XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente ‘
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Avaliação da influência do tamanho e sombreamento vegetal do pátio interno da casa Vila Matilde no seu desempenho térmico

Evaluation of influence of the size and plant shading influence of the Vila Matilde house’s inner courtyard on its thermal performance

OLIVEIRA, Isabela
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | isabelacivil4@gmail.com
ANDRADE, Oriana
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | oriandrade59@gmail.com
BATISTA, Juliana
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | juliana.batista@fau.ufal.br

Resumo

Neste estudo de caso, procurou-se caracterizar, por meio de simulações computacionais, o tipo de jardim interno residencial mais adequado (considerando tamanho e vegetação) para uma residência submetida a clima de elevada amplitude térmica (Casa Vila Matilde, São Paulo-SP). Foram simulados 4 modelos, em dois dias e horários de desconforto (inverno/verão). Considerando o desempenho microclimático dos pátios simulados (Envi-Met®) e as estratégias bioclimáticas sugeridas para o clima da cidade (Climant Consultant®), foi possível concluir que a melhor solução seria o pátio vegetado de maior tamanho.

Palavras-chave: pátio interno, espaço vegetado, conforto ambiental, simulação microclimática.

Abstract

In this case study, sought to characterize, through computer simulations, the most suitable type of inner courtyard (considering size and plant shading) for a residence subjected to a climate of high thermal amplitude (Casa Vila Matilde São Paulo - SP). Were simulated 4 models in two days and times of discomfort (summer/winter). Considering the microclimatic performance of the simulated patios (Envi-Met®) and as suggested bioclimatic strategies for the climate of the city (Climate Consultant®), it was possible to obtain the best solution would be the larger vegetated patio.

Keywords: inner courtyard, green space, environmental comfort, microclimate simulation

Como citar:
ARAUJO, I; ANDRADE, O; BATISTA, J. Patio Interno da Casa Vila Matilde: Avaliação da influência do tamanho e sombreamento vegetal no seu desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

O design urbano tem como objetivo gerenciar o ambiente para minimizar estresse. Assim, é de relevante importância a construção de um microclima urbano que viabilize o bem estar de quem o habita, conseguido através da concepção de edificações adequadas ao clima local [1]. As condições de habitabilidade no ambiente construído possuem relação direta com o desempenho térmico conseguido no espaço de moradia, sendo fator importante na promoção de qualidade de vida dos moradores. O uso de estratégias de condicionamento térmico passivo nas habitações apresenta-se como uma excelente alternativa de redução da necessidade do uso de sistemas artificiais de condicionamento de ar [2].

Um exemplo de estratégia bioclimática incorporada em algumas concepções arquitetônicas é o uso de pátios internos. Estes espaços podem ser usados como protetores e/ou coletores solares, como fonte de ventilação e como espaço para vegetação, podendo contribuir para o resfriamento da massa térmica em horários noturnos e para o aumento do teor de umidade dos espaços circundantes [9]. O uso de vegetação nesses espaços é a estratégia mais eficaz de mitigação de calor, podendo contribuir com a redução de até 14% no número de horas de desconforto [8].

Outro aspecto interessante a ser observado nesses espaços é a geometria, o sombreamento e o material construtivo empregado na construção, os quais têm papeis decisivos nos seus comportamentos térmicos. Geralmente, pátios de maiores áreas apresentam temperatura mais elevadas, provavelmente devido à porcentagem de área superficial exposta à radiação solar. Este fator evidencia a relevância do sombreamento na composição desses espaços [6].

O impacto do sombreamento vegetal nas condições térmicas do espaço externo pode ser mensurado utilizando o software *Envi-Met®*. Softwares como esse permitem que dados de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade e direção do vento sejam definidos para o ambiente simulado, possibilitando a descrição do microclima da região e da contribuição da vegetação no conforto térmico [7].

Para que um bom desempenho seja conseguido, é importante conhecer as condições climáticas do local em que a edificação está inserida. A cidade de São Paulo, por exemplo, é marcada por considerável variação climática (apresentando 77 climas diferentes), consequente das distintas formas de ocupação urbana e do crescimento desordenado da capital. Assim, valores de temperatura e umidade do ar são constantemente alterados, influenciando o bem-estar dos ocupantes [3], e por consequência, é comum encontrar em sua composição um elevado número de casas com desempenho térmico insatisfatório frente às oscilações diárias de temperatura.

Diante desta realidade climática, a construção de edificações adequadas à realidade ambiental, bem como a reestruturação do microclima urbano, é relevante. Como exemplo positivo deste tipo de construção, existe a casa paulista Vila Matilde, vencedora do prêmio internacional *ArchDaily Building of the Year* 2016. Concebida por um projeto de baixo custo e implantada em um lote com 4,8m por 25m, a casa possui em sua composição um jardim interno vegetado que cumpre a função essencial de iluminar e de ventilar o ambiente interno. O projeto da edificação apresentou uma solução econômica e inteligente para a obtenção de conforto térmico em área reduzida, fator comumente encontrado na cidade de São Paulo - SP [14].

Sabendo que a presença do pátio na edificação pode gerar uma mudança particular no plano bioclimático [5], intencionou-se estudar o comportamento microclimático do pátio da casa Vila Matilde. Dessa forma, levantou-se questionamentos acerca do desempenho térmico do jardim interno que compõe a edificação, frente à realidade climática de São Paulo - SP.

OBJETIVO

Caracterizar por meio de simulações computacionais o tipo de jardim interno residencial mais adequado para o clima típico de São Paulo, frente à variação de tamanho e à presença de sombreamento vegetal. Estudo de caso: Casa Vila Matilde.

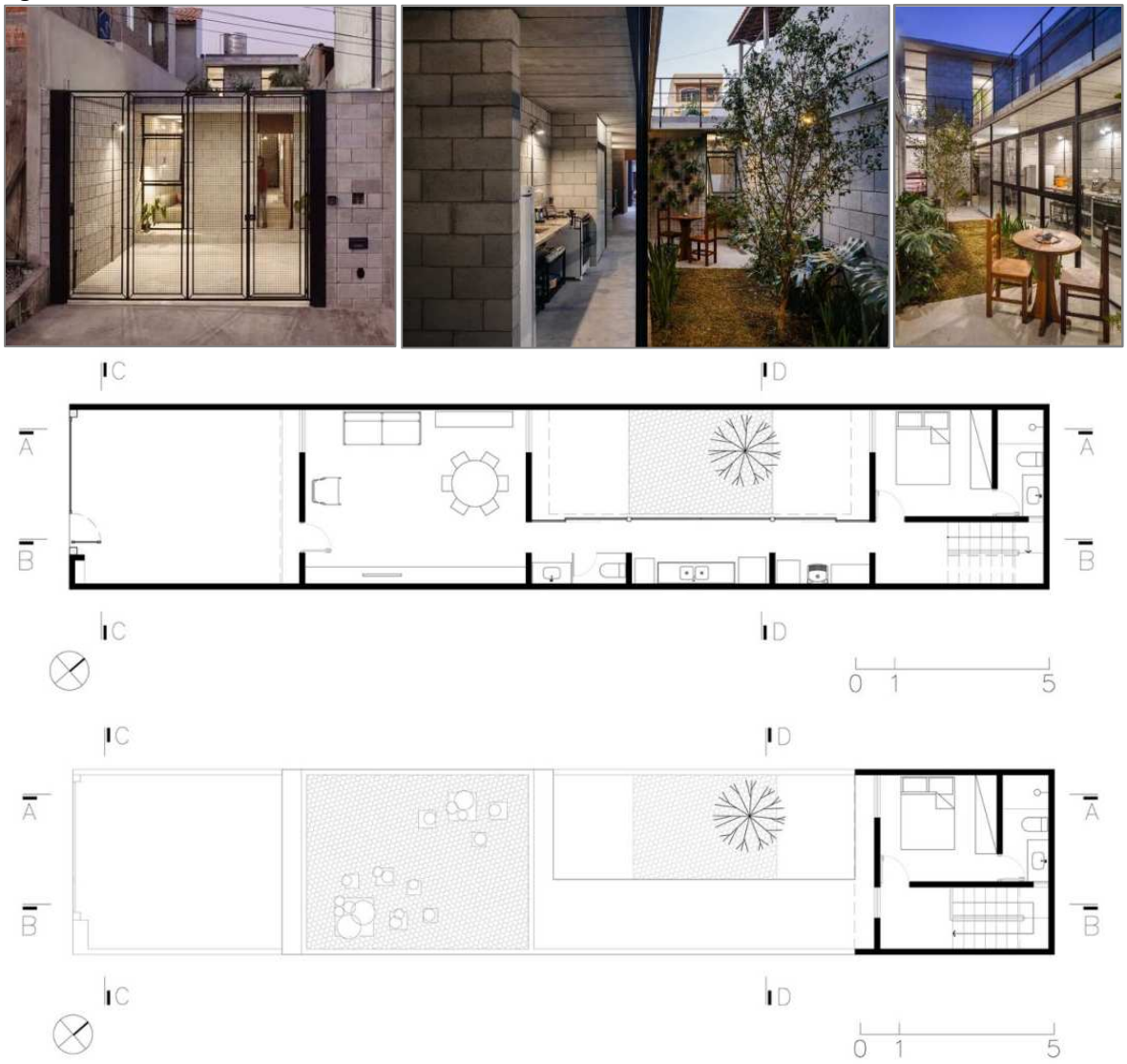
MÉTODO

A pesquisa dividiu-se em três etapas: (1) Reconhecimento do contexto e das estratégias bioclimáticas mais adequadas para a realidade climática da cidade; (2) simulação do microclima do pátio interno para diferentes composições; (3) Avaliação da convergência entre os resultados gerados na etapa 2 e as estratégias de design indicadas pelo *Climate Consutant®* na etapa 1.

ETAPA 1

Nesta etapa, intencionou-se estudar o comportamento climático de São Paulo - SP, onde a casa Vila Matilde está localizada (Figura1), para, em seguida, definir as melhores recomendações bioclimáticas para suas edificações – conseguido através do *Climate Consultant 6®.* Para isto, o software fez uso do arquivo meteorológico de São Paulo-Congonhas AP 837800 (TRY.1954) obtido da base de dados do Energy Plus (2020) [10].

Figura 1: Casa Vila Matilde



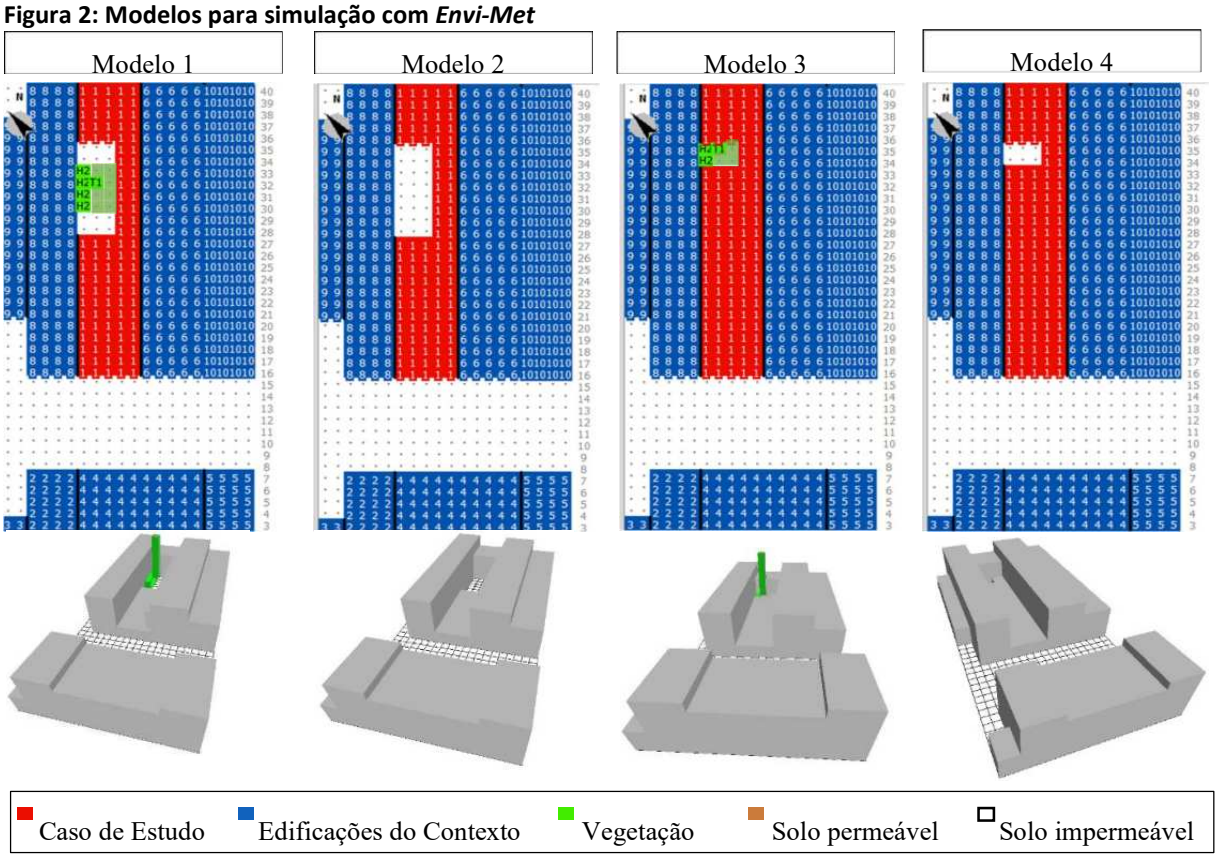
Nota: (Acima) Interiores da casa; (ao centro) Planta Térreo; (abaixo) Planta superior. Fonte: Archdaily, 2015.

ETAPA 2

Para a criação do perfil microclimático do pátio da residência, foi construído um modelo no Software *Envi-Met 4.4.5®* (casa + volumetria das edificações próximas). Assim, trabalhou-se com 4 variações: Modelo 1 (com as caraterísticas originais do pátio da Casa Vila Matilde), Modelo 2 (tamanho real, sem vegetação), Modelo 3 e 4 (tamanho reduzido, com manipulação da presença de vegetação), detalhados a seguir:

- Modelo 1 (Real): Pátio como espaço de lazer, área total (24 m²), com presença de vegetação e mistura de piso de terra no centro (12m²) com piso de cimento queimado nas laterais (6 m² de cada lado)
- Modelo 2 (Hipotético): Pátio com tamanho real (24m²), sem vegetação, com todo o piso de material pouco permeável.
- Modelo 3 (Hipotético): Pátio com tamanho reduzido (6m²), com vegetação (tipo) e todo o piso de terra.
- Modelo 4 (Hipotético): Pátio com tamanho reduzido (6m²), sem vegetação, com todo o piso de material pouco permeável.

Figura 2: Modelos para simulação com *Envi-Met*



Fonte: as autoras

No *Software Envi-Met* 4.4.5® os modelos são gerados a partir de uma quadricula (Figura 2) que para o caso foi trabalhado com dx=dy=dz=1, onde as edificações são identificadas com números. Os quadros de cor vermelha representam a Casa Vila Matilde, enquanto os quadros de cor azul representam as edificações próximas. O material definido para as paredes foi "*concrete wall hollow block* (0100C3)" e para os tetos "*concrete wall light weight* (0100C2)". No nível dos solos, os quadros brancos representam os solos impermeabilizados, de material "*concrete pavement weight* (0100PG)", enquanto os solos permeáveis são representados pelos quadros de cor marrom, de material "*Loamy soil* (0100LO)". A vegetação, quando presente, é representada pelos quadros verdes, de dois tipos: T1 "*Tree 10m very dense* (0000T1)" e H2 "*hedge dense 2m* (0100H2)".

Os dados escolhidos para estudo comparativo do microclima foram a temperatura do ar, a umidade absoluta e a radiação refletida no pátio interno. Considerou-se relevante escolher esses parâmetros considerando o impacto da vegetação na amplitude térmica e na umidade relativa do ar dos microclimas, observado em literaturas [14, 15, 16, 17]. Além desses dois aspectos, escolheu-se observar também os dados de radiação refletida considerando que o aumento ou diminuição da área de superfície (resultante da mudança de tamanho do pátio) influenciaria diretamente na radiação refletida e consequente microclima interno. Tem sido observado um aumento no número de raios solares na Grande São Paulo, provocado principalmente pela crescente urbanização (marcada pela elevada presença de concreto e ausência de

vegetação), o que evidencia uma relação direta ente a distribuição dos raios, o adensamento urbano e as ilhas de calor [13]. Ademais, o aumento de temperatura no município de São Paulo pode chegar a 3°C até o fim do século [13], tendo apresentado um aumento de 2,3°C no município de São Paulo entre 1933 e 2017 [12]. Por tais motivos, considerou-se relevante observar tais aspectos a fim de se investigar as influencias trazidas pelo tamanho do pátio e pela presença de vegetação no microclima interno.

ETAPA 3

Nesta etapa, realizou-se uma comparação entre os resultados obtidos nas simulações e as sugestões de estratégias bioclimáticas fornecidas pelo *Climate Consultant®*. Assim, os diferentes microclimas resultantes das manipulações permitiram avaliar qual variação oferece o melhor desempenho térmico para o caso estudado.

RESULTADOS

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O CLIMA DE SÃO PAULO - SP

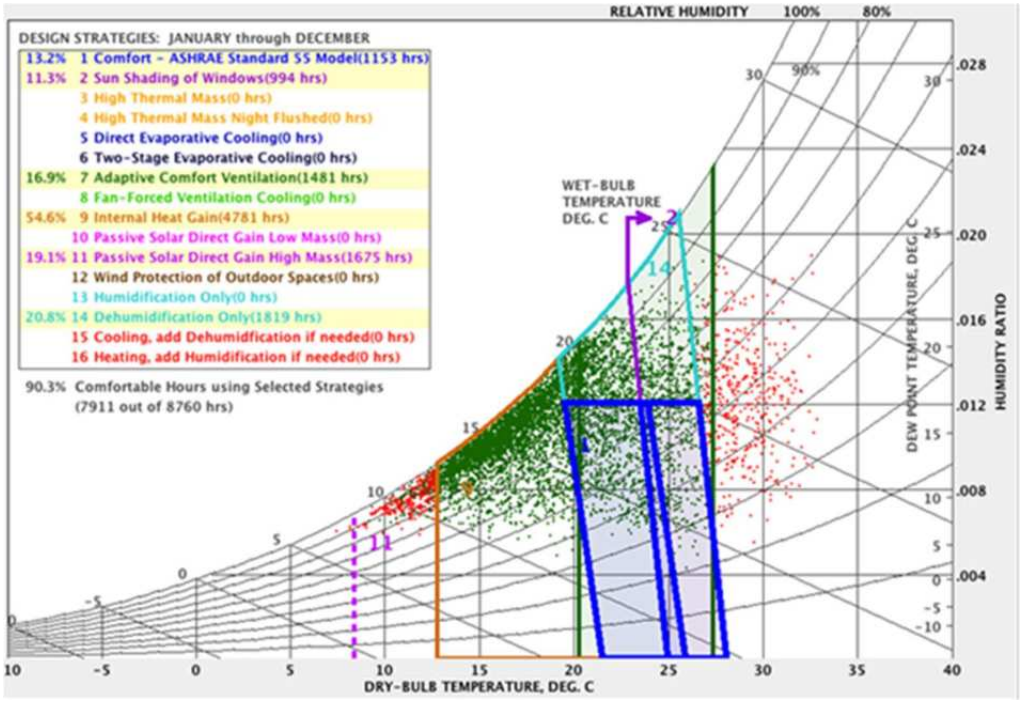
De acordo com a NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações (ABNT, 2008), que trata do zoneamento bioclimático brasileiro e traz diretrizes construtivas para cada região, a cidade de São Paulo - SP está situada na Zona Bioclimática 3 [11]. A norma orienta que em edificações dessa zona existam aberturas de tamanho médio para ventilação (15 a 25% da área do piso), com sombreamento; que seja permitido sol durante o inverno e que as paredes e a coberturas sejam levemente refletoras (transmitância térmica ≤ 3,60 W/m^{2}K) e isolantes (transmitância térmica ≤ 2,00 W/m^{2}K), respectivamente. Tais recomendações são explicadas, provavelmente, pela elevada variação climática que existe na região, com períodos quentes e frios durante o ano, havendo necessidade de adaptação para ambos os climas. Assim, é indicado que exista ventilação cruzada no verão (com sombreamento que impeça a incidência direta de radiação no ambiente interno) e aquecimento solar da edificação com vedações internas pesadas no inverno.

Com o auxílio do *Climate Consultant®*, foi obtido o gráfico psicrométrico da cidade (Figura 3), com as estratégias bioclimáticas de desenho mais indicadas ao clima. Tais dados foram conseguidos com base no arquivo meteorológico de São Paulo-Congonhas AP 837800 (TRY.1954) e no modelo de conforto *ASHRAE Standart 55*.

De acordo com os dados gerados, o porcentual de horas do ano que os ocupantes se sentem tecnicamente confortáveis na cidade é de somente 13,2% (1153h). A ampliação desse porcentual para 90% pode ser conseguida através das seguintes estratégias de design: ganho de calor interno de 54,6% (4781h); desumidificação de 20,8% (1819h); ganho solar direto passivo de 19,1% (1675h); ventilação adaptativa de 16,9% (1481h); e proteção solar das janelas de 11,3 % (994h).

As estratégias de ganho de calor interno e de ganho solar direto passivo são recomendadas para os dias de clima mais frio, enquanto as estratégias de ventilação adaptativa e o sombreamento através da proteção das janelas são recomendadas para quando o clima se encontra mais quente. Devido ao fato de São Paulo ser uma cidade com valores altos de umidade relativa (acima dos 80% na maior parte do ano), em alguns períodos do ano, a depender da temperatura, se faz necessário diminuir a umidade, sendo uma das estratégias recomendadas.

Figura 3: Gráfico Psicométrico São Paulo-SP



Fonte: as autoras com base nos resultados do Climate Consultant®.

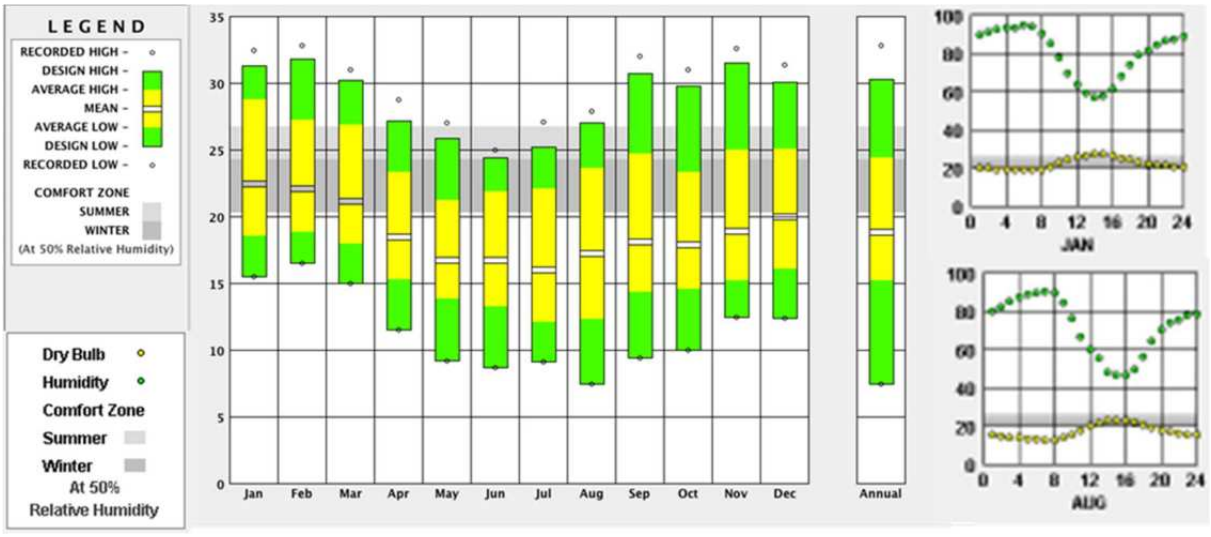
Entre as diretrizes práticas de design residencial sugeridas pelo software para a obtenção do conforto interno, destacam-se: sombreamento para evitar superaquecimento, de forma que possibilite as brisas no verão e o ganho solar passivo no inverno; casa compacta e bem isolada (o ganho de calor das luzes, pessoas e equipamentos reduz muito as necessidades de aquecimento); laje da casa no nível, paredes operáveis e espaços externos sombreados; planta baixa longa e estreita que possa ajudar a maximizar a ventilação cruzada em climas temperados e quentes úmidos; aberturas localizadas em lados opostos, com aberturas maiores voltadas para o vento (para facilitar a ventilação cruzada); espaços ao ar livre ensolarados e protegidos do vento que possam estender as áreas de estar em clima frio (solários sazonais, pátios fechados, pátios ou varandas).

AVALIAÇÃO DO MICROCLIMA DO JARDIM INTERNO

Ao se realizar a simulação *no Envi-Met®,* foi definida a localização geográfica da casa Vila Matilde, bem como sua orientação. Além disso, foram inseridos na simulação os

dados de temperatura do ar (maior e menor do dia de simulação) e os dados de velocidade e orientação do vento no horário escolhido para simulação. Para a definição dos horários e meses de simulação, foram levados em conta os gráficos de temperatura e umidade gerados no *Climant Consultant®* e sua relação com o conforto (Figuras 4), escolhidos aqueles que mais fugiam da zona de conforto.

Figura 4: Resultados de análise climática do *Climate Consultant®* para a cidade de São Paulo- SP



Nota: faixas de temperatura à direita; umidade relativa à esquerda acima; temperatura de Bulbo seco à esquerda abaixo.
Fonte: as autoras com base nos resultados do *Climate Consultant®*

Escolheu-se, assim, um dia frio e um dia quente que representasse os dois extremos de desconforto. Para a definição do dia e seus respectivos dados de temperatura, umidade, velocidade e direção dos ventos (no horário escolhido), foi feito uso dos arquivos climáticos do INMET 2018, conseguidos por meio do site do Laboratório de Eficiência Energética de Edificações (labEEE – UFSC). Assim, as informações inseridas na simulação estão expostas No Quadro 1.

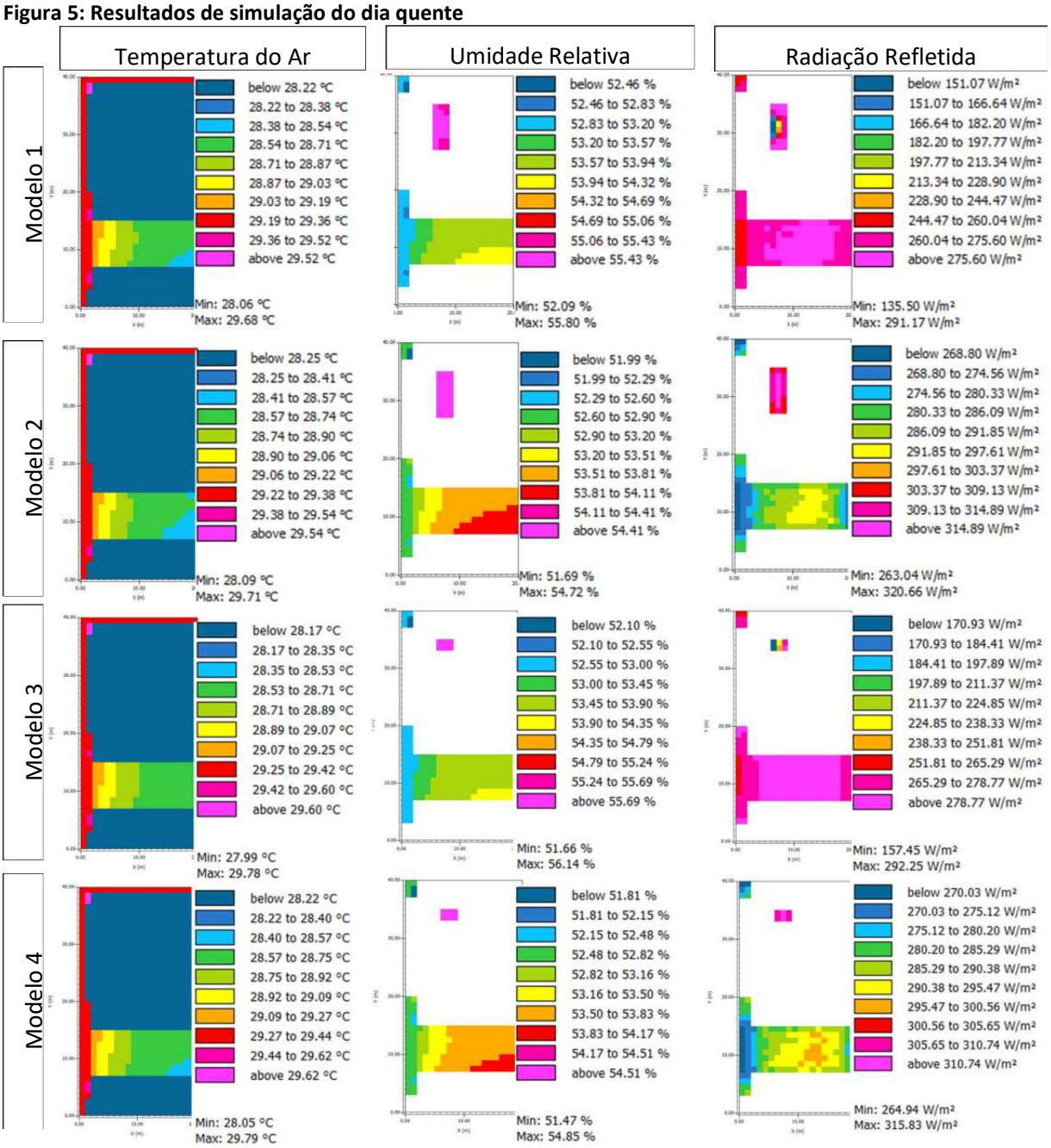
Quadro 1: Informações dos dias e horários de desconforto usados em simulação

	Dia	Hora	Faixa de Temperatura diária	Umidade relativa	Velocidade do vento	Direção do vento
Quente	10 / Janeiro	14h	18° a 32°	33%	2,7 m/s	343°
Frio	30 / Agosto	08h	11° a 20°	87%	2,7 m/s	137

Fonte: as autoras.

Em simulação no *Envi-Met®*, geraram-se gráficos de umidade absoluta, temperatura do ar e radiação refletida de cada modelo, para os dias de desconforto quente (Figura 5) e de desconforto frio (Figura 6).

Figura 5: Resultados de simulação do dia quente



Fonte: as autoras com base na simulação com o *Envi-Met* ®

Nos gráficos de temperatura, observou-se uma variação positiva no conforto do pátio interno entre a temperatura do exterior e a temperatura do pátio, sendo mais baixa (com diferenças médias superiores a 0,5 °C) no pátio que no exterior no caso simulado para o dia quente (Figura 5), e mais alta (com diferenças médias superiores a 0,3 °C) no caso do dia mais frio.

Entretanto, notou-se que, na maioria dos casos, o software não demonstrou diferença entre as temperaturas da área edificada e as temperaturas do pátio. Acredita-se que esse resultado pode ser devido à limitação do software, uma vez que ele tem seu uso indicado para simulação do clima em grandes escalas espaciais. Assim, notou-se que

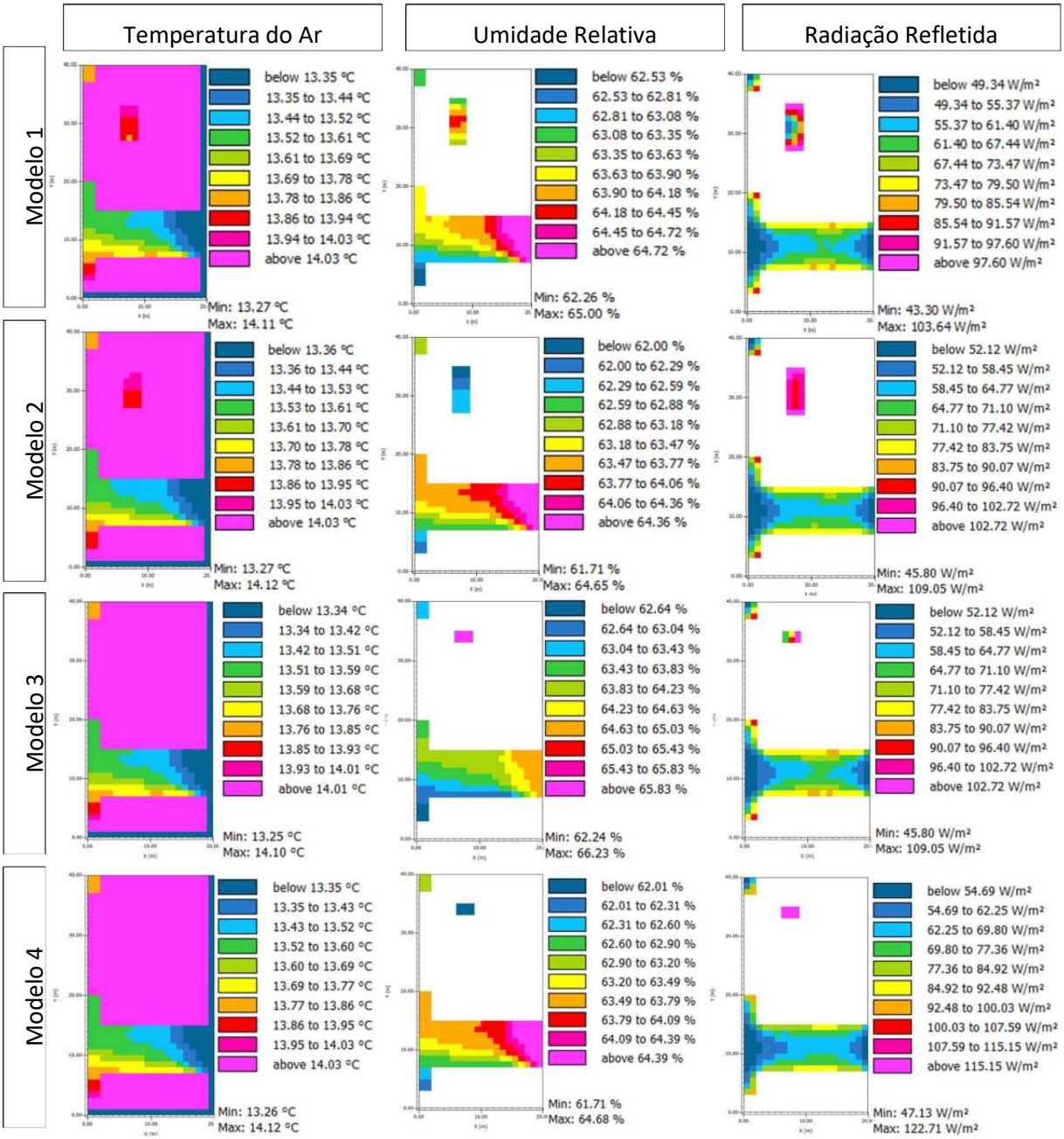
as únicas tipologias que apresentaram diferença de temperatura entre os pátios e as áreas edificadas foram aquelas que possuíam pátio maior, no clima frio. Nestes casos, as temperaturas apresentadas nos pátios eram maiores que aquelas encontradas na rua (ambiente externo). Este resultado foi coerente com o que era esperado, uma vez que o aumento da área exposta à radiação solar ao longo do dia impacta a variação de temperatura do pátio, elevando-a [6]. Dessa forma, observa-se que a existência do pátio em períodos frios possibilita maior conforto dos usuários quando em contato com o ambiente externo, bem como favorece a obtenção de um microclima externo mais aquecido, trazendo contribuição positiva aos ambientes internos.

No que se refere aos dados de umidade relativa nos dias quentes (Figura 5), os valores de umidade relativa encontraram-se por volta dos 54%. A presença de vegetação contribuiu com o aumento de 1% na umidade relativa, não havendo muita diferença entre os valores resultantes para os dois tamanhos de pátio.

Para o caso da umidade relativa nos dias frios (Figura 6), observou-se uma diferença máxima de aproximadamente 2% em pátios maiores (variando de 62% a 64%) e 3% em pátios menores (variando entre 65% e 62%) entre os resultados do pátio vegetado e sem vegetação sendo maior no caso vegetado, provavelmente devida à evapotranspiração das plantas e da maior permeabilidade do solo.

Quando observados os dados de reflexão solar, a tipologia que mostrou maior concentração por m² foram aquelas formadas por pátios menores, apresentando uma diferença de aproximadamente 18W/m² e 16W/m² entre os pátios vegetados e os não vegetados, respectivamente. Quando avaliado o impacto causado pela vegetação, foi possível perceber uma diferença aproximada de 48W/m² e 45 W/m², entre o pátio maior e menor, respectivamente. Entretanto, essa diferença causou uma redução de 50% da radiação refletida por metro quadrado para o pátio maior e de menos de 40% para o pátio menor, fazendo as autoras inferirem que a vegetação causa menor impacto no pátio menor, provavelmente devido à maior concentração de radiação refletida por m².
Quanto ao comportamento e à distribuição dessa radiação, foi observado que nos pátios não vegetados a maior concentração de radiação ocorre no centro dos pátios, enquanto nos vegetados a maior concentração se encontra nas bordas, sendo maior quanto mais distante da vegetação.

Figura 6: Resultados de simulação do dia frio



Fonte: as autoras com base nos resultados de simulação com o *Envi-Met ®*

ANALISE COMPARATIVA

A partir dos dados microclimáticos obtidos e das orientações fornecidas pelo do *Climant Consultant*®, foi possível realizar algumas avaliações. Inicialmente, para os dias frios, são indicadas estratégias que favoreçam o ganho de calor e o ganho solar direto passivo, a exemplo do uso de casas compactas e bem isoladas e de espaços ao ar livre ensolarados e protegidos do vento que possam estender as áreas de estar. Em relação a estas estratégias, os modelos de pátios não vegetados (2 e 4) mostram-se como os mais propícios, uma vez que têm maiores áreas expostas à radiação e espaços internos da casa mais compactos, o que facilita o aquecimento e a conservação do calor.

Para o caso dos dias quentes, há indicação de uso de planta baixa longa e estreita com aberturas localizadas em lados opostos para facilitar a ventilação cruzada, sendo os modelos 1 e 2, com o pátio maior, os mais propícios para o caso. Em adição a isso, indica-se o sombreamento para evitar superaquecimento o qual pode ser conseguido através do uso de vegetação. A simulação no *Envi-Met®* demonstrou que a radiação refletida pode ser reduzida em mais de 130 W/m² com arborização do espaço, independentemente do tamanho do pátio. As simulações também mostraram que a presença de vegetação, para os dias frios, não influencia muito na temperatura do pátio interno, fazendo com que o seu uso seja válido para o todo o ano. Assim, o modelo 1 com pátio de maior dimensão e presença de vegetação mostra-se como o mais interessante, sendo, inclusive, o modelo real da habitação.

Por outro lado, tomando como base os valores altos de umidade relativa de São Paulo (SP), uma das estratégias indicadas pelo *Climate Consultant®* envolve a diminuição da umidade. Entretanto, as simulações permitiram inferir que o ganho de umidade nos dias mais frios é vantajoso, embora não seja suficiente para adequar o microclima do pátio interno à zona de conforto. As autoras chegaram a essa conclusão ao observar o gráfico psicométrico (Figura 3). Isto porque, notou-se que a aproximação da região à zona de conforto pode ser conseguida com temperaturas menores (entre 19 e 20°C aproximadamente) se os valores de umidade relativa forem maiores do que os encontrados nas simulações (mas não superiores a 85%).

Finalmente, as últimas das práticas sugeridas pelo *Climate Consultant®* foram: laje da casa no nível, paredes operáveis, espaços externos sombreados e ventilação adaptativa, a qual traz o conceito da adaptação climática, muito necessária em climas com variações de temperatura amplas. A operabilidade das aberturas permite a rápida adaptação do espaço aos requerimentos climáticos externos para a manutenção do conforto interno. Nessa linha, o Modelo 1 mostra-se como o mais completo em relação à adaptação às estratégias propostas para o clima de estudado.

CONCLUSÕES

Sabendo do desafio da adequação climática de edificações em cidades de elevada amplitude térmica anual, esta pesquisa procurou responder qual melhor formato de pátio interno em residências semelhantes à de estudo de caso para este tipo de clima. Dessa forma, através das simulações para diferentes tamanhos de pátios e presenças de vegetações em épocas de climas opostos (quente e frio), foi possível interpretar e caracterizar a melhor composição para a realidade climática da cidade de São Paulo.

Neste respeito notou-se que, a alta amplitude térmica característica do local leva a que seja importante a existência de sombreamento nas aberturas para evitar o superaquecimento, entretanto ainda é necessário que exista ganho de calor por meio da radiação solar nos dias frios. Dessa forma, a melhor configuração seria possibilitar

esse aquecimento de forma passiva, não impedindo que exista sombreamento na região, uma vez que ele é necessário nos dias quentes.

A presença de vegetação consegue diminuir de forma expressiva a radiação refletida e essa redução por área independe do tamanho do pátio. Por outro lado, quando observado o dia frio, o tamanho do pátio influencia a reflexão de radiação por m², tendo valores mais altos nos pátios menores, os quais sofrem maior redução na presença de árvores. Assim, sabendo que aos valores altos de reflexão estão associados valores baixos de absorção e tendo consciência da expressiva representatividade de tais dados para temperaturas críticas, a melhor composição de pátio interno seria aquele maior e vegetado. Além disso, sabendo que a vegetação contribui substancialmente para a atenuação das temperaturas elevadas e, conforme resultado de simulações, não impacta tanto as temperaturas de climas frios, seu uso parece muito vantajoso para realidades climáticas de temperaturas variáveis.

No que refere ao uso dos softwares trabalhados, o *Climate Consultant®* mostrou-se como uma ferramenta eficiente e de fácil acesso para a visualização e analise da realidade climática, porem, é destacável que a validade das análises está condicionada ao acesso a dados climáticos atualizados. O *Envi- Met®, por sua vez,* ainda que tenha possibilitado análises relevantes para o estudo, apresentou algumas limitações. Isto ocorreu devido ao fato do seu uso ser indicado para simulação do clima na escala urbana, com padrões de análise proporcionais. No caso do presente estudo de caso, o software não demonstrou um detalhamento muito preciso em alguns resultados (a exemplo da temperatura do ar em climas quentes), demonstrando os mesmos valores entre o pátio interno e as áreas edificadas da casa, uma imprecisão que provavelmente tem relação com a escala reduzida da simulação.

REFERÊNCIAS

[1] OKE, Timothy R. et al. Urban Climates. Cambridge: Sheridan Books, 2017. 542 p.

[2] TORRES, Daniela de Araújo. Desempenho Térmico de habitações populares em alagoas: alternativas para adequação climática. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Alagoas, Maceió, 2015.

[3] ZORZETTO, Ricardo. A cidade de 77 climas. Pesquisa Fapesp, São Paulo, n. 92, dez. 2001. Disponível em < https://revistapesquisa.fapesp.br/a-cidade-de-77-climas-3/> Acesso em: 15 dez. 2022

[4] ARCHDAILY Brasil. Casa Vila Matilde: terra e tuma arquitetos associados. Terra e Tuma Arquitetos Associados. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/776950/casa-vila-matilde-terra-e-tuma-arquitetos>. Acesso em: 15 dez. 2020.

[5] PÉREZ, Cecilia López; HUERTA, David Felipe Sierra. Bioclimatic conditioners in the colonial architecture of Colombia: the house-yard in cartagena de indias y bogotá. Estoa, [S.L.], v. 7, n. 12, p. 7-18, 1 jan. 2018. Universidad de Cuenca. http://dx.doi.org/10.18537/est.v007.n012.a01.

[6] CANTÓN, María Alicia; GANEM, Carolina; BAREA, Gustavo; LLANO, Jorge Fernández. Courtyards as a passive strategy in semi dry areas. Assessment of summer energy and

thermal conditions in a refurbished school building. Renewable Energy, [S.L.], v. 69, p. 437-446, set. 2014. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.065.

[7] MORAKINYO, Tobi Eniolu; DAHANAYAKE, K.W.D. Kalani. C.; ADEGUN, Olumuyiwa Bayode; BALOGUN, Ahmed Adedoyin. Modelling the effect of tree-shading on summer indoor and outdoor thermal condition of two similar buildings in a Nigerian university. Energy And Buildings, [S.L.], v. 130, p. 721-732, out. 2016. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.087.

[8] TALEGHANI, Mohammad; TENPIERIK, Martin; DOBBELSTEEN, Andy van Den. Indoor thermal comfort in urban courtyard block dwellings in the Netherlands. Building And Environment, [S.L.], v. 82, p. 566-579, dez. 2014. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.028.

[9] KUBOTA, Tetsu; TOE, Doris Hooi Chyee; OSSEN, Dilshan Remaz. Field Investigation of Indoor Thermal Environments in Traditional Chinese Shophouses with Courtyards in Malacca. Asian Architecture And Building Engineering, Hiroshima, v. 13, n. 1, p. 247-254, nov. 2013.

[10] ENERGYPLUS. All Regions - South America WMO Region 3 - Brazil: weather data download - sao paulo-congonhas ap 837800 (try.1954). Weather Data Download - Sao Paulo-Congonhas AP 837800 (TRY.1954). 2020. Disponível em: https://energyplus.net/weather-location/south_america_wmo_region_3/BRA//BRA_SP_Sao.Paulo-Congonhas.AP.837800_TRY.1954. Acesso em: 29 dez. 2020.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações - parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2008

[12] USP. Universidade de São Paulo. Seção Técnica de Serviços Meteorológicos – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP - 2017.

[13] SÃO PAULO. PLANCLIMA SP: plano de ação climática do município de são paulo 2020-2050. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2019. 344 p.

[14] DUARTE, Denise Helena Silva. O impacto da vegetação no microclima em cidades adensadas e seu papel na adaptação aos fenômenos de aquecimento urbano. 2015. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

[15] MELO, Evanisa Fátima Reginato Quevedo; MELO, Rodrigo Henryque Reginato Quevedo; MELO, Ricardo Henryque Reginato Quevedo. IMPORTÂNCIA DO AMBIENTE FÍSICO E MICROCLIMA NA AMBIÊNCIA URBANA. Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana, Passo Fundo-RS, p. 915-928, nov. 2019.

[16] SILVA, Brenda Alves; XAVIER, Tatiana Camello; SILVA, Fabiana Trindade da; ALVAREZ, Cristina Engel de. O impacto da distribuição de vegetação no microclima de ambientes urbanos. Euro Elects, Guimarães Portugal, v. 1, n. 1, p. 247-256, jul. 2015.

[17] BARBOSA, Erica Caverzam. Influência da Vegetação nas Condições Microclimáticas em Ambientes Urbanos: estudo de caso ilha do fundão. 2016. 140 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.