



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

LARISSA PEREIRA FERNANDES

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA MORFOLOGIA URBANA NA RELAÇÃO
COM O CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES**

João Pessoa, PB

2020

LARISSA PEREIRA FERNANDES

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA MORFOLOGIA URBANA NA RELAÇÃO
COM O CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES**

Pesquisa apresentada em cumprimento à disciplina de Estágio Supervisionado I do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Profº. Dr. Luiz Bueno da Silva

João Pessoa, PB

2020

RESUMO

A morfologia urbana tem forte potencial de influência nos níveis de conforto ambiental no ambiente construído. A configuração física das áreas urbanas, principalmente em regiões de maior densidade, pode ocasionar a formação de ilhas de calor, afetando a qualidade de vida nos ambientes internos, na medida em que interfere em variáveis como temperatura e ventilação do ar. Este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura a respeito da influência da morfologia urbana no conforto, com preocupação específica nos ambientes internos das edificações. Características como compactidade, densidade e altura dos edifícios mostraram-se importantes nesta análise, uma vez que, em áreas muito densas e compactas, os próprios prédios podem atuar como barreiras da ventilação e esta se relaciona à razão entre a altura do edifício e a largura da rua. Analisou-se, também, as tendências de pesquisa que relacionam a morfologia urbana ao conforto ambiental. Foi identificado que os estudos realizados nos últimos anos que abordam esta temática focam principalmente o conforto nas áreas externas, a nível de pedestre, isto é, nos desfiladeiros urbanos. Destacou-se, portanto uma carência de trabalhos que desenvolvam a temática com foco na relação entre o padrão físico das áreas urbanas e a influência deste no conforto interno das edificações: no universo de 201 artigos analisados, somente 6 consideraram esta abordagem. Para o estudo, foram feitas pesquisas nas bases de dados Web of Science, Science Direct e Scopus com o uso da metodologia PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises) e, posteriormente, elaboração de gráficos e tabelas para análise dos artigos levantados.

Palavras-chave: Morfologia urbana. Conforto ambiental. Ambiente construído.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	06
3. ESTADO DA ARTE.....	08
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	10
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
REFERÊNCIAS.....	15

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e o crescimento das cidades têm levado a mudanças nos padrões físicos urbanos, sendo responsáveis, muitas vezes, pelo adensamento, principalmente nos grandes centros. Partindo do entendimento de que o adensamento e as características morfológicas do meio urbano podem influenciar no conforto ambiental dos usuários do ambiente construído, destaca-se a necessidade de que as formas urbanas sejam pensadas de modo a garantir a qualidade de vida humana no ambiente interno das edificações.

Este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura a respeito da influência da morfologia urbana no conforto, com preocupação específica nos ambientes internos das edificações. Este enfoque foi estabelecido a partir da constatação de que as pesquisas desenvolvidas nos últimos anos referentes à morfologia urbana e a influência desta no conforto ambiental têm dado maior atenção à avaliação do conforto a nível de pedestre. Ou seja, são consideradas majoritariamente as áreas dos desfiladeiros urbanos, havendo, então, necessidade de estudos que analisem as influências que os padrões físicos das edificações podem exercer diretamente no conforto interno dos edifícios.

Nessa perspectiva, entende-se que as áreas urbanas, cada vez mais adensadas e compactas, cujas formas expressam deficiências nos planejamentos das cidades, desempenham papel importante na avaliação dos índices de conforto ambiental. Conforme aponta Chan (2018), a qualidade do ambiente interno está intimamente associada ao ambiente de sua vizinhança. O autor defende que “os ocupantes do edifício não são isolados do ambiente do bairro” (CHAN, 2018), uma vez que características como densidade e altura dos edifícios influenciam o acesso a fatores como iluminação e ventilação natural no interior dos edifícios, o que interfere diretamente no conforto e saúde dos usuários. O autor defende que o ambiente da vizinhança é um fator chave que não pode ser esquecido no estudo da saúde dos ocupantes e na qualidade do ambiente interno.

Hadavi e Pasdarshahri (2019) destacam o potencial que os layouts das áreas urbanas têm de afetar os padrões de fluxo de vento e as taxas de infiltração no ambiente construído, influenciado no conforto térmico e no consumo de energia dos

edifícios. Revisando estudos passados sobre o microclima em desfiladeiros urbanos e sua associação com a qualidade do ambiente interno em edifícios urbanos naturalmente ventilados, Ai e Mak (2015) apontam que “a taxa de troca de ar de edifícios naturalmente ventilados diminui significativamente em áreas urbanas comparados àqueles em situações isoladas”. Ou seja, em áreas de maior densidade, observa-se o comprometimento dos níveis de ventilação das edificações. Consequentemente, “a temperatura em uma área urbana é significativamente mais quente do que a dos arredores áreas rurais” (TONGA et al., 2017), já que no meio urbano o ar tem mais tendência a ficar aprisionado, ocasionando o efeito de Ilha de Calor.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada revisão sistemática de literatura com base na metodologia PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises). O estudo foi dividido em duas etapas: a primeira foi realizada para a embasamento teórico a respeito do tema, e a segunda teve foco no agrupamento dos artigos a partir de temáticas estabelecidas, a fim de identificar o estado da arte dos estudos que relacionam morfologia urbana e conforto ambiental nos ambientes internos.

Na primeira etapa, foi realizada busca nas bases de dados Web of Science, Science Direct e Scopus. Foram inseridos dois grupos de palavras-chave: “urban morphology” OR “urban form” OR “urban geometry”; e “environment comfort” OR “thermal comfort” OR “acoustic comfort” OR “bright comfort”. Os resultados foram limitados para trabalhos publicados entre 2015 e 2019 (ano em que a busca foi realizada) e para os classificados como artigos e revisados, obtendo-se um total de 288 artigos nas três bases de dados. Elaborou-se uma planilha no software Excel para os resultados de cada base, sendo possível excluir, a partir da leitura de títulos e resumos, os trabalhos que não se relacionavam diretamente ao tema e os que foram publicados em mais de uma base de dados. Assim, obteve-se um total de 49 artigos, os quais serviram de embasamento teórico a respeito do tema.

Na segunda etapa da pesquisa, foi realizado o mesmo procedimento de busca nas mesmas bases de dados utilizadas na etapa anterior, sendo que a limitação dos anos de publicação dos trabalhos foi entre os anos de 2015 e 2020 (ano em que a busca foi realizada). Nesta etapa, obteve-se um total de 360 artigos. Assim como na primeira etapa, foi elaborada uma planilha no software Excel com os resultados de cada uma das bases, e, após a leitura de títulos e resumos, foram excluídos os trabalhos nos seguintes casos:

- 1) artigos publicados em mais de uma base de dados (eliminou-se o repetido);
- 2) artigos que não se relacionavam ao tema (não mencionavam morfologia urbana nem conforto ambiental);
- 3) e artigos que mencionavam morfologia urbana mas não o conforto ambiental e vice-versa (optou-se por considerar apenas os que abordavam esses dois temas, ainda que um deles fosse abordado de forma secundária).

Após essa filtragem, obteve-se um total de 201 artigos, entre os quais foram estabelecidos 6 grupos a partir da identificação das principais temáticas abordadas, a saber:

- a) *conforto no ambiente urbano* – pesquisas que relacionaram a configuração dos prédios e dos elementos urbanos ao conforto nos desfiladeiros urbanos;
- b) *análise ou proposta de métodos e/ou modelos de medição* – pesquisas que abordaram ambos os temas de interesse (morfologia urbana e conforto ambiental) focando em métodos e/ou modelos de medição, que podem auxiliar em trabalhos futuros;
- c) *eficiência energética e meio ambiente* – pesquisas que abordaram ambos os temas de interesse (morfologia urbana e conforto ambiental) focando nas configurações urbanas e sua relação com aspectos ambientais (como poluição do ar) e eficiência energética;
- d) *vegetação no ambiente urbano* – pesquisas que investigaram os efeitos da presença de vegetação no ambiente urbano na redução do desconforto ambiental;

- e) *materiais de revestimento dos prédios e do ambiente urbano* – pesquisas que investigaram os efeitos dos materiais de revestimento na redução ou melhoria dos níveis de conforto ambiental; e
- f) *conforto nos ambientes internos* – pesquisas que focaram na relação entre a morfologia urbana e conforto ambiental nos ambientes internos, temática de interesse para este trabalho.

3. ESTADO DA ARTE

Lau (2011) define morfologia urbana como a forma física de uma cidade. Conforme o autor, esse estudo considera o layout físico da cidade, abrangendo padrões de rua, tamanhos e formas dos edifícios, densidade populacional e padrões de uso residencial, comercial e industrial. Lai *et al.* (2018) aponta que “estudos têm mostrado que a forma urbana da cidade pode afetar a dispersão do ar, induzir ilhas de calor urbanas, causar problemas de saúde e de conforto térmico e influenciar no consumo de energia”. Assim, as formas físicas e a configuração espacial do meio que as circundam cumprem papel importante no tocante à promoção de ambientes saudáveis e confortáveis, aptos a possibilitar o pleno desenvolvimento das atividades diárias.

No que tange às mudanças climáticas, entende-se que estas podem ter maior ou menor impacto nas cidades em termos de conforto ambiental, a depender da configuração física do ambiente urbano, criando climas locais únicos (HOVE *et al.*, 2014). Nessa perspectiva, relacionando os efeitos do ambiente da vizinhança com a qualidade do ambiente interno e com a saúde dos ocupantes, Chan e Liu (2018) apontam que, quanto à saúde, esta é significativamente afetada pela densidade e altura dos prédios vizinhos e pela limpeza do bairro; as relações entre o ambiente da vizinhança e a saúde dos ocupantes são significativamente mediadas pelo ambiente interno, em termos de conforto visual e acústico; e os espaços verdes da vizinhança afetam indiretamente a saúde dos ocupantes, na medida em que influenciam na qualidade do ar interno. Os autores destacam o impacto da altura das edificações vizinhas no acesso à luz e radiação solar de um edifício; a influência da alta densidade da vizinhança na formação de ilhas de calor; e os impactos da altura e

densidade das edificações da vizinhança no conforto acústico dos ocupantes, uma vez que podem obstruir a propagação do ruído das ruas, aumentando o nível sonoro no ambiente interno.

Analisando a forma urbana de Hong Kong, “uma das cidades asiáticas que se desenvolveu como uma forma urbana compacta” (LAU, 2011), este autor defende que esta configuração expressa vantagens como a redução da dependência do uso do automóvel e maior acessibilidade para a maioria dos usuários, baseando-se, segundo Barbosa *et al.* (2019), em cidades mais densas e com maior conectividade em suas estruturas. Contudo, cidades compactas apresentam implicações ambientais associadas à população muito alta e à densidade extrema. Esta, segundo Lau (2011), relaciona-se intimamente à poluição atmosférica e sonora, à baixa iluminação e ventilação nas unidades residenciais individuais e aos efeitos de ilha de calor e túnel de vento, já que os edifícios altos atuam como barreiras para a circulação de ar. Ainda, destaca-se a diminuição de fator de visão do céu, ao qual se associa a formação de cânions urbanos e o consequente aumento da temperatura, provocando desconforto térmico no interior dos edifícios (BARBOSA *et al.*, 2019). Nesse sentido, Ai *et al.* (2015) destaca a importância da ventilação natural para as edificações no tocante à promoção de qualidade ambiental interna, uma vez que essa estratégia desempenha um papel importante, por exemplo, na redução do risco de superaquecimento (LIDDAMENT, 2009).

Além disso, “os custos de energia e as emissões de CO₂ associadas a um edifício típico com ar condicionado são 30% mais altos que um edifício naturalmente ventilado” (Carbon Trust, 2012). Assim, diante da necessidade do desenvolvimento de estratégias sustentáveis para o uso racional de energia, em um cenário de insegurança no suprimento energético e preocupação a respeito do impacto da emissão de combustíveis fósseis no aquecimento global (LIDDAMENT, 2009), a ventilação natural mostra-se importante na redução do consumo de energia pelos edifícios.

Entretanto, em cidades com densidade muito alta, onde a velocidade do vento é menor – já que, conforme Andreou e Axarli (2011), o fluxo de vento em uma área urbana se relaciona com a razão entre a altura média do edifício e a largura da rua –, há menos diferença de pressão ao redor dos edifícios, o que compromete a

ventilação natural interna (Al *et al.*, 2015), já que, para que a ventilação natural ocorra de forma eficaz, há a necessidade da existência de zona de pressão positiva (entrada) e negativa (saída). Conforme Gao e Lee (2012), a configuração muito compacta dos edifícios afeta a performance da ventilação natural nestes: a presença de prédios vizinhos pode reduzir a velocidade do vento nas proximidades de prédios entre 2,5% até 86,8%. Os prédios podem, além de criar barreiras que impedem a entrada do vento na vizinhança, formar cânions que canalizam a ventilação (BARBOSA *et al.*, 2019), comprometendo sua dissipação de forma homogênea. Assim, associada à alta temperatura do ar, à alta concentração de poluentes e aos altos níveis de ruído nas cidades, a baixa velocidade do ar pode deteriorar significativamente a qualidade ambiental interna em edificações naturalmente ventiladas (LIDDAMENT, 2009).

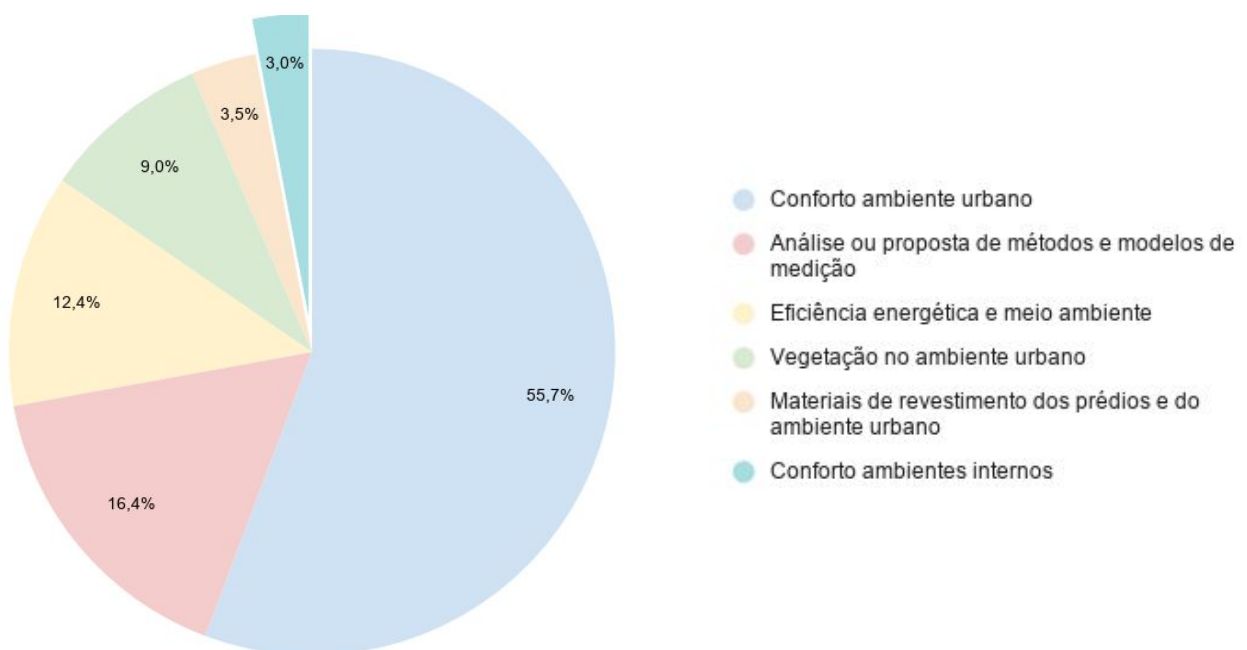
A respeito da temperatura do ar, Choi *et al.* (2018) destaca a influência do ambiente físico urbano e de outros parâmetros climáticos na duração de altos valores desta variável. Assim, os autores apontam o efeito positivo da alta porosidade urbana – fração de volume ao ar livre dentro da camada do desfiladeiro –, já que esta possibilita uma ventilação eficaz, o que contribui na redução da duração de valores elevados da temperatura do ar. De modo contrário, em regiões com baixa porosidade, onde o fator de visão do céu é menor, a configuração física é menos favorável em termos de ambientes térmicos desejáveis, tendo em vista que o ar aquecido durante o dia fica aprisionado (CHOI *et al.*, 2018). Nessas áreas, os efeitos de ilha de calor urbano são agravados, uma vez que a alta capacidade de armazenar o calor recebido está associada a barreiras de ventilação, que impedem a dissipação deste (BARBOSA *et al.*, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo analisado as tendências de pesquisa dos estudos desenvolvidos com foco na temática que relaciona a morfologia urbana ao conforto ambiental, o levantamento realizado aponta para a predominância de trabalhos que consideram o conforto ambiental a nível de pedestre, isto é, nos desfiladeiros urbanos. Conforme indica o gráfico abaixo, entre os 6 grupos estabelecidos a partir dos 201 artigos

levantados na segunda etapa da pesquisa, 57% têm foco nessa temática (grupo a - conforto no ambiente urbano); 16,4% correspondem ao grupo b (análise ou proposta de métodos e modelos de medição); 12,4% ao grupo c (eficiência energética e meio ambiente); 9% ao grupo d (vegetação no ambiente urbano); 3,5% ao grupo e (materiais de revestimento dos prédios e do ambiente urbano); e apenas 3% (correspondente a 6 artigos) contemplam o estudo da relação entre morfologia urbana e conforto nos ambientes internos, temática referente ao grupo f.

Gráfico 1 - Temáticas relacionadas à morfologia urbana



Fonte: elaborada pela autora (2020)

Este levantamento expressa a necessidade de realização de pesquisas que tenham foco na abordagem subscrita acima, uma vez que a configuração física das cidades pode exercer impactos nos níveis de conforto sob um ponto de vista termofísico e de radiação térmica no interior do ambiente construído. As tabelas abaixo apresentam uma síntese dos 6 artigos (grupo f) que contemplam o tema de interesse deste trabalho.

Tabela 01 - Artigos cuja temática relaciona a morfologia urbana ao conforto nos ambientes internos

Título	Ano	Local	Autores	Temática	Metodologia	Conclusões
Effects of neighborhood building density, height, greenspace, and cleanliness on indoor environment and health of building occupants	2018	China	Isabelle Y.S. Chan, Anita M.M. Liu	- Relação entre morfologia urbana, ambiente interno e saúde dos ocupantes	- Medições em campo	- A saúde dos ocupantes é influenciada pela altura e densidade dos prédios vizinhos; - As relações entre o ambiente da vizinhança e a saúde dos ocupantes são mediadas pelo ambiente interno, em termos de conforto visual e acústico; - O espaço verde da vizinhança afeta indiretamente a saúde dos ocupantes através da influência da qualidade do ar interno.
Effects of urban context on the indoor thermal comfort performance of windcatchers in a residential setting	2020	Austrália	Mahsan Sadeghi, Graeme Wood, Bijan Samali, Richard de Dear	- Análise da ventilação em três situações morfológicas diferentes (edifício isolado, edifício na esquina, edifício no meio no bairro) - Estudo do desempenho de resfriamento de coletores de vento, como instrumentos para aumento da ventilação interna	- Variável analisada: ventilação - Experimentos em laboratório - Estudo em edifícios residenciais	- Nas simulações realizadas, obtiveram-se os seguintes valores de velocidade de ar interno a partir do uso dos coletores de vento: 0,55 m/s para o primeiro cenário; 0,54 m/s para o segundo; e 0,39 m/s para o terceiro.
From street canyon microclimate to indoor environmental quality in naturally ventilated urban buildings: Issues and possibilities for improvement	2015	China	Z. T. Ai, C.M. Mak	- Revisão de estudos passados sobre o microclima em desfiladeiros urbanos e sua associação com a qualidade do ambiente interno em edifícios urbanos naturalmente ventilados - Engloba questões referentes a: * Quais são as condições do microclima urbano em torno dos edifícios e suas possíveis influências na taxa de troca de ar em edifícios com ventilação natural; * Quais são as reais condições ambientais internas em edifícios naturalmente ventilados situados em áreas urbanas.	- Foco em artigos que relataram experiências realizadas em campo	- A taxa de troca de ar de edifícios naturalmente ventilados diminui significativamente em áreas urbanas comparados àqueles em situações isoladas

Título	Ano	Local	Autores	Temática	Metodologia	Conclusões
Quantifying impacts of wind speed and urban neighborhood layout on the infiltration rate of residential buildings	2019	Irã	Mohammad Hadavi, Hadi Pasdarshahri	- Análise do impacto da velocidade do vento e dos padrões formais dos edifícios na taxa de infiltração de edifícios residenciais	<ul style="list-style-type: none"> - Variável analisada: ventilação - Simulações em laboratório - Estudo em 4 tipos diferentes de morfologia urbana 	<ul style="list-style-type: none"> - Foi indicado que a velocidade do vento não tem papel decisivo em determinar o fenômeno de entrada ou saída de ar, e é responsável apenas por aumentar ou reduzir suas taxas. No caso de aumento da compactidade, a taxa de infiltração reduziu e a de saída aumentou em todos os casos analisados; - Foi demonstrado que diminuir a compactidade dos edifícios reduz os gradientes de pressão negativa e diminui a intensidade de fluxo de vento.
Study on correlation between air temperature and urban morphology parameters in built environment in northern China	2017	Malásia	Shanshan Tonga et. al	- Análise da relação entre temperatura do ar e morfologia urbana no ambiente construído durante o verão e o inverno no Norte da China.	<ul style="list-style-type: none"> - Medição em campo e modelagem computacional - Variável analisada: temperatura do ar 	<ul style="list-style-type: none"> - No verão, um aumento de 0.5 na proporção de área verde poderia reduzir a temperatura mínima diária e a temperatura média noturna em 0.7 °C e 0.5 °C, respectivamente; - No inverno, apenas a temperatura média diária, a temperatura mínima diária e a temperatura média noturna foram afetados pela morfologia urbana: estas variáveis aumentaram em alturas maiores de edifícios e ruas mais estreitas.
Thermal and visual comfort assessment of natural ventilated office buildings in Europe and North America	2017	Reino Unido e Nova Zelândia	V. Costanza, M. Donn	- Análise da ventilação natural, do acesso à luz do dia e do conforto térmico em edifícios inseridos em diferentes climas e configurações urbanas	<ul style="list-style-type: none"> - Principal variável analisada: ventilação - Estudo em escritórios - Simulações a partir de cenários modelados em computador 	<ul style="list-style-type: none"> - A proporção entre a altura do edifício e a distância que o separa do edifício oposto foi considerado o parâmetro de maior influência no potencial da ventilação natural; - A ventilação representa uma maneira muito eficaz de melhorar os níveis de conforto interno: quase sempre esta variável dobra o número de horas de conforto em quase todas as situações simuladas para os climas estudados na pesquisa

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou uma revisão sistemática da literatura sobre a relação entre morfologia urbana e conforto ambiental no ambiente construído, temática que parte do entendimento de que as formas urbanas podem afetar os níveis de conforto nos ambientes internos a partir de fatores como densidade, compactidade e verticalização dos edifícios. Com os objetivos de compreender de que forma se dá essa relação e de identificar as tendências de pesquisa relacionadas à temática, o estudo subsidiou a verificação do estado da arte por meio dos levantamentos realizados.

Entende-se, aqui, a importância do tema, principalmente ao se observar a tendência de áreas urbanas apresentarem configurações cada vez mais adensadas, favorecendo a formação de cenários em que o fator de visão do céu é reduzido e o fenômeno da ilha de calor compromete o conforto ambiental no ambiente construído. Situações como essas são estudadas nas pesquisas analisadas e apresentadas neste trabalho, evidenciando que muitas cidades têm apresentado um comprometimento da qualidade ambiental no interior das edificações em função da configuração física destas.

Dessa forma, tendo sido constatado que, apesar da relevância do tema, ainda há poucos estudos que focam nesta abordagem, este trabalho sugere a necessidade de trabalhos futuros suprirem esta lacuna. As metodologias utilizadas nos 6 trabalhos que abordam o conforto nos ambientes internos podem servir como referência para pesquisas com foco na avaliação destes espaços, relacionando sua qualidade ambiental à configuração física urbana onde eles se inserem.

REFERÊNCIAS

Carbon Trust. **Air conditioning – maximising comfort, minimising energy consumption**. 2007. Report CTGOO5.

CHAN, I. Y .S.; LIU, A. M. M. **Effects of neighborhood building density, height, greenspace, and cleanliness on indoor environment and health of building occupants**. 2018; doi: 10.1016/j.buildenv.2018.06.028.

SADEGHI, M.; WOOD, G.; SAMALI, B.; DEAR, R. **Effects of urban context on the indoor thermal comfort performance of windcatchers in a residential setting**. Austrália: 2020; doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110010

AI, Z. T.; MAK, C.M. **From street canyon microclimate to indoor environmental quality in naturally ventilated urban buildings: Issues and possibilities for improvement**. China: 2015; doi: 10.1016/j.buildenv.2015.10.008

BARBOSA, G. S.; DRACH, P. R. C.; CORBELLA, O. D. **Intraurban Temperature Variations: Urban Morphologies of the Densification Process of Copacabana Neighborhood, Brazil**. Brasil: 2019; doi:10.3390/cli7050065

ANDREOU, E.; AXARLI, K. **Investigation of urban canyon microclimate in traditional and contemporary environment: experimental investigation and parametric analysis**. Grécia: 2011; doi: 10.1016/j.renene.2011.11.038

LAU, S. S.Y. **Physical environment of tall residential buildings: The case of Hong Kong**. In High-Rise Living in Asian Cities; Yuen, B., Yeh, A.G.O., Eds.; Springer: New York, NY, USA. pp. 25–48. 2011.

LAI, Poh-Chin; CHEN Si; LOW, Chien-Tat; CERIN, Ester; STIMSON, Robert; WONG, Pui Yun Paulina. **Neighborhood Variation of Sustainable Urban Morphological Characteristics**. Int. J. Environ. Res. Public Health, 15, 465. 2018; doi:10.3390/ijerph15030465

HADAVI, Mohammad; PASDARSHAHRI, Hadi. **Quantifying impacts of wind speed and urban neighborhood layout on the infiltration rate of residential buildings**. Irã: 2019; doi: 10.1016/j.scs.2019.101887

TONGA, Shanshan; WONGA, Nyuk Hien; JUSUFB, Steve Kardinal; TANA, Chun Liang; WONGA, Hiu Fung; IGNATIUSA, Marcel; TANA, Erna. **Study on correlation between air temperature and urban morphology parameters in built environment in northern China**. Malásia: 2017; doi: 10.1016/j.buildenv.2017.11.013

HOVE, L. W. A. V.; JACOBS, C.M.J.; HEUSINKVELD, B.G.; ELBERS, J.A.; DRIEL; B.L. V.; HOLTSLAG, A.A.M. **Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration**. Holanda: 2014; doi: 10.1016/j.buildenv.2014.08.029

LIDDAMENT, M. **The applicability of natural ventilation**. Technical Editorial, Int. J. Vent. 2009.

GAO, C.F.; LEE, W.L. **The Influence of Surrounding Buildings on the Natural Ventilation Performance of Residential Dwellings in Hong Kong**. Hong Kong: 2012.

COSTANZO, V.; DONNB, M. **Thermal and visual comfort assessment of natural ventilated office buildings in Europe and North America**. 2017; doi: 10.1016/j.enbuild.2017.02.003

CHOI, Y.; LEE, S.; MOON, H. Urban Physical Environments and the Duration of High Air Temperature: Focusing on Solar Radiation Trapping Effects. 2019; doi: 10.3390/su10124837

CEN Standard 13779. Ventilation for non- residential buildings – performance requirements for ventilation and room-conditioning systems. 2007.