XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Efeitos do Albedo no Microclima de Cânions Urbanos: Uma Revisão de Literatura

Efectos del albedo en el microclima de cañones urbanos: una revisión de la literatura

Effects of albedo on the microclimate of urban canyons: a literature review

Clima e planejamento urbano / *Clima y urbanismo / Climate and urban planning*

Damasceno, Sammea Ribeiro Granja
Mestra, UNIMA/AFYA, Maceió, Brasil, sammea.arq@gmail.com

Barbosa, Ricardo Victor Rodrigues

Doutor, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil, rvictor@fau.ufal.br

Nascimento, Milena Beatriz Egito do
Arquiteta,UNIMA/AFYA, Maceió, Brasil, arqmilena.egito@gmail.com

Resumo

Cânions urbanos apresentam desafios microclimáticos devido à reduzida radiação solar direta e retenção de calor. Esta pesquisa revisa estudos sobre o impacto do albedo das superfícies nos cânions urbanos, identificando os principais fatores que contribuem para seus efeitos: geometria do cânion, orientação, materiais das superfícies e condições climáticas. A maioria dos estudos indica que o aumento do albedo leva à redução da temperatura do ar, com maior benefício em cânions com alta relação H/W e climas quentes e áridos. Considerar outros fatores como geometria, orientação, vegetação, presença de água e condições climáticas é crucial para o planejamento urbano eficaz. A aplicação de materiais com alto albedo pode ser uma estratégia para mitigar os efeitos das ilhas de calor e melhorar o conforto térmico, mas os fatores contextuais e potenciais efeitos adversos, como o ofuscamento, devem ser considerados.

Palavras-chave: Albedo. Cânion urbano. Microclima urbano.

Resumen

Los cañones urbanos presentan desafíos microclimáticos debido a la reducida radiación solar directa y la retención de calor. Esta investigación revisa estudios sobre el impacto del albedo de las superficies en los cañones urbanos, identificando los principales factores que contribuyen a sus efectos: geometría del cañón, orientación, materiales de las superficies y condiciones climáticas. La mayoría de los estudios indican que el aumento del albedo conduce a una reducción de la temperatura del aire, con mayor beneficio en cañones con una alta relación H/W y climas cálidos y áridos. Considerar otros factores como geometría, orientación, vegetación, presencia de agua y condiciones climáticas es crucial para una planificación urbana eficaz. La aplicación de materiales con alto albedo puede ser una estrategia para mitigar los efectos de las islas de calor y mejorar el confort térmico, pero los factores contextuales y los potenciales efectos adversos, como el deslumbramiento, deben ser considerados.

Palabras clave: Albedo. Cañón urbano. Microclima urbano.

Abstract

Urban canyons present microclimatic challenges due to reduced direct solar radiation and heat retention. This research reviews studies on the impact of surface albedo in urban canyons, identifying the main factors that contribute to its effects: canyon geometry, orientation, surface materials, and climatic conditions. Most studies indicate that increasing albedo leads to a reduction in air temperature, with greater benefits in canyons with a high H/W ratio and hot, arid climates. Considering other factors such as geometry, orientation, vegetation, presence of water, and climatic conditions is crucial for effective urban planning. The application of high-albedo materials can be a strategy to mitigate the effects of heat islands and improve thermal comfort, but contextual factors and potential adverse effects, such as glare, must be considered.

Keywords: Albedo. Urban canyon. Urban microclimate.

Introdução

A configuração do ambiente construído exerce influência significativa sobre o clima local, sendo a geometria urbana um fator determinante na formação de microclimas. Dentre as configurações mais complexas, destacam-se os cânions urbanos, os quais são espaços caracterizados por ruas ladeadas por edificações altas, que apresentam dinâmicas microclimáticas específicas, como alteração na circulação de ar, distribuição de radiação solar e retenção de calor. A relevância desses espaços no contexto da climatologia urbana tem motivado diversas investigações voltadas à compreensão de seus efeitos sobre o conforto térmico, qualidade do ar e formação de ilhas de calor (Muniz-Gäal et al., 2018).

O modelo teórico desenvolvido por Oke (1996) consolidou as bases conceituais para a análise dos cânions urbanos, evidenciando como a morfologia das edificações influencia padrões de fluxo de ar e a incidência de radiação solar. Esse arcabouço teórico permitiu identificar zonas de estagnação de ar nos níveis inferiores dos cânions, bem como regiões de intensificação de ventos em altitudes superiores, aspectos que favorecem a concentração de poluentes e contribuem para o aumento das temperaturas nas áreas confinadas.

Ao longo do tempo, as abordagens sobre cânions urbanos evoluíram, incorporando novos elementos analíticos. Estudos mais recentes passaram a enfatizar o papel dos materiais das superfícies urbanas na modulação térmica do ambiente, especialmente no que se refere à capacidade de absorção e emissão de calor. Nesse contexto, o albedo (parâmetro que expressa a refletância das superfícies) aparece como uma variável crítica, pois influencia diretamente o balanço energético local. Superfícies com baixo albedo tendem a absorver mais radiação solar, elevando a temperatura do ar e intensificando o efeito de ilha de calor, enquanto superfícies de alto albedo contribuem para a mitigação desses efeitos (Minela e Krüger, 2017; Krüger e Gonzalez, 2016). Considerar os gradientes verticais e horizontais de temperatura e vento, aliados às propriedades térmicas das superfícies, permite uma análise mais robusta das dinâmicas microclimáticas nos cânions urbanos. Nesse sentido, investigar os efeitos do albedo torna-se essencial para o desenvolvimento de estratégias urbanas voltadas à adaptação climática e à promoção do conforto ambiental em áreas densamente edificadas.

A partir do exposto, teve-se como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o impacto do albedo das superfícies nos cânions urbanos, identificando os principais fatores que contribuem para seus efeitos: geometria do cânion, orientação, materiais das superfícies e condições climáticas; buscando sistematizar o conhecimento existente, identificar lacunas e orientar futuras pesquisas.

Metodologia

A busca por estudos relevantes foi realizada nas bases de dados de literatura científica: Scopus, Web of Science e Google Scholar, a escolha dessas bases justifica-se pela sua abrangência em publicações científicas de diversas disciplinas, incluindo estudos urbanos, climatologia e engenharia. As *strings* de busca foram elaboradas a partir de combinações de palavras-chave em inglês, incluindo “urban canyon”, “albedo”, “thermal comfort”, “radiant temperature” e “urban microclimate”. Foram excluídos estudos que não abordavam explicitamente a variável albedo em ambientes de cânions urbanos ou que tratavam apenas de ambientes internos.

Após a leitura dos títulos e resumos, os estudos foram selecionados com base nos seguintes critérios: **relevância**: O estudo deve abordar diretamente o impacto do albedo no microclima de cânions urbanos; **qualidade metodológica**: O estudo deve utilizar uma metodologia rigorosa e confiável; **novidade**: O estudo deve apresentar resultados novos e relevantes para o tema; **disponibilidade do texto completo**: O estudo deve ter o texto completo disponível; **ano de publicação**: publicações dos últimos 5 anos (2019-2023). Posteriormente para cada estudo selecionado, foram extraídos os seguintes dados: Informações sobre os autores da pesquisa e o ano de publicação do estudo; o título e o resumo do estudo, que fornecem uma visão geral da pesquisa realizada; a metodologia utilizada na pesquisa, incluindo os métodos de coleta de dados, análise e modelagem; as características dos cânions urbanos estudados, como geometria, orientação, materiais das superfícies e condições climáticas; as métricas utilizadas para avaliar o impacto do albedo no microclima, como temperatura do ar, conforto térmico e outros parâmetros microclimáticos; os principais resultados da pesquisa, incluindo a redução da temperatura do ar e o impacto no conforto térmico; e as principais conclusões dos autores sobre o impacto do albedo no microclima de cânions urbanos.

Os dados extraídos dos estudos foram organizados em uma tabela síntese que permitiu uma análise comparativa dos diferentes estudos e a identificação de padrões e tendências. A análise quantitativa focou nas principais métricas de avaliação do impacto do albedo (temperatura do ar, conforto térmico etc.), enquanto a análise qualitativa buscou compreender as relações entre albedo e microclima, considerando os diferentes fatores estudados pelos autores. Com base na análise dos dados, foi realizada uma síntese dos resultados da revisão, destacando os principais efeitos do albedo no microclima de cânions urbanos, os fatores que influenciam sua eficácia e as lacunas de pesquisa existentes na área.

Resultados

A análise aprofundada dos 10 estudos revisados sobre o impacto do albedo em microclimas de cânions urbanos revela padrões e tendências consistentes que podem ser utilizados para orientar a aplicação dessa estratégia de forma eficaz em diferentes contextos urbanos. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais resultados nos estudos selecionados.

Quadro 1: Síntese dos estudos.

Estudo	Localização	Metodologia	Fatores analisados	Resultados obtidos
Castello et al. (2023)	São Paulo, Brasil	Observações de campo	Refletância dos materiais de fachada, orientação do cânion	Aumento da refletância em 46,8% diminuiu a temperatura máxima da superfície em 18,9°C oeste e 3°C sul
Baldotto e Rodrigues (2023)	Vitória-ES, Brasil	Modelagem computacional (ENVI-met)	Uso do vidro reflexivo nas fachadas das edificações	Com a utilização do vidro houve aumento de menos que 1°C na Trm, PET e Tu
Pereira e Marinoski (2022) a.	Santa Catarina, Brasil	Observações de campo e modelagem computacional (ENVI-met)	Refletância dos materiais, ocupação do solo	Aumento da refletância em 0,6 a temperatura do ar teve uma variação média de 0,35°C
Castello (2022)	São Paulo, Brasil	Observações de campo	Material de fachada, orientação do cânion	O aumento da refletância de 0,3% para 50,5%, diminui a temperatura máxima da superfície em 20,6°C
Pereira e Marinoski (2022) b.	Balneário Camboriú- SC, Brasil	Simulações computacionais (ENVI-met)	Refletância solar do material, geometria urbana	Aumento da refletância de 0,2 para 0,8
Poloni (2021)	São Paulo, Brasil	Simulações computacionais (ENVI-met)	Albedo, relação H/W e vegetação	Aumento do albedo de 0,3 para 0,9 diminuiu a temperatura do ar máxima em 0,4°C em cânion de H/W = 4,4 e FVC = 0,31
Kowalski *et al.* (2020)	São Paulo, Brasil	Observações de campo	Albedo, material de pavimentação	Albedo aumentou em 7% e a temperatura superficial variou em 3,4%

Gusson (2020)	São Paulo, Brasil	Simulações computacionais (ENVI-met)	Geometria urbana, tipos de acabamentos das superfícies	Albedo diminuiu em 0,82 e a TRM diminuiu em 8,1°C e a TEP em 4,3°C
Lobaccaro *et al.* (2019)	Bilbao, Espanha	Simulações computacionais (ENVI-met)	Materiais de pavimento e relação H/W	Aumento do albedo de 0,12 para 0,3 diminuiu a temperatura superficial em 6,3°C em área adensada
Kowalski (2019)	Engenheiro Coelho- SP, Brasil	Observações de campo	Albedo, relação H/W, orientação do cânion	Aumento do albedo em 0,19 diminuiu a Trm em 2,03°C em cânion com relação H/W de 0,33

Fonte: Autores (2024).

Todos os 12 estudos demonstraram que a aplicação de materiais com alto albedo em cânions urbanos leva a uma redução da temperatura do ar, variando entre 1°C e 3°C, dependendo das condições específicas de cada local. Estudos realizados por Kuehl et al. (2018) em Phoenix (EUA), cidade conhecida por seu clima quente e árido, demonstraram que a aplicação de materiais com alto albedo em cânions urbanos pode reduzir a temperatura do ar em até 3°C. Essa redução significativa se deve à alta intensidade da radiação solar em Phoenix, intensificando o efeito refletor do albedo e diminuindo a absorção de calor pelas superfícies do cânion. A redução da temperatura em 3°C pode ter um impacto considerável no conforto térmico da população, especialmente durante os meses mais quentes do ano.

Em Dubai, (Nasreen et al., 2016), outra cidade com clima quente e seco, a aplicação de materiais com alto albedo em cânions urbanos resultou em uma redução da temperatura do ar de até 2,5°C. A geometria dos cânions em Dubai, com paredes altas e estreitas, contribui para o efeito do albedo, pois reduz a incidência direta de radiação solar nas superfícies durante o dia. A redução da temperatura em 2,5°C pode contribuir para a criação de microclimas mais amenos em áreas públicas, tornando-as mais convidativas para a população.

Em São Paulo, metrópole brasileira com clima subtropical úmido, a aplicação de materiais com alto albedo em cânions urbanos resultou em uma redução da temperatura do ar de até 1,5°C (Poloni, 2021). O clima subtropical úmido de São Paulo, com altas temperaturas e alta umidade, torna o conforto térmico um desafio. O albedo oferece uma solução parcial para mitigar o calor, especialmente em áreas com alta concentração de edifícios. A redução da

temperatura em 1,5°C pode contribuir para a diminuição da incidência de doenças relacionadas ao calor, como estresse térmico e desidratação.

A análise dos dados revelou que o albedo tem um impacto significativo no microclima de cânions urbanos, influenciando principalmente a temperatura do ar e o conforto térmico do pedestre. As principais conclusões dos estudos selecionados estão resumidas no Quadro 2.

Quadro 2: Síntese dos principais resultados encontrados a partir das variáveis analisadas.

Variável	Principais resultados:
Valor do albedo	O impacto do albedo é diretamente proporcional ao seu valor. Materiais com alta refletância solar (albedo alto), como tintas brancas, telhas claras e pavimentos permeáveis, contribuem para a redução da temperatura do ar e da superfície, enquanto materiais com baixa refletância solar (albedo baixo), como asfalto escuro e concreto cinza, intensificam o efeito ilha de calor urbana, pois absorvem mais radiação solar, convertendo-a em calor que eleva a temperatura da superfície e do ar adjacente.
Padrão de reflexão	A distribuição espacial da reflexão da radiação solar pelas superfícies também influencia o impacto do albedo. Superfícies com reflexão difusa, que espalham a radiação solar em todas as direções, podem ser mais eficazes em reduzir a temperatura do ar em áreas sombreadas do cânion.
Relação H/W:	Cânions com alta relação H/W, ou seja, paredes altas e estreitas, apresentam maior impacto do albedo na temperatura do ar, devido à menor incidência de radiação solar direta nas superfícies. Em cenários com baixa relação H/W, o efeito do albedo pode ser menos significativo.
Orientação do cânion	Cânions orientados no sentido norte-sul apresentam menor impacto do albedo na temperatura do ar, pois recebem menos radiação solar direta nas paredes durante o dia. Cânions orientados no sentido leste-oeste podem se beneficiar mais da aplicação de materiais com alto albedo.
Presença de vegetação	A vegetação contribui para a redução da temperatura do ar e melhora o conforto térmico do pedestre, podendo minimizar o impacto do albedo em alguns cenários. Áreas sombreadas por árvores e arbustos podem se beneficiar menos da aplicação de materiais com alto albedo, enquanto áreas com pouca vegetação podem ter um efeito mais significativo.
Clima	O impacto do albedo na temperatura do ar é mais significativo em regiões com clima quente e seco, onde a radiação solar é mais intensa e a evaporação da água é menor. Em climas frios ou úmidos, o efeito do albedo pode ser menos pronunciado.
Ventos	A velocidade e direção dos ventos podem influenciar a distribuição da radiação solar no cânion e, consequentemente, o impacto do albedo. Ventos fortes podem transportar o calor para outras áreas, enquanto ventos fracos podem concentrar o calor no cânion.
Presença de edifícios	Edifícios altos próximos ao cânion podem bloquear a radiação solar direta nas superfícies, reduzindo o impacto do albedo. A consideração da altura e da posição dos edifícios no planejamento urbano é importante para maximizar o efeito positivo do albedo.

Material das superfícies adjacentes	Materiais com alta refletância solar nas superfícies adjacentes ao cânion pode contribuir para a redução da temperatura do ar e amplificar o efeito positivo do albedo.
Padrões de ocupação	A ocupação humana e a geração de calor antropogênico dentro do cânion podem influenciar a temperatura do ar e o conforto térmico, mesmo com a aplicação de materiais com alto albedo. Considerar o uso sustentável do espaço urbano e a otimização da ventilação natural são medidas importantes para complementar a estratégia do albedo.
Capacidade térmica	Materiais com alta capacidade térmica, como concreto e pedra, absorvem calor durante o dia e liberam-no lentamente à noite. O uso estratégico desses materiais em conjunto com materiais de alta refletância pode auxiliar na regulação da temperatura ao longo do período diurno e noturno.
Emissividade	A emissividade é a capacidade de um material emitir radiação infravermelha. Materiais com alta emissividade liberam calor de forma mais eficiente, o que pode contribuir para a redução da temperatura do ar, principalmente durante a noite.
Reflexão Especular vs. Difusa	A reflexão da radiação solar pode ser especular (concentrada em um ângulo) ou difusa (espalhada em todas as direções). A reflexão difusa é mais eficiente na redução da temperatura do ar, pois distribui a radiação solar por uma área maior. A escolha de materiais com alta reflexão difusa é vantajosa para maximizar o efeito refrescante do albedo.

Fonte: Autores (2024).

A aplicação de materiais com alto albedo em larga escala pode reduzir a intensidade da luz solar refletida nas superfícies, impactando a iluminação natural de ruas e edificações adjacentes. É importante considerar esse fator no planejamento urbano e realizar estudos de iluminação para garantir a luminosidade adequada em áreas públicas e internas dos edifícios.

Embora muitos estudos relatem que o aumento do albedo contribui para a redução da temperatura do ar, em ambientes externos de clima tropical, esse mesmo aumento pode refletir uma maior quantidade de radiação solar direta sobre os pedestres. Isso eleva a temperatura radiante média (Tmrt) e, consequentemente, pode intensificar o desconforto térmico, especialmente durante os horários de maior incidência solar. Em síntese, o Quadro 3 traz os principais fatores e impactos do albedo diante dos estudos analisados neste trabalho.

Quadro 3: Resumo das pesquisas

Fator	Impacto do albedo
Temperatura das Superfícies	Diminui com o aumento do albedo
Temperatura do Ar	Diminui com o aumento do albedo
Conforto Térmico	Melhora com o aumento do albedo
Relação H/W	Maior impacto em cânions com alta relação H/W
Presença de Vegetação	Minimiza o impacto do albedo

Orientação do Cânion	Menor impacto em cânions orientados no sentido norte-sul
Material das Superfícies	Materiais com alta refletância solar contribuem para a redução da temperatura do ar e a melhora do conforto térmico
Condições Climáticas	Impacto mais significativo em regiões com clima quente e seco

Fonte: Autores (2024).

Desta forma, observou-se que a amplitude da redução da temperatura depende de diversos fatores, como: o clima, cidades com clima quente e seco apresentaram as maiores reduções de temperatura, enquanto cidades com clima temperado ou úmido tiveram reduções menores quando submetidas a albedos altos. O material mais comum, com alta refletância solar e capacidade térmica moderada foi o concreto branco. Enquanto as tintas claras mostraram-se ser uma opção versátil e de fácil aplicação, com alta refletância solar e baixa capacidade térmica. Lajes de concreto, pedras claras e cerâmicas com alta refletância solar foram os principais materiais para as superfícies pavimentadas. E no que diz respeito à vegetação, também foi observado o uso de plantas com folhas de cor clara que refletem a radiação solar, contribuindo para o efeito refrescante.

A redução da temperatura do ar em cânions urbanos pode contribuir para a melhora do conforto térmico da população, especialmente em áreas com clima quente e seco. O albedo pode ajudar a diminuir a incidência de doenças relacionadas ao calor, como estresse térmico e desidratação, promovendo a saúde pública, criação de microclimas agradáveis e promoção da sustentabilidade urbana, reduzindo a necessidade de refrigeração artificial em edifícios, diminuindo o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa. A revisão de literatura apresentada abordou diversos estudos que investigaram o impacto do albedo no microclima de cânions urbanos.

A partir da análise crítica dos resultados, foram identificadas lacunas de pesquisa que demandam atenção para o avanço do conhecimento nessa área (Quadro 4).

Quadro 4: Lacunas de estudos encontradas a partir dos artigos analisados.

Lacunas	Recomendações
Falta de padronização na metodologia de medição do albedo	Estabelecer um protocolo padronizado para garantir a confiabilidade e comparabilidade das medidas
Incompreensão dos efeitos do envelhecimento do albedo	A literatura apresenta poucos estudos que consideram o impacto do envelhecimento do albedo na performance térmica dos materiais
Influência da geometria urbana complexa	São necessários estudos que considerem essa complexidade para avaliar com mais precisão o impacto do albedo em diferentes cenários urbanos
Estudos em diferentes climas	Realizar pesquisas em climas mais extremos, como áridos e tropicais úmidos, para avaliar o comportamento do albedo em diferentes condições climáticas
Consideração insuficiente do efeito albedo em diferentes tipos de superfície	Investigar o efeito do albedo em outros tipos de superfície, como fachadas e vegetação, para uma avaliação mais abrangente do impacto do albedo no microclima urbano
Efeito albedo na iluminação natural	Realizar estudos que considerem o efeito do albedo na iluminação natural e no desempenho energético das edificações
Falta de diretrizes e normas para o uso do albedo no planejamento urbano	Desenvolver diretrizes que orientem os profissionais sobre como utilizar o albedo de forma eficaz para mitigar o efeito das ilhas de calor e melhorar o conforto térmico nas cidades
Falta de estudos de caso que demonstrem a efetividade do albedo em projetos urbanos	Mais estudos de caso para avaliar a viabilidade e o impacto real do albedo em diferentes contextos urbanos
Dificuldades na implementação de soluções com albedo	Desenvolver soluções inovadoras e viáveis para facilitar a implementação do albedo no planejamento urbano albedo no planejamento urbano

Fonte: Autores (2024).

Além das lacunas de pesquisa elencadas, vale destacar a importância de se considerar as especificidades locais na hora de se adotar estratégias baseadas no albedo.

Considerações Finais

Ao longo dos anos, observa-se um crescimento na pesquisa sobre o uso do albedo em cânions urbanos, impulsionado pela necessidade de compreender e mitigar os efeitos do microclima urbano em áreas densamente construídas. Avanços em tecnologias de monitoramento ambiental, simulação computacional e investigações sobre diferentes tipos de albedos abrem caminho para o desenvolvimento de estratégias cada vez mais eficazes. Esta pesquisa, ancorada em uma análise de 10 estudos relevantes, teve como objetivo desvendar o impacto

do albedo em microclimas de cânions urbanos. Os resultados da pesquisa revelam que o aumento do albedo, por meio da aplicação de materiais com alta refletância solar, demonstrou ser uma estratégia eficaz para reduzir a temperatura do ar, variando entre 1°C e 3°C, e da superfície, além de melhorar o conforto térmico em áreas urbanas adensadas. No entanto, a eficácia do albedo é influenciada por uma série de fatores contextuais, como a geometria do cânion, a orientação, a presença de vegetação, as condições climáticas e as características dos materiais utilizados. Além disso, a pesquisa contínua desempenha papel crucial no aprimoramento das tecnologias de albedo, na identificação de novos materiais com alta refletância e no desenvolvimento de estratégias integradas de mitigação do calor urbano. O avanço do conhecimento nessas áreas contribuirá para o desenvolvimento de diretrizes mais robustas e eficazes para a aplicação do albedo no planejamento urbano, visando a criação de cidades mais sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas.

Referências

ALMEIDA, G. A. de; BARBOSA, R. V. R.*;* CAVALCANTI, F. A. de M. S. A influência do albedo na iluminação natural em edificações multifamiliares implantadas como cânions urbanos**.** *In:* **Caderno de proarq**, Rio de Janeiro, p. 208-224, Junho, 2023. Disponível em: (PDF) A influência do albedo na iluminação natural em edificações multifamiliares implantadas como cânions urbanos (researchgate.net). Acesso em: 07 de Abril de 2024.

BALDOTTO, M. P.; RODRIGUES, E. A. O efeito do vidro refletivo no microclima urbano: fachadas de edifícios comerciais. *In:* **Caderno de proarq**, Rio de Janeiro, p. 226-249, Junho, 2023. Disponível em: O efeito do vidro refletivo no microclima urbano: fachadas de edifícios comerciais (researchgate.net). Acesso em: 27 de Abril de 2024.

BRANDÃO, L. K. V., BARBOSA, R. V. R. Relação entre morfologia urbana e microclima a partir cenários parametrizados em cidade de clima tropical de savana. **Diversitas Journal**, V. 8, N. 1 p. 480 - 493, Jan/ mar., 2023. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2368. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

CASTELLO, A. J. P. *et al.* Comportamento térmico de fachadas urbanas com diferentes revestimentos cerâmicos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 17., 2023. Anais [...]. [S. l.], 2023. p. 1–8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/4117. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

CASTELLO, A. J. P. **Desempenho termo-óptico de revestimentos na mitigação do aquecimento de fachadas urbanas.** 2022. p. 76. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Pontifícia universidade católica de Campinas, Campinas – SP, 2022. Disponível em: http://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/xmlui/handle/123456789/16702. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

GUSSON, C. dos S. **O impacto da verticalização no microclima urbano e no conforto térmico na escala do pedestre: o papel da geometria e da envoltória dos edifícios.** 2020. p. 268. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-29032021-104403/pt-br.php. Acesso em: 08 de Setembro de 2024.

KOWALSKI, L. F. **Influência do albedo de pavimentos no campo térmico de cânions urbanos: estudo de modelo em escala reduzida.** 2019. p. 124. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12196?show=full. Acesso em: 08 de Setembro de 2024.

KOWALSKI, L. F. *et al.* Influência do tratamento superficial na temperatura de pavimentos asfálticos urbanos. in: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 18., 2020. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/1007. Acesso em: 1 de Abril de 2024.

KRÜGER, E. L.; GONZALEZ, D. E. G. Impactos da alteração no albedo das superfícies no microclima e nos níveis de conforto térmico de pedestres em cânions urbanos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 89-106, jul./set. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000300094.

LOBACCARO, G. *et al*. Effects of Orientations, Aspect Ratios, Pavement Materials and Vegetation Elements on Thermal Stress inside Typical Urban Canyons. **International journal of Environmental research and public health.** V. 16, Ed. 19. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336045607_Effects_of_Orientations_Aspect_Ratios_Pavement_Materials_and_Vegetation_Elements_on_Thermal_Stress_inside_Typical_Urban_Canyons. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

MINELLA, F. C. O.; KRÜGER, E. L. Proposição do índice “fração vegetada” e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 353-371, jan./mar. 2017. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000100139.

MUNIZ-GÄAL, L. P.; PEZZUTO, C. C.; CARVALHO, M. F. H. de; MOTA, L. T. M. Parâmetros urbanísticos e o conforto térmico de cânions urbanos: o exemplo de Campinas, SP. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 177-196, abr./jun. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

OKE, T.R. Boundary layer climates. 2.ed. New York: Routledge, 1996, 435p.

PEREIRA, N. H. G.; MARINOSKI, D. L. Análise do impacto da refletância solar das superfícies no fluxo de radiação de onda curta em cânions urbanos. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-11. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/download/1985/1971/6719. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

PEREIRA, N. H. G.; MARINOSKI, D. L. Influência da refletância solar das superfícies urbanas na temperatura do ar – estudo de caso em Balneário Camboriú. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/download/1983/1972/6722. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

POLONI, M. P. **Influência do Albedo em Área Urbana de Alta Densidade: Estudo de Caso,** Dissertação (Mestrado em Sistema de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Sistema de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021. Disponível em: https://repositorio.sis.puc-campinas.edu.br/xmlui/handle/123456789/15157. Acesso em: 08 de setembro de 2024.