

## **INFLUÊNCIA DA PAVIMENTAÇÃO DAS RUAS NA TEMPERATURA DA CIDADE DE SOBRAL**

**RODRIGO NUNES DE SOUSA<sup>1</sup>, FRANCISCO YURI RIOS OSTERNO<sup>2</sup>**  
**GERSON LUIZ A POLIANO ALBUQUERQUE<sup>3\*</sup>**

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Sobral, Ceará, Av. da Universidade, 850; rodrigons.1995@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Sobral, Ceará, Av. da Universidade, 850; osterno.engcivil@gmail.com;

<sup>3</sup>Engenheiro Civil, professor Mestre, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, Ceará, Rua Dr. Gilberto Studart, 1313 – apto. 601, Fortaleza, Ceará; gersonapoliano@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** Objetiva este trabalho estudar a influência de quatro tipos de pavimentação (de terra, calçamento, blocos de concreto intertravados e asfáltica), na temperatura ambiente das ruas da cidade de Sobral, Ceará. Este trabalho se justifica pela escassez de estudos sobre este assunto e porque Sobral é uma cidade com elevadas temperaturas. Além de pavimento com blocos de concreto intertravados e pavimentação asfáltica, a cidade de Sobral ainda possui ruas com pavimentos de calçamento e de terra, alternativas que não são mais comumente usadas. Os resultados mostraram que as maiores temperaturas foram obtidas no período da tarde, enquanto as menores, no período da noite. A pavimentação asfáltica exerce maior influência, enquanto a de terra, menor influência. Considerando somente a temperatura de bulbo seco (medida nas condições ambientais atuais, sem a absorção máxima de radiação e a umidade relativa do ar sendo a máxima possível), no período da tarde, observa-se que a diferença na escolha da pavimentação de terra pela asfáltica, eleva a temperatura, em média, em 2,40°C. Enquanto que o asfaltamento de ruas em substituição ao calçamento eleva a temperatura em 1,15 °C. Já a mudança da asfáltica pela pavimentação de blocos intertravados, diminui a temperatura média em 1,05 °C.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calor. Ruas. Termômetros.

### **INFLUENCE OF THE STREETS PAVEMENT AT SOBRAL CITY TEMPERATURE**

**ABSTRACT:** This paper objective to study the influence of four types of pavement (of land, paving, interlocking concrete blocks and asphalt), at the ambient temperature of the streets of the city of Sobral, Ceará. This paper is justified by the scarcity of studies on this subject and because Sobral is a city with high temperatures. In addition to pavement of interlocking concrete blocks and the pavement of asphalt, the city of Sobral has streets with pavement and pavement of land, alternatives that are not usually used nowadays. The results showed that the highest temperatures were obtained in the afternoon, while the lowest temperatures were obtained in the evening. The pavement of asphalt makes more influence, while the pavement of land, less influence. Considering only the dry bulb temperature (measured in the current ambient conditions, without maximum absorption of radiation and the relative humidity of the air being the maximum possible), in the afternoon, it is observed that the difference in the choice of pavement of asphalt in substitution of land, increase the temperature, average, in 2.40°C. While the pavement of asphalt in substitution of pavement increase the temperature in 1.15 °C. On the other way, the change of pavement of asphalt by the pavement of interlocking concrete blocks decrease the temperature average in 1,05 °C.

**KEYWORDS:** Heat. Streets. Thermometers.

## INTRODUÇÃO

Sobral, interior do estado do Ceará, no semiárido nordestino, fica localizada a 235 km da capital, Fortaleza. Com uma área de 2.122,98 km<sup>2</sup> (IPECE, 2013) e 188.233 habitantes (IBGE, 2010), possui os climas: “tropical quente semiárido” e “tropical quente semiárido brando”, e com a temperatura média medindo em torno de 27°C (IPECE, 2013). Segundo o INMET (2015), no dia 14 de janeiro de 2016, a cidade teve a maior temperatura registrada no país em 2015, chegando a 43,9° C. O INMET mostrou também que a cidade, por cinco vezes, ultrapassou a temperatura de 40° C, entre o dia 1° e 20 do mês de junho de 2015.

O calor é um agente de risco insalubre, prejudicial à saúde. Sobral é reconhecidamente uma cidade com altas temperaturas, devido à alta incidência solar, por estar próxima à linha do Equador. Dessa forma, recentemente, o centro histórico da cidade de Sobral tem passado por uma reformulação, onde toda a pavimentação asfáltica tem sido substituída por pavimentação de blocos de concreto intertravados, pois apresentam menor condutividade térmica, além de que apresenta em cor mais clara, que reflete os raios solares.

O objetivo geral deste trabalho é estudar a influência dos diversos tipos de pavimentação na temperatura ambiente nas ruas da Cidade de Sobral- CE, enquanto os objetivos específicos são: medir a temperatura ambiente nas ruas de Sobral-CE, em seus diversos tipos de pavimentação; fazer uma análise comparativa entre as temperaturas obtidas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se uma metodologia experimental (pesquisa de campo), com um estudo de caso da cidade de Sobral-CE, com um método de abordagem dedutivo, onde parte do geral para o particular, bem como um método de procedimento empírico, advindo da observação e tratamento experimental dos dados, aliado a um método comparativo e estatístico. Como técnica do processo científico, relativo à parte prática da coleta de dados, utilizou-se uma observação direta intensiva, com a técnica de observação de campo, ou seja, *in loco*, por meio de uma avaliação quantitativa da temperatura nas ruas da cidade de Sobral-CE, com a utilização de um instrumento de medição. O método dedutivo, por se caracterizar como pesquisa onde parte do estudo geral para o específico, coloca o pesquisador em contato direto com o que foi escrito sobre o tema. (MARCONI e LAKATOS, 2006).

A pesquisa de campo desenvolveu-se através de um levantamento de dados, com a utilização de um instrumento de medição de temperatura, constituído por três termômetros (de globo, à bulbo seco e à bulbo úmido), de propriedade do professor orientador deste trabalho. Foram realizadas medições das temperaturas de globo, à bulbo seco e à bulbo úmido, em 28 (vinte e oito) ruas, sendo 07 (sete) ruas para cada tipo de pavimentação (terra, calçamento, blocos de concreto intertravados e asfalto), na cidade de Sobral, de setembro de 2016 a novembro de 2016. Para cada rua, realizou-se medições nos turnos da manhã (de 9h às 11:30h), tarde (de 14h às 16:30h) e noite (de 18h às 20:30h), medidas nas alturas de 0,5m, 1,0m, 1,5m e 2,0m, totalizando 1.008 medições (3 termômetros x 7 ruas x 4 tipos de pavimentação x 3 turnos x 4 alturas).

As normas utilizadas para as medições de temperatura foram: Norma de Higiene Ocupacional - NHO 06 (FUNDACENTRO, 2002); a Norma Regulamentadora NR-15, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978) e o Manual de Instruções do fabricante (INSTRUTHERM, 2015), enquanto o instrumento utilizado nas medições foi: MEDIDOR DE STRESS TÉRMICO, TERMÔMETRO DE GLOBO DIGITAL PORTÁTIL; Modelo TGD-200; Marca: INSTRUTHERM; N°. Código de Barras/ N°. Série 06112300192991, com módulo sensor Globo: esfera de cobre com diâmetro de 6" (152,4mm), com haste central; Bulbo úmido: haste c/copo de 100ml e cordão de pano; Bulbo seco: haste para temperatura ambiente, devidamente calibrado.

A temperatura de globo refere-se a um termômetro dentro de um globo de 6", pintado de preto, que absorve radiação. O termômetro de bulbo úmido é inserido dentro de uma malha porosa de algodão, que fica mergulhada num recipiente contendo água destilada, com o máximo de umidade relativa do ar possível para aquele ambiente. O termômetro de bulbo seco mede a temperatura do ambiente em suas condições atuais.

Para o registro das medições foi tolerado um desvio de até 0,5°C simultâneo para os três tipos de temperatura, ou seja, foram consideradas as temperaturas médias de três medições seguidas, quando as mesmas obtiveram uma variação máxima de 0,5°C para temperatura de globo, à bulbo seco e à bulbo úmido.

O posicionamento dos termômetros seguiu as recomendações e orientações das normas citadas anteriormente neste trabalho, posicionado no local de medição, de maneira que os sensores ficassem todos alinhados segundo um plano horizontal.

Após levantadas as medições de temperatura, montou-se quadros e tabelas com o objetivo de fazer uma análise comparativa entre os valores de temperatura encontrados para cada tipo de pavimentação, além de verificar a influência da altura em relação ao solo. O fato de ter sido realizado nos períodos da manhã, tarde e noite permitiu inferir qual tipo de pavimento está sujeito a uma maior variação térmica diária.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média geral de temperaturas, considerando todos os turnos, alturas e tipos de temperaturas, segundo cada tipo de pavimentação estão apresentadas no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Média geral da temperatura, segundo o tipo de pavimentação.

Tipo de pavimentação	Temperatura média (°C)	Diferença (°C)	Diferença acumulada (°C)
Terra	32,67	0,00	0,00
Calçamento	33,09	+0,42	+ 0,42
Blocos intertravados	33,73	+0,64	+1,06
Asfáltica	34,32	+0,59	+1,65

Fonte: própria, 2016.

Percebe-se a seguinte ordem crescente de temperatura: pavimentação de terra, com menores temperaturas, seguida da pavimentação de calçamento; depois, pavimentação de blocos de concreto intertravados; e, por último, a pavimentação asfáltica, com as temperaturas mais elevadas. Portanto, a opção de asfaltar as ruas de terra, por exemplo, eleva a temperatura geral, em média, 1,65 °C, enquanto que a opção de trocar a pavimentação asfáltica por blocos intertravados, que é o que está sendo feito atualmente em Sobral, comprovou que há uma diminuição em 0,59 °C na temperatura.

No Quadro 2 abaixo, pode-se observar que em todos os turnos (manhã, tarde e noite) se manteve essa mesma ordem. O período da tarde foi quando se obtiveram as maiores temperaturas nos quatro tipos de pavimentações.

Quadro 2 – Temperaturas médias, segundo o tipo de pavimentação e turno.

Tipo de pavimentação	Manhã (°C)	Tarde (°C)	Noite (°C)
Terra	33,88	34,66	29,47
Calçamento	34,04	35,53	29,69
Blocos intertravados	34,63	36,67	29,90
Asfáltica	35,58	37,23	30,17

Fonte: própria, 2016.

Além de se comparar a temperatura dos diferentes tipos de pavimentação, a pesquisa permitiu também demonstrar a influência da altura, em relação ao terreno, na temperatura. As medições foram realizadas em 04 (quatro) alturas diferentes. Quanto à altura, conforme Quadro 3 abaixo, observou-se que também se manteve aquela mesma ordem.

Quadro 3 – Temperatura média, em °C, segundo o tipo de pavimentação e a altura, em metros.

Altura (m)	Asfalto	Blocos intertravados	Calçamento	Terra
0,5	34,82	34,10	33,40	33,07
1,0	34,56	33,87	33,30	32,82
1,5	34,10	33,60	32,93	32,57
2,0	33,81	33,37	32,72	32,21
Diferença entre 2,0m e 0,5m (°C)	1,01	0,73	0,68	0,86

Fonte: própria, 2016.

Pelo Quadro 3 acima, observa-se que a altura tem influência na temperatura para todos os tipos de pavimentação. A temperatura diminui à medida que aumenta a altura. Para pavimentação asfáltica, a diferença entre a temperatura a 2,0m e a de 0,5m foi a maior, ou seja, de 1,01 °C.

Sabe-se que, quanto mais próximo da fonte de calor, maior a temperatura. Portanto, os valores obtidos para a altura de 0,5m foi superior às demais alturas, devido à proximidade com o terreno.

O Quadro 4 abaixo mostra a temperatura média à bulbo seco, à tarde. A temperatura à bulbo seco é o tipo de temperatura mais comumente utilizado. É a temperatura registrada por um termômetro comum. É aquela medida nas condições ambientais atuais, sem a absorção máxima de radiação (temperatura de globo), nem com a máxima umidade relativa do ar possível (temperatura à bulbo úmido).

Quadro 4 – Temperatura média, em °C, à bulbo seco, à tarde.

Tipo de pavimentação	Tarde (°C)	Diferença (°C)	Diferença acumulada (°C)
Terra	37,65	0,00	0,00
Calçamento	38,90	+1,25	+1,25
Blocos intertravados	39,00	+0,10	+1,35
Asfáltica	40,05	+1,05	+2,40

Fonte: própria, 2016.

Observa-se a mesma ordem: menores temperaturas na pavimentação de terra; em seguida, calçamento; depois, blocos de concreto intertravados; e a pavimentação asfáltica, com temperaturas mais elevadas. Observa-se, também, que a substituição da pavimentação de terra pela asfáltica, eleva a temperatura, em média, em 2,40°C. Enquanto que o asfaltamento de ruas com pavimentação de calçamento eleva a temperatura em 1,15 °C. Já a mudança da asfáltica pela pavimentação de blocos intertravados, diminui a temperatura média em 1,05 °C.

As temperaturas registradas mais uma vez demonstram que o asfalto é a pavimentação com maior influência no aumento da temperatura, sendo o maior causador das chamadas ilhas de calor. A pavimentação de calçamento e de blocos de concreto intertravados possuem propriedades parecidas, por isso, as temperaturas são próximas. A terra possui uma cor mais clara, refletindo a luz solar, fazendo com que a pavimentação de terra possua as menores temperaturas.

## CONCLUSÕES

Os valores das temperaturas para cada tipo de pavimento deixam claro que o asfalto é o maior contribuinte para a elevação da temperatura e consequente formação das ilhas de calor, pois as temperaturas registradas no mesmo apresentaram valores que superam os demais tipos de pavimentação estudados.

Percebe-se que, em ordem crescente de temperatura, ficou o seguinte: pavimentação de terra, com menores temperaturas, seguida da pavimentação de calçamento; depois, pavimentação de blocos de concreto intertravados; e, por último, a pavimentação asfáltica, com as temperaturas mais elevadas.

Interessante observar que em todos os turnos (manhã, tarde e noite) se manteve esta mesma ordem, sendo que o período da tarde foi o turno em que se obtiveram as maiores temperaturas, nos quatro tipos de pavimentação estudados.

Quanto à altura, observou-se que também se manteve a mesma ordem.

A opção de asfaltar as ruas de terra, eleva a temperatura geral, em média, 1,65 °C, enquanto que a opção de trocar a pavimentação asfáltica por blocos intertravados, comprovou que há uma diminuição em 0,59 °C na temperatura média geral.

Observou-se que a altura tem influência na temperatura para todos os tipos de pavimento. A temperatura diminui à medida que aumenta a altura, sendo que para pavimentação asfáltica, a diferença entre a temperatura a 2,0m e a de 0,05m foi a maior, ou seja, diminuiu em 1,01 °C.

Especificamente quanto à temperatura à bulbo seco, no período da tarde, os resultados mostraram que novamente manteve-se a mesma ordem, com menores temperaturas para a pavimentação de terra; em seguida, calçamento; depois, blocos intertravados; e a pavimentação asfáltica, com temperaturas mais elevadas.

Ainda considerando somente a temperatura à bulbo seco, no período da tarde, observa-se que a diferença na escolha da pavimentação de terra pela asfáltica, eleva a temperatura, em média, em 2,40°C. Enquanto que o asfaltamento de ruas com pavimentação de calçamento eleva a temperatura em 1,15 °C. Já a mudança da pavimentação asfáltica pela pavimentação de blocos intertravados, diminui a temperatura média em 1,05 °C.

Sem dúvida que a escolha, por parte do gestor público, do tipo de pavimentação das ruas de uma cidade deve ser bem criteriosa, pois tem grande influência na temperatura ambiente nas ruas, o que reflete na melhor ou pior qualidade de vida de seus habitantes.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 - Atividades e Operações Insalubres – CIPA. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>> Acesso em: 29 set 2016.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Norma de Higiene Ocupacional – Procedimento Técnico. NHO 06. Avaliação da exposição ocupacional ao calor. São Paulo: FUNDACENTRO, 2002. Disponível em <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/3/nho-06-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-calor>>. Acesso em: 23 set 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 15 jun 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2015/01/temperatura-em-sobral-no-interior-do-ceara-e-maior-do-brasil-em-2015.html>>. Acesso em 12 jun 2016.

INSTRUTHERM. Manual de Instruções. Medidor de stress térmico digital portátil modelo TDG-200. São Paulo: Instrutherm, 2015. Disponível em: <<http://www.criffer.com.br/uploads/TGD-200-2015-II.pdf>>. Acesso em 23 set 2016.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal de Sobral, 2013. Disponível em <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2013/Sobral.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2013/Sobral.pdf)>. Acesso em 10 jun 2016.

Marconi, M.A. Lakatos, E.M. Metodologia do Trabalho Científico. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987.