



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
MARANHÃO**



*Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade  
RESOLUÇÃO Nº 2.728-CONSEPE, 27 de outubro de 2022*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CODÓ - CCCO  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS  
NATURAIS/BIOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO - LATO SENSU  
ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**OSNIR DIOGO ROCHA**

**CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE TEMPERATURA DO SOLO COMO UMA  
PROPOSTA DE ATIVIDADE DE ENSINO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

**CODÓ/ 2024**



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
MARANHÃO**



*Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade.  
RESOLUÇÃO Nº 2.728-CONSEPE, 27 de outubro de 2022*

**OSNIR DIOGO ROCHA**

## **CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE TEMPERATURA DO SOLO COMO UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DE ENSINO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade, do Centro de Ciências de Codó-CCCO, da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, como requisito final para obtenção do título de Especialista em Educação Ambiental e Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Rosivaldo Xavier da Silva.

**CODÓ/2024**



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Rocha, Osnir Diogo.

Construção de mapas de temperatura do solo como uma proposta de atividade de ensino para Educação Ambiental / Osnir Diogo Rocha. - 2024.  
29 f.

Orientador(a): Rosivaldo Xavier da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Educação Ambiental e Sustentabilidade, Universidade Federal do Maranhão, Codó, 2024.

1. Conforto Térmico. 2. Urbanização. 3. Educação Ambiental. 4. Mapas de Temperatura. 5. . I. Silva, Rosivaldo Xavier da. II. Título.



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
MARANHÃO**



*Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade  
RESOLUÇÃO Nº 2.728-CONSEPE, 27 de outubro de 2022*

**OSNIR DIOGO ROCHA**

## **CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE TEMPERATURA DO SOLO COMO UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DE ENSINO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade, do Centro de Ciências de Codó-CCCO, da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, como requisito final para obtenção do título de Especialista em Educação Ambiental e Sustentabilidade.

**BANCA EXAMINADORA**

**Codó/MA, 17 de agosto de 2024.**

---

Prof. Dr. Rosivaldo Xavier da Silva  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camila Campelo de Sousa  
1º Avaliadora

---

Prof. Dr. Ismael Carlos Braga Alves  
2º Avaliador



## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço à Deus por ter me dado saúde e força, que permitiu a realização desse trabalho.

Agradeço à Universidade Federal do Maranhão (UFMA) pela formação.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Rosivaldo Xavier da Silva, pelo seu apoio; Sem suas contribuições, correções e incentivos que tanto me guiaram no desenvolvimento deste trabalho, não teria concluído essa etapa de minha vida acadêmica.

Agradeço a todos os professores que colaboraram para a minha formação acadêmica.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho e fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.



## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>METODOLOGIA</b> .....	13
<b>Área de estudo</b> .....	13
<b>Coleta dos dados</b> .....	13
<b>Análise dos dados</b> .....	14
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	15
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24
<b>Apêndices</b> .....	29



## **CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE TEMPERATURA DO SOLO COMO UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE DE ENSINO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Osnir Diogo Rocha<sup>1</sup>  
Rosivaldo Xavier da Silva<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Relatórios internacionais têm apontado insistentemente para o aumento das temperaturas médias globais, um fenômeno que é constatado a décadas e tem se intensificado, principalmente nos continentes. A ação antropogênica tem sido apontada como uma das principais causas desse processo de degradação dos espaços naturais, impulsionada pela industrialização e urbanização. O processo de pavimentação dos espaços urbanos, com coberturas asfálticas e de concreto, a impermeabilização do solo e a eliminação da vegetação, como árvores e plantas tem contribuído para o aumento de temperatura nas cidades e causado um agravamento na sensação térmica das cidades. Diante disso, esse trabalho tem como objetivo apresentar uma atividade prática experimental, de viés investigativo, que contou com a coleta de dados de temperatura do solo e construção de mapas de cores que realcem os contrastes dos efeitos da radiação solar incidente sobre as diversas superfícies artificiais e espaços naturais. O estudo foi realizado no Centro de Ciências da Universidade Federal do Maranhão, município de Codó-MA, em novembro de 2023, com os discentes do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade, no horário das 15:00 às 16:00 horas. Por meio da construção dos mapas, os discentes foram instigados a responder questões discursivas, identificando os contrastes de temperatura nos ambientes estudados e refletindo sobre os impactos das construções urbanas, e dos materiais empregados, nas temperaturas do solo. Os espaços mapeados foram de até 75 m<sup>2</sup>, divididos em quadrantes de 1m<sup>2</sup> e as medidas realizadas em cada um dos vértices. As com presença de elementos naturais (árvores, grama) e de concreto exibiram diferenças de temperatura de até 15°C. As menores temperaturas de superfície foram em ambientes sombreados, com presença de árvores, vegetação rasteira e umidade. Portanto, este trabalho vem contribuir para sensibilização das populações sobre a importância da manutenção dos recursos naturais para seu próprio bem-estar e qualidade de vida e o desenvolvimento de políticas de incentivo ao uso de tecnologias sustentáveis.

**Palavras-chave:** Conforto térmico; urbanização; educação ambiental, mapas de temperatura.

<sup>1</sup> Discente do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade

<sup>2</sup> Docente orientador.



## **Abstract**

International reports have persistently highlighted the increase in average global temperatures, a phenomenon observed for decades and intensified, particularly on the continents. Anthropogenic actions have been identified as one of the main causes of this process of natural space degradation, driven by industrialization and urbanization. The process of urban paving with asphalt and concrete coverings, soil impermeabilization, and the elimination of vegetation, such as trees and plants, have contributed to the rise in urban temperatures and exacerbated the thermal sensation of cities. Considering this, this study aims to present an experimental practical activity with an investigative bias that involves collecting soil temperature data and constructing color maps that highlight the contrasts of the effects of incident solar radiation on various artificial surfaces and natural spaces. The study was conducted at the Science Center of the Federal University of Maranhão, municipality of Codó-MA, in November 2023, with students from the Specialization Course in Environmental Education and Sustainability, from 3:00 PM to 4:00 PM. From the construction of the maps, the students were prompted to answer discursive questions, identifying temperature contrasts in the studied environments and reflecting on the impacts of urban constructions and the materials used on soil temperatures. The mapped areas were up to 75 m<sup>2</sup>, divided into quadrants of 1m<sup>2</sup>, with measurements taken at each vertex. Areas with natural elements (trees, plants) and concrete showed temperature differences of up to 15°C. The lowest surface temperatures were in shaded environments, with trees, ground vegetation, and moisture. Therefore, this work contributes to raising awareness among populations about the importance of maintaining natural resources for their well-being and quality of life and the development of policies that encourage the use of sustainable technologies.

**Keyword:** Thermal comfort; urbanization; environmental education, temperature maps.



## **INTRODUÇÃO**

O advento da primeira Revolução Industrial, ocorrida no final do século XVIII, trouxe consigo o aceleramento do crescimento demográfico e da exploração predatória dos recursos naturais, paralelamente se observou o aumento dos impactos ambientais provocados por essas mudanças, prejudicando os cuidados necessários para a proteção dos biosistemas e alavancando as mudanças climáticas em nível global (IPCC, 2021; Hinrichs, 2014). Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima têm apontado para um crescimento sucessivo das temperaturas registradas da superfície global<sup>3</sup> para cada uma das últimas quatro décadas, sendo que os maiores aumentos de temperatura têm sido registrados nos continentes, cerca de 1,59°C, quando comparado os períodos entre 2011-2020 e 1850 – 1900 (IPCC, 2021).

A ação antropogênica tem sido apontada como principal causa para as mudanças climáticas, aumento da temperatura de superfícies, alteração nos padrões de precipitação, destruição parcial do ozônio atmosférico, entre outros. Em termos locais, o aumento gradativo da urbanização de forma desordenada e sem o devido planejamento que integre as demandas construtivas, proteção das áreas verdes e a concentração da população nos centros urbanos, tem resultado na diminuição excessiva da vegetação nas cidades (Bordim; Longo; Bordim, 2022; Alves; Carvalho, 2023), que pode impactar drasticamente a temperatura dos ambientes urbanos.

De acordo com os dados do IBGE (2020), o Brasil apresenta mais de 80% de sua população vivendo em áreas urbanas. E a expansão dessas áreas está vinculada ao dinamismo da cidade que modifica o balanço de radiação da superfície em virtude da substituição dos materiais naturais pelos urbanos. As cidades acentuam localmente o aquecimento antropogênico que juntamente com o adensamento urbano contribuem para o aumento das ondas de calor, operando como um agente modificador do clima (Monteiro, 1976; Oke, 1978; Landsbergs, 1981; IPCC, 2021).

Como principais fatores ligados essas modificações ambientais, podemos citar as construções e os tipos de materiais nelas empregados (Rocha, 2011), o traçado das ruas, a circulação excessiva de veículos, a presença de atividade industrial, dentre outras atividades humanas, especialmente aquelas relacionadas a emissão de um maior volume de gases

---

<sup>3</sup> A expressão 'temperatura da superfície global' é usada em referência tanto à temperatura média da superfície global como à temperatura do ar na superfície global.



causadores do efeito estufa (GEE), que são lançados para a atmosfera e em maiores proporções advém da queima de combustíveis fósseis, pelos transportes rodoviários de mercadorias, veículos leves (ou automotivos) e industrial.

Com o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, que é um dos principais gases potencializadores do efeito estufa e do aquecimento global, é esperado que nas próximas décadas a temperatura média global aumente 1,5°C, isso, em um cenário no qual os acordos internacionais para a preservação das condições climáticas sejam cumpridos (IPCC, 2018). Esse aumento na emissão de CO<sub>2</sub> está diretamente relacionado com o consumo de combustíveis fósseis, que além de atender as necessidades dos transportes de carga e demandas industriais, tem sido extensivamente empregados para suprir a crescente demanda por energia elétrica, que implica em grandes volumes de queima de carvão e gás natural (IPCC, 2021; Hinrichs, 2014).

O aquecimento global ocorre pela transferência de energia do sol, que chega ao nosso planeta através de ondas eletromagnéticas, com diferentes comprimentos de onda. Parcelas dessas radiações solares são agrupadas nos espectros visível, ultravioleta e infravermelha. Uma parte significativa da radiação visível emitida pelo Sol é absorvida pela Terra que após ser aquecida, devolve para o espaço ondas com comprimentos de onda mais longos, a radiação infravermelha ou “onda de calor”, que por sua vez, pode ser absorvida pelos gases de efeito estufa. Após essa retenção de energia térmica, as ondas longas são reemitidas para a superfície do planeta, impedindo a perda da radiação infravermelha para o espaço e provocando o aumento da temperatura na atmosfera (Junges, *et al.*, 2018).

As grandes transformações das áreas urbanas, como a diminuição de cobertura vegetal, impermeabilização das superfícies devido a pavimentação ou construções de concreto e asfálticas, favorece a elevação das temperaturas locais. Além disso, alguns materiais e componentes usados na formação do espaço urbano, podem apresentar diferentes graus de refletância da energia incidente sobre sua superfície, resultando em impactos sobre a saúde física e mental da população como o desconforto respiratório, exaustão, insolação, entre outros problemas, afligindo principalmente crianças, idosos e pessoas com saúde debilitada (Moreira; Nóbrega, 2011; Habeeb; Vargo; Stone, 2015).

Os centros urbanos apresentam um clima local determinado pela quantidade de áreas densamente edificadas, variando de acordo com as diversas formas de cobertura do solo urbano. Em geral, quanto maior as áreas construídas verificam-se maiores transformações climáticas no local em comparação as áreas em seu entorno com que mantém seus espaços naturais de



natureza preservados (Leal; Biondi; Batista, 2014). Isso se verifica pelo comportamento térmico dos materiais aplicados nas construções dos espaços urbanos, que é definido pelas suas propriedades de absorvência (capacidade de absorver a radiação solar que chega à superfície) e a refletância (percentual de radiação solar que reflete ao entrar em contato com a superfície), conforme a cor da superfície (Doulos; Santamouris; Livada, 2004). De acordo com Pivetta (2023) o asfalto e o concreto retêm mais calor que a vegetação, e liberam essa energia térmica para o ambiente lentamente.

As plantas, por outro lado, absorvem energia solar através de tecido foliar para realização da fotossíntese, processo que transforma energia luminosa em energia química para a produção de compostos carbonados, principalmente açúcares essenciais para seu crescimento e desenvolvimento. Além da captura do gás carbônico do ambiente e a liberação de oxigênio para a atmosfera, fundamentais para a respiração dos seres vivos. (Evert; Eichhorn, 2014; Taiz et al., 2017).

Além do mais, a vegetação assimila cerca de 90% da energia no espectro solar entre frequências de ondas ultravioleta e visível, e desempenha papel importante nos centros urbanos em relação à absorção e à dissipação do calor, reduzindo a quantidade de radiação que chega à superfície da Terra e fornecendo sombreamento as construções, pessoas, pavimentos, protegendo-os da radiação direta, garantindo superfícies mais frias e diminuindo a energia térmica transferida para ar atmosférico (Mota, 1983; Oliveira, 2008; Huang *et al.*, 2008). Ou seja, o processamento da energia luminosa efetuado pelas áreas verdes, reduz o fluxo de calor sensível entre as várias superfícies ou entre o ar e a superfície, diminuindo a radiação de ondas longas que será emitida (Lombardo, 1985).

A Educação Ambiental surge como uma importante ferramenta, no qual cada indivíduo assume um papel essencial na reflexão sobre suas ações sobre o ambiente em que vivem, diante de um cenário marcado pela degradação contínua do meio ambiente e do seu ecossistema, decorrentes de práticas nocivas adotadas pelo homem que impulsionam o uso excessivo dos recursos naturais levando a situações de crise. A Educação Ambiental vem resgatar essa interação socioambiental homem e natureza, na busca de alternativas sustentáveis e modificar atitudes perante essa problemática (Jacobi, 2003; Mello, 2017; Paião; Ebaid, 2017; Rocha, 2021).

A própria Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 garante no seu artigo 225 que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum



do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Enquanto a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, reforça afirmando que entende que a Educação Ambiental compreende todos os métodos usados pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências direcionadas a proteção do meio ambiente, bem de uso comum de todos, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Objetivando o fortalecimento de uma consciência crítica sobre as problemáticas ambientais e sociais e sua atuação ativa na defesa do meio ambiente.

Nesse contexto, a experimentação científica atrelada ao ensino, desempenha um papel fundamental na educação ambiental, pois proporciona uma interação entre os saberes teóricos e práticos, concomitantemente possibilita uma associação com o cotidiano dos discentes, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos e a aquisição de conhecimento mais significativo (Vieira; Ribeiro, 2021; Santos et al., 2023). Borges (2002) e Azevedo (2004) evidenciam que, entre as distintas abordagens experimentais, a investigativa se mostra mais vantajosa na construção do conhecimento. Pois, conforme Araujo e Abib (2003) e Reis e Martins (2015), ela possibilita aos discentes testarem hipóteses e desenvolverem a habilidade de observação e explicação dos fenômenos, auxiliando para melhor reflexão e progresso na construção do seu próprio conhecimento.

As atividades experimentais investigativas permitam ao discente assumir o papel de protagonista de seu conhecimento, competindo a ele manipular o experimento, fazer ajustes se necessário e desenvolver hipóteses para explicar os fenômenos observados. Tais atividades práticas proporcionam ao discente, oportunidades de desenvolver uma sensibilização frente a seus problemas ambientais e a busca por soluções alternativas, integrando aspectos psicossociais, históricos, políticos, éticos e estéticos (Campos; Nigro, 1999; Dias, 2010).

Nesse trabalho apresentamos um experimento que permite abordar essa problemática a partir da coleta de dados de temperatura do solo e posterior criação de mapas de temperaturas em cores que realcem os contrastes dos efeitos da radiação solar incidente sobre as diversas superfícies artificiais ou construções urbanas e de espaços naturais de cobertura vegetal que permeiam esses ambientes.



## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado no município de Codó, Centro de Ciências da Universidade Federal do Maranhão, localizado na Av. José Anselmo, 2008 – Bairro São Benedito, na zona urbana do município de Codó. Este espaço está localizado na mesorregião do Leste Maranhense, entre as coordenadas geográficas: latitude 4°27'18" Sul e longitude: 43°52'44" Oeste (Cidade Brasil, 2021). De acordo com o IBGE (2022), o município de Codó possui área territorial de 4.361,606 km<sup>2</sup> e população residente de 114.275 habitantes. Apresentando clima definido como tropical quente semiúmido, com variações médias de temperatura de 26°C a 27°C, e máxima de 36°C durante o ano. O verão consiste no período chuvoso com duração entre os meses de dezembro a maio, e o inverno o período seco, dentre os meses de junho a novembro, com índices pluviométricos médio entre 1200 mm e 2000 mm (Correia-Filho, 2011).

### **Coleta dos dados**

A metodologia utilizada neste trabalho é de natureza do tipo quali-quantitativa. Uma vez que inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica em artigos de revistas científicas, dissertações, livros, monografias e teses sobre a temática. Essa abordagem constitui um importante método para esclarecer um problema pela análise, quantificação dos dados, relações entre suas variáveis, mas também pela interpretação e compreensão holística do fenômeno estudado (Minayo; Sanches, 1993; Lakatos; Marconi, 2003; Gil, 2008).

Este trabalho deu-se, a partir de uma proposta de atividade experimental com viés investigativo, realizada no contexto da disciplina Física e Meio Ambiente para os discentes do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade, que teve a participação de 28 discentes, logo após a coleta de dados de temperaturas foi aplicado um questionário aberto contendo 8 perguntas. A atividade foi realizada em novembro de 2023, no período vespertino no horário de 15:00 às 16:00 horas, onde o céu encontrava ensolarado limpo e sem nuvens. Para a medição das temperaturas das superfícies foi utilizado o termômetro de álcool etílico colorido e um termômetro de infravermelho, ambos os termômetros com margens de erro de  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ . As áreas de interesse selecionadas foram a cantina, quadra poliesportiva e



estacionamento. O mapeamento se deu pela divisão dos espaços selecionados em quadrantes de 1m<sup>2</sup> e as medidas realizadas em cada um dos vértices.

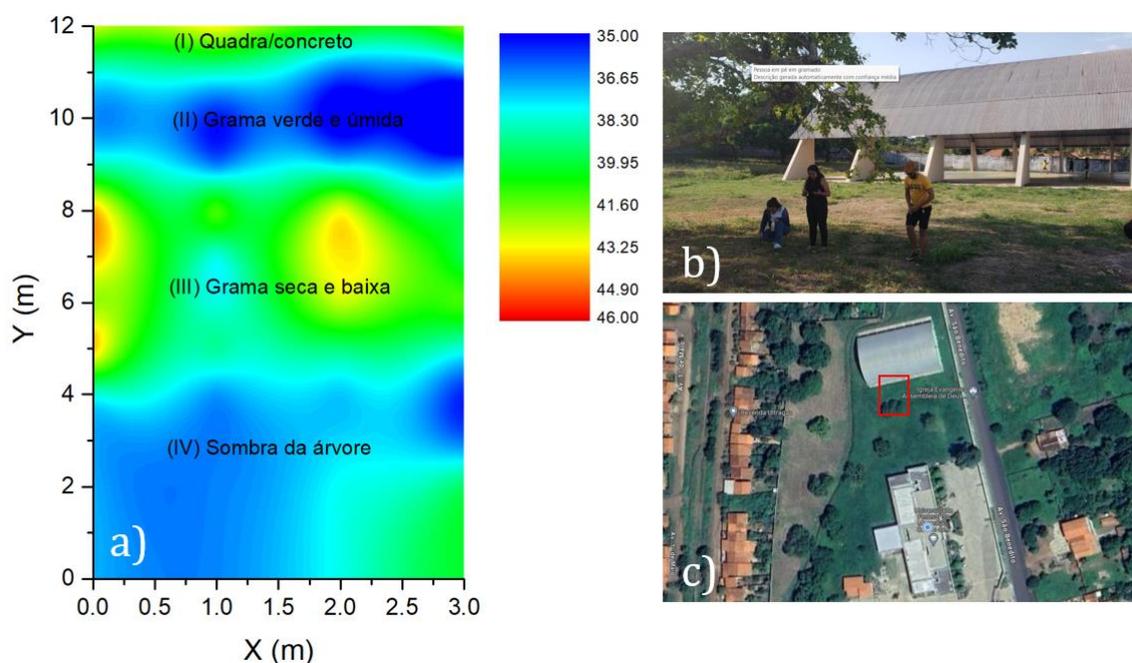
### **Análise dos dados**

Os dados coletados das temperaturas de superfícies foram tabulados usando o *software* Microsoft *Excel 2016*, no qual foram distribuídos em planilha com os valores das temperaturas (°C) nas coordenadas (Y, X) em metros (m). Com o auxílio do Professor e uso do *software* *Origin 9.0*, foi realizada a confecção dos mapas de cores para análise das temperaturas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o desenvolvimento desse trabalho foram construídos e analisados mapas de temperatura do solo de dois espaços, os quais possuíam coberturas mistas, ou seja, parte recoberta com concreto e parte com cobertura vegetal, como grama e pequenos arbustos, sendo que a predominância desses elementos em cada espaço será discutida ao longo do texto. A coleta dos dados para cada superfície foi realizada pelos próprios discentes em grupos de até 6 componentes. A Figura 1(a) mostra o mapa de temperatura obtido a partir das análises do primeiro espaço, uma área predominantemente verde localizada ao lado quadra poliesportiva do CCCO<sup>4</sup>, UFMA. Como pode ser observado através das figuras 1(b) e (c), trata-se de uma superfície com cobertura vegetal rasteira, um gramado amplo com áreas mais úmidas e outras mais secas, além da presença de uma árvore de médio porte (cajuieiro) que sombreava parte significativa do solo. Além dos espaços verdes, foram realizadas medidas de temperatura de parte do piso da quadra, que é de concreto.

Figura 1 – Mapa de temperatura da área predominantemente verde localizada ao lado quadra poliesportiva do CCCO/UFMA.



<sup>4</sup> Centro de Ciências de Codó da UFMA

Após a realização das medidas físicas de temperatura do solo, e com a posse dos mapas de temperatura em cores, os discentes foram estimulados a refletir sobre o ambiente investigado e a responder algumas questões, como as condições do tempo no dia de realização dos experimentos: **Como estava o céu no momento do experimento, encoberto com nuvens ou limpo com sol direto?** Resposta: *“O céu estava ensolarado e com poucas nuvens”*. Foram provocados a registrar os tipos de superfície investigadas e responder: **Quais superfícies tinham as maiores e as menores temperaturas? Qual foi essa diferença em °C?** Eles apontaram com facilidade que as áreas que apresentaram as maiores temperaturas foram o piso de quadra (concreto) e área III (Figura 1(a)) correspondente a grama seca e baixa, onde as temperaturas variaram entre 37,0°C e 45,5°C. A área de grama úmida e de sombra apresentam as menores temperaturas, com gradientes de temperatura que impressionaram os discentes: *“A diferença entre a maior e a menor temperatura, considerando a superfície total da área pesquisada, foi de 10,5°C.”*

Os olhares também foram direcionados os tipos de materiais do solo, ângulo da radiação incidente, a natureza das sombras, entre outros elementos. Sendo levantada a questão: **Qual fator ou fatores você atribui a essas diferenças de temperatura? Tipo de material, insolação direta, presença de sombra predial ou vegetal, umidade, outros.** Foi observado que maiores temperaturas registradas estão relacionadas a incidência da radiação solar direta e intensa, a presença de vestígios de concreto (pedras e resíduo de construção) onde foram registradas as temperaturas mais elevadas, de até 45,5°C. E apontaram que:

*“a diferença de temperatura entre as áreas se dá pela insolação direta no solo em algumas partes, pela presença da vegetação, em especial, uma árvore que proporcionou sombra e um microclima. Claro que o concreto por seu material com grande potencial de absorção e retenção de calor foi onde se registrou maior temperatura.”*

Em estudos realizados por Alves e Vecchia (2012), é salientando que as superfícies artificiais como o concreto apresentaram as maiores temperatura. Além desse material ser um dos que mais que emitem radiação, resultando no aumento da temperatura do ar e, conseqüentemente na formação das ilhas de calor (Landsberg, 1981). Frota e schiffer (2001) e Lamberts, Dutra e Pereira (2014), ainda evidenciam que a capacidade dos materiais em absorver calor é aumentada dependendo da cor da superfície, sendo as cores escuras responsáveis pela retenção de calor no microclima, afetando diretamente o conforto térmico.



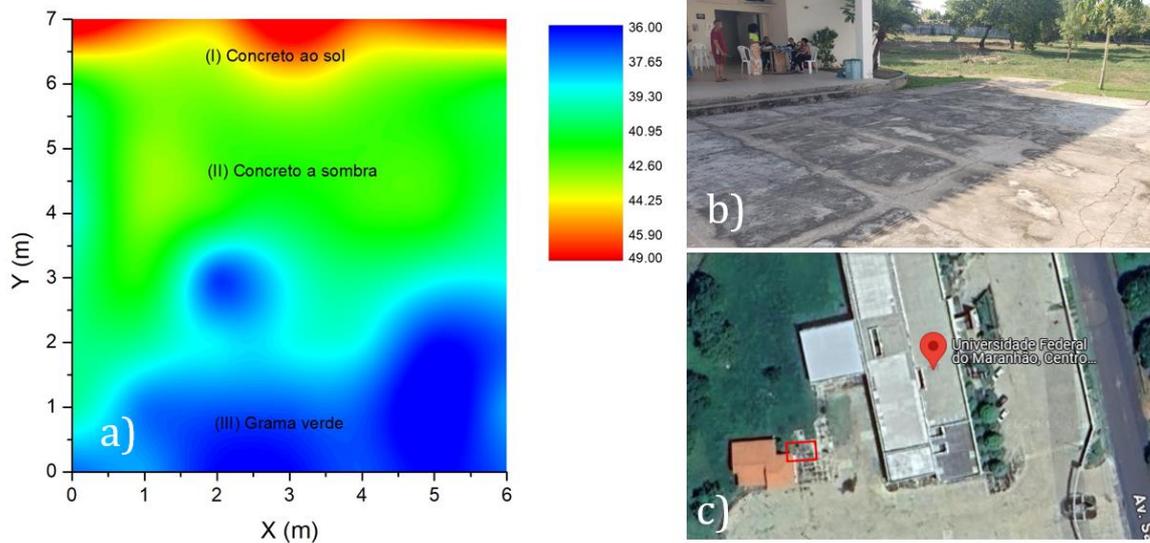
Uma vez observados os contrastes em relação aos materiais e a forma como a radiação solar atinge o solo, levantou-se a seguinte questão: **Como você relaciona essas diferenças de temperatura com o processo de urbanização? Como você percebe a relação da presença de vegetação com as temperaturas dos ambientes?** Sendo que as equipes de estudantes geraram respostas notavelmente assertivas, indicando que “*quanto maior o número de materiais com grande capacidade de absorção e retenção de calor, maiores serão as temperaturas nas proximidades*”, e foram além, fazendo o paralelo com questão da presença e preservação das áreas verdes nas cidades, indicando que:

*“a presença da vegetação nas cidades proporcionaria melhores condições de temperaturas e qualidade de vida. Pois as mesmas são capazes de refrigerar o ar, reter umidade no ambiente, melhorar a respirabilidade para os indivíduos vivos por oxigenar a atmosfera com o processo final da fotossíntese”*

Estudos realizados por Frota Júnior, Jesuíno e Martins (2018), confirmam que espécies arbóreas tem influência sobre a diminuição de temperatura, melhorando o conforto térmico. E segundo Barbosa (2005) a vegetação age na temperatura, mas não somente na temperatura, como na umidade e velocidade do ar e radiação. Já que a copa das espécies arbóreas reduz a incidência direta da radiação solar, auxiliando na melhoria do microclima (Resende, 2011).

A Figura 2 (a) que mostra o mapa de temperatura obtidos a partir da análise do segundo espaço, uma área parcialmente recoberta com concreto e com área de vegetação localizada no entorno da cantina do CCCO/UFMA. Como podemos observar nas figuras 2 (b) e (c), trata-se de uma superfície predominantemente concretada, com presença de vegetação rasteira em uma pequena área lateral. Além disso, observa-se a projeção de sombreamento predial em parte significativa do concreto, e além dos espaços verdes, foram realizadas medidas de temperatura de parte do piso da cantina, que é de concreto polido, que é mais liso e reflexivo.

Figura 2 – Mapa de temperatura da área uma parcialmente recoberta com concreto e vegetação localizada no entorno da cantina do CCCO/UFMA.



A medidas foram realizadas pelas equipes simultaneamente, portanto registraram as mesmas condições do tempo no momento do experimento, indicando como um momento de “sol limpo e direto, sem nuvens”. Quando instigados a registrar os tipos de superfície e as variações de temperatura do ambiente, identificando máximos e mínimos, registraram: “piso de cimento com maiores temperaturas chegando a 49°C e piso de mármore chegando a 38°C. Diferença de 11°C entre as superfícies”. Esse resultado é bastante interessante, pois trata-se de uma diferença expressiva de temperatura entre uma área concreto rugoso e exposto diretamente ao sol [área I da Figura 2(a)], e outra área de concreto liso (“mármore”), a sombra é próximo da área de jardim. O fato do concreto ser polido e até se assemelhar ao mármore é relevante, pois superfícies lisas ou mais espelhas tendem a refletir mais a luz incidente, absorvendo menos calor. Porém, quando em espaços abertos, também podem representar um problema ambiental com impacto na visão dos transeuntes pelo excesso de luz refletida.

Esse segundo espaço evidenciou contrastes importantes nas condições do ambiente, em especial para o conforto térmico das pessoas que frequentam o local, usado para a alimentação. Nesse novo contexto, os discentes foram incentivados a analisar e indicar quais foram os principais fatores que geraram essas diferenças de temperatura, e como isso se relaciona com elementos ambientais, tais como tipo de cobertura do solo, a radiação incidente, e a presença

de vegetal local ou próxima. Foi observado que as superfícies que apresentaram as menores temperaturas haviam presença de sombra predial, vegetação e umidade. E apontaram que:

*“Os locais com as superfícies com menores temperaturas possuem a presença de sombra predial, vegetal e umidade. Enquanto as superfícies com maiores temperaturas não possuíam nenhuma das características citadas anteriormente”.*

Segundo Maioli *et al.* (2023), aponta que as áreas sombreadas contribuem na diminuição das temperaturas das superfícies dos materiais, já que reduz a exposição direta da radiação solar, colaborando na criação de ambientes termicamente mais confortáveis.

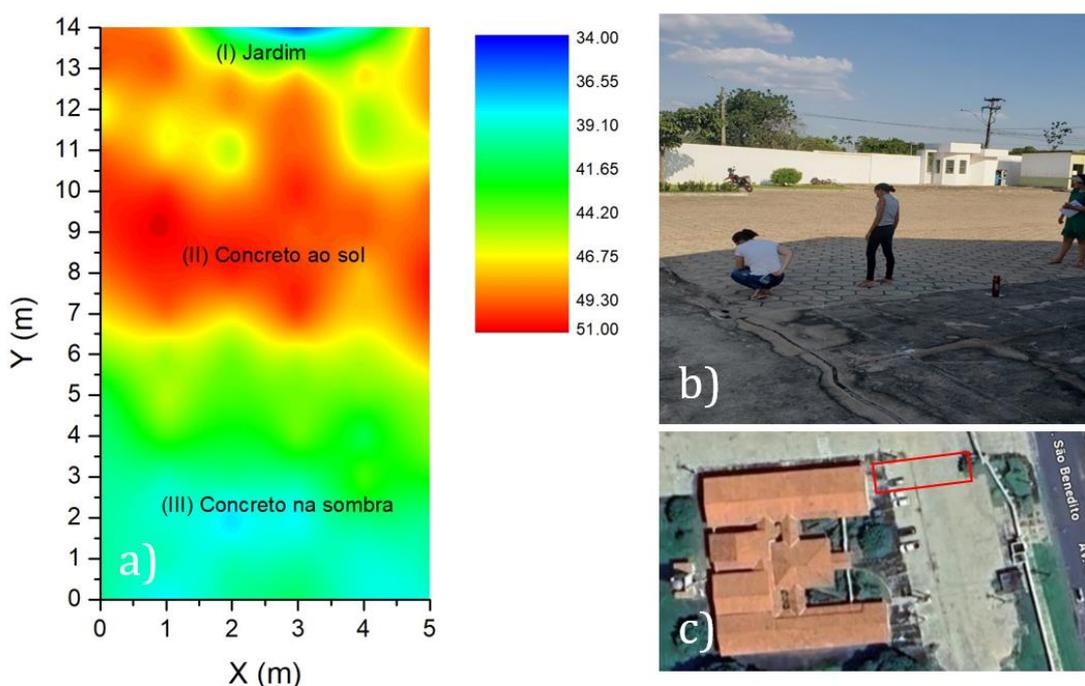
A partir das observações realizadas pelos discentes, que manifestaram preocupação com as temperaturas elevadas registradas no ambiente, foi levantado junto a esse ao discentes o questionamento sobre a relação entre esses registros de altas temperaturas em ambientes comuns ou nosso dia a dia e o processo de urbanização, em especial aquele que resulta na degradação de áreas verdes, eventualmente em torno de rios e lagos, e nos quais se observa uma completa ausência de vegetação. Nesse sentido, os discentes criaram respostas significativas, além de correlacionar a importância dos espaços verdes no meio urbano, indicando que:

*“O processo de urbanização, acarreta a degradação sobretudo ambiental, ocasionando aumento de temperatura, desconforto aos seres que ali convivem! em contrapartida a presença da vegetação, favorece o equilíbrio térmico, e o meio ambiente, e os seres vivos que convivem naquele determinado local. Com o processo de urbanização a população é quem mais sofre com os impactos ambientais, percebe que os locais que têm menos vegetais estão cada vez mais quente, e o principal responsável pela destruição da vegetação local, são a própria sociedade que habita nela”.*

Oliveira *et al.* (2013) e Mendes *et al.* (2023) em estudos realizados afirmam que a presença de vegetação em áreas urbanas contribui para a diminuição da temperatura ambiente por meio do sombreamento e da evapotranspiração, fornecendo climas mais agradáveis, além de proporcionar habitat para a avifauna, insetos e outros animais selvagens, beneficiando a biodiversidade em ambientes urbanos.

O terceiro espaço como mostra a Figura 3 (a) mostra o mapa de temperatura obtido da análise dos dados dessa área, composta principalmente por superfícies de concreto. Como podemos observar nas figuras 3 (b) e (c), trata-se de uma área formada de blocos de concreto e presença de um pequeno jardim, constituído de vegetação rasteira e presença de um pequeno ipê localizado próximo ao muro. Além da existência de sombreamento predial projetado pelo prédio I do CCCO/UFMA em parte expressiva do concreto.

Figura 3 – Mapa de temperatura de uma área de concreto localizada no estacionamento do prédio I CCCO/UFMA.



Após as medições de temperatura de superfícies realizadas, o que alarmou os discentes quanto aos registros encontrados em área predominantemente formada por concreto e com presença mínima de áreas verde em seu entorno foram as altas temperaturas: “A calçada de cimento teve a maior temperatura com a máxima de 51°C, a menor temperatura ocorreu na parte onde tinha grama, com 36°C”.

Os discentes ainda foram desafiados a relacionar quais fatores poderiam está influenciando nessa variação como, o tipo de material, exposição direta de radiação, presença de vegetação, entre outros fatores. E relatam que:

“Não possuía sombra, porém, a terra onde estava a grama estava um pouco úmida e tinha uma árvore por perto”.



Como afirma Pivetta (2023), o concreto absorve mais calor que a vegetação e levando mais tempo para dissipar a energia térmica, como consequência parte do calor absorvido durante o dia é dissipado somente a noite mantendo as temperaturas altas, contribuindo para formação das ilhas de calor.

Santos (2019), afirma ainda que o concreto quando exposto a elevadas temperaturas, emite calor na forma de radiação infravermelha (ondas longas), capaz de atravessa o espaço vazio e aquecer corpos distantes sem a necessidade de meio material.

Com base nos registros feitos pelos discentes que ficaram impressionados com altas temperaturas nesse ambiente, foram questionados quanto a relação das elevadas temperaturas em ambientes presentes no seu cotidiano e o processo de urbanização, em especial os centros urbanos, onde se observa a maior presença de pavimentação asfáltica e concreto e presença mínima de áreas verdes. Diante disso, os discentes relataram explicações relevantes, além de reforçar a importância da vegetação nesses ambientes:

*“Assim como ocorreu no experimento onde a parte de cimento é muito mais quente do que a terra da grama, acontece também no processo de urbanização que destrói a vegetação para criação de prédios, casas, empresas etc. A presença de vegetação com certeza diminui muito a temperatura no ambiente e a ausência aumenta, sentimos a diferença logo quando ficamos perto de uma árvore”.*

Maioli et al. (2023) e Martelli e Santos Jr (2015), corroboram afirmando que a arborização contribui para a diminuição da temperatura ambiente, favorecendo o equilíbrio térmico, além de proporcionar saúde mental e bem-estar.

Portanto, como observado nos cenários analisados, o processo de urbanização promove a degradação ambiental, ocasionando ao aumento da temperatura, principalmente pela substituição dos elementos naturais pelos artificiais, como é o caso do uso do concreto nos mais diversos tipos de construções urbanas. Quanto maior o número de materiais empregados na urbanização com grande capacidade de absorção e retenção de calor, maiores serão as temperaturas nas proximidades. A predominância desses elementos, tem como principal efeito a absorção da radiação solar e conversão dessa energia luminosa em energia térmica, gerando ilhas de calor, tornando o ar mais quente e consequentemente elevando a sensação térmicas das áreas urbanas.



Em estudos realizados por Souza, Menim e Kowalski (2020), que o uso de tinta látex à base de água de colorações claras em pavimentos contribui significativamente na redução de até 1,6°C da temperatura de superfície. Além de, Rodrigues e Pezzuto (2013), em experimento comprovarem que o uso de pigmentação de cor clara na produção de cimento apresentou valores na melhoria das condições ambientais.

Por outro lado, nota-se claramente que a presença da vegetação favorece o equilíbrio térmico, fornecendo vários benefícios para o meio ambiente e qualidade de vida da população. A presença de vegetação em áreas urbanas contribui para a diminuição da temperatura ambiente por meio do sombreamento e da evapotranspiração; fornecendo climas mais agradáveis. As árvores agem como filtros naturais do ar, removendo poluentes, refrigerando e retendo a umidade do ar, funcionam como barreiras acústicas contra ruídos e amenizando os sons urbanos, resultando em ambiente mais tranquilos e agradáveis. Além disso, esses espaços proporcionam saúde mental e bem-estar, a presença de áreas verdes e árvores possibilitam espaços de lazer, relaxamento e contato com a natureza (Oliveira et al., 2013; Martelli; Santos Jr, 2015; Frota Júnior; Jesuino; Martins, 2018; Mendes et al., 2023; Maioli et al., 2023).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, como pôde ser percebido, as áreas construídas, concretadas e expostas a radiação solar direta foram as que apresentaram as maiores temperaturas. As coberturas, asfálticas, de cimento ou o concreto são predominantes nos ambientes urbanos, são priorizados elementos artificiais em detrimento dos naturais, cobrindo grandes espaços com esses tipos de materiais. E como consequência, observa-se a presença de solos secos, degradados, e superfícies quentes por absorver demasiadamente calor durante o dia.

Observamos que é muito pertinente a troca desses materiais por algo que modifique menos as dinâmicas naturais. As áreas que apresentaram menores temperaturas de superfície foram os ambientes sombreados, tanto pelo sombreamento predial quanto pelo sombreamento pelas árvores que tiveram influência na redução de temperatura, e consequentemente na melhoria do conforto térmico. Além disso, quanto a predominância predial e suas estruturas refletoras, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias mais ecológicas e sustentáveis.

A partir das discussões levantadas nesse trabalho, indicamos que é extremamente importante que essas questões sejam evidenciadas no contexto educacional, e que essas



percepções sejam efetivamente abordadas no ensino de ciências, em especial de Física e Biologia. Dessa forma é importante fomentar a sensibilização das populações sobre a importância da manutenção dos recursos naturais para seu próprio bem está e qualidade de vida e, para o olhar crítico em relação ao desenvolvimento de políticas de incentivo ao uso de tecnologias sustentáveis, redução do desmatamento e o planejamento adequado da ocupação desses espaços naturais, considerando o sombreamento natural e uso de materiais que amenizem os impactos ambientais e a criação de ilhas de calor.

Pode-se perceber que os grupos de discentes alcançaram os objetivos de aprendizagem da atividade investigativa aplicada, evidenciadas pelas argumentações apresentadas que indicaram um bom domínio dos conteúdos, conhecimento científico e de sua linguagem. Além do mais, o texto escrito permitiu verificar a reflexão e a sensibilização dos discente quanto a importância da vegetação para a manutenção das melhores condições ambientais e conforto térmico.

Além disso, a abordagem de ensino por investigação mostrou-se ser uma importante estratégia de ensino, cujos resultados alcançados pelos discentes facilitam o processo avaliativo do professor. A atividade investigativa também permitiu acompanhar melhor o desenvolvimento dos alunos na construção do conhecimento, que se mostraram bastante engajados na busca pelos novos conhecimentos, e desenvolvimento das habilidades necessária para aplicar os saberes alcançados.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, P. A. S. S.; CARVALHO, L. R. Fatores condicionantes para formação de ilha de calor no bairro Residencial Florença, Sinop (MT). **Revista Georaguai**, v.13, n. Esp. da Travessia à Resiliência, Cad. 2, 2023.
- ALVES, E. D. L.; VECCHIA, F. A. S. Influência de diferentes superfícies na temperatura e no fluxo de energia: um ensaio experimental. **Ambiência Guarapuava** (PR), v.8, n.1, p. 101 – 111, 2012.
- ARÁUJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: A. Carvalho (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira, p. 19-33, 2004.
- BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos**: estudo em microclimas de Maceió (AL). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. (Dissertação de mestrado). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-03062006-142516/ptbr.php>>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- BORDIM, M. H. S.; LONGO, R. M.; BORDIM, B. S. Sustentabilidade ambiental urbana: análise da influência da vegetação em parâmetros ambientais. **Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, v.11, n. 1, p. 1-24, e19447, 2022.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, 2002.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. 1988. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999** - Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm)>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- CAMPOS, M. C. C; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.
- CIDADE BRASIL. **Município de Codó**. 2021. Disponível em:<<https://www.cidadebrasil.com.br/municipio-codo.html>> Acesso em: 15 dez 2023.
- CORREIA FILHO, F. L.; GOMES, É. R.; NUNES, O. O.; LOPES FILHO, J. B. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão**: relatório diagnóstico do município de Codó. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.



DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010.

DOULOS, L.; SANTAMOURIS, M.; LIVADA, I. Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials. **Solar Energy**, v. 77, n. 2, p. 231–249, 2004.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Raven** - Biologia vegetal. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 5. ed. São Paulo: Nobel, 2001.

FROTA JÚNIOR, J. I.; JESUINO, I., MARTINS, M. C. Análise do modelo de arborização em praças públicas do Município de Fortaleza (Estado do Ceará, Nordeste do Brasil) e sua influência no conforto térmico e estruturas urbanas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 11, p. 883-896, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HABEEB, D.; VARGO, J.; STONE, B. Rising heat wave trends in large US cities. **Natural Hazards**, v. 76, n. 3, p. 1651–1665, 2015.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e Meio Ambiente, 5ª ed. Cengage Learning, 2014.

HUANG, L. L. I. J.; ZHAO, D., ZHU J. A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China. **Building and Environment**, v. 43, p. 7–17, 2008.

IBGE. **População Urbana** – 2020. 2020. Disponível em: < <https://atlascolar.ibge.gov.br/mundo/3002-estrutura-e-dinamica-da-populacao/populacao/21637-populacao-urbana-2020.html>>. Acesso em: 22 maio 2024.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados** – Codó. 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/codo.html>>. Acesso em: 22 maio 2024.

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Mudança do Clima 2021-** A Base Científica. 2021. Disponível em: < [https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC\\_mudanca2.pdf](https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2024.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

JUNGES, A. L.; SANTOS, V. Y.; MASSONI, N. T.; SANTOS, F. A. C. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n. 5, p. 126-15, 2018.



LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Florianópolis: Eletrobrás, 2014. 382 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate**. New York: Academia Press, 1981. 276p.

LEAL, L.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência das florestas urbanas na variação termohigrométrica da área intraurbana de Curitiba-PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p.807-820, 2014.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Editora Hucitec, 1985. 244p.

MAIOLI, R. N.; SILVA, D. E. G.; RICARTE, P. M.; SILVA, F. T. Análise da influência da vegetação em praças na mitigação de ilhas de calor urbano. In: V Encontro Latino-Americano e Europeu Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis- Euro Elecs, 2023, Salvador-BA, Brasil. **Anais [...]**. Salvador: UFBA, p. 1-10, 2023.

MARTELLI, A.; SANTOS JR, A. R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1018-1031, 2015.

MELLO, L. G. **A importância da Educação Ambiental no ambiente escolar**. 2017. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2017/03/14/importancia-da-educacao-ambiental-no-ambiente-escolar-artigo-de-lucelia-granja-de-mello/>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MENDES, S. S.; LIMA, E. D. C. N.; LOUZEIRO, G. L. M.; SOUSA, M.; PORTO, F. R. Levantamento Arbóreo do Parque de Exposição Alberto Tavares Silva, Corrente, Piauí. In: XIV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Natal/RN, 2023, Natal, RN, Brasil. **Anais [...]**. Natal: RN, p. 1-6, 2023.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, Ó. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n.3, p. 239-262, 1993.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Serie Teses e Monografias, 25).

MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S. Uso de imagens multiespectrais aplicada à análise espaço-temporal dos padrões de temperatura e albedo da superfície. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 2011, Curitiba, PR, Brasil. **Anais [...]**. Curitiba: INPE, p. 0776-0782, 2011.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.



OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S. Variáveis Meteorológicas e Cobertura Vegetal de Espécies Arbóreas em Praças Urbanas em Cuiabá, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, p. 389 - 400, 2013

PAIÃO, O. S.; EBAID, A. A. W. A importância da educação ambiental na sociedade contemporânea. **Colloquium Socialis**, v. 01, n. Especial, p.459-465, 2017.

PIVETTA, M. Efeito das ilhas de calor urbanas aumenta a temperatura até em municípios de médio e pequeno porte. **Revista Pesquisa FAPESP**, Edição 331, 2023. Disponível em: <[https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2023/08/018-019\\_calor\\_331-parte-2.pdf](https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2023/08/018-019_calor_331-parte-2.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2024.

REIS, W. F; MARTINS, M. I. Experimentos em livros didáticos de física: Uma análise comparativa de duas edições do PNLD. **Imagens da Educação**, v.5, n.3, 2015.

RESENDE, O. M. **Arborização urbana**. Barbacena: Universidade Presidente Antônio Carlos, 2011. (Monografia de bacharelado). Disponível em: <<https://ri.unipac.br/repositorio/wp-content/uploads/2019/07/Ot%C3%A1via-Melina-de-Resende.pdf>>. Acesso: 24 jul. 2024.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L.; CASTILHO, F. J. V. Ocupação do solo e ilha de calor noturna em avenidas marginais a um córrego urbano. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 161-175, 2011.

ROCHA, E. S. S. **Educação ambiental** – conceitos, princípios e objetivos. 2021. Disponível em:< <http://www.gestaouniversitaria.com.br/artigos/educacao-ambiental-conceitos-principios-e-objetivos>> Acesso em: 18 jul. 2024.

Rodrigues, G. K.; Pezzuto, C. C. Medição da refletância e análise de sua influência nos materiais construtivos da envoltória da edificação. In: XVIII Encontro de Iniciação Científica e III Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2013, PUC-Campinas, SP, Brasil. **Anais [...]**. São Paulo, PUC-Campinas, ISSN 1982-0178, ISSN 2237-0420, 2013.

SANTOS, S. **Fenômeno térmico do concreto – fundamentos e aplicações práticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2019.

SANTOS, M. A. V.; CAMPELO, A. S. L.; LIMA, G. S.; ROCHA, R. S.; PEREIRA, G. J. S. A.; CHAGAS, J. F. B. Estudando calor específico na prática com materiais de fácil acesso. In: IX Congresso Nacional de Educação-CONEDU, 2023, João Pessoa- PB, Brasil. **Anais [...]**. João Pessoa: UFPB, ISSN: 2358-8829, 2023.

SOUZA, J. A. P.; MENIM, B. F.; KOWALSKI, L. F. Influência do albedo na temperatura de superfície de pavimento asfáltico urbano. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 26, p. 60-75, 2020.

VIEIRA, I. C. B.; RIBEIRO, E. A. W. Da experimentação ao mundo: práticas ambientais aplicadas como perspectiva de integralidade. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 4, 2021.



**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO  
MARANHÃO**



---

*Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade  
RESOLUÇÃO Nº 2.728-CONSEPE, 27 de outubro de 2022*

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017



### **Apêndices**

Questionário – Público alvo: Discentes do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade.

1. Descreva brevemente as características físicas do local onde foram realizadas as medidas de temperatura.
2. Qual horário foi realizado o experimento de medida da temperatura das superfícies?
3. Qual o tipo de termômetro foi utilizado?
4. Como estava o céu no momento do experimento, encoberto com nuvens ou limpo com sol direto?
5. Quais os tipos de materiais presentes nas superfícies investigadas?
6. Quais superfícies tinham as maiores e as menores temperaturas? Qual foi essa diferença em °C?
7. Qual fator ou fatores você atribui a essas diferenças de temperatura? Tipo de material, insolação direta, presença de sombra predial ou vegetal, umidade, outros.
8. Como você relaciona essas diferenças de temperatura com o processo de urbanização? Como você percebe a relação da presença de vegetação com as temperaturas dos ambientes?