XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8706

Influência de Diferentes Materiais de Base de Pavimentos na Temperatura de Superfície

Influence of Different Pavement Base Materials on Surface Temperature

Michelle Rodrigues Sousa
Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP) | Engenheiro Coelho | Brasil | michellemcr@hotmail.com
Ana Laura Zózimo Vieira
UNASP | Engenheiro Coelho | Brasil | analaurazozimo@gmail.com
Ivonei Teixeira
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) | Limeira | Brasil | ivo@ft.unicamp.br
Luiz Fernando Kowalski
UNASP | Engenheiro Coelho | Brasil | fernando.kowalski@acad.unasp.edu.br

Resumo

As superfícies pavimentadas absorvem parte significativa da radiação solar e contribuem para as Ilhas de Calor Urbanas (ICU), mas os estudos concentram-se no revestimento, sendo pouco conhecida a influência das camadas de base, problema aqui abordado. O objetivo é analisar a influência dos materiais de base Brita Graduada Simples (BGS) e Solo-Brita nas temperaturas superficial e subsuperficial. Corpos de prova dos dois materiais, com e sem imprimação asfáltica, foram monitorados em campo por dez dias. De dia, os corpos sem pintura apresentaram maiores temperaturas superficiais e a BGS as maiores variações térmicas; à noite, as temperaturas internas tenderam à equalização, com a BGS mantendo superfícies mais quentes. Conclui-se que as camadas de base influenciam de forma mensurável o comportamento térmico do pavimento, devendo ser consideradas na mitigação da ICU.

Palavras-chave: Pavimento Urbano. Brita Graduada Simples. Solo-Brita. Ilha de Calor Urbana.

Abstract

Paved surfaces absorb a significant share of solar radiation and contribute to Urban Heat Islands (UHI), but existing studies focus on the wearing course, and little is known about the influence of base layers, the problem addressed here. The objective is to analyze the influence of the base materials Graded Crushed Stone (GCS) and Soil-Aggregate on surface and subsurface temperatures. Specimens of both materials, with and without an asphalt prime coat, were monitored in the field for ten days. During daytime, uncoated specimens showed higher surface temperatures and GCS the greatest thermal variations; at night, internal temperatures tended to equalize, while GCS kept warmer surfaces. Base layers thus measurably influence pavement thermal behavior and should be considered in UHI mitigation.

Keywords: Urban Pavement. Graded Crushed Stone. Soil-Aggregate. Urban Heat Island.

INTRODUÇÃO

As áreas urbanas têm elevada porcentagem de superfícies impermeáveis, e a substituição da cobertura vegetal por áreas construídas e pavimentadas altera o microclima local, gerando a Ilha de Calor Urbana (ICU): parte da radiação solar é refletida e outra absorvida pelos materiais, elevando a temperatura do ar urbano em relação às áreas rurais adjacentes [1] [2].

O aquecimento das superfícies gera trocas de calor por condução, convecção e radiação. O pavimento urbano é uma estrutura multicamadas projetada para resistir ao tráfego e às condições ambientais [3] [4].

A variação térmica na superfície do pavimento associa-se à radiação solar, ao vento, à umidade do ar e ao albedo [5]. O clima urbano também é influenciado pelos materiais, pelas atividades antrópicas e pela geometria do cânion urbano, com reflexos no desconforto térmico e no consumo energético [6] [7].

Diversos estudos relacionam as propriedades termofísicas dos materiais de pavimentação ao comportamento térmico das superfícies [8] [9], mas a maioria se concentra no revestimento e em suas propriedades ópticas, evidenciando a necessidade de análises que integrem as camadas subjacentes.

Propriedades como albedo, condutividade térmica, calor específico, emissividade e densidade são determinantes na dinâmica térmica do pavimento. O albedo é a fração da radiação solar refletida pela superfície, variando de 0 a 1 [10] [11] [12]. Materiais com baixa condutividade tendem a reter calor na superfície, e os mais condutivos dissipam-no para as camadas inferiores [10]; calor específico, densidade e espessura das camadas associam-se ao armazenamento de energia, reduzindo as temperaturas diurnas e liberando calor à noite.

Assim, a escolha dos materiais de pavimentação é estratégia relevante contra o superaquecimento urbano: maiores refletância e emissividade tendem a reduzir a temperatura superficial [13]. Agregados, ligantes e materiais de preenchimento alteram as propriedades termofísicas, de modo que também as camadas de base podem influenciar a temperatura superficial [14].

Nesse contexto, destacam-se materiais granulares como a brita graduada simples e o solo-brita, amplamente utilizados em bases e sub-bases de pavimentos flexíveis no Brasil [15] [16].

Diante disso, esta pesquisa analisa experimentalmente o desempenho térmico de dois materiais granulares de bases de pavimentos flexíveis, a Brita Graduada Simples (BGS) e o Solo-Brita, com e sem imprimação asfáltica. Corpos de prova foram monitorados por dez dias quanto às temperaturas superficial e subsuperficial (a 5 cm), discutindo-se as implicações para a mitigação das ICU.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8706

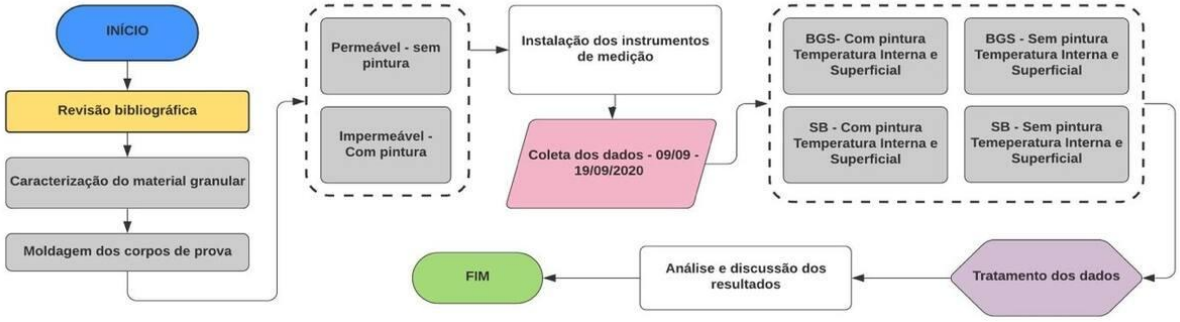
MÉTODO

Esta pesquisa experimental, aplicada e quantitativa, controla as variáveis de interesse (material da base e presença ou não de imprimação) e mede diretamente as temperaturas dos corpos de prova, em três etapas:

1. Caracterização do local de implantação, com levantamento de dados climáticos secundários (normais climatológicas) da região;
2. Caracterização física dos materiais, por ensaios normatizados de granulometria e compactação (Proctor);
3. Coleta de dados em campo, com monitoramento contínuo das temperaturas dos corpos de prova e das variáveis microclimáticas.

O processo metodológico é apresentado na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma da pesquisa.

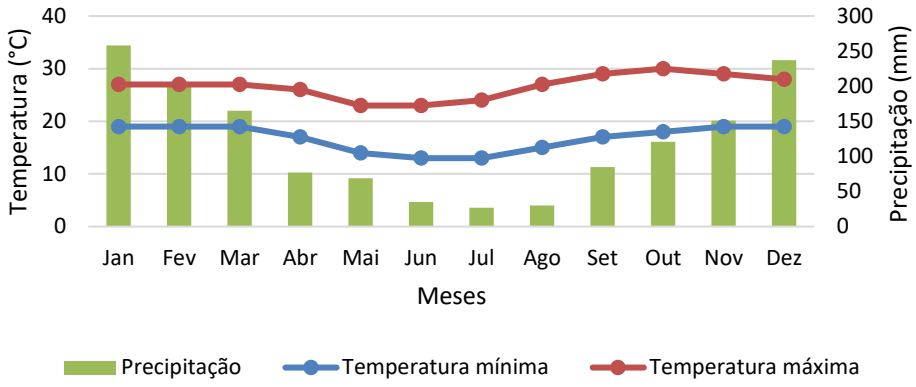


Fonte: o autor.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO

O experimento foi implantado na área externa do Núcleo de Tecnologia de Engenharia e Arquitetura (NUTEA), em Engenheiro Coelho – SP, na Região Metropolitana de Campinas [17] (22°29’18” S; 47°12’57” O; 645 m). O clima é tropical (Aw, Köppen-Geiger), com estação seca de inverno, média anual de 22 °C e máximas e mínimas de 27 °C e 17,3 °C. A Figura 2 traz as normais climatológicas da região (série de 30 anos) [18].

Figura 2: Normais climatológicas de Engenheiro Coelho – SP.



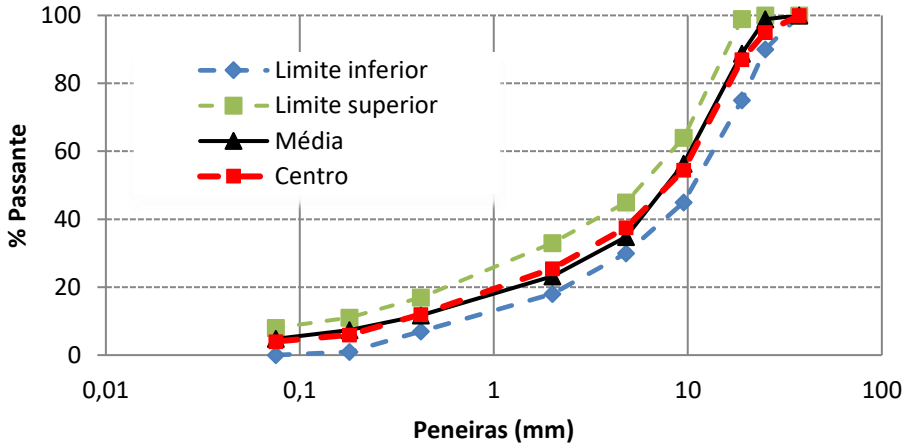
Fonte: o autor.

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para o experimento, foi utilizado material granular de base de Brita Graduada Simples (BGS) e Solo-Brita (bica corrida e solo A-2-4).

A brita graduada simples é uma mistura em usina de material pétreo britado, cuja faixa granulométrica contínua confere à base estabilidade e durabilidade [19]. Pelo menor teor de finos, adotou-se a faixa para base drenante da DER/SP ET-DE-P00/008 [20]. A Figura 3 apresenta a curva granulométrica da BGS: brita 2 (20%), brita 1 (26%), pedrisco (20%) e pó de pedra (34%).

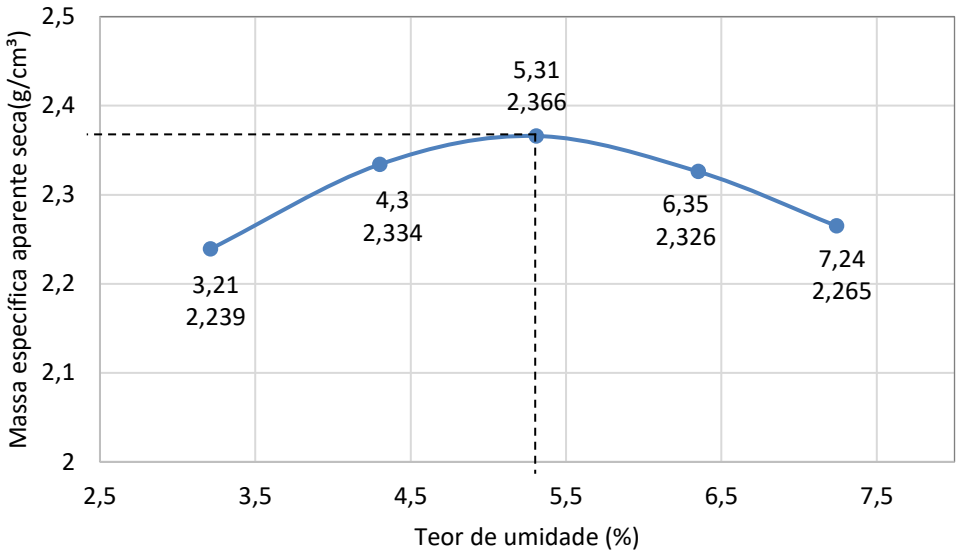
Figura 3: Curva granulométrica da Brita Graduada Simples (BGS).



Fonte: o autor.

A massa específica aparente seca máxima e a umidade ótima foram obtidas pelo ensaio de Proctor, na energia modificada (55 golpes, 5 camadas) [21] [22], conforme a Figura 4.

Figura 4: Ensaio de compactação – BGS.



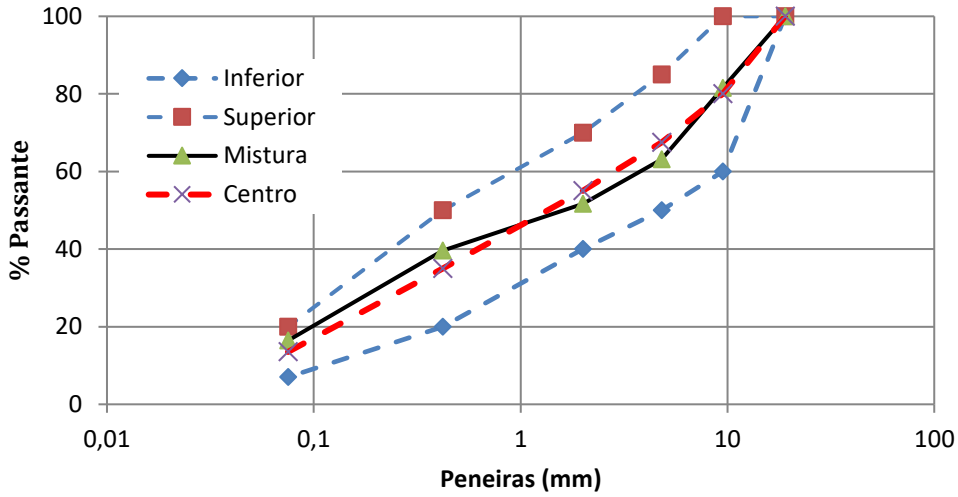
Fonte: o autor.

O solo-brita é a mistura usinada de material pétreo britado e solo [23], aqui composta por bica corrida e solo A-2-4, grupo que, na classificação HRB/TRB do DNIT, reúne cascalhos e areias siltosas ou argilosas, de baixa plasticidade e bom comportamento em pavimentação [19].

Nos ensaios de caracterização, os materiais foram secos em estufa por 24 horas e a amostra quarteada de 24 kg para 6 kg em separador mecânico; a granulometria foi determinada com peneiras da série normal, agitadas por 5 minutos.

Adotou-se 70% de agregado e 30% de solo, enquadrando o material na faixa III da DER/SP ET-DE-P00/006 [24]; a curva granulométrica está na Figura 5.

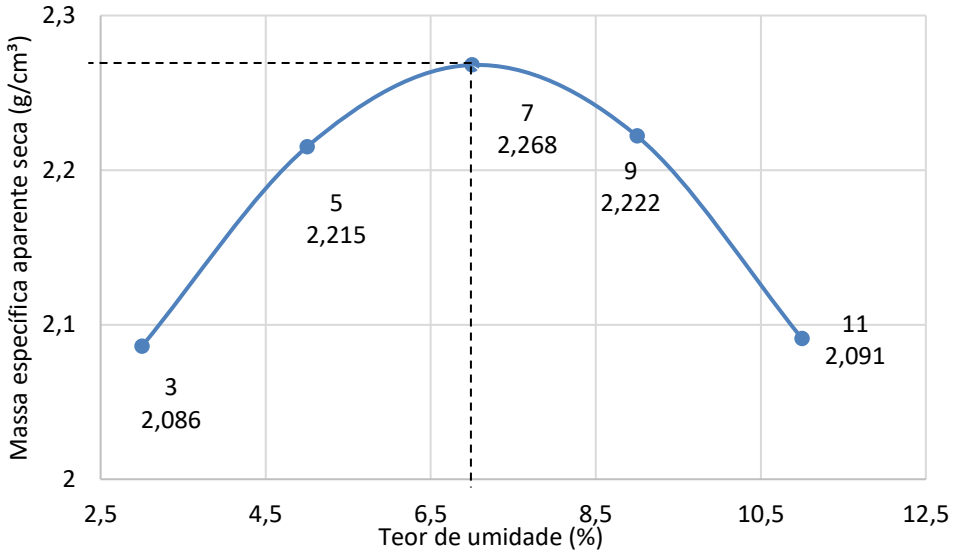
Figura 5: Curva granulométrica do Solo-Brita.



Fonte: o autor.

A curva de compactação e a umidade ótima foram obtidas no ensaio de Proctor (Figura 6), com cinco teores de umidade (3% a 11%), na energia modificada, conforme a NBR 7182 [21] e a DNER-ME 129/94 [22].

Figura 6: Ensaio de compactação – Solo-Brita.



Fonte: o autor.

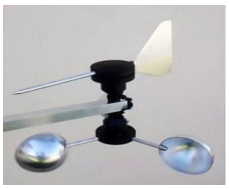
Quanto à imprimação, a norma DNIT 144/2014-ES [25] determina aplicar sobre a base, antes do revestimento, o material asfáltico de aderência entre as camadas, à taxa de 0,9 a 1,7 l/m² ± 0,2 l/m², sem excessos ou deficiências e com máxima penetração.

Para avaliar os cenários impermeável e permeável, aplicou-se na superfície de dois corpos de prova a emulsão asfáltica catiônica RL-1C [26], à taxa de 1,6 l/m².

COLETA DE DADOS EM CAMPO

Os dados foram coletados com instrumentos calibrados em laboratório (Quadro 1).

Quadro 1: Instrumentação para coleta de dados

	Nome/marca	Imagem	Especificações técnicas
1	Anemômetro de Concha - Instrutherm/AD-250		- Precisão: ± 0,2 m/s; - Coleta: direção e velocidade instantânea, média e máxima do vento.
1	Termo-higrômetro - HOBO Pro V2 U23-001		- Precisão: 0,2 °C (de 0 °C a 50 °C); - Coleta: temperatura e umidade relativa do ar.
4	Sensores de Temperatura - Dallas/DS18b20		- Sonda digital; precisão: ± 0,5 °C; - Microcontrolador: ESP32; - Coleta: temperatura do ar na superfície.
1	Piranômetro - EKO/MS-602		- Sensibilidade: ≈ 7 µV/W/m²; - Coleta: radiação solar.

Fonte: o autor.

Foram moldados quatro corpos de prova: um de BGS e um de Solo-Brita sem emulsão asfáltica e dois, dos mesmos materiais, com camada impermeável de emulsão.

A moldagem usou o cilindro do ensaio de CBR, em 5 camadas na energia modificada (55 golpes), conforme a especificação do DNIT para bases de BGS [27].

Após a moldagem, os corpos de prova foram envoltos em papel alumínio, reduzindo a condução de calor do cilindro para a amostra, e receberam sensores na superfície, na lateral e no interior, a 5 cm (Figura 7).

Figura 7: Corpos de prova (acima) e sensores instalados no solo-brita sem pintura e na BGS com pintura (abaixo).



Fonte: o autor.

Os corpos de prova foram dispostos sobre estrutura de madeira, a 1 m do chão, expostos às variações de umidade, vento, radiação solar e temperatura do ar. As temperaturas superficial e interna foram medidas com sensores tipo termopar (resolução de 0,1 °C; precisão de ± 0,5 °C) [28]. O vento foi medido com o anemômetro, a radiação solar com o piranômetro e a temperatura do ar com sensor conectado ao coletor, a 1,5 m do chão (Figura 8).

Figura 8: Corpos de prova sobre estrutura de madeira (à esquerda) e vista a instalação dos sensores sobre o corpo de prova (à direita).



Fonte: o autor.

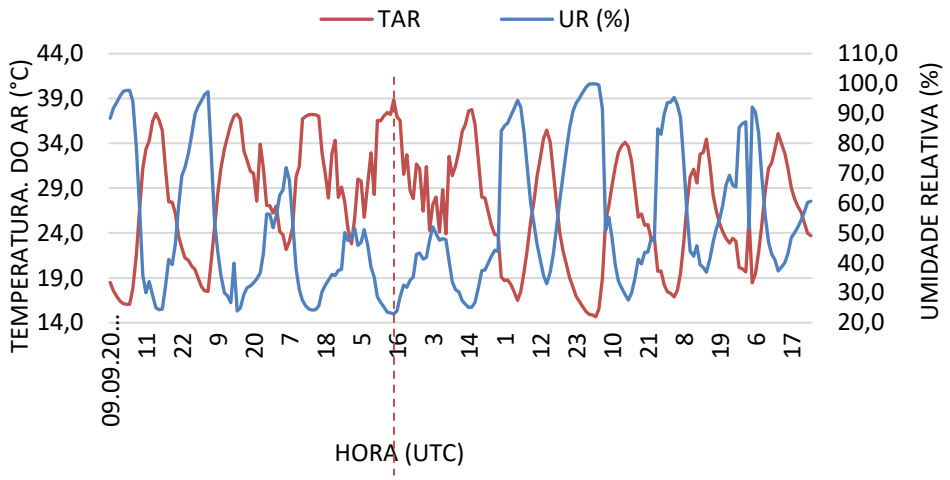
As coletas ocorreram por 10 dias consecutivos, na primavera, em dias de céu aberto, com Kt ≥ 0,5 e vento médio ≤ 2 m/s.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8706

RESULTADOS

Caracterizam-se, primeiro, as condições climáticas do período; depois, comparam-se as temperaturas superficial e interna entre corpos de mesmo material, com e sem pintura, e entre materiais diferentes.

Figura 9: Temperatura do ar e umidade relativa do período de coleta.

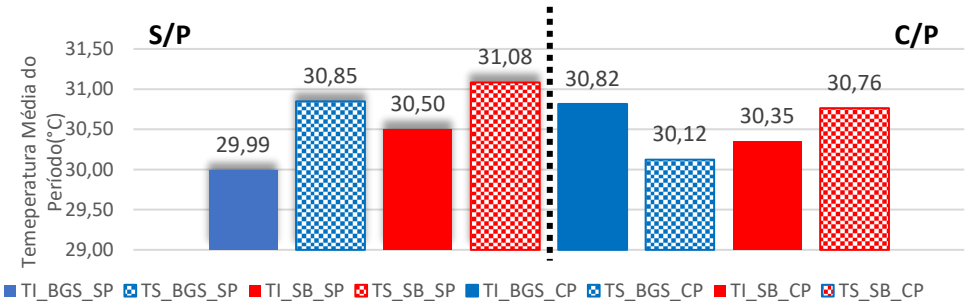


Fonte: o autor.

Nos dez dias de coleta, a temperatura do ar variou de 14,7 °C a 38,9 °C (média de 27,1 °C) e a umidade relativa, de 22,9% a 99,9% (média de 53,7%), com comportamento inverso entre si (Figura 9). Com céu claro (Kt ≥ 0,5) e ventos fracos (≤ 2 m/s), o cenário foi favorável ao aquecimento por radiação direta e à comparação dos materiais.

Para a comparação no período diurno, foram analisadas as médias das temperaturas interna e superficial das 06h às 18h, pois grande parte do calor é absorvida pelas superfícies pavimentadas nas primeiras horas do dia [7] (Figura 10).

Figura 10: Temperaturas médias, interna (TI) e superficial (TS), dos corpos de prova no período diurno (06h às 18h).



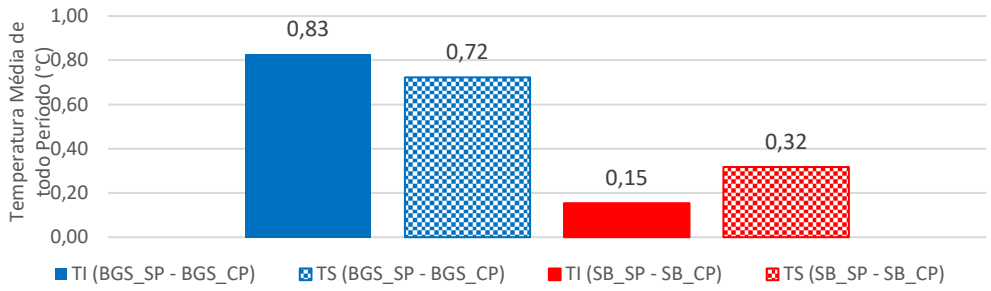
Fonte: o autor.

Temperatura superficial: a maior temperatura da manhã ocorreu no solo-brita sem pintura; entre corpos de mesmo material, os sem pintura superaram os com pintura (Figura 10).

Temperatura interna: a menor foi registrada na BGS sem pintura; entre corpos de mesmo material, a maior ocorreu na BGS com pintura.

A maior variação diária entre corpos de mesmo material ocorreu na BGS, 1,03 vez maior, com diferença de 0,83 °C; a menor foi a interna do solo-brita (Figura 11).

Figura 11: Variação de temperatura dos corpos de prova ao longo do período.



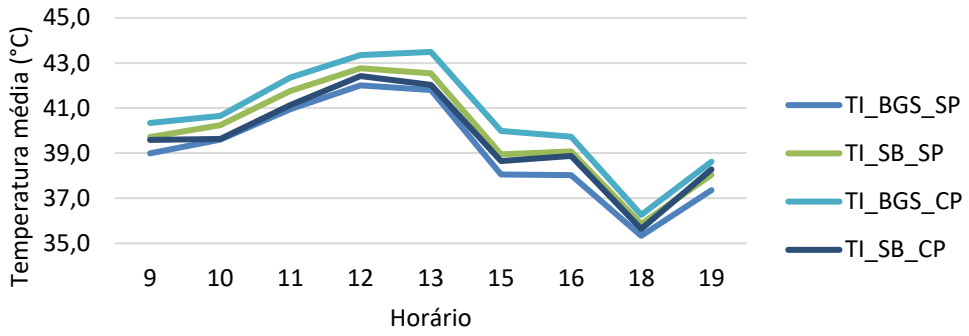
Fonte: o autor.

Esses resultados refletem as propriedades térmicas dos materiais. A NBR 15220-2 [29] tabela condutividades (λ) conforme a densidade aparente: brita ou seixo, λ=0,7 W/(m.K); terra argilosa seca, λ=0,52 W/(m.K); membranas betuminosas, λ=0,23 W/(m.K).

Embora a brita tenha maior condutividade, em materiais de granulometrias variadas os vazios ampliam a troca de calor: a condutividade de um material poroso não saturado depende de suas características térmicas, do volume de vazios e do arranjo das partículas [30].

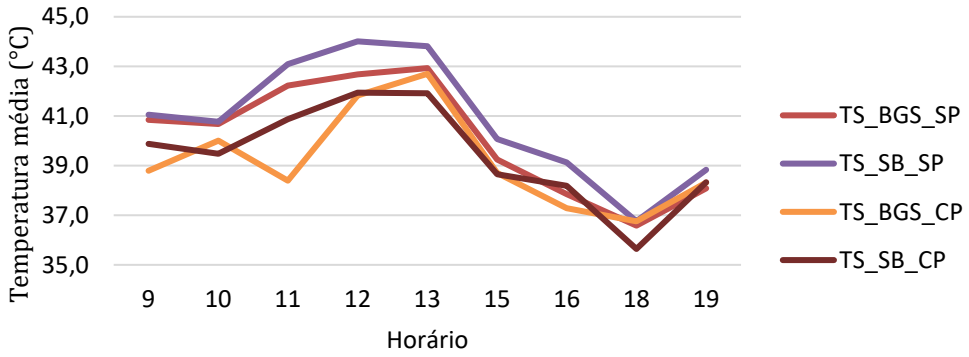
As Figuras 12 e 13 apresentam as temperaturas médias horárias, por posicionamento do sensor e acabamento da superfície.

Figura 12: Temperatura subsuperficial interna (TI) da Brita Graduada Simples (BGS) e Solo-Brita (SB) com pintura de imprimação (CP) e sem pintura (SP).



Fonte: o autor.

Figura 13: Temperatura superficial (TS) da Brita Graduada Simples (BGS) e Solo-Brita (SB) com pintura de imprimação (CP) e sem pintura (SP).



Fonte: o autor.

As maiores temperaturas subsuperficiais internas ocorreram na BGS com imprimação, com pico próximo ao meio-dia; as maiores temperaturas superficiais, também próximas ao meio-dia, ocorreram no Solo-Brita sem imprimação.

Quantitativamente (Figura 10), a temperatura superficial média diurna dos corpos sem imprimação superou a dos com imprimação em 0,7 °C na BGS (30,8 °C contra 30,1 °C) e em 0,3 °C no Solo-Brita (31,1 °C contra 30,8 °C). Já a temperatura interna da BGS com imprimação (30,8 °C) superou a da BGS sem imprimação (30,0 °C): a selagem dos poros reduz as trocas convectivas e evaporativas e favorece a condução ao interior. Os picos ocorreram próximos ao meio-dia: 44,0 °C na superfície do Solo-Brita sem pintura e 43,5 °C no interior da BGS com pintura (Figuras 12 e 13).

Esses comportamentos são coerentes com a literatura. Hall et al. [14] mostram que condutividade e difusividade térmica condicionam o perfil de temperatura em profundidade, explicando a maior temperatura interna da BGS imprimada, dado o maior λ da brita (0,7 W/(m.K)) frente ao da membrana betuminosa (0,23 W/(m.K)) [29]. Li [10] e Doulos et al. [13] destacam que superfícies de menor albedo e maior compacidade armazenam mais calor, e Pomerantz et al. [12] associam o aquecimento

dos pavimentos à elevação da temperatura do ar urbano, reforçando a liberação tardia de calor observada na BGS à noite. Modelos preditivos [31] indicam que as propriedades dos materiais atuam junto às variáveis meteorológicas, contextualizando as diferenças médias inferiores a 1 °C.

CONCLUSÃO

Este estudo investigou o desempenho térmico da BGS e do Solo-Brita em bases de pavimentos flexíveis, avaliando a influência da imprimação asfáltica nas temperaturas superficial e interna, em dez dias de monitoramento na primavera. Os principais achados foram:

- No período diurno, os corpos sem imprimação apresentaram maiores temperaturas superficiais, associadas ao maior albedo da superfície granular exposta;
- A BGS registrou as maiores amplitudes térmicas diárias, atribuídas à maior porosidade e troca de calor com a atmosfera;
- No período noturno, as temperaturas internas tenderam à equalização, enquanto a BGS manteve superfícies ligeiramente mais quentes, evidenciando a liberação noturna do calor armazenado, relevante para a ICU;
- A imprimação, ao selar os poros e reduzir o albedo, modificou o balanço entre absorção e dissipação de calor, com efeitos distintos em cada material.

Os resultados confirmam que as camadas de base influenciam de forma mensurável o comportamento térmico do pavimento, corroborando Hall et al. [14] e Li [10], e reforçam seu tratamento como sistema térmico integrado na mitigação da ICU.

Para trabalhos futuros, recomenda-se: (a) experimentos com todas as camadas do pavimento; (b) medição direta de albedo e emissividade; (c) análise estatística formal; (d) composições granulométricas alternativas, com materiais reciclados (RAP) e modificadores térmicos; e (e) modelagem numérica do perfil de temperatura, validada com os dados experimentais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Universitário Adventista de São Paulo pelo apoio no financiamento da pesquisa por meio dos programas PROBIC e PROAPARC.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o autor Luiz Fernando Kowalski, na qualidade de orientador da pesquisa utilizou a ferramenta Claude Opus 4.8 para revisão ortográfica e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram

e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] SANTAMOURIS, M. Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island – A review of the actual developments. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 26, p. 224-240, 2013.

[2] STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012.

[3] HELLMANN, L. **Determinação de propriedades térmicas de materiais de pavimentação**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

[4] VASSOLER, G.; CHONG, W.; SPECHT, L. P. Comportamento mecânico de pavimentos flexíveis submetidos a gradientes térmicos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 33, n. 3, p. 265-271, 2011.

[5] DIEFENDERFER, B. K.; AL-QADI, I. L.; DIEFENDERFER, S. D. Model to predict pavement temperature profile: development and validation. **Journal of Transportation Engineering**, v. 132, n. 2, p. 162-167, 2006.

[6] KRÜGER, E.; PEARLMUTTER, D.; RASIA, F. Evaluating the impact of canyon geometry and orientation on cooling loads in a high-mass building in a hot dry environment. **Applied Energy**, v. 87, n. 6, p. 2068-2078, 2010.

[7] DEL CARPIO, J. A. V. **Uso de pigmentos de óxidos de metais mistos na pavimentação para a mitigação da Ilha de Calor Urbana**. 2014. 437 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

[8] KOWALSKI, L. F. **Influência do albedo de pavimentos no campo térmico de cânions urbanos**: estudo de modelo em escala reduzida. 2019. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

[9] QIN, Y.; HILLER, J. E. Modeling temperature distribution in rigid pavement slabs: impact of air temperature. **Construction and Building Materials**, v. 25, p. 3753-3761, 2011.

[10] LI, H. **Pavement materials for heat island mitigation**: design and management strategies. Oxford: Elsevier, 2016. 371 p.

[11] LI, H. A comparison of thermal performance of different pavement materials. In: PACHECO-TORGAL, F.; LABRINCHA, J.; CABEZA, L.; GRANQVIST, C. (org.). **Eco-efficient Materials for Mitigating Building Cooling Needs**: design, properties and applications. Cambridge: Elsevier, 2015. p. 63-124.

[12] POMERANTZ, M.; PON, B.; AKBARI, H.; CHANG, S. C. **The effect of pavements' temperature on air temperatures in large cities**. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2000.

[13] 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.

[14] HALL, M. R.; DEHDEZI, P. K.; DAWSON, A. R.; GRENFELL, J.; ISOLA, R. Influence of the thermophysical properties of pavement materials on the evolution of temperature depth profiles in different climatic regions. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 24, n. 1, p. 32-47, 2012.

[15] BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2010. 509 p.

[16] ANDRADE, L. R. **Comparação do comportamento de pavimentos asfálticos com camadas de base granular, tratada com cimento e com estabilizantes asfálticos para tráfego muito pesado**. 2017. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

[17] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**: Engenheiro Coelho – panorama. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/engenheiro-coelho/panorama. Acesso em: 10 mar. 2020.

[18] CLIMATEMPO. **Climatologia de Engenheiro Coelho – SP**. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/2290/engenheirocoelho-sp. Acesso em: 10 jan. 2026.

[19] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Pavimentação – IPR-719**. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

[20] DER/SP. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **ET-DE-P00/008**: sub-base ou base de brita graduada. São Paulo: DER/SP, 2005.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7182**: solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

[22] BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **DNER-ME 129/94**: solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas. Rio de Janeiro: DNER, 1994.

[23] JUNIOR, J. M. R. O.; ARAÚJO, C. B. C.; AYRES, T. M. C. Estudo comparativo entre as misturas solo-seixo e solo-brita para fins de pavimentação. **Revista Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 1-18, 2018.

[24] DER/SP. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **ET-DE-P00/006**: sub-base ou base de solo-brita. São Paulo: DER/SP, 2006.

[25] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **DNIT 144/2014 – ES**: pavimentação – imprimação com ligante asfáltico – especificação de serviço. Rio de Janeiro: DNIT, 2014.

[26] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **DNIT 165/2013 – EM**: emulsão asfáltica para pavimentação – especificação de material. Rio de Janeiro: DNIT, 2013.

[27] BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **DNIT ES (2009)**: pavimentação – sub-base ou base de brita graduada simples – especificação de serviço. Rio de Janeiro: DNIT/IPR, 2009.

[28] TEIXEIRA, V. P. N.; RÍSPOLI, I. A. G.; CASSUCI, J. L. F. **Manual de instruções**: coletor de dados VJI, versão 3.0. São Paulo, 2018.

[29] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: desempenho térmico de edificações – parte 2: método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

[30] FERREIRA, L. S. D. **Transferência de calor e mitigação de umidade em solos que envolvem cabos de potência aterrados**. 1993. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

[31] CHANDRAPPA, A. K.; BILIGIRI, K. P. Development of pavement surface temperature predictive models: parametric approach. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 28, n. 3, 2015.