

# Uso de materiais reflexivos como estratégia para mitigação de ilhas de calor urbano

**Ingrid Scaramussa Colombi Guidi**  
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[scgingrid@gmail.com](mailto:scgingrid@gmail.com)

**Cristina Engel de Alvarez**  
Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[cristina.engel@ufes.br](mailto:cristina.engel@ufes.br)

**Fabrcia Delfino Rembiski**  
Universidade de Bio-Bio – Chile  
[frembiski@gmail.com](mailto:frembiski@gmail.com)

## ABSTRACT

*The urban population growth and the retention of solar energy through the materials influence the formation of urban heat islands. Thus, the use of reflective materials becomes an alternative on mitigation of urban heating. The objective of this work is to identify mitigation alternatives for the phenomenon of urban heat islands through reflective materials. For this purpose, bibliographical surveys were carried out in two databases, selecting twenty-five studies case that use reflective materials in the urban environment. It was found that, despite the satisfactory results for the use of cold materials, some authors identified an increase in air temperature. Some of the variations of the results may be related to the different methodologies applied and the climate analyzed.*

**Keywords:** *Urban Heat Island Mitigation; Reflective Materials, Cool Materials.*

## 1. INTRODUÇÃO

As ilhas de calor, que provocam a elevação da temperatura no microclima local, são geradas pela retenção de energia solar nos materiais utilizados no revestimento de superfícies em zonas urbanas. Uma das principais razões para este aquecimento é a interação entre os materiais externos das edificações e a pavimentação nos *cânions* urbanos<sup>1</sup>, absorvendo assim, o calor dos raios solares. Este fenômeno pode gerar desconforto e possíveis doenças junto à população, além do aumento da poluição urbana e do consumo de energia para condicionamento artificial de edificações (GARTLAND, 2010).

Minaki e Amorim (2012) afirmam que a formação da ilha de calor ocorre naturalmente, porém sua intensidade pode ser alterada com base nas características físicas e antropogênicas da região. Segundo os autores, alguns aspectos são fundamentais para análise do efeito da ilha de calor, como por exemplo, o uso do solo, as características do sítio, os materiais utilizados nas construções e as condições climáticas locais. Segundo Barros e Lombardo (2016), a ilha de calor é representada pelo aumento da temperatura do ar no ambiente urbano, quando comparado com o entorno.

---

<sup>1</sup> Condições microclimáticas ao redor das edificação até seu topo, de forma uniforme, caracterizando a região (KRÜGER, 2008).

De acordo com Gartland (2010), umas das características que contribuem para o aumento do armazenamento de calor é a baixa refletância dos materiais, auxiliando na formação de ilhas de calor no ambiente urbano. As condições climáticas são outro aspecto, uma vez que dias claros e com pouco vento apresentam um aquecimento mais intenso, quando comparados a dias nublados e com ventos fortes, devido a facilidade de penetração dos raios solares e a lentidão para dissipar o calor acumulado. Para Yang, Wang e Kaloush (2015), a visibilidade do céu e a velocidade dos ventos reduzem os efeitos da ilha de calor, enquanto o crescimento da cidade e da população intensifica a propagação desse fenômeno.

Muitos estudos buscam estratégias para a mitigação dos efeitos da ilha de calor, destacando-se que seus resultados tornam-se mais relevantes para a população das regiões de clima temperado, devido ao despreparo da população para enfrentamento das ondas de calor. No entanto, as estratégias para atenuar o aquecimento possuem mais estudos nas regiões quentes e secas (WANG; BERARDI e AKBARI, 2016). Para Akbari *et al.* (2016), as técnicas de mitigação dos cânions urbanos referem-se às intervenções com intuito de reduzir as temperaturas internas e externas. Santamouris *et al.* (2017) estudaram diferentes técnicas de mitigação, como: uso de vegetação no ambiente urbano; sistemas de evaporação; sistemas de dissipação de calor; coberturas solares; materiais frios; sistema combinado, mesclando materiais frios e técnicas de controle solar. Os autores concluíram que as tecnologias de mitigação podem auxiliar na redução da temperatura dos cânions urbanos, reduzindo em até 3°C na temperatura média do ambiente urbano.

Uma das tendências de mitigação utilizadas no setor da construção civil é o incentivo ao uso de materiais denominados frios, devido à alta refletância solar, possibilitando dissipar os raios solares incidentes e a alta emissividade térmica, liberando o calor absorvido nas superfícies (ZINZI, 2016a). Santamouris, Synnefa e Karlessi (2011), também, enfatizam que o equilíbrio térmico urbano é o pelos materiais utilizados nas envoltórias dos edifícios e nas estruturas urbanas, devido a absorção e a reflexão das radiações solares e infravermelhas do calor acumulado, elevando a temperatura ambiente.

## 2. METODOLOGIA

Os materiais frios, aplicados no meio urbano, podem auxiliar na mitigação da ilha de calor dos cânions urbanos através da redução da temperatura das superfícies e, conseqüentemente, do desconforto térmico no interior e no exterior das edificações (ZINZI, 2016b). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi identificar alternativas de mitigação do fenômeno de ilha de calor urbana, através da análise crítica de artigos de periódicos sobre materiais frios.

Existem várias estratégias projetuais e construtivas que colaboram com a mitigação do aquecimento urbano e, dentre as técnicas mais aplicadas, estão uso dos materiais reflexivos, telhados com coberturas verdes, pavimentos permeáveis e materiais de mudança de fase (YANG; WANG; KALOUSH, 2015). Nesse artigo será abordado o uso dos materiais reflexivos no ambiente urbano.

Sendo uma pesquisa bibliográfica, foi determinado critério de seleção considerando a confiabilidade da base de dados. Portanto, foram selecionadas duas bases de dados para o levantamento bibliográfico – *Scopus* e *Web of Science* – e as buscas realizadas a partir da definição de palavras-chave. Foram então testados diferentes termos, tais como: *thermal comfort*, *facade materials*, *urban heat island*, *urban heat island mitigation* e *reflective materials*. A partir dos resultados iniciais, fez-se um refinamento nos termos, definindo novas palavras-chave, *urban heat island mitigation* e *reflective*

*materials*. Logo, realizou-se uma busca nas bases de dados citadas, sendo encontrados 67 publicações.

A partir da análise inicial do corpo do artigo, foram identificados àqueles com maior relevância para a pesquisa. Assim foram selecionados 25 publicações sobre estudo de casos e ensaios sobre a utilização de materiais reflexivos em fachadas, coberturas e pavimentação, para mitigar as ilhas de calor urbano.

### 3. RESULTADOS

A partir da análise das 25 publicações verificou-se a existência de diversas metodologias para avaliação do desempenho dos materiais reflexivos para mitigação das ilhas de calor urbano.

Para Santamouris, Synnefa e Karlessi (2011), o uso de materiais frios para mitigação do calor urbano é uma opção econômica e ambientalmente correta, uma vez que colabora para eficiência energética em áreas externas e internas das edificações, limitando a necessidade de resfriamento dos ambientes internos e contribuindo para redução da temperatura do ar e das superfícies externas.

Yang, Wang e Kaloush (2015) analisaram os possíveis impactos dos materiais reflexivos no ambiente urbano e concluíram que os materiais com alta refletância auxiliam no resfriamento das superfícies, reduzindo também a temperatura do ar externo.

Por sua vez, Salata *et al.* (2015) analisaram o efeito da vegetação e dos materiais com alta refletância em cinco simulações com diferentes revestimentos verticais e horizontais, em uma faculdade de Roma (Itália). Os autores verificaram que os materiais com elevado albedo agravaram o desconforto térmico, aumentando a temperatura urbana em até 2,3°C durante o verão.

Zinzi (2016a) avaliou o impacto de tintas com pigmentos frios para mitigar o efeito da ilha de calor, baseado no clima quente e temperado de três cidades da Itália. Foi preparada uma paleta de tintas com 10 cores frias e tradicionais, e a refletância das tintas medida com espectrofotômetro. A partir da análise numérica, através do *software Energy Plus* os resultados indicaram que a tinta fria é capaz de reduzir a temperatura da fachada em até 6°C, quando comparada com a pintura convencional em cores quentes.

Wang, Berardi e Akbari (2016) avaliaram estratégias de mitigação de ilha de calor urbano em diferentes cenários de Toronto (Canadá), através do uso de pavimentos e telhados frios, com acréscimo de vegetação. Constataram, baseado nas três técnicas propostas, que a redução da temperatura nos cânions urbanos é maior quando os edifícios são mais altos e a região é mais densa.

Com foco no uso dos materiais frios na pavimentação, Yang et al. (2016) simularam o uso de pavimentos reflexivos em cânions urbanos para a cidade de Phoenix (Estados Unidos da América), no verão. Para as simulações o albedo das pavimentações variou entre 0,1 a 0,7, e concluíram que a pavimentação com albedo de 0,7 reduziu a temperatura da superfície em até 10°C durante o dia e cerca de 3°C durante a noite.

Zinzi (2016b) investigou o impacto das fachadas frias em edifícios residenciais através de análises numéricas e simulações em edificações do clima mediterrâneo através do *software Energy Plus*. Foram definidas três localizações com condições climáticas diferentes – quente, fria e mista –, durante os três meses mais frios– e os três mais quentes para identificar o comportamento da fachada fria. O estudo comprovou que o uso de materiais frios nas fachadas afeta a temperatura urbana no nível do solo, ao

contrário dos telhados frios, que agem na camada acima do dossel urbano<sup>2</sup>. Assim, especialmente os materiais das fachadas podem ser uma estratégia relevante para redução de calor, além de auxiliar na redução do consumo de energia por aquecimento ou resfriamento do interior das edificações.

Touchaei, Akbari e Tessum (2016) avaliaram o impacto do aumento do albedo urbano em Montreal (Canadá), referente à temperatura do ar, à concentração de poluentes e o consumo de energia. Os resultados demonstraram que a elevação do albedo é uma alternativa eficiente na redução da temperatura do ar e no consumo de energia, melhorando também a qualidade do ar.

Alchapar e Correa (2016) simularam 18 cenários para a cidade de Mendoza (Argentina), variando, os valores de albedo para as superfícies horizontais e verticais, a porcentagem de vegetação e a densidade urbana. Logo, identificaram que o aumento de 10% do albedo dos telhados e dos pisos reduziu, aproximadamente, 0,5°C na temperatura do ar em cânions com alta densidade e 0,75°C em cânions com baixa densidade. Para as fachadas, o aumento de 10% do albedo representou uma redução de 0,5°C para as regiões com alta densidade, não apresentando mudança considerável em baixas densidades.

De acordo com os estudos de Žuvela-Aloise *et al.* (2018) sobre telhados com alto albedo em Viena (Áustria), os autores concluíram que a alteração do albedo para 0,68 – equivalente a uma cerâmica branca – reduz a temperatura média, durante o verão, em aproximadamente 1°C.

Pisello *et al.* (2017) analisaram o desempenho térmico interno e externo de coberturas e fachadas com materiais frios, através do monitoramento de dois protótipos de edificação, realizado por piranômetros, durante o verão na Itália. Foram utilizados dois protótipos, sendo o primeiro com características tradicionais, e o segundo, com pintura fria nas fachadas. Constataram que as fachadas com pintura fria obtiveram redução, de até 13,8°C nas superfícies externas.

Telhas asfálticas apresentam-se como alternativa de revestimento para coberturas que buscam elevar a refletância solar. Ferrari *et al.* (2017) analisaram alternativas de composição dos esmaltes em telhas asfálticas para definir condições viáveis em termos de refletância solar. Dessa forma, o talco foi utilizado como substituto do dióxido de titânio, em proporções que variam de 0 a 30% em peso. Além disso inseriu-se na mistura água e silicato de sódio, que variam suas proporções, e caulim, permanecendo constante nas amostras. A temperatura também apresentou variação no decorrer dos ensaios, oscilando entre 700 e 1100°C. Os autores concluíram que a proporção de talco influencia negativamente na refletância quando utilizada quantidade superior à 15% na mistura, diferentemente da água, que auxilia no aumento da refletância do material, conforme sua proporção é elevada. Com relação à temperatura, conclui-se que a condição ideal durante a produção para promover refletância solar satisfatória é de 900°C.

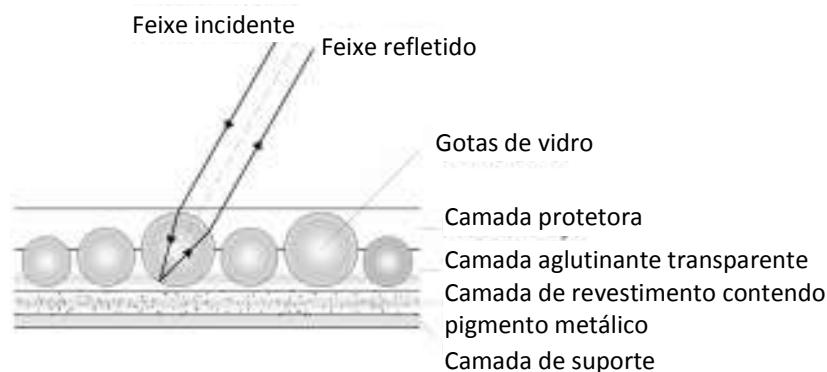
De acordo com Nagahama *et al.* (2017), o uso de materiais retro reflexivos (RR) é uma alternativa para melhora do conforto térmico interno e mitigação das ilhas de calor urbano. Em estudos sobre materiais RR, Rossi *et al.* (2014) avaliaram a refletância solar de cinco amostras RR, com mesma aparência e acabamento. Logo, concluíram que as superfícies com materiais RR reduzem as

---

<sup>2</sup> “Volume de ar abaixo dos topos dos edifícios e das árvores” (GARTLAND, 2010).

temperaturas dos *cânions* urbanos, uma vez que a energia é refletida na direção de entrada (Figura 1), direcionando menos energia para as paredes adjacentes.

Figura 1 – Esquema de reflexão dos materiais RR.

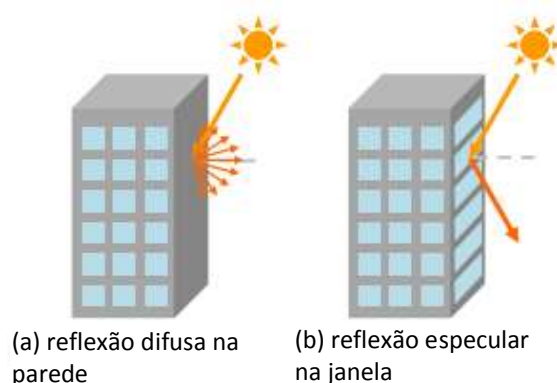


Fonte: Rossi *et al.* (2014)

Os materiais RR, também, podem ser aplicados em janelas de vidro que compõem as fachadas dos edifícios. Nagahama *et al.* (2017) identificaram que aproximadamente metade dos raios solares incidentes sobre pintura são refletidos para cima devido a reflexão difusa. Porém, quando a superfície incidente por vidro com camada refletora é alterada, a maior parte dos raios é direcionada para o solo (Figura 2), auxiliando na formação de ilhas de calor.

Assim, os autores analisaram três amostras de vidro *float* de 3mm: – película solar reflexiva ascendente; película solar reflexiva especular; e vidro *float* tradicional (referência). O vidro *float* com película solar reflexiva ascendente obteve resultados mais eficientes comparado ao vidro de referência, obtendo uma transmitância solar 50% menor, uma refletância ascendente de 33% num ângulo de 60° e uma redução de aproximadamente 17°C na superfície externa do vidro.

Figura 2 – Esquema dos tipos de reflexão, em paredes e janelas de vidro, nos edifícios.



Fonte: Nagahama *et al.* (2017)

Castellani *et al.* (2017) e Morini *et al.* (2018a) estudaram os materiais RR em azulejos e telhas, respectivamente. Ambos autores testaram o desempenho desses materiais por meio de análises espectrofotométricas, refletância angular e colorimétrica. O primeiro estudo desenvolveu e caracterizou azulejos RR coloridos para aplicação em fachadas e pavimentos urbanos. Para produção dos azulejos

foram testados três tipos de microesferas RR, — misturados à uma tinta transparente resistente a UV, e aplicados sobre telhas tradicionais nas cores cinza claro e marrom escuro. Dessa forma, perceberam que as amostras com vidro transparente de titanato de bário apresentam maior reflexão comparado às revestidas com alumínio. Referente à distribuição angular dos raios refletidos, as amostras com alumínio refletiram até 37% dos raios na direção de entrada, reduzindo a energia enclausurada nos cânions urbanos.

Por sua vez, Morini *et al.* (2018a) avaliaram a propriedade ótica de telhas RR (telha tradicional, telha de vidro e telha de bário) – as telhas de vidro e bário foram cobertas com tinta resistente a UV. Segundo os autores, as telhas de vidro e de bário apresentaram comportamento retro reflexivo superior para a maioria das direções de incidência solar, quando comparado às telhas de base, e que as telhas de bário obtiveram valores de refletância maiores que os demais, com exceção nos comprimentos de onda superiores a 2200 nm. Com relação a análise colorimétrica, ambos os estudos indicaram que as microesferas de vidro não alteraram a aparência das peças, preservando a estética dos edifícios.

Yuan *et al.* (2016) ensaiaram oito amostras RR para fachadas, variando a densidade das esferas de vidro (0,15 ou 0,30 kg/m<sup>2</sup>); índice de refração (1,5 ou 1,9) e a cor da superfície (prata ou branca). Em todas as amostras foram aplicadas uma camada de vidro de alta transmitância e alta resistência. As amostras com índice de refração 1,9 e superfície branca apresentaram valores mais significativos para aplicação na envoltória dos edifícios, auxiliando na mitigação das ilhas de calor urbano.

Lee e Mayer (2018) analisaram a influência do aumento do albedo das fachadas dos edifícios no conforto térmico humano no ambiente urbano. O valor do albedo das fachadas variou entre 0,2 a 0,8, enquanto o albedo da pavimentação permaneceu fixo. Os autores constataram que a elevação do albedo auxilia no ambiente interno, porém aumenta o desconforto térmico ao ar livre.

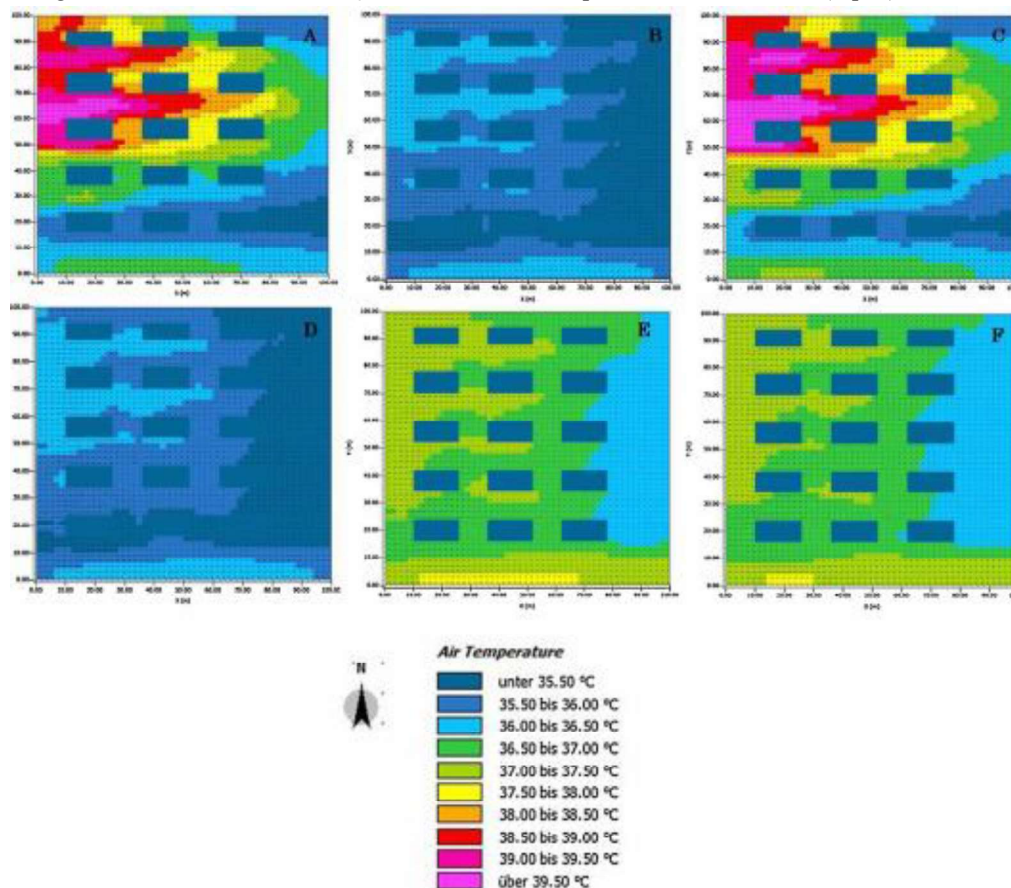
Kyriakodis e Santamouris (2018) analisariam três pavimentos asfálticos e três de concreto, ambos contendo amostras tradicionais e de materiais frios. O monitoramento e a simulação consideram como cenário Atenas (Grécia), durante o verão. Verificou-se que as temperaturas superficiais dos materiais frios foram inferiores aos tradicionais, liberando assim menos calor sensível para o ambiente externo e reduzindo em até 15°C a temperatura de superfície.

Morini *et al.* (2018b) investigaram o efeito de materiais frios com diferentes cores e refletância nas fachadas, para a cidade de Perugia na Itália. A simulação foi realizada através da montagem de três cânions – com H/L equivalentes a 1, 05 e 2. Como resultado, concluiu-se que a temperatura do ar é reduzida nos três cenários durante o dia, especialmente no segundo – que apresenta relação H/L de 0,5. Ainda no cenário dois, a temperatura da pavimentação apresenta valor inferior às dos cenários um e três, onde as temperaturas apresentaram valores elevados, devido à maior refletância dos materiais brancos em relação aos acinzentados, refletindo assim mais energia em direção ao pavimento. A partir da simulação de *Computational Fluid Dynamics* (CFD) verificou-se que o uso de materiais frios nas superfícies pode reduzir sua temperatura em até 1,3°C e do ar em 0,4°C, auxiliando na redução da ilha de calor urbana.

Yuan, Emura e Farnham (2017) simularam seis cenários com diferentes valores de refletância para telhados e fachadas, durante o verão de Osaka (Japão). Os cenários foram divididos em dois grupos com diferentes valores de albedo para fachadas e coberturas, sendo para um grupo adotado o valor 0,3 para

os materiais constituintes (cenários A, B e E), e o outro, com albedo 0,7 (cenários C, D e F). O valor referente ao asfalto foi constante em todos os cenários. Verificou-se que a interação térmica entre as fachadas vizinhas afeta o microclima urbano, através da radiação solar refletida das fachadas adjacentes. A Figura 3 apresenta o resultado para o cenário mais eficaz, cujo albedo das superfícies das fachadas era de 0,3 e cobertura verde de 20%.

Figura 3 - Resultado das simulações dos seis cenários para a cidade de Osaka (Japão) às 14h00.



Fonte: Yuan, Emura e Farnham (2017).

Para Yang, Wang e Kaloush (2015); Zinzi (2016a, 2016b); Touchaei, Akbari e Tessum (2016); Kyriakodis e Santamouris (2018) e Morini *et al.* (2018), os materiais reflexivos auxiliam na redução da temperatura do ar, através da redução de calor nas superfícies dos edifícios, obtendo resultados de até 15°C de resfriamento na superfície dos materiais, uma vez que estes absorvem menor quantidade de calor durante o dia.

Outros autores como Salata *et al.* (2015); Yuan, Emura e Farnham (2017) e Lee e Mayer (2018) concluíram que os materiais com alto albedo elevam as temperaturas urbanas, devido à refletância recorrente entre os edifícios e a pavimentação, chegando a elevação em até 2,3°C.

A tendência entre os pesquisadores é o uso do espectrofotômetro para obter a refletância dos materiais, pois permite o alcance de dados ao longo do espectro solar nas regiões de radiação visível, ultravioleta e infravermelha. Outro fato relevante é que a maioria das publicações analisadas foram desenvolvidas em países do hemisfério norte, com enfoque maior para o continente europeu, Ásia e

Estados Unidos.

As reduções mais significantes de temperatura foram obtidas nas superfícies dos materiais reflexivos, enquanto a temperatura do ar apresentou uma redução menor, embora o calor da superfície dos revestimentos afete o meio ambiente devido às trocas térmicas realizadas ao longo do dia, auxiliando assim na melhora do conforto urbano.

Dentre as publicações analisadas, os materiais reflexivos possuem maior utilização na pavimentação das vias e na cobertura das edificações, sendo o vidro o material mais empregado nos ensaios para medir a refletância das peças, alternando, na maioria dos casos, sua porcentagem e composição.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de materiais reflexivos como estratégia de mitigação das ilhas de calor urbano tem se tornado mais frequente, sendo utilizado em pavimentações, coberturas e fachadas das edificações. Isso pode ser comprovado através do levantamento de estudos sobre o tema.

Os materiais retro reflexivos, também, mostraram ser uma alternativa viável para o exterior dos edifícios, uma vez que refletem a radiação incidente na direção de entrada dos raios, evitando que esses atinjam pavimentações ou outras fachadas, contribuindo para elevação das temperaturas nos cânions urbanos.

Embora a maioria dos estudos analisados tenha apresentado resultados satisfatórios para a melhora da temperatura nos cânions urbanos, através de materiais com elevado albedo, algumas referências registraram resultados negativos, apresentando elevação das temperaturas nos cânions urbanos.

Essas variações decorrem das características do clima da área de estudo e da quantidade de informações inseridas nas simulações, que podem apresentar erros. Dessa forma, identifica-se a necessidade de ampliação nas pesquisas, visando a obtenção de resultados em diferentes condições ambientais e testes com diferentes materiais.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CYTED através da Rede CIREs - Cidades Inteligentes, Resilientes, Eficientes e Sustentáveis; e à FAPES, através do projeto "Por um estado sustentável: proposta de instrumento de avaliação de sustentabilidade urbana e de edificações no contexto da Região Metropolitana de Vitória"

#### REFERÊNCIAS

AKBARI, H.; CARTALIS, C.; KOLOKOTSA, D.; MUSCIO, A.; PISELLO, A.L.; ROSSI, F.; SANTAMOURIS, M.; SYNNEFA, A.; WONG, N.H.; ZINZI, M. Local climate change and urban heat island mitigation techniques: the state of the art. **Journal Of Civil Engineering And Management**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.1-16, 18 dez. 2016. Vilnius Gediminas Technical University. <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2015.1111934>.

ALCHAPAR, N.L.; CORREA, E.N. The use of reflective materials as a strategy for urban cooling in an arid "OASIS" city. **Sustainable Cities And Society**, [s.l.], v. 27, p.1-14, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.015>.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520. Informação e documentação – Citações em documentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BARROS, H.R.; LOMBARDO, M.A. **A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

CASTELLANI, B.; MORINI, E.; ANDERINI, E.; FILIPPONI, M.; ROSSI, F. Development and characterization of retro-reflective colored tiles for advanced building skins. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 154, p.513-522, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.08.078>.

FERRARI, C.; MUGONI, C.; MONTORSI, M.; SILIGARDI, C. On a solar reflective ceramic based glaze for asphalt shingle. **Ceramics International**, [s.l.], v. 43, n. 17, p.14710-14717, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.07.200>.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p. 9

KRÜGER, E.L. Impacto do adensamento e da orientação solar de cânions urbanos na demanda por condicionamento térmico de edificações sob condições de clima desértico. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 1, p.65-87, mar. 2008. ISSN 1678-8621.

KYRIAKODIS, G-E.; SANTAMOURIS, M. Using reflective pavements to mitigate urban heat island in warm climates: Results from a large scale urban mitigation project. **Urban Climate**, [s.l.], v. 24, p.326-339, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2017.02.002>.

LEE, H.; MAYER, H. Thermal comfort of pedestrians in an urban street canyon is affected by increasing albedo of building walls. **International Journal Of Biometeorology**, [s.l.], v. 62, n. 7, p.1199-1209, 12 mar. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-018-1523-5>.

MINAKI C.; AMORIM, M.C. DE C.T. 2012. **Características das ilhas de calor em Araçatuba/SP: Análise de episódios**. Revista Geonorte, ISSN: 2237-1419, Edição Especial 2, V.2, N.5, P. 279 – 294.

MORINI a, E.; CASTELLANI, B.; ANDERINI, E.; PRESCIUTTI, A.; NICOLINI, A.; ROSSI, F. Optimized retro-reflective tiles for exterior building element. **Sustainable Cities And Society**, [s.l.], v. 37, p.146-153, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.007>.

MORINI b, E.; CASTELLANI, B.; DE CIANTIS, S., ANDERINI, E.; Rossi, F. Planning for cooler urban canyons: Comparative analysis of the influence of façades reflective properties on urban canyon thermal behavior. **Solar Energy**, [s.l.], v. 162, p.14-27, mar. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2017.12.064>.

NAGAHAMA, T.; SATO, T.; HARIMA, T.; SHIMIZU, J. Optical properties and field test results of spectrally-selective solar control window film that enables not increasing downward reflection. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 157, p.176-183, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.037>.

PISELLO, A.L.; CASTALDO, V.L.; PISELLI, C.; FABIANI, C.; COTANA, F. Thermal performance of coupled cool roof and cool façade: Experimental monitoring and analytical optimization procedure. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 157, p.35-52, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.054>.

ROSSI, F.; PISELLO, A.L.; NICOLINI, A.; FILIPPONI, M.; PALOMBO, M. Analysis of retro-reflective surfaces for urban heat island mitigation: A new analytical model. **Applied Energy**, [s.l.], v. 114, p.621-631, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.038>.

SALATA, F.; IACOPO, G.; VOLLARO, A. DE L.; VOLLARO, R.DE.L. How high albedo and traditional buildings' materials and vegetation affect the quality of urban microclimate. A case study. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 99, p.32-49, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.010>.

SANTAMOURIS, M.; DING, L.; FIORITO, F.; OLDFIELD, P.; OSMOND, P.; PAOLINI, R.; PRASAD, D.; SYNNEFA, A. Passive and active cooling for the outdoor built environment – Analysis and assessment of the cooling potential of mitigation technologies using performance data from 220 large scale projects. **Solar Energy**, [s.l.], v. 154, p.14-33, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2016.12.006>.

SANTAMOURIS, M.; SYNNEFA, A.; KARLESSI, T. Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. **Solar Energy**, [s.l.], v. 85, n. 12, p.3085-3102, fev. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2010.12.023>.

TOUCHAEI, A.G.; AKBARI, H.; TESSUM, C.W. Effect of increasing urban albedo on meteorology and air quality of Montreal (Canada) – Episodic simulation of heat wave in 2005. **Atmospheric Environment**, [s.l.], v. 132, p.188-206, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.033>.

ZINZI, M. Characterisation and assessment of near infrared reflective paintings for building facade applications. **Energy And Buildings**, [s.l.], v. 114, p.206-213, fev. 2016a. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.05.048>.

ZINZI, M. Exploring the potentialities of cool facades to improve the thermal response of Mediterranean residential buildings. **Solar Energy**, [s.l.], v. 135, p.386-397, jun. 2016b. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2016.06.021>.

ŽUVELA-ALOISE, M.; ANDRE, K.; SCHWAIGER, H.; BIRD, D.N.; GALLAUN, H. Modelling reduction of urban heat load in Vienna by modifying surface properties of roofs. **Theoretical And Applied Climatology**, [s.l.], v. 131, n. 3-4, p.1005-1018, 7 jan. 2018. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-016-2024-2>.

YANG, J.; WANG, Z.; KALOUSH, K.E. Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a 'silver bullet' for mitigating urban heat island?. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 47, p.830-843, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.092>.

YANG, J.; WANG, Z.; KALOUSH, K.E.; DYLLA, H. Effect of pavement thermal properties on mitigating urban heat islands: A multi-scale modeling case study in Phoenix. **Building And Environment**, [s.l.], v. 108, p.110-121, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.021>.