

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## ANÁLISE DO FENÔMENO DE ILHAS URBANAS DE CALOR NAS CIDADE DE RECIFE/PE E CODAJAS/AM

**Albert Smith Feitosa Suassuna Martins**

Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.  
[albert.suassuna.018@ufrn.edu.br](mailto:albert.suassuna.018@ufrn.edu.br)

**Maxsuel Bezerra do Nascimento**

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.  
[maxsuel10gba@hotmail.com](mailto:maxsuel10gba@hotmail.com)

**Larissa Ingrid Marques Linhares**

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.  
[larissamarkes275@gmail.com](mailto:larissamarkes275@gmail.com)

**Iara Bezerra da Silva**

Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.  
[ambiental.iarabezerra@gmail.com](mailto:ambiental.iarabezerra@gmail.com)

**Gabriel Victor Silva do Nascimento**

Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.  
[nascimento.gabriel@outlook.com.br](mailto:nascimento.gabriel@outlook.com.br)

### Resumo

O estudo abordou o fenômeno das Ilhas Urbanas de Calor (IUC), que resultam no aumento da temperatura em áreas urbanas, influenciadas por atividades humanas. As IUC foram investigadas em duas cidades brasileiras, Recife (Nordeste) e Codajás (Amazônia), com climas distintos. A pesquisa utilizou dados de temperaturas máximas e mínimas mensais de 1981 a 2010 e de 1991 a 2020, analisando as mudanças ao longo do tempo. Os resultados mostraram que, em Codajás, houve um aumento significativo nas temperaturas mínimas mensais, com variação de até 0,6 °C entre as duas normais climatológicas. Esse aumento pode ser atribuído ao crescimento da atividade agropecuária, aumento da frota de veículos e diminuição da vegetação na

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

região urbana. Em Recife, não foram encontradas evidências suficientes para confirmar a presença de uma IUC significativa. Conclui-se que Codajás está experimentando alterações significativas nas temperaturas devido às atividades humanas, indicando a presença de uma Ilha Urbana de Calor. Por outro lado, Recife não apresentou mudanças significativas nesse aspecto durante o período analisado.

**Palavras-chave:** Mudanças Climáticas, Temperatura, Clima Urbano.

## 1. Introdução

Ilhas Urbanas de Calor (IUC) são fenômenos influenciados pelas atividades humanas, resultando no aumento da temperatura em áreas urbanas e suburbanas, em contraste com as áreas rurais circundantes. O primeiro registro documentado de calor urbano data de 1818, quando Luke Howard conduziu um estudo pioneiro que identificou um "excesso de calor artificial" na cidade em comparação com o campo (Gartland, 2010). O clima urbano é uma interação complexa entre as condições atmosféricas e a utilização da terra, sendo moldado pelas dinâmicas econômicas e sociais de cada cidade (Amorim, 2019).

O fenômeno da ilha de calor atinge maior intensidade durante dias de clima calmo e céu claro, mas sua influência é reduzida em dias nublados e ventosos (Gartland, 2010; Amorim, 2019). Isso ocorre devido à maior captura de energia solar em condições claras e à remoção mais lenta do calor em dias de ventos fracos, o que intensifica a ilha de calor. (Gartland, 2010). Assim, tal fenômeno interfere diretamente no conforto ou desconforto térmico do ambiente, afetando diretamente a qualidade de vida da respectiva população.

O conforto é uma condição de bem-estar, conforme a exigência do indivíduo integrado com o meio ambiente, no qual, a noção de conforto térmico está associada a diferentes fatores psicológicos e fisiológicos, que variam de pessoa para pessoa e que podem conduzir diferentes sensações de conforto, dadas às condições térmicas determinadas pelos espaços (Padilha, 2018).

Perante o proposto pela atividade, as cidades escolhidas, uma no Nordeste Brasileiro (NEB) e outra na Amazonia, para assim se ter duas climatologias distintas, tanto no teor do foco deste respectivo trabalho, a temperatura, tal como a questão dos fenômenos climáticos que incidem em cada uma das regiões. No caso, o estudo será constituído pelas temperaturas máximas e mínimas mensais. A presença das áreas urbanas contribui para a formação de zonas de convergência e divergência não só sobre essas áreas, mas também sobre regiões remotas (Freitas, 2005).

As ICU são o exemplo mais evidente de modificações climáticas inadvertidamente provocadas pelo homem, tendo sido observadas em praticamente todas as cidades do mundo. A



qual, a ICU pode ser vista como um recurso energético (em climas frios evitando o consumo excessivo de energia no Inverno), mas também como uma limitação (nos climas quentes), porque pode levar ao consumo de energia suplementar na refrigeração dos ambientes urbanos (Lopes, 2008).

## 2. Fundamentação teórica

A intensidade da ICU é altamente influenciada pela condição sinótica atuante, da qual, o desenvolvimento da ICU na maior parte das vezes ocorre quando ventos de escala sinótica são fracos (fortes ventos misturariam o ar da cidade e das áreas rurais e diminuiriam o contraste de temperatura). Nessas condições, em algumas grandes áreas metropolitanas o aquecimento relativo da cidade, comparado com seus arredores, pode promover uma circulação convectiva do ar: ar relativamente quente sobe sobre o centro da cidade e é trocado por ar mais frio e mais denso, convergente das zonas rurais. A coluna de ar ascendente acumula aerossóis sobre a cidade formando uma nuvem de poeira (poluentes), que podem tornar-se muitas vezes mais concentrados sobre uma área urbana que sobre as áreas rurais (Freitas, 2005).

Vários fatores contribuem para o desenvolvimento de uma ilha de calor urbana, tal como: o excesso de construções civis verticalizadas, pela grande quantidade de asfaltamento nos centros urbanos; a falta de vegetação e também pela poluição causada por indústrias e habitantes, resultado da grande frota de automóveis e a própria movimentação dos habitantes. A vegetação desempenha um papel fundamental na moderação da temperatura, oferecendo sombra que reduz a radiação solar e, conseqüentemente, o aquecimento das superfícies, resultando em temperaturas mais amenas e menos emissão de calor para o ambiente (César et al., 2023).

As áreas urbanas densamente construídas e carentes de vegetação revelam as temperaturas mais elevadas, uma tendência observada em diversos cenários urbanos em cidades brasileiras, independentemente de seus padrões climáticos específicos (Silva, 2020). As áreas urbanizadas produzem efeitos na atmosfera da camada intraurbana de uma região devido às diversas formas de uso e ocupação do solo e estrutura urbana. O grau de transformação das superfícies, os materiais utilizados, a rugosidade, a densidade, a permeabilidade do solo, a contaminação do ar e a geração local de calor são fatores que irão determinar a reflexão, absorção ou armazenamento de calor, além de produzir efeitos na circulação e atrito da ventilação (Rocha, 2011). Mesmo cidades de porte médio podem apresentar IUC intensas, resultado de como diferentes padrões de urbanização podem contribuir para essa magnitude ocorrer, e isso não apenas em cidades de grande porte ou nas metrópoles (Silva, 2020).



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

As diferenças de temperatura encontradas entre as áreas urbanas e suas vizinhanças são altamente dependentes das dimensões da área urbana. Tendo à arborização, como um dos fatores que estão intimamente relacionadas à estrutura das cidades (César, 2023).

Em regiões urbanas relativamente pequenas o efeito de ilha de calor pode ser imperceptível em consequência da rápida mistura com o ar das regiões vizinhas (Freitas, 2005). É um fator que as ICU podem vir a afetar é a CLP (Camada Limite Planetária), região situada na baixa troposfera que assim é diretamente influenciada pela superfície terrestre e assim tal camada é a região no qual a superfície e a atmosfera interagem, onde Freitas (2005), observou em seu estudo que a altura da CLP é altamente modificada pela presença de áreas urbanas sendo cerca de 150 m mais alta que seria no caso de uma área vegetada nos dias em que as fontes antropogênicas são menos intensas. Quando a participação dessas fontes é mais efetiva, a diferença pode chegar a até 400 m (ou mais).

### 3. Metodologia

Para execução deste trabalho foi utilizado os dados mensais de temperaturas máximas e mínimas, oriundas das normais climatológicas do Brasil, disponibilizadas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). O período proposto a análise de ICU é o de 1981 há 2010, caracterizando assim a primeira normal climatológica, e o período de 1991 há 2020 para a segunda normal climatológica.

As Normais Climatológicas são obtidas pelo cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Com o objetivo de proporcionar orientação, informação e assistência à comunidade científica, ao agronegócio e às instituições públicas e privadas nacionais e internacionais sobre o clima no Brasil.

No qual, para este respectivo trabalho, as cidades escolhidas foram, Recife do estado de Pernambuco, localizada no litoral do Nordeste Brasileiro (NEB) e Codajás do estado do Amazonas, conforme a Figura 1. A cidade de Recife apresenta um clima tropical úmido e a classificação do clima de acordo com Köppen e Geiger é AW, já para a cidade de Codajás o clima tropical, e a classificação do clima de acordo com Köppen e Geiger é AF.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

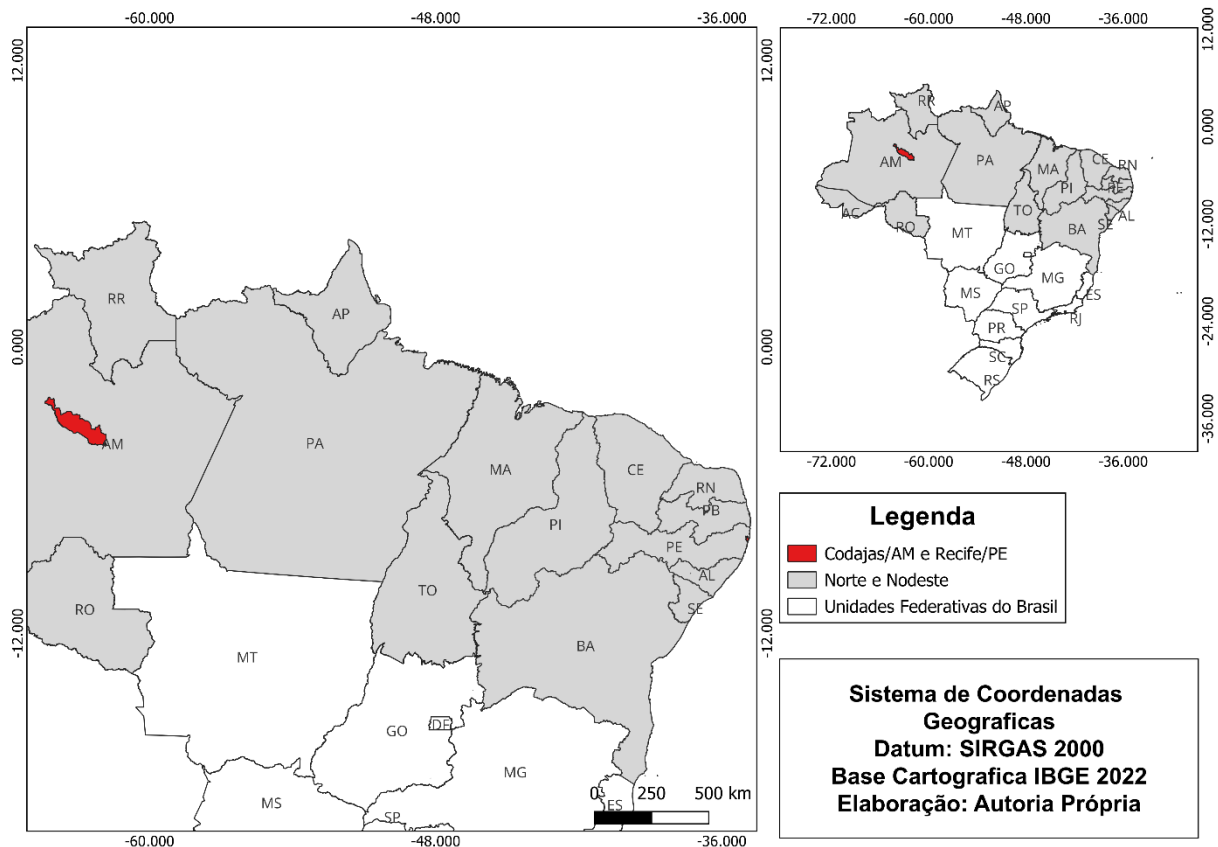


Figura 1: Área de Estudo. Fonte: Autoria Própria

A análise a ser feita para a identificação ou não da ICU, se compreende na obtenção dos valores médios de temperaturas máximas e mínimas mensais, para ambos os períodos anteriormente proposto, e assim ser realizado gráficos de cada variável para ambos períodos para cada uma das cidades.

#### 4. Resultados

Na Figura 2, temos os gráficos da temperatura máxima mensal para o município de Codajás/AM (Figura 1a) e Recife/PE (Figura 1b). Para Codajás (Figura 1a), o mês com o maior valor é setembro, com 33,3 °C para a normal de 81-10 e 33,6 para 91-20 seguido de outubro com 33,3 °C e 33,4 °C respectivamente. E de modo geral, houvesse um aumento da temperatura máxima mensal na normal 91-20 em comparação com 81-10, em todos os meses no município



de Codajás, com exceção de janeiro (que se manteve em 31,8 °C) e fevereiro que houve uma diminuição de 0,1 °C. Sendo o mês de setembro que apresentou a maior variação, de 0,3 °C.

Já para, Recife, o mês com o maior valor é fevereiro, com 30,7 °C para a normal de 81-10 e 31,0 °C para 91-20 seguido de março com 30,7 °C e 30,9 °C respectivamente. Havendo assim, um aumento da temperatura máxima mensal na normal 91-20 em comparação com 81-10, em todos os meses no município de Codajás. Sendo os meses de fevereiro, abril, novembro e dezembro que apresentaram a maior variação, de 0,3 °C.

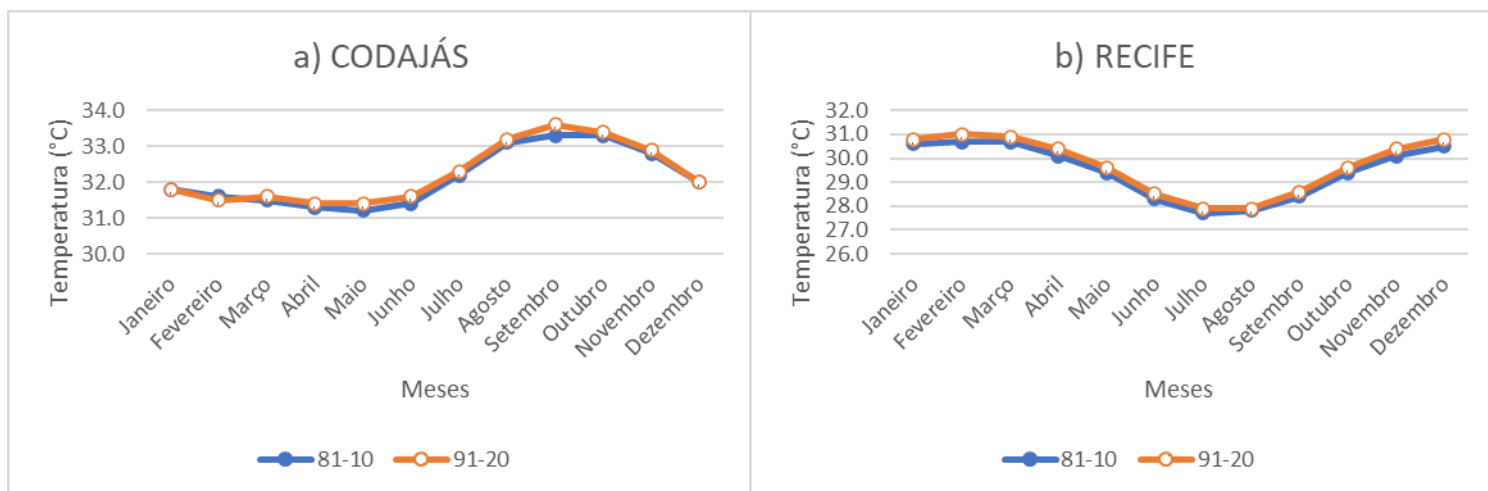


Figura 2: Series de Temperatura Máxima das Normais Climatológicas (1981 há 2010 e 1991 há 2020) para as cidades de Codajás/AM e Recife/PE.

Na Figura 3, temos os gráficos da temperatura mínima mensal para o município de Codajás/AM (Figura 2a) e Recife/PE (Figura 2b). Para Codajás (Figura 2a), o mês com o menor valor é julho, com 21,5 °C para a normal de 81-10 e 22,1 para 91-20 seguido de agosto com 21,7 °C e 22,2 °C respectivamente. Havendo um aumento da temperatura mínima mensal na normal 91-20 em comparação com 81-10, em todos os meses no município de Codajás. Sendo os meses de junho e julho que apresentaram a maior variação, de 0,6 °C.

Em Recife, o mês com o maior valor é agosto, com 20,9 °C para a normal de 81-10 e 20,7 °C para 91-20 seguido de julho com 21,1 °C e 21,0 °C respectivamente. E no caso de Recife, houvesse um aumento da temperatura mínima mensal nos meses de outubro, novembro, de-



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

zembro, janeiro, fevereiro e março. Já para os outros meses houve uma diminuição da temperatura mínima mensal. Sendo os meses de junho, agosto e outubro que apresentaram a maior variação, de 0,2 °C.

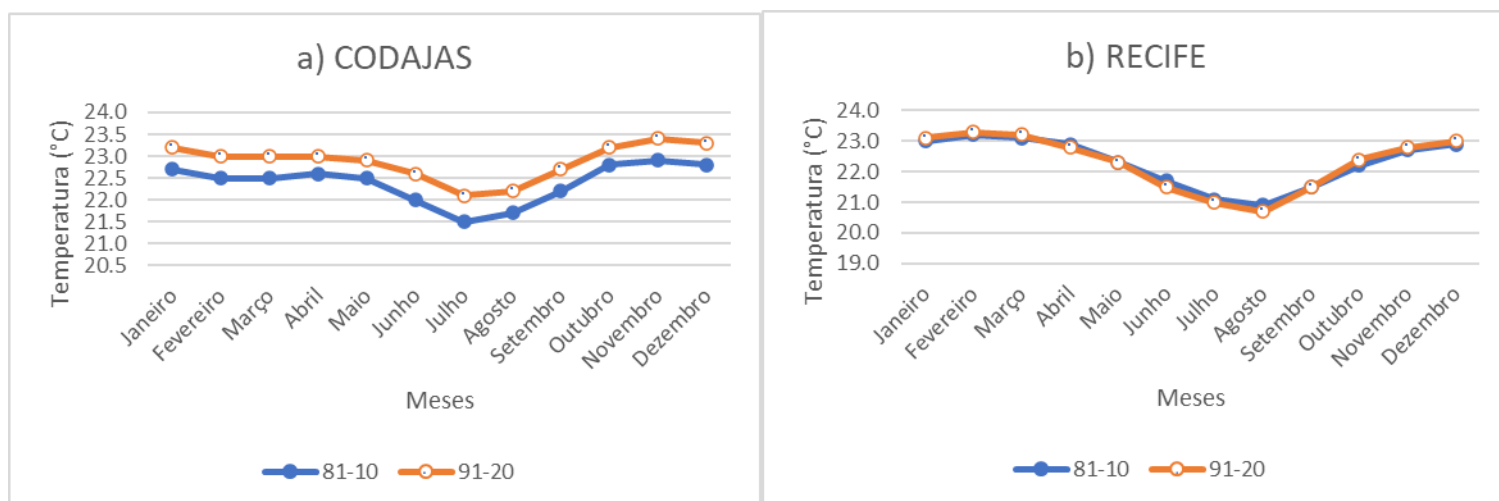


Figura 2: Series de Temperatura Mínimas das Normais Climatológicas (1981 há 2010 e 1991 há 2020) para as cidades de Codajás/AM e Recife/PE

## 5. Conclusões

A respeito da Temperatura máxima mensal, ambos os municípios não apresentaram mudança significativa. No entanto, para a temperatura mínima mensal houve alterações significativas, já que houve um aumento da respectiva temperatura em todos os meses, chegando a ter uma diferença de 0,6 °C, em comparação da normal de 91-20 para a de 81-10. Ou seja, com o passar dos anos, o município de Codajás está tendo alterações significativas na temperatura, pois com o passar dos anos a atividade agropecuária cresceu na região, e assim, com o aumento da frota de transportes e a diminuição da vegetação no centro da cidade e região adjacente. E assim, concluo que, há sim uma ICU no município de Codajás. Já para o município de Recife, não a evidencias suficientes para constatar que há uma ICU.

As ilhas urbanas de calor (ICU) são fenômenos que podem ter impactos significativos na qualidade de vida, no consumo de energia e na saúde das pessoas. Diante disso, a implementação de estratégias de mitigação é crucial para minimizar os efeitos adversos das ilhas urbanas de calor (ICU). Medidas como o aumento da vegetação, a utilização de materiais de construção mais refletivos e a adoção de sistemas de resfriamento urbano são essenciais para combater as



ICU e promover ambientes urbanos mais saudáveis e sustentáveis. Essas estratégias devem ser consideradas em estudos e políticas urbanas, visando melhorar o bem-estar da população e reduzir os impactos negativos das ilhas urbanas de calor.

## 7. Referências bibliográficas

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. Revista Brasileira de Climatologia, 2019.

CÉSAR, I. M. de S.; MOTA, A. M. V.; COSME, A. M. F.; MARINHO BORGES, I. ILHAS DE CALOR URBANAS: UMA ANÁLISE DO BAIRRO DE MANAÍRA, JOÃO PESSOA-PB. Journal of Ecoinnovation and Environmental Management, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 16–30, 2023. Disponível em: <https://editoraverde.org/portal/revistas/index.php/ecoin/article/view/204>

FREITAS, ED de; DIAS, Pedro Leite da Silva. Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 20, n. 3, p. 355-366, 2005.

Gartland, Lisa Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas / Lisa Gartland; tradução Sílvia Helena Gonçalves. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LOPES, António. O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa. Territorium, n. 15, p. 39-52, 2008.

PADILHA, J. et al. Estratégias de mitigação do efeito das ilhas de calor em centros urbanos. XIV Encontro Nacional e Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo no Brasil, p. 1346-1359, 2018.

ROCHA, Luciani Maria Vieira; SOUZA, Léa Cristina Lucas; CASTILHO, Francisco José Viçeta. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. Ambiente Construído, v. 11, p. 161-175, 2011.

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, G. A. Ilhas de Calor: Conceito, Problemas e Alternativas. SIMTEC–Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga, v. 3, p. 1-10, 2019.

SILVA, Juliana Maria Oliveira; DE OLIVEIRA MOURA, Marcelo; LUNA, Vinicius Ferreira. Ilhas de calor urbano em cidade do semiárido nordestino. **GeoTextos**, 2020.



PUC-Campinas

EESC USP

Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO  
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11

23/11

24/11

evento

100% online

e gratuito