

Referências Bibliográficas

1. Lamberts, Roberto. PhD in Civil Engineering . University of Leeds, LEEDS, Inglaterra. *Heat Transfer Through Roofs of Low Cost Brazilian Houses, Ano de Obtenção: 1988*
2. Uemoto, K.L., Sato, N.M.N. & John, V.M. Estimating thermal performance of cool colored paints. *Energy and Buildings* **42**, 17-22 (2010).
3. Levinson, R. et al. Methods of creating solar-reflective nonwhite surfaces and their application to residential roofing materials. *Solar Energy Materials and Solar Cells* **91**, 304-314 (2007).
4. Synnefa, A., Dandou, A., Santamouris, M., Tombrou, M. & Soulakellis, N. On the Use of Cool Materials as a Heat Island Mitigation Strategy. *J. Appl. Meteor. Climatol.* **47**, 2846-2856 (2008).
5. Levinson, R. et al. A novel technique for the production of cool colored concrete tile and asphalt shingle roofing products. *Solar Energy Materials and Solar Cells* **94**, 946-954 (2010).
6. Smith, G.B., Gentle, A., Swift, P.D., Earp, A. & Mronga, N. Coloured paints based on iron oxide and silicon oxide coated flakes of aluminium as the pigment, for energy efficient paint: optical and thermal experiments. *Solar Energy Materials and Solar Cells* **79**, 179-197 (2003).
7. Levinson, R., Berdahl, P. & Akbari, H. Solar spectral optical properties of pigments - Part I: Model for deriving scattering and absorption coefficients from transmittance and reflectance measurements. *Solar Energy Materials and Solar Cells* **89**, 319-349 (2005).
8. Akbari, H., Pomerantz, M. & Taha, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* **70**, 295-310 (2001).
9. Synnefa, A. et al. Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate. *Building and Environment* **46**, 38-44 (2011).
10. Synnefa, A., Santamouris, M. & Apostolakis, K. On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment. *Solar Energy* **81**, 488-497 (2007).
11. Synnefa, A., Santamouris, M. & Apostolakis, K. On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coatings for the urban environment. *Solar Energy* **81**, 488-497 (2007).
12. Akbari, H. et al. Aging and weathering of cool roofing membranes. (2005).at <<http://www.escholarship.org/uc/item/3qb8j3k7>>
13. Berdahl, P., Akbari, H. & Rose, L.S. Aging of reflective Roofs: soot Deposition. *Appl. Opt.* **41**, 2355-2360 (2002).
14. Shirakawa, M.A. et al. Climate as the most important factor determining anti-fungal biocide performance in paint films. *Science of The Total Environment* **408**, 5878-5886 (2010).
15. Shirakawa, M.A. et al. Climate as the most important factor determining anti-fungal biocide performance in paint films. *Science of The Total Environment* **408**, 5878-5886 (2010).
16. Shirakawa, M.A., Gaylarde, C.C., Gaylarde, P.M., John, V. & Gambale, W. Fungal colonization and succession on newly painted buildings and the effect of biocide. *FEMS Microbiology Ecology* **39**, 165-173 (2002).
17. Shirakawa, M.A., John, V.M., Gaylarde, C.C., Gaylarde, P. & Gambale, W. Mould and phototroph growth on masonry façades after repainting. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions* **37**, 472-479 (2004).
18. Gaylarde, P.M., Shirakawa, M.A., John, V., Gambale, W. & Gaylarde, C.C. Statistical analysis of fungicide activity in paint films on two buildings. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions* **87**, 261-264 (2004).
19. Daniel Zirkelbach; Beate Schafaczek; Hartwig Künzel. Thermal Performance Degradation of Foam Insulation in Inverted Roofs Due to Moisture Accumulation. p.529-537, 2011. Porto, Portugal.
20. Hartwig M. Künzel; K. Sedlbauer; M. Krus; C. Fitz; H.M. Künzel. Reducing the Risk of Microbial Growth on Insulated Walls by PCM Enhanced Renders and IR Reflecting Paints. p.93-101, 2011. Porto, Portugal.
21. Levinson, R., Akbari, H. & Berdahl, P. Measuring solar reflectance-Part I: Defining a metric that accurately predicts solar heat gain. *Solar Energy* **84**, 1717-1744 (2010).
22. Daniel Zirkelbach; Beate Schafaczek; Hartwig Künzel. *Thermal Performance Degradation of Foam Insulation in Inverted Roofs Due to Moisture Accumulation*. 12DBMC International Conference On Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal, 12-15 April, 529 -537 (2011).

O CBCS apóia a construção sustentável como meio de prover um ambiente construído seguro, saudável e confortável enquanto simultaneamente limita o impacto sobre os recursos naturais.

O CBCS utilizará sua posição como liderança reconhecida para desenvolver e disseminar informação técnica, normas, programas educacionais e pesquisa sobre aspectos de importância social para promover a sustentabilidade.

Adicionalmente, o CBCS:

- > Integrará princípios de construção sustentável, práticas efetivas e conceitos emergentes em todas as suas diretrizes, manuais, referências técnicas e outras publicações;
- > Participará ativamente de grupos reconhecidos internacionalmente no tema construção sustentável;
- > Promoverá e proverá capacitação e transferência de conhecimento em construção sustentável a seus membros e à sociedade, transversalmente nos comitês temáticos e coordenadas por Comitê Coordenador.

O **CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**, criado em agosto de 2007 como OSCIP, por profissionais, pesquisadores e empresários do setor, promove o conceito da sustentabilidade da construção entre os atores da cadeia produtiva no país. Está vinculado às principais organizações internacionais que tratam do tema. Sua ação se concentra em criar e disseminar conhecimentos e boas práticas, mobilizando a cadeia produtiva para essa transição. www.cbcs.org.br

POSICIONAMENTO SOBRE TETOS FRIOS

Considerações sobre o tema

A radiação solar tem papel importante na elevação da temperatura de casas e edifícios. Em uma casa térrea, a maior parte da carga térmica vem do telhado¹.

A literatura^{2,3} mostra que o uso de materiais “frios”, capazes de refletir parte significativa da radiação incidente em telhados, fachadas e pavimentos em climas quentes, é uma alternativa para melhorar o conforto térmico nas edificações e diminuir o consumo de energia para condicionamento de ambientes. Adotá-lo em escala urbana, pode minimizar a ilha de calor das cidades, aumentando o conforto no ambiente externo⁴ e reduzindo conjuntamente a demanda de energia para condicionamento térmico. O uso de vegetação em telhados, fachadas e ruas, pelo efeito de sombreamento e evapotranspiração⁸ tem o mesmo potencial de reduzir a carga térmica dos edifícios e as ilhas de calor, além de reter a água de chuva, colaborando para a redução de enchentes, e para aumentar a biodiversidade. Outros produtos como telhas metálicas não pintadas (alumínio ou galvanizadas) apresentam boa refletância. Películas com barreiras de radiação colocadas sob telhados convencionais, bem como isolantes térmicos e dispositivos de sombreamento, também reduzem o ganho térmico dos edifícios, embora não tragam benefícios urbanos.

Como o olho humano enxerga uma pequena faixa do espectro da radiação, é possível alterar significativamente a refletância sem modificar a cor, alterando apenas a capacidade de refletir radiação na faixa infravermelho. Estas tecnologias, disponíveis comercialmente, inclusive no Brasil, tornaram possível a fabricação de materiais “frios” em cores médias que refletem radiação na faixa do infravermelho^{2,3,5-7}.

Assim, é possível garantir ganhos de conforto térmico e redução do consumo de energia sem a necessidade de utilizar cor branca ou clara, inclusive através de uso de arborização urbana e cobertura verde. Além de desnecessária, a especificação de qualquer cor ignora necessidades estéticas, culturais e de funcionalidade, podendo descaracterizar conjuntos históricos. A utilização da cor branca ou clara de forma generalizada pode trazer problemas funcionais para o ambiente construído, pois a excessiva reflexão de luz pode causar ofuscamento e desconforto visual para ocupantes de edifícios vizinhos^{9, 10}.

O principal problema desses materiais é a sua durabilidade. A exposição do material, particularmente em superfícies quase horizontais, provoca degradação do desempenho, tanto pela deposição de sujeira quanto pela colonização superficial por micro-organismos¹¹⁻¹². A velocidade de degradação varia significativamente de acordo com as propriedades da película e do material de substrato¹⁹. Tintas convencionais empregadas em telhados perderão rapidamente suas capacidades reflexivas quando expostas ao clima brasileiro, posto que o fazem em curto espaço de tempo em fachadas¹⁴⁻¹⁸. Neste processo, os biocidas necessários à formulação da tinta são lixiviados pela chuva²⁰. A reposição freqüente aumenta os impactos ambientais, reduzindo os benefícios. Por esta razão organismos certificadores como “*Cool Roof Council*” norte-americano somente certifica produtos cujo desempenho tenha sido avaliado por três anos de envelhecimento natural, em condições climáticas da região de interesse. Soluções com durabilidade provada em outros climas não necessariamente apresentarão durabilidade adequada no Brasil, pois o clima é o principal fator na colonização por fungos e outros microrganismos com pigmentos escuros¹⁴. No país não dispomos de referenciais similares.

Além disso, telhados apenas se mantêm reflexivos se periodicamente submetidos à limpeza com água e escovação. Para isto, é necessário garantir acesso fácil e seguro aos telhados, além de pontos de abastecimento de água, bem como soluções de baixo consumo de água. Diferentemente de outros países, no Brasil a quase totalidade dos telhados é inclinada, com risco de escorregamento, e não dispõe de acesso adequado. A maioria das telhas, como de cerâmica e fibrocimento, podem quebrar sob o peso de uma pessoa caminhando, exigindo estruturas adicionais para o caminhar seguro no telhado. Esses aspectos tornam operações de limpeza e manutenção mais difíceis e arriscadas, reduzindo assim a efetividade da solução. Em situações onde o acesso e a limpeza do teto são difíceis, o emprego de isolamento térmico e barreira de radiação, ou até mesmo a adoção de solução como ventilação natural ou mecânica, sombreamento por vegetação ou dispositivos físicos, podem ser as mais adequadas.

Finalmente, o tema ainda é objeto de muitas pesquisas, inclusive sobre a metodologia de avaliação de desempenho do material²¹.

Conclusão

Recomendamos que o uso de toda e qualquer solução que possa reduzir a carga térmica e combater as ilhas de calor – telhados frios, tetos verdes e isolamento térmico de telhado, arborização urbana, pavimentos frios, etc. - seja promovido no mercado brasileiro por seus reais benefícios. Simultaneamente, é necessária a realização de pesquisas sistemáticas, inclusive sobre a durabilidade nos diferentes climas. Estes estudos devem ser capazes de gerar normalização técnica que proteja a sociedade com soluções adequadas, seja pelo desempenho inicial, pela durabilidade, pela redução do impacto ambiental durante o seu ciclo de vida, entre outros aspectos.

No atual estágio do conhecimento, e considerando a experiência internacional e brasileira, o CBCS recomenda que antes de qualquer política pública que vise tornar obrigatória, tanto para edifícios novos como existentes, seja feita uma análise das alternativas técnicas disponíveis para telhados que possam reduzir os efeitos de ilhas de calor. Soluções precipitadas podem causar prejuízos ambientais e econômicos para a cidade e sua população.

Por outro lado, políticas públicas visando à promoção da arborização urbana podem trazer enormes benefícios no curto e longo prazo.