, para o verão e 0,9 clo para o inverno (ISO 7730; 2005).

A escala PET utilizada foi a escala calibrada por Monteiro (2008) para a cidade de São Paulo (Tabela 3) por se tratar da cidade com características climáticas que mais assemelham à área de estudo com escala PET calibrada.

Tabela 3: Configuração dos dados de entrada no modelo

PET (°C)	Percepção Térmica	Nível de Estresse Térmico
< 4	muito frio	estresse forte ao frio
< 12	frio	estresse moderado ao frio
< 18	pouco frio	estresse leve ao frio
18-26	neutra	sem estresse térmico
> 26	pouco calor	estresse leve ao calor
> 31	calor	estresse moderado ao calor
> 43	muito calor	estresse forte ao calor

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos mostram que no Cenário Existente, em média, o pedestre apresenta estresse forte ao calor para o dia simulado; o resultado médio entre os três horários (9h, 12h e 15h) foi de 44,5ºC. Os maiores níveis de estresse térmico foram observados às 15h, nos três pontos, estresse forte ao calor. No Cenário Proposto, a média do índice de estresse térmico foi de 40,1 ºC, pouca diferença do CE, redução de 4,4 ºC, resultando em um nível de estresse térmico moderado ao calor.

A figura 4 mostra os valores de PET obtidos em cada ponto, nos horários avaliados, no CE e CP. No cenário existente o nível de estresse térmico ao pedestre é menor no ponto sombreado por arborização (P3), especialmente às 9h, com estresse leve ao calor; a média do PET para todos os pontos, também é menor às 9h (39,9 ºC). Esse ponto sombreado por arborização (P3) é o que menos sofre influência no nível de estresse térmico, se comparados o CE e CP, uma redução de 1,1 ºC, que está associada a redução da temperatura radiante média do entorno em função do incremento de arborização.

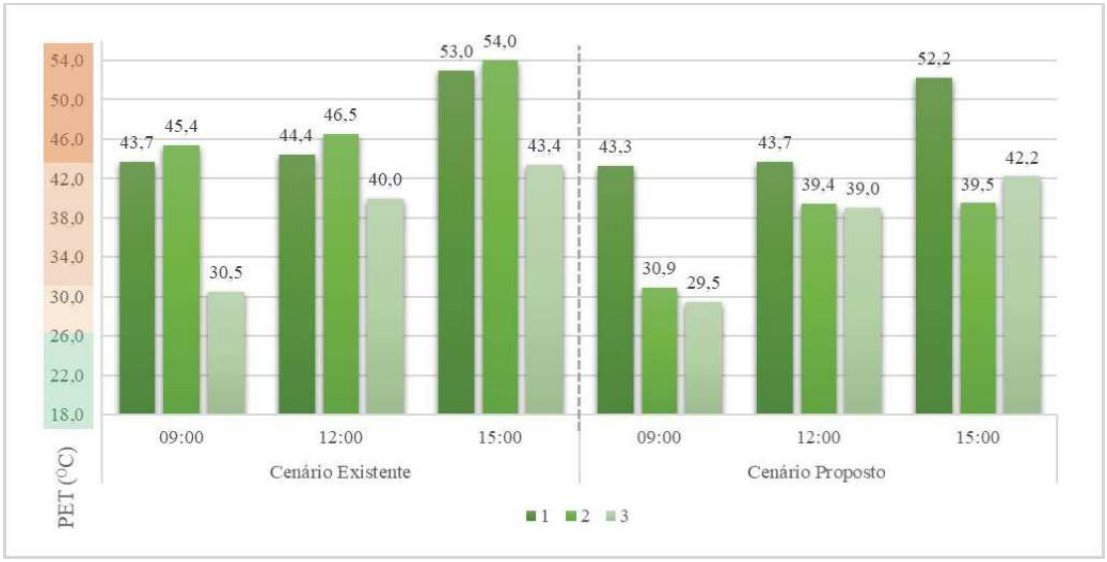


Figura 4 – Índice PET para os horários, pontos e cenários simulados

Por outro lado, o P2, que no CE não possui sombreamento nem por edifícios, nem por arborização, foi o que obteve maior média do nível de estresse térmico ao pedestre, nos horários estudados (48,63 ºC); uma pequena diferença em relação ao P1 (47,03 ºC), que possui sombreamento parcial por edifícios. No CP, o P2, foi o que apresentou maior redução no índice de estresse térmico, proporcionado pelo incremento de arborização, uma variação de 12,0 ºC; a maior diferença foi às 15h, redução de 14,5 ºC, passando de estresse forte ao calor para estresse moderado ao calor.

Já o P1 teve a menor variação média nos horários analisados; quando comparados os dois cenários, uma redução de apenas 0,6 ºC. No CP, esse ponto atingiu os maiores níveis de estresse térmico, média de 46,4 ºC, estresse forte ao calor. Através desses resultados, observa-se que o aumento da vegetação arbórea possibilitou maiores reduções no estresse térmico do pedestre na parte sul da calçada, onde não havia sombreamento por edifícios no período e horário estudado. Esse resultado pode ser um indicativo de que o sombreamento pela vegetação arbórea pode ser mais eficiente que o sombreamento por edifícios na redução dos níveis de estresse térmico do pedestre na área de estudo.

5. CONCLUSÕES

A análise do nível de estresse térmico do pedestre por meio de simulação computacional em Jardim, MS, realizada para um dia de verão, mostrou que o pedestre está exposto a estresse forte ou moderado ao calor na maior parte das situações analisadas. Inclusive no Cenário Proposto, apesar de haver uma redução do índice PET, não foi verificada nenhuma situação em que o pedestre não estivesse exposto ao estresse térmico ao calor. Haja vista a importância da manutenção do conforto térmico ao pedestre e a influência de elementos de desenho urbano ao seu microclima, recomenda-se a proposição de novos cenários para essa área, em que alterações possíveis de elementos do desenho urbano, como arborização, pavimentação e gabaritos das edificações, possam mitigar os elevados níveis de estresse térmico para os pedestres na cidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. Effects of street design on outdoor thermal comfort. In: KISS, A.,MEZÖSI, G.,SÜMEGHY, Z. eds. **Landscape, Environment and Society. Studies in Honour of Professor Ilona Bárány-Kevei on the Occasion of Her Birthday**, p.45-55, 2006.

ANDREOU, E. The effect of urban layout, street geometry and orientation on shading conditions in urban canyons in the Mediterranean. **Renewable Energy**, v. 64, p. 587-596, 2014.

BRUSE, M. **ENVI-met website.** Disponível em: <http://www.envi-met.com>. Acesso em: jan., 2020.

BRUSE, M.; FLEER, H. Simulating Surface-Plant-Air Interacitions Inside Urban Environments with a Three Dimensional Numerical Model. **Environmental Software and Modelling.,** v. 13, p. 373–384, 1998.

CHEN, L.; NG, E. Outdoor termal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. **Cities**, n.29, p.118-125, 2011.

COUTTS, A.M. et al. Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three constrasting street canyon environments. **Theor Appl Climatol**, 2015. DOI 10.1007/s00704-015-1409-y.

ERELL, E. et al. Effect of hight-albedo materials on pedestrian heat estresse in urban street canyons. **Urban Climate**, n.10, p 367-386, 2014.

ERELL, E.; PEARLMUTTER, D.; WILLIAMSON, T. **Urban microclimate: designing the spaces between buildings**. Earthscan/James &James Science Publishers, London, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. IBGE, 2011. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: jan. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: fev. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 7730**: Ergonomics of the Thermal Environment: Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local termal comfort criteria. Genebra, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 8996:** Ergonomics of the thermal environment: determination of metabolic rate. Genebra, 2004.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the Rayman model. **Int. J. Biometeorol.**, n.54, p.131–139, 2010.

MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal Comfort of Man in Different Urban environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 38, p. 43-49, 1987.

MINELLA, F.C.O. **Desenho urbano climaticamente orientado: a influência da vegetação no ambiente externo.** Tese (Doutorado em Tecnologia), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal de Paraná, Curitiba, 2014.

OKE, T.R**. Boundary Layer climates**. 2 ed. London: New York Routledge, 2009.

PERINI, K.; MAGLIOCCO, A. Effects of vegetation, urban density, building height and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. **Urban Forestry &Urban Greening**, v.13, n. 3. p. 495-506, 2014.

PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE JARDIM-MS. LEI COMPLEMENTAR DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE JARDIM – MS. N° 103/2013. Dispõe sobre o plano diretor do município de Jardim, revoga a lei complementar n° 050, de 09 de outubro de 2006, e dá outras providências. Disponível em: <http://jardim.ms.gov.br/uploads/legislacao/lei-complementar-n-108_plano-diretor_inclusao-art.-91.pdf>. Acesso em: jul. 2020.

ROSSI, F.A.; KRÜGUER, E.; NIKOLOPOULOU, M. A influência da configuração urbana no microclima e na sensação térmica em ruas de pedestre de Curitiba, Paraná. In: XI Encontro Nacional e VII Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC, 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: ANTAC, 2011.

SETO K.C., S. et al. Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. In: CLIMATE CHANGE 2014: MITIGATION OF CLIMATE CHANGE. CONTRIBUTION OF WORKING GROUP III TO THE FIFTH ASSESSMENT REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: jan.2020.

TALEGHANI, M. et al. Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherland. **Building and Environment**, v. 83, p.65-78, 2015.

ZHU, Z.; LIANG, J.; SUN, C.; HAN, Y. Summer Outdoor Thermal Comfort in Urban Commercial Pedestrian Streets in Severe Cold Regions of China. **Sustainability,** v.12, p. 1876, 2020.