



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

MARCELA CAETANO PEREIRA
PÂMELA KETLEN DA SILVA PRADO

ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTOS COLORIDOS
NA REDUÇÃO DAS ILHAS DE CALOR EM
AMBIENTES URBANOS

Belém
2025

MARCELA CAETANO PEREIRA
PÂMELA KETLEN DA SILVA PRADO

**ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTOS COLORIDOS NA REDUÇÃO
DAS ILHAS DE CALOR EM AMBIENTES URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, campus Belém, como requisito final para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo.

Belém - PA
2025

MARCELA CAETANO PEREIRA
PÂMELA KETLEN DA SILVA PRADO

**ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTOS COLORIDOS NA REDUÇÃO DAS
ILHAS DE CALOR EM AMBIENTES URBANOS.**


Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado a Faculdade de Engenharia
Civil do Instituto de Tecnologia da
Universidade Federal do Pará, requisito
final para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Figueiredo
Massulo Aguiar


Data de aprovação: 05 de novembro de 2025.

Conceito: Excelente.


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 MARCELO FIGUEIREDO MASSULO AGUIAR
Data: 10/11/2025 16:40:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar
Universidade Federal do Pará – UFPA – Orientador

Documento assinado digitalmente
 NÍVEA GABRIELA BENEVIDES DE ALBUQUERQUE
Data: 11/11/2025 05:53:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Nívea Gabriela Benevides de Albuquerque
Universidade Federal do Pará – UFPA – Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 MARIANA DOMINGUES VON PAUMGARTTEN
Data: 10/11/2025 16:58:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra Mariana Domingues Von Paumgarten
Universidade Federal do Pará – UFPA – Examinadora Interna.

Dedicamos este trabalho as duas jovens que, entre dúvidas e incertezas, muitas vezes acreditaram que este momento jamais chegaria. Hoje, com o coração cheio de gratidão e orgulho, celebramos não apenas a entrega do nosso trabalho de conclusão do curso, mas também a força de nunca desistir dos nossos sonhos.

PEREIRA, Marcela C.:

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, pelo amparo nos dias difíceis e por iluminar cada etapa desta caminhada.

À minha família – especialmente meus pais, minha irmã e meus avós – por cada gesto de apoio, por cada palavra que me levantou e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidei. Vocês são minha base.

Ao meu orientador, Marcelo Massulo, pela paciência, pela orientação e por cada contribuição que ajudou a dar forma a este trabalho. À minha dupla, Pâmela Prado, por dividir comigo responsabilidades, risadas e cansaços. Mesmo com os desafios e diferenças do caminho, obrigada por estar aqui até o fim. A tua fidelidade e presença fizeram toda a diferença.

Aos colegas: Jailton Pereira pelo companheirismo e ajuda indispensável na realização dos ensaios, Sandoval Silva pelas conversas que contribuíram para a escolha final do tema e ao Dinaldo Alexandre e Jedilson Miranda, pela colaboração essencial na obtenção do ligante asfáltico. Agradeço também aos meus colegas de classe por ouvirem meus desabafos.

E, por fim, com carinho especial, agradeço ao Theo, pelo apoio constante, pelas palavras de calma e pela ajuda que ultrapassa o técnico e a mim mesma – pela coragem, pela força e pela dedicação colocada em cada etapa. Este trabalho também é prova do meu crescimento e persistência.

PRADO, Pâmela K.:

Agradeço à família que a vida me deu – pessoas que escolheram ficar, apoiar e caminhar ao meu lado mesmo sem laços de sangue. Cada gesto, palavra e companhia fez mais diferença do que imaginam, e sou profundamente grata por ter encontrado esse acolhimento. Agradeço também à parte da minha família biológica que seguiu comigo, especialmente ao meu irmão. Obrigada por torcer por mim e por me apoiar mesmo estando distante.

E a Asshai que foi um cantinho refúgio, onde pude parar um pouco no meio de tanta correria.

Vocês foram parte importante dessa caminhada, e sou muito grata por ter vocês comigo.

PEREIRA, Marcela C.; PRADO, Pâmela K. S. ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTOS COLORIDOS NA REDUÇÃO DAS ILHAS DE CALOR EM AMBIENTES URBANOS. 2025. 50f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento térmico e a durabilidade de misturas asfálticas pigmentadas em comparação com misturas convencionais, buscando analisar o potencial do uso de pigmentos como alternativa para reduzir a absorção de calor em pavimentos urbanos. A pesquisa foi motivada pela crescente preocupação com os efeitos das ilhas de calor urbano e pela busca por soluções mais sustentáveis e confortáveis termicamente. Foram produzidos corpos de prova conforme o método Marshall, utilizando cimento asfáltico de petróleo CAP 50/70, agregados caracterizados segundo normas da ABNT e pigmento inorgânico à base de óxidos de ferro na cor vermelha. As amostras foram submetidas a monitoramento térmico por trinta e sete dias consecutivos e, posteriormente, ao ensaio de Cântabro, conforme o DNIT-ME 383/99. A análise estatística, por meio do teste t de Student, indicou ausência de diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias de temperatura, porém observou-se uma discreta tendência de redução térmica nas amostras pigmentadas, com temperaturas ligeiramente inferiores ao longo do período monitorado. Do ponto de vista mecânico, o uso do pigmento não comprometeu a durabilidade das amostras, mantendo as perdas de massa dentro dos limites aceitáveis pela norma. Conclui-se, portanto, que o uso de pigmentos inorgânicos em misturas asfálticas apresenta potencial promissor para contribuir com o conforto térmico urbano sem afetar de forma expressiva a durabilidade do material.

Palavras-chave: Pavimento Asfáltico Colorido; Pigmento Inorgânico; Comportamento Térmico; Ensaio Cântabro; Sustentabilidade Urbana.

PEREIRA, Marcela C.; PRADO, Pâmela K. S. ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTOS COLORIDOS NA REDUÇÃO DAS ILHAS DE CALOR EM AMBIENTES URBANOS. 2025. 50f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the thermal behavior and durability of pigmented asphalt mixtures compared to conventional mixtures, seeking to analyze the potential of using pigments as an alternative to reduce heat absorption in urban pavements. The research was motivated by the growing concern about the effects of urban heat islands and the search for more sustainable and thermally comfortable solutions. Test specimens were produced according to the Marshall method, using CAP 50/70 petroleum asphalt cement, aggregates characterized according to ABNT standards, and an inorganic pigment based on iron oxides in red. The samples were subjected to thermal monitoring for thirty-seven consecutive days and, subsequently, to the Cantabro test, according to DNIT-ME 383/99. Statistical analysis, using Student's t-test, indicated no significant difference ($p > 0.05$) between the average temperatures; however, a slight tendency towards thermal reduction was observed in the pigmented samples, with slightly lower temperatures throughout the monitored period. From a mechanical standpoint, the use of pigment did not compromise the durability of the samples, keeping mass losses within the limits acceptable by the standard. It is concluded, therefore, that the use of inorganic pigments in asphalt mixtures presents promising potential to contribute to urban thermal comfort without significantly affecting the durability of the material.

Keywords: Colored Asphalt Pavement; Inorganic Pigment; Thermal Behavior; Cantabro Test; Urban Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Construção de uma via Romana	6
Figura 2 – Método de Trésaguet	7
Figura 3 – Método de McAdam	7
Figura 4 – Estrada União e Indústria, atualmente Rio – Petrópolis	8
Figura 5 – Camadas de um Pavimento	9
Figura 6 – Estrutura de um pavimento Rígido x Flexível	10
Figura 7 – Distribuição de esforços em pavimento rígido	10
Figura 8 – Distribuição dos esforços em pavimentos flexíveis	11
Figura 9 – Emissões de CO ₂	13
Figura 10 – Arborização Urbana	14
Figura 11 – Corredor de vento	15
Figura 12 – Cool pavements em Murcia, na Espanha	16
Figura 13 – Ligante asfáltico	17
Figura 14 – Curva granulométrica dos agregados	18
Figura 15 – Fluxograma da metodologia	19
Figura 16 – Faixas granulométricas para concreto asfáltico	20
Figura 17 – Mistura asfáltica dos CPs de referência	21
Figura 18 – Compactador Marshall	22
Figura 19 – Mistura asfáltica com adição de pigmento	22
Figura 20 – Amostra de referência e com pigmento após extração	23
Figura 21 – Tambor de Ensaio de Abrasão Los Angeles	24
Figura 22 – Estatística descritiva das temperaturas dos corpos de prova de referência (CP REF.) e pigmentados (CP VERM.)	26
Figura 23 – Resultados do teste t de Student para amostras independentes	26
Figura 24 – Médias de temperatura dos corpos de prova às 12:00 e 13:00 horas	27
Figura 25 – Médias de temperatura dos corpos de prova às 14:00 e 15:00 horas	27
Figura 26 – Médias de temperatura dos corpos de prova às 16:00, 17:00 e 15:00 horas	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pavimento Rígido x Flexível_____	11
Tabela 2 – Ensaio de Cântabro da Mistura convencional_____	30
Tabela 3 – Ensaio de Cântabro da Mistura com pigmento em pó vermelho_____	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo das médias de temperatura dos corpos de prova (gráfico em barras)_____29

Gráfico 2 – Comparativo das médias de temperatura dos corpos de prova (gráfico em linhas)_____30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1 Objetivo	5
1.1.1 Objetivo geral	5
1.1.2 Objetivos específicos	5
1.2 Justificativa	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Breve Histórico	6
2.2 Principais Conceitos	8
2.3 Ilhas de calor e Aquecimento global	12
2.4 Técnicas para Mitigar Ilhas de Calor Urbano	13
2.4.1 Uso de Arborização Urbana	13
2.4.2 Sistemas de Resfriamento Passivo	14
2.4.3 Pavimentos de Alta Refletância	15
3 MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 Materiais	17
3.1.1 Ligante Asfáltico de Petróleo	17
3.1.2 Agregados	17
3.1.3 Pigmento	18
3.2 Descrição do Método	19
3.2.1 Produção dos Corpos de Prova	20
3.2.2 Monitoramento Térmico	23
3.2.3 Análise de durabilidade	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Avaliação Térmica	25
4.2 Avaliação do Ensaio de Cântabro	30
5 CONCLUSÃO	31
5.1 Recomendação para Trabalhos Futuros	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE A	35

1 INTRODUÇÃO

Impulsionado pelo fenômeno da Globalização, o crescimento desordenado das áreas urbanas tem provocado transformações ambientais profundas e alterado significativamente a paisagem do planeta. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), metade da população mundial atualmente reside em áreas urbanas, e estima-se que, até 2050, mais de 70% da população global viverá em centros urbanos. Esse processo de urbanização, sem planejamento adequado, tem gerado diversos impactos ambientais, sendo um dos mais notáveis o fenômeno das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs).

As ICUs resultam do acúmulo de calor nas cidades, provocado pela intensa absorção de radiação solar durante o dia. Esse efeito térmico é intensificado pela escassez de vegetação e pela predominância de materiais de baixa refletância, como o asfalto, que contribuem para a elevação das temperaturas locais (FIORAVANTI e LOPES, 2017; DEL CARPIO, 2014). No contexto amazônico, em cidades como Belém, essa condição se agrava devido à combinação entre o clima naturalmente quente e úmido e a ampla utilização de pavimentação asfáltica.

Diversas abordagens têm sido estudadas para mitigar os efeitos das ICUs, entre elas o uso de pavimentos com maior refletância solar. Rosenfeld (1998) já sugeria a substituição de superfícies escuras por materiais mais claros, capazes de refletir uma fração maior da radiação incidente. Em estudos mais recentes, Trichês (2014) demonstrou que misturas asfálticas coloridas podem alcançar refletâncias próximas a 73%, praticamente o dobro das misturas convencionais. Ademais, autores como Del Carpio (2014) destacam que algumas composições pigmentadas podem, inclusive, favorecer a durabilidade do revestimento.

Diante desse cenário, este trabalho busca avaliar a aplicação de pigmentos em pavimentos asfálticos como estratégia para reduzir a absorção térmica em áreas urbanas. Por meio de ensaios laboratoriais, serão analisadas as propriedades térmicas e mecânicas de misturas asfálticas coloridas, comparando-as com pavimentos convencionais. Os resultados esperados podem fornecer subsídios técnicos para o planejamento urbano sustentável, contribuindo para o enfrentamento das ilhas de calor e para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

O estudo visa avaliar a influência da coloração do pavimento no comportamento térmico e na durabilidade de misturas asfálticas convencionais e pigmentadas.

1.1.2 Objetivos específicos

- 1) Analisar o ganho de temperatura, observando o quanto o pavimento absorve calor durante as horas de maior radiação solar.
- 2) Quantificar a capacidade desses pavimentos de promover a redução da temperatura superficial, especialmente em ambientes urbanos, onde o fenômeno das ilhas de calor tem se tornado cada vez mais significativo.
- 3) Avaliar a influência do pigmento na durabilidade do pavimento, por meio do ensaio de Cântabro, verificando se a pigmentação altera a resistência à desintegração da mistura.

1.2 Justificativa

A escolha deste tema se justifica pela necessidade de desenvolver soluções práticas e sustentáveis para amenizar os efeitos das Ilhas de Calor Urbanas (ICUs), que afetam diretamente o conforto térmico e a qualidade de vida da população em centros urbanos devido ao uso predominante de pavimentos asfálticos de baixa refletância.

Nesse contexto, a pesquisa busca fornecer dados quantitativos sobre a eficiência dos pavimentos coloridos no controle da temperatura superficial, reforçando a importância da ciência aplicada no planejamento urbano. A realização de ensaios laboratoriais representa um diferencial metodológico, pois permite avaliar de forma controlada e replicável as propriedades térmicas das misturas asfálticas com pigmentos. Além da dimensão térmica, torna-se igualmente relevante examinar o impacto dos pigmentos quanto a durabilidade do material. Essa abordagem integrada assegura que a adoção de soluções inovadoras não comprometa o desempenho estrutural exigido pelas normas de pavimentação, atendendo tanto às demandas de conforto ambiental quanto de segurança viária. Ao explorar alternativas que reduzem a temperatura e oferecem vantagens econômicas e ambientais, a pesquisa contribui para a construção de cidades mais resilientes e adaptáveis às mudanças climáticas.

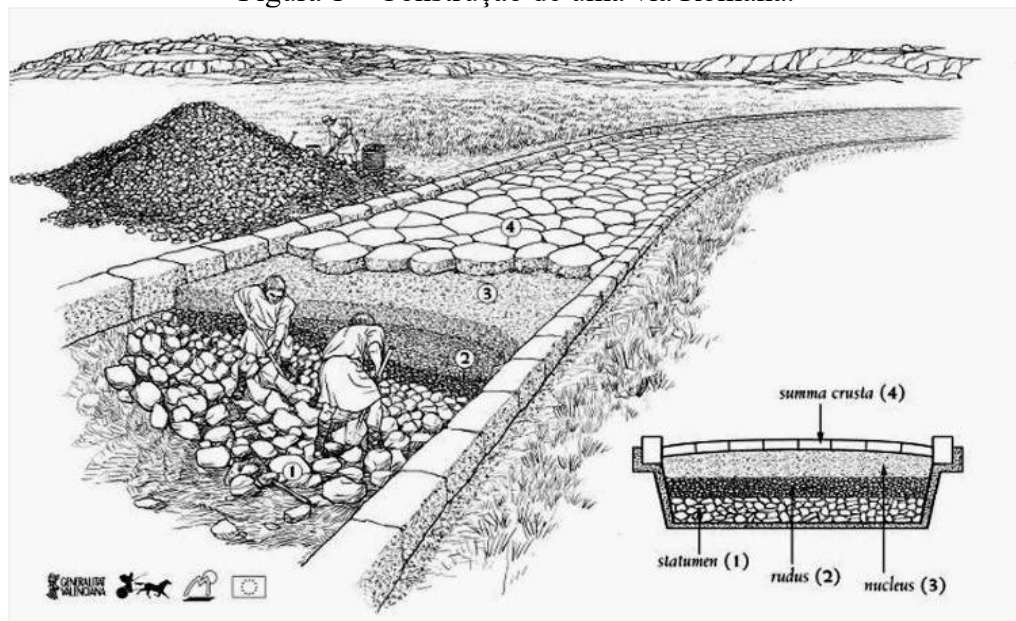
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta o panorama conceitual e técnico necessário para compreender a relação entre pavimentação e o fenômeno ICUs. São discutidos o histórico da pavimentação, os conceitos básicos de estrutura dos pavimentos, a diferenciação entre aquecimento global e ICUs, bem como soluções inovadoras, com destaque para os pavimentos de alta refletância ("*cool pavements*"), que reduzem o aquecimento e melhoram o conforto térmico urbano.

2.1 Breve Histórico

A pavimentação acompanha o desenvolvimento humano desde a Antiguidade. Os egípcios utilizavam técnicas rudimentares, enquanto os romanos aperfeiçoaram a construção de vias, aplicando camadas sobrepostas de pedras e argamassa (FIGURA 1), garantindo durabilidade e drenagem (BALBO, 2007).

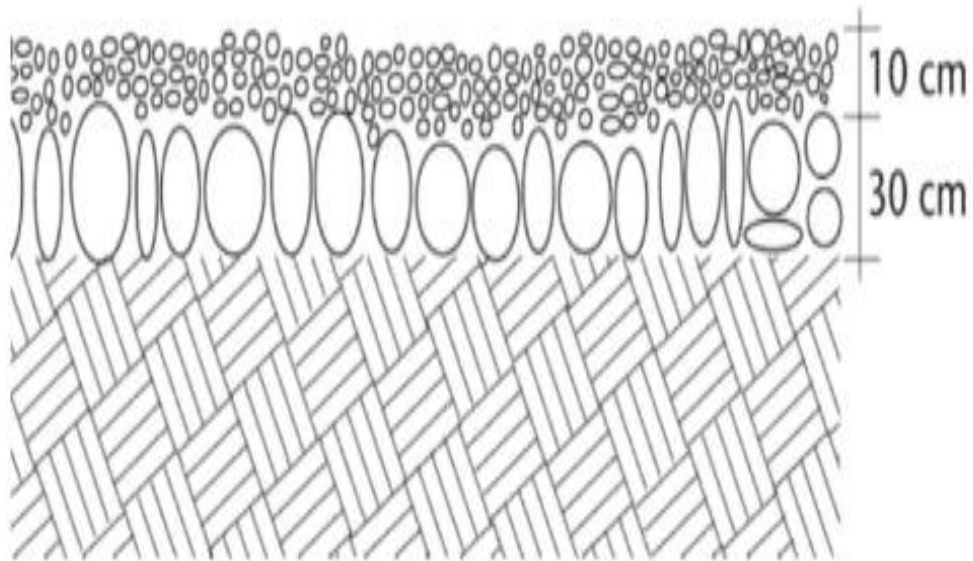
Figura 1 – Construção de uma via Romana.



Fonte: Xavier Roura (2017).

Com o avanço das civilizações, engenheiros como Trésaguet e McAdam incorporaram princípios fundamentais de suporte e drenagem, marcando o início das estradas modernas (LAY, 1988). O método de Trésaguet (FIGURA 2) introduziu camadas de pedras de diferentes tamanhos, embora apresentasse limitações de drenagem.

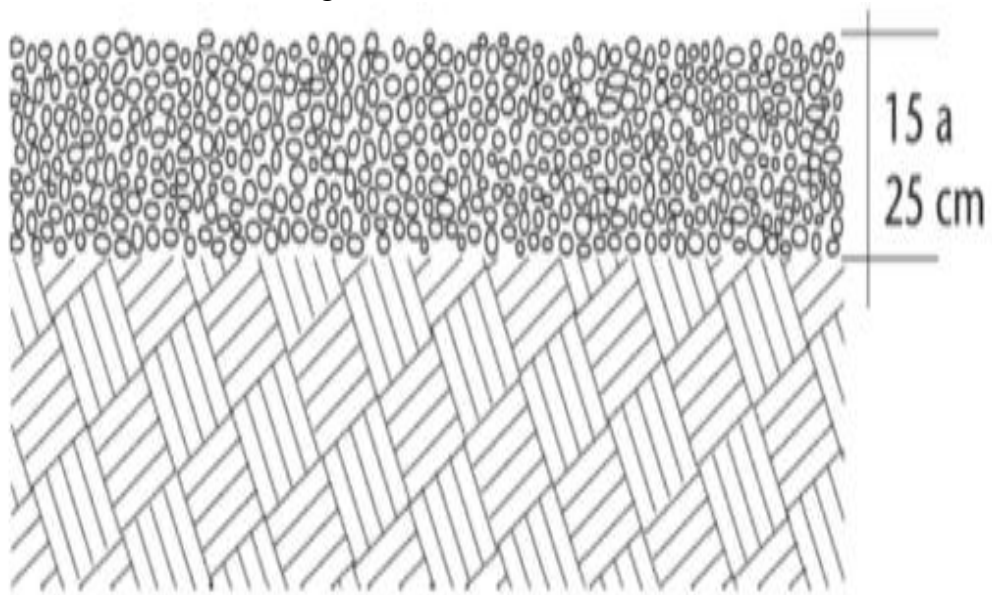
Figura 2 – Método de Trésaguet.



Fonte: Balbo (2007).

Já McAdam, no século XIX, revolucionou a pavimentação ao propor o uso de camadas finas de brita compactada, favorecendo a drenagem natural e reduzindo deformações (FIGURA 3). A drenagem foi essencial para o sucesso do método de McAdam, esse método ficou conhecido como Macadame Hidráulico e seus princípios podem ser usados até os dias de hoje.

Figura 3 – Método de McAdam.



Fonte: Balbo (2007).

A evolução dos transportes impulsionou novas adaptações. O aumento da velocidade dos veículos exigiu pavimentos capazes de oferecer aderência, conforto e

resistência, favorecendo a disseminação do cimento Portland e do asfalto como principais materiais de revestimento (BERNUCCI et al., 2008).

No Brasil, um marco desse processo foi a inauguração da Estrada União e Indústria, em 1861, ligando Petrópolis a Juiz de Fora, considerada a primeira estrada pavimentada do país. Posteriormente, em 1928, durante o governo de Washington Luís, foi inaugurada a rodovia Rio-Petrópolis, como mostrado na Figura 4, a primeira do país a ser asfaltada, marcando o início da era das rodovias modernas no Brasil (BERNUCCI, et al., 2008).

Figura 4 – Estrada União e Indústria, atualmente Rio – Petrópolis.



Fonte: Pamela Emerich (2022).

2.2 Principais Conceitos

Um pavimento pode ser definido como uma estrutura construída em camadas sobre o solo natural, destinada a distribuir adequadamente as cargas do tráfego e proporcionar conforto e segurança aos usuários (BALBO, 2007). Quanto as funções do pavimento, pode-se destacar:

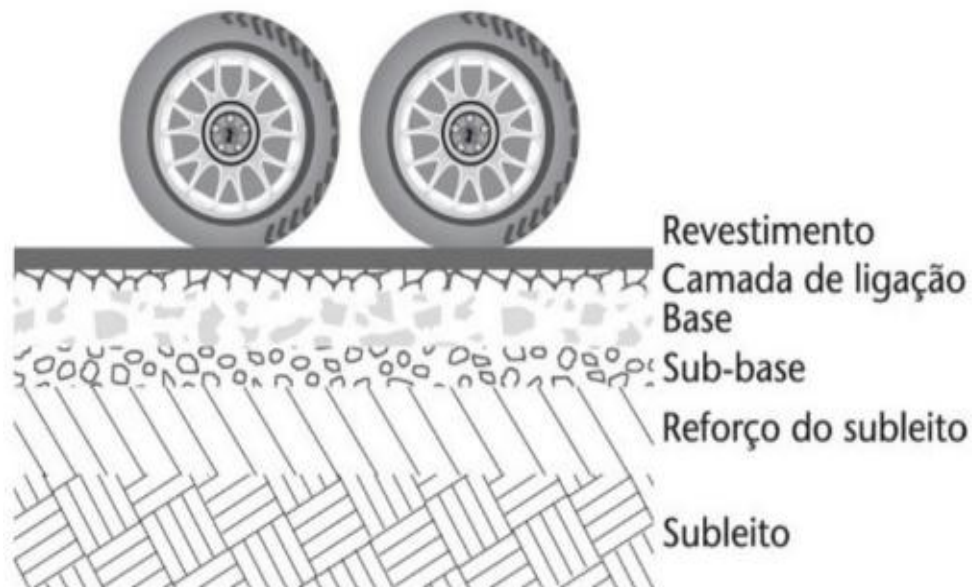
- 1) Distribuir as cargas do tráfego: evitando deformações excessivas do subleito;
- 2) Oferecer conforto e segurança aos usuários: assegurando regularidade superficial e aderência (BERNUCCI et al., 2008);
- 3) Resistir às condições ambientais: suportando variações climáticas e ação da água (DNIT, 2006);

- 4) Garantir economia e durabilidade: reduzindo custos de manutenção ao longo da vida útil.

As camadas estruturais que compõem o pavimento (FIGURA 5), segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), podem ser classificadas em:

- Revestimento (ou camada de rolamento): camada superficial em contato direto com os veículos, responsável pela resistência e impermeabilização;
- Base e sub-base: camadas intermediárias que distribuem esforços para o subleito;
- Reforço do subleito (quando necessário): em casos em que o subleito natural não possui a capacidade de suporte adequada, é necessário reforçá-lo com materiais apropriados para garantir a estabilidade do pavimento;
- Subleito: solo natural compactado, que sustenta toda a estrutura;

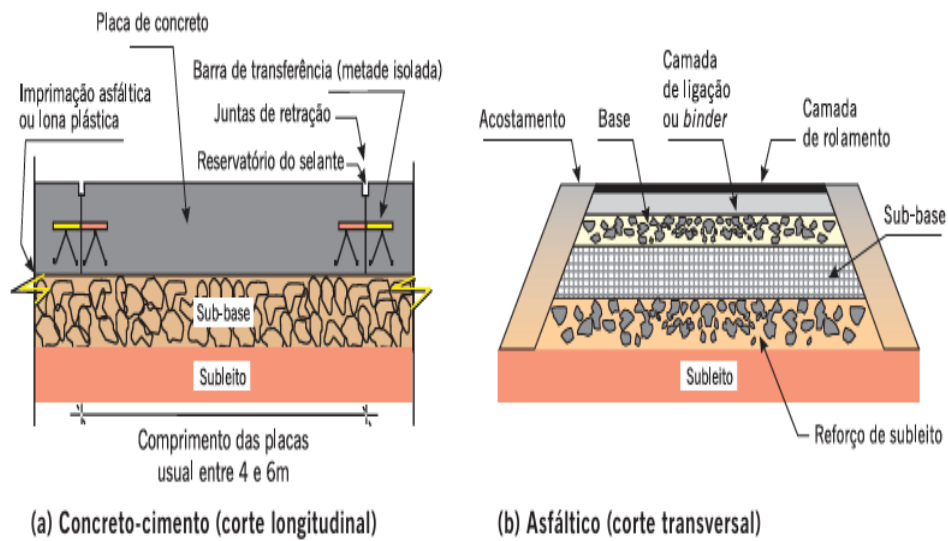
Figura 5 – Camadas de um Pavimento.



Fonte: Balbo (2007).

Segundo Bernucci et al. (2008) os pavimentos podem ser classificados em rígidos e flexíveis, conforme visualizado na Figura 6.

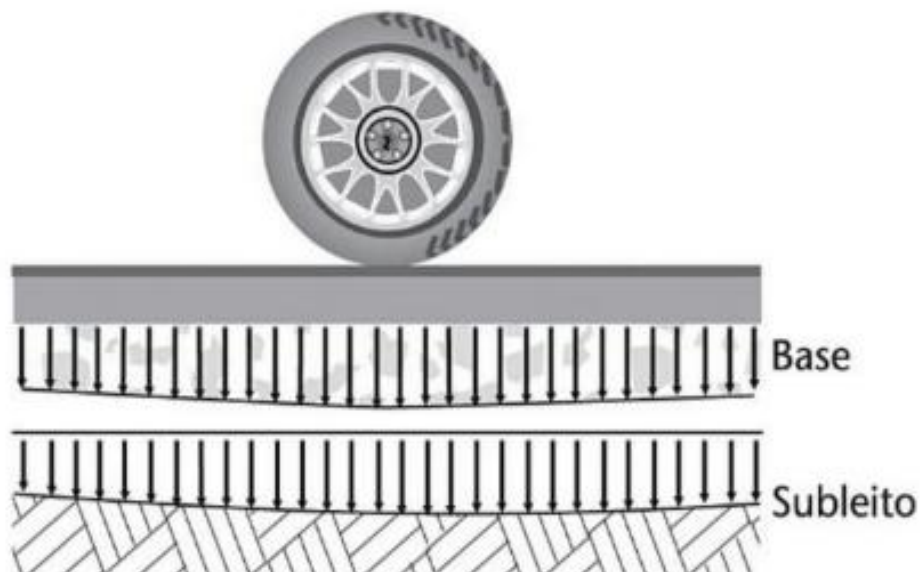
Figura 6 – Estrutura de um pavimento Rígido x Flexível.



Fonte: Bernucci et al. (2008).

Pavimentos rígidos são aqueles construídos principalmente com placas de concreto. Essas placas são dispostas no solo, servindo como revestimento e base, podendo ou não ser armadas com barras de aço, geralmente apoiadas sobre uma sub-base de material granular ou de material estabilizado com cimento. Conforme Balbo (2007), o pavimento rígido apresenta uma grande capacidade de suporte, devido à rigidez das placas de concreto, e sofre menos deformações ao longo do tempo, além de distribuir as cargas de maneira mais uniforme sobre o solo (FIGURA 7).

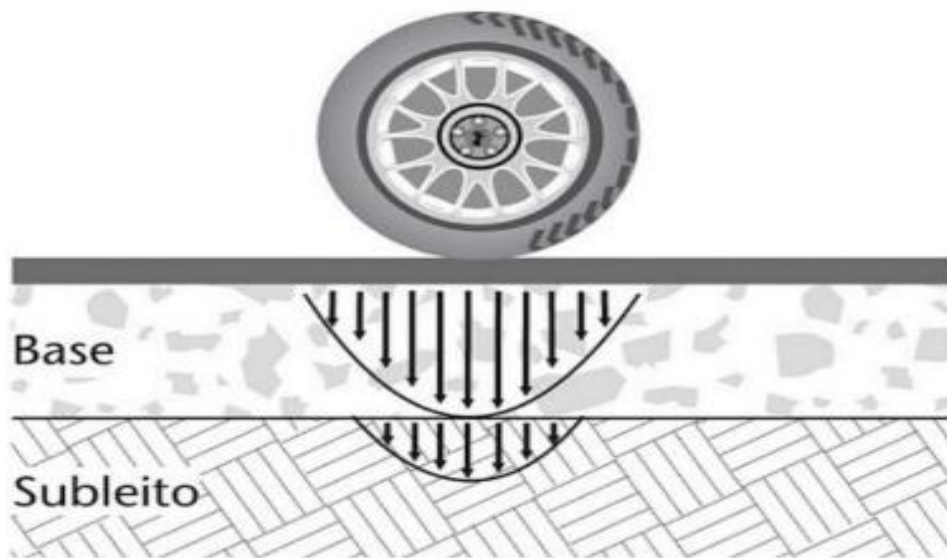
Figura 7 – Distribuição de esforços em pavimento rígido.



Fonte: Balbo (2007).

O pavimento flexível por sua vez é aquele cuja estrutura é composta por múltiplas camadas, sendo a carga distribuída gradualmente entre elas (BALBO, 2007). Como o próprio nome sugere, esse tipo de pavimento se adapta às deformações do subleito sem apresentar fissuras significativas. Bernucci et al. (2008) explicam que o pavimento flexível transmite os esforços do tráfego de forma distribuída e progressiva, sendo projetado para acomodar pequenas deformações do solo, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8 – Distribuição dos esforços em pavimentos flexíveis.



Fonte: Bernucci et al. (2008).

O pavimento flexível é o tipo de pavimento mais utilizado no Brasil, isso se dá principalmente pela velocidade e baixo custo de execução. Entretanto este tipo de pavimento requer mais manutenção do que o rígido, e sua vida útil é inferior a dez anos, pois fatores como altas temperaturas, excesso de chuvas e a exposição a óleos e combustíveis de veículos aceleram a deterioração de sua superfície. Na Tabela 1, apresentam-se, de forma resumida, as principais características que diferenciam os pavimentos rígidos dos pavimentos flexíveis.

Tabela 1 – Pavimento Rígido x Flexível.

CARACTERÍSTICAS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	PAVIMENTOS RÍGIDOS
Material	Asfalto e materiais granulares	Concreto de cimento Portland
Cor	Escura (preto ou cinza-escuro)	Clara (branco ou cinza-claro)
Distribuição de carga	Feita em várias camadas	Suportada pelas placas de concreto
Resistência a deformação	Adapta-se ao solo, mas pode deformar com o tempo	Alta resistência a deformação
Manutenção	Necessidade de manutenção e reparo com frequência	Pequena necessidade de manutenção
Durabilidade	20 a 30 anos	10 anos, com manutenções
Tempo de Execução	Menor tempo de execução	Maior tempo de execução
Custo	Menor custo	Maior custo

Fonte: De autoria própria (2025).

Vale destacar que os pavimentos asfálticos, por sua coloração escura, apresentam baixa refletância, enquanto os de concreto tendem a aquecer menos devido à tonalidade clara de sua superfície (BALBO, 2007).

Nesse contexto, torna-se essencial considerar, portanto, o chamado *albedo*. Por sua coloração escura, pavimentos asfálticos apresentam baixo albedo, absorvendo maior quantidade de radiação solar quando comparados a materiais mais claros, como concretos. Portanto, o albedo – fração da radiação refletida por uma superfície – é um elemento essencial para compreender o aquecimento urbano: quanto menor o albedo, maior a absorção térmica. Pavimentos escuros podem atingir temperaturas acima de 60 °C em dias ensolarados, enquanto materiais claros tendem a permanecer mais frios (ROSA et al., 2018; ANANDAKUMAR, 1999).

Esse comportamento fundamenta a relevância de tecnologias que aumentem a refletância superficial, caso das misturas pigmentadas.

2.3 Ilhas de calor e Aquecimento global

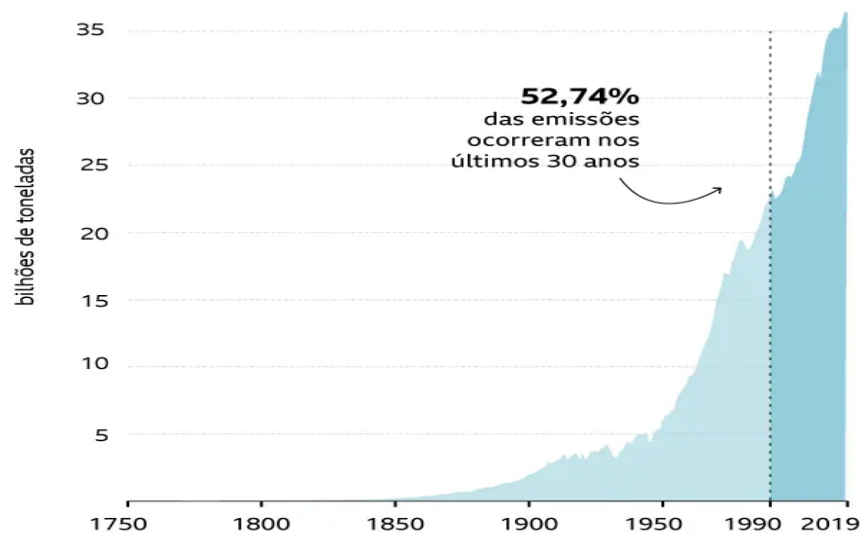
Embora ambos estejam relacionados ao aumento das temperaturas, o aquecimento global e as ilhas de calor urbano não são fenômenos equivalentes. O aquecimento global refere-se ao aumento progressivo da temperatura média da Terra em escala planetária, impulsionado principalmente pelas atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento (IPCC, 2021). Esse processo está associado ao acúmulo de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxidos de nitrogênio (NO_x), que intensificam o efeito estufa natural ao dificultar a dissipação da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre (SILVA e PEREIRA, 2019). Desde a Revolução Industrial, a concentração de CO₂ na atmosfera tem aumentado de forma expressiva, principalmente devido ao uso de carvão, petróleo e gás natural (IPCC, 2021). A Figura 9 ilustra essa evolução ao longo dos anos.

As ICUs, por sua vez, configuram fenômenos locais, em que áreas urbanizadas apresentam temperaturas significativamente mais altas que regiões rurais próximas. Esse efeito resulta da substituição de superfícies naturais por materiais impermeáveis e de baixo albedo, como telhados e pavimentos asfálticos, que absorvem calor durante o dia e o liberam gradualmente à noite. A redução de áreas verdes e a emissão de calor antropogênico também contribuem para intensificar esse processo (OKE, 1982; SANTAMOURIS et al., 2015). Assim, o albedo consolida-se como um dos principais elementos físicos na compreensão das ICUs:

quanto menor o albedo da superfície urbana, maior a tendência de intensificação do fenômeno. Portanto, enquanto o aquecimento global está ligado a transformações climáticas globais, as ICUs resultam diretamente das características da urbanização e da ocupação do solo, afetando de forma significativa o conforto térmico e a qualidade de vida nas cidades.

Figura 9 – Emissões de CO₂.

Emissões totais de CO₂ por ano



Fonte: Adaptado Global Carbon Project (BBC).

2.4 Técnicas para Mitigar Ilhas de Calor Urbano

Dentre as diversas estratégias que visam reduzir a absorção e retenção de calor nos centros urbanos, algumas das principais abordagens são:

2.4.1 Uso de Arborização Urbana

A arborização urbana refere-se ao planejamento, plantio e manejo de árvores em áreas urbanas, abrangendo ruas, praças, parques e outros espaços públicos e privados (FIGURA 10). Ela desempenha um papel essencial na melhoria da qualidade ambiental e no bem-estar da população, contribuindo para a redução dos impactos da urbanização e proporcionando diversos benefícios ecológicos, econômicos e sociais.

Segundo Oke (1982), as árvores reduzem a radiação solar incidente sobre superfícies pavimentadas e edificações, minimizando o aquecimento e proporcionando um clima mais agradável.

Figura 10 – Arborização Urbana.



Fonte: ESALQ Júnior Florestal (2021).

Para garantir os benefícios da arborização urbana, é essencial um planejamento adequado, considerando espécies nativas, espaço disponível para crescimento das raízes e compatibilidade com a infraestrutura urbana (MILANO, 1994). A escolha inadequada de espécies pode resultar em problemas como danos a calçadas, tubulações e fiação elétrica.

2.4.2 Sistemas de Resfriamento Passivo

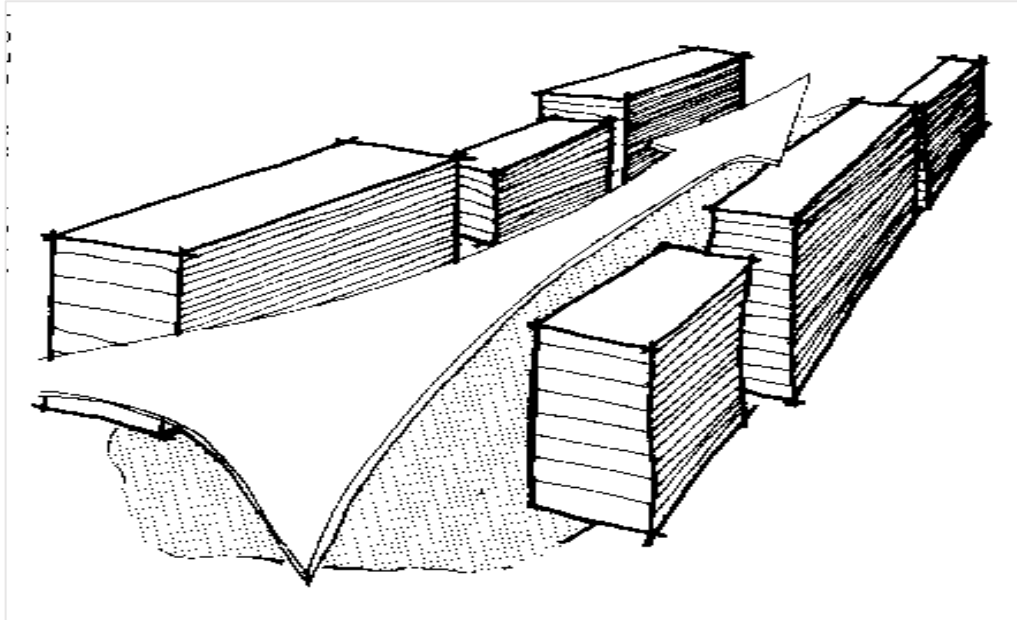
Os sistemas de resfriamento passivo são estratégias projetuais utilizadas para reduzir a temperatura de ambientes sem o uso de equipamentos mecânicos, como ar-condicionado e ventiladores. Essas técnicas aproveitam condições naturais, como ventilação, sombreamento e materiais de alta refletância, contribuindo para a eficiência energética e o conforto térmico em edificações e espaços urbanos (SANTAMOURIS e ASIMAKOPOULOS, 1997).

O resfriamento passivo fundamenta-se em três princípios essenciais: redução da carga térmica, dissipação de calor e regulação térmica. Dentre as estratégias mais eficazes, destaca-se a ventilação natural, que favorece a remoção do calor acumulado nas superfícies e contribui para a redução da temperatura do ar por meio da circulação atmosférica, sendo os corredores de vento seu principal mecanismo.

Os corredores de vento são estruturas urbanas que facilitam a passagem de ventos, removendo o calor da superfície. Conforme ilustrado na Figura 11, os corredores de vento são vias abertas que permitem a passagem do ar fresco em áreas urbanas densas. Para que sejam eficazes, é necessário um planejamento adequado da disposição dos edifícios, permitindo a

entrada de ventos predominantes e minimizando barreiras físicas que bloqueiam a circulação do ar (HUNG et al., 2010).

Figura 11 – Corredor de vento.



Fonte: Carolina Pepitone (2016).

O design urbano pode ainda favorecer a ventilação ao considerar a altura e espaçamento entre edificações para evitar a formação de bolsões de calor e a orientação de ruas e avenidas para alinhar com os ventos predominantes e facilitar a dissipação do calor (OKE et al., 2017).

2.4.3 Pavimentos de Alta Refletância

Ligado ao objeto principal deste estudo, uma das estratégias mais promissoras para a redução das temperaturas urbanas é o uso de pavimentos de alta refletância, também conhecidos como *cool pavements* (FIGURA 12). Esses materiais são projetados para refletir uma maior quantidade de radiação solar, reduzindo a absorção de calor e, conseqüentemente, a temperatura da superfície (AKBARI et al., 2008).

Os pavimentos frios podem ser classificados em:

- **Tintas e Revestimentos Reflexivos:** aplicados sobre o pavimento existente;
- **Misturas Asfálticas Claras:** produzidas com agregados e ligantes de tonalidade clara;

- **Concretos de Alta Refletância:** aproveitam a coloração natural do cimento e agregados claros (AKBARI et al., 2008).

Figura 12 – *Cool pavements* em Murcia, na Espanha.



Fonte: José A. González (2021).

Além da contribuição térmica, a literatura também indica que o uso de pigmentos pode influenciar as propriedades mecânicas, trazendo ganhos de durabilidade e redução da frequência de manutenção (DEL CARPIO, 2014). Assim, os pavimentos coloridos surgem como alternativa inovadora para conciliar desempenho técnico, sustentabilidade ambiental e qualidade de vida nas cidades.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os materiais utilizados e os procedimentos metodológicos adotados para a análise dos efeitos térmicos em pavimentos asfálticos com diferentes colorações. Foram detalhadas as etapas de obtenção e tratamento dos dados, bem como as técnicas de validação empregadas, visando garantir a confiabilidade e a representatividade dos resultados.

A seleção dos materiais foi realizada com base em sua relevância para simular condições reais de pavimentação, de modo que os resultados obtidos pudessem ser extrapolados a cenários práticos. O método de análise foi planejado para avaliar com precisão os impactos térmicos e as eventuais alterações nas propriedades mecânicas das misturas pigmentadas, considerando variáveis ambientais e de desempenho.

Os experimentos seguiram as diretrizes normativas vigentes, com atenção à padronização e à reprodutibilidade de cada etapa – desde a preparação dos materiais até a coleta e o tratamento dos dados.

3.1 Materiais

Foram empregados materiais comumente utilizados em obras de pavimentação asfáltica, a saber: ligante asfáltico, agregados minerais e pigmento inorgânico colorido destinado à modificação da coloração da mistura.

3.1.1 Ligante Asfáltico de Petróleo

O ligante utilizado foi o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) 50/70, doado pela empresa CBAA Asfalto. Este tipo de CAP, classificado pela faixa de penetração entre 50 e 70 décimos de milímetro, apresenta características adequadas para aplicação em pavimentos sujeitos a clima tropical, oferecendo bom equilíbrio entre rigidez e flexibilidade.

Figura 13 – Ligante asfáltico.



Fonte: Ricardo Bardasano González (2014).

3.1.2 Agregados

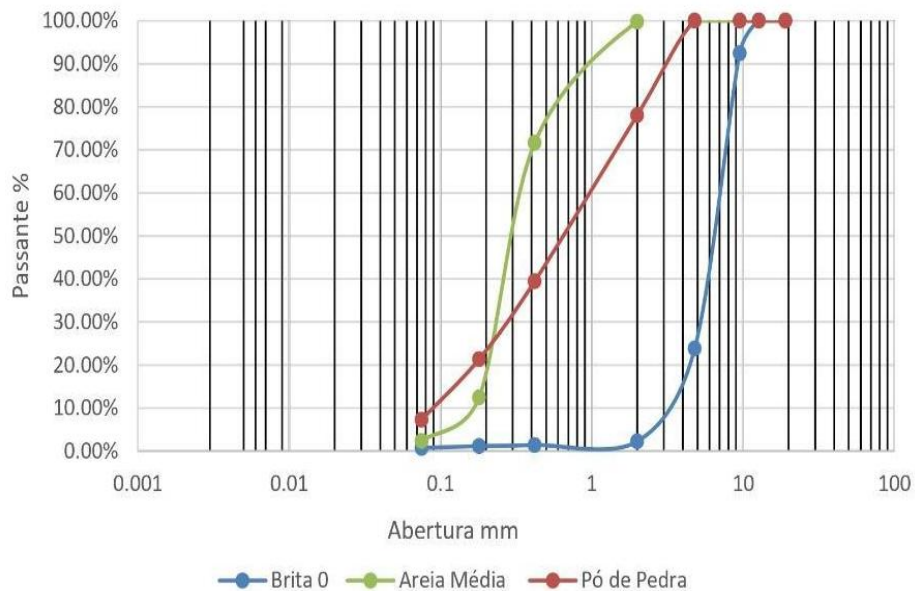
Os agregados graúdos e miúdos empregados neste estudo foram provenientes do mesmo lote utilizado na pesquisa de KIM e PINHEIRO (2023), intitulada “Caracterização Técnica dos Agregados Brita 0, Pó de Pedra e Areia para Fins de Uso em Concreto Asfáltico: Estudo de Caso – Obra do BRT Metropolitano de Belém”.

Na referida pesquisa, a caracterização dos agregados foi conduzida conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), determinando suas propriedades físicas e granulométricas. A Tabela 1 apresenta os principais resultados obtidos:

- Massa específica: Brita 0 = 2,658 g/cm³ (massa específica real) e 2,603 g/cm³ (massa específica aparente); Areia natural = 2,625 g/cm³; Pó de pedra = 2,638 g/cm³.
- Índice de forma: Brita 0 = valor médio de I = 2,165.
- Abrasão “Los Angeles”: Brita 0 = 34,11 %.

A Figura 14, apresenta a curva granulométrica dos agregados:

Figura 14 – Curva granulométrica dos agregados.



Fonte: Kim e Pinheiro (2023).

3.1.3 Pigmento

O pigmento utilizado foi o pó Xadrez Lanxess na cor vermelha, composto por óxidos de ferro, amplamente empregado na coloração de argamassas e concretos.

A escolha da cor vermelha baseou-se em dois critérios principais:

- Melhor desempenho visual e térmico dentre as alternativas preliminares avaliadas;
- Acessibilidade econômica, sendo o pigmento mais viável dentre os disponíveis.

Segundo Coelho (2001), esse pigmento atende aos requisitos essenciais para uso em misturas cimentícias e betuminosas, como estabilidade química, resistência às intempéries e compatibilidade com materiais finos.

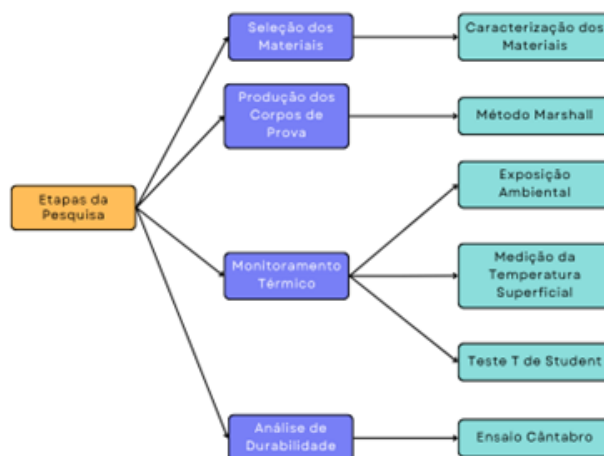
3.2 Descrição do Método

Esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar o comportamento térmico e a durabilidade de misturas asfálticas pigmentadas, comparado com misturas convencionais sem pigmento. A proposta consistiu em monitorar a variação de temperatura superficial das amostras durante um período prolongado, superior a 30 dias, em diferentes horários do dia, de modo a compreender como o revestimento asfáltico responde ao ganho e à dissipação de calor ao longo do tempo.

Após essa etapa de monitoramento térmico, foi realizado um ensaio mecânico de resistência à desintegração (Cântabro), com o intuito de verificar se a adição do pigmento influenciou o comportamento estrutural e a durabilidade da mistura asfáltica.

Dessa forma, conforme o fluxograma da Figura 15, a metodologia adotada foi estruturada em duas partes principais: a análise térmica, voltada à observação do comportamento das amostras sob condições ambientais naturais, e a análise mecânica, destinada a avaliar o desempenho físico das misturas, para verificar se o uso do pigmento poderia de alguma forma influenciar negativamente nas características intrínsecas da mistura asfáltica.

Figura 15 – Fluxograma da metodologia.
Fonte: Autoria Própria (2025).



3.2.1 Produção dos Corpos de Prova

A confecção dos corpos de prova (CPs) seguiu o método Marshall, com o objetivo de garantir uniformidade e repetibilidade entre as amostras pigmentadas e as convencionais. Foram moldados oito corpos de prova: quatro de referência (sem pigmento) e quatro pigmentados.

3.2.1.1 Dosagem

A dosagem foi definida com base no método Marshall, visando obter uma composição granulométrica equilibrada e um teor de ligante que proporcionasse estabilidade, durabilidade e trabalhabilidade adequadas. A granulometria adotada situou-se no centro da Faixa C, conforme o DNIT-ES 031/2024 (Figura 16).

Figura 16 - Faixas granulométricas para concreto asfáltico.

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
ASTM	Abertura (mm)	Faixas			
		A-25	B-19	C-12,5	D-9,5
1 ½"	38,1	100	-	-	-
1"	25,4	90 - 100	100	-	-
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 - 100	100
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10

Fonte: DNIT-ES 031/2024.

Optou-se pela faixa C-12,5, usualmente empregada em pavimentações urbanas e rodoviárias, e compatível com a disponibilidade de agregados na região metropolitana de Belém (PA). Durante o levantamento dos agregados disponíveis, verificou-se que as pedreiras e fornecedores locais possuem maior oferta de materiais que se enquadram nessa faixa granulométrica, principalmente nas frações de brita 0, brita 1 e areia.

Os valores médios dentro dos limites da faixa foram utilizados para compor a curva granulométrica da mistura e, com base nessa curva, determinou-se a proporção de cada tipo de agregado, resultando em massa total de aproximadamente 1325 g por corpo de prova. Considerando o teor de ligante de 5%, a quantidade de CAP utilizada foi de cerca de 66,25 g por corpo de prova.

3.2.1.2 Moldagem dos Corpos de Prova

A moldagem foi conduzida conforme o procedimento descrito na norma DNIT 178/2018 – PRO, referente à moldagem e compactação de misturas asfálticas pelo método Marshall.

Os agregados foram primeiramente secos em estufa até atingirem massa constante. Após o resfriamento, foram separados e pesados nas frações correspondentes. Em seguida, os materiais foram aquecidos à temperatura de 150-160 °C, enquanto o CAP foi aquecido separadamente entre 145-155 °C.

O ligante foi adicionado gradualmente aos agregados aquecidos, com mistura manual até completa homogeneização (Figura 17). A mistura foi então colocada nos moldes (100 mm de diâmetro e 63,5 mm de altura), preenchidos em três camadas, cada uma ligeiramente adensada.

Figura 17 – Mistura asfáltica dos CPs de referência.



Fonte: Autoria Própria (2025).

A compactação foi realizada aplicando-se 75 golpes em cada face com o Compactador Marshall (Figura 18), seguindo o procedimento indicado para tráfego intenso.

Após compactação, os corpos de prova permaneceram em temperatura ambiente por 24 horas e, em seguida, foram removidos dos moldes com o auxílio de extrator manual, garantindo a integridade geométrica das amostras.

Figura 18 – Compactador Marshall.



Fonte: Aatoria Própria (2025).

Para os corpos de prova pigmentados, parte da fração passante na peneira de 0,150 mm foi substituída por pigmento em pó (equivalente a 5,5% da massa total da mistura). O pigmento também foi previamente peneirado na peneira de 0,300 mm para garantir granulometria uniforme e melhor dispersão. A homogeneização foi realizada antes da adição do ligante, assegurando coloração uniforme e distribuição adequada do pigmento (Figura 19).

Figura 19 – Mistura asfáltica com adição de pigmento.



Fonte: Aatoria Própria (2025).

Ao seguir este procedimento, foi possível assegurar que as amostras fossem produzidas de forma consistente (Figura 20), possibilitando comparações confiáveis entre os

CPs convencionais e pigmentados nas etapas subsequentes de monitoramento térmico e análise mecânica.

Figura 20 – Amostra de referência e com pigmento após extração.



Fonte: Autoria Própria (2025).

3.2.2 Monitoramento Térmico

Após o período de cura, os corpos de prova foram dispostos em ambiente externo, sobre uma superfície plana, rígida e sem sombreamento, de modo a garantir a incidência direta da radiação solar ao longo de todo o dia. Esse procedimento visou simular condições reais de exposição térmica, fator essencial para avaliar o comportamento das misturas.

O monitoramento térmico ocorreu durante dias consecutivos, com medições realizadas entre 12:00 e 18:00 horas. Esses horários foram escolhidos para abranger tanto os períodos de maior incidência solar (por volta das 14h às 15h30) quanto os de resfriamento (17h–18h), permitindo avaliar o ganho e a dissipação térmica das misturas.

As medições foram realizadas com termômetro infravermelho digital (precisão $\pm 0,1$ °C) e os valores obtidos foram organizados em planilhas e analisados estatisticamente através do teste *t* de Student para amostras independentes, por meio do *software Jamovi* (THE JAMOVI PROJECT, 2025), que utiliza a linguagem R como base computacional para os cálculos (R CORE TEAM, 2025), a fim de verificar se havia realmente diferença estatisticamente significativa entre as médias de temperatura dos corpos de prova de referência (CP-REF.) e dos corpos de prova com pigmento vermelho (CP-VER.).

Vale destacar que a escolha desse *software* se deu devido à sua confiabilidade e ampla utilização em análises de dados científicos, permitindo a aplicação direta de testes paramétricos, com controle preciso dos parâmetros e geração automática de valores de p, graus de liberdade (gl) e estatísticas descritivas.

Ademais, os dados totais do monitoramento térmico avaliado podem ser consultados na íntegra no Apêndice A.

3.2.3 Análise de durabilidade

Concluído o monitoramento térmico, as amostras foram submetidas ao Ensaio Cântabro, conforme a norma DNIT-ME 383/99, para avaliação da resistência à desintegração das misturas sob abrasão.

Esse ensaio foi escolhido pela sua simplicidade, disponibilidade de equipamentos (Figura 21) e ampla aplicação em estudos de durabilidade de misturas asfálticas.

Figura 21 – Tambor de Ensaio de Abrasão Los Angeles.



Fonte: Autoria Própria (2025).

Cada corpo de prova foi limpo, inspecionado e pesado em balança de precisão para obtenção da massa inicial (P). Em seguida, foi introduzido individualmente no tambor Los Angeles (sem esferas metálicas) e submetido a 300 rotações, simulando o desgaste mecânico provocado pelo tráfego.

Após o ensaio, as amostras foram novamente limpas e pesadas para determinação da massa final (P'). A perda de massa percentual (A) foi calculada pela expressão:

$$A = \frac{P - P'}{P} \times 100$$

Onde:

A – Desgaste da amostra betuminosa, com aproximação de 1%;

P – Peso do corpo-de-prova, antes do ensaio;

P' – Peso do corpo-de-prova após o ensaio.

A comparação entre os valores médios de perda de massa das amostras pigmentadas e convencionais permitiu avaliar se a adição do pigmento interferiu na coesão, resistência e durabilidade da mistura asfáltica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas duas análises experimentais realizadas – térmica e mecânica –, foi possível avaliar o desempenho global das misturas asfálticas estudadas, considerando tanto sua estabilidade frente às variações de temperatura quanto sua resistência à desintegração. A partir dessa abordagem integrada, buscou-se compreender de forma comparativa como a adição do pigmento inorgânico influenciou o comportamento do material sob condições de exposição natural e desgaste físico. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos a seguir, destacando as principais tendências observadas e suas implicações no desempenho térmico e estrutural das misturas.

4.1 Avaliação Térmica

A Figura 22 apresenta os valores de média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo obtidos para cada horário de ensaio, oferecendo uma visão detalhada do comportamento térmico das amostras ao longo do período de monitoramento. Verifica-se que as médias registradas entre os grupos permaneceram bastante próximas em todos os intervalos analisados, indicando comportamento térmico semelhante entre as misturas pigmentadas e as convencionais. Além disso, os desvios-padrão também se mantiveram próximos, o que reforça a homogeneidade das amostras e a consistência dos resultados obtidos.

A partir dessa análise descritiva inicial, aplicou-se o teste t de Student, apresentado na Figura 23, com o objetivo de avaliar de forma estatística se as diferenças observadas entre as médias de temperatura representavam variações significativas ou apenas flutuações naturais dentro do conjunto de dados.

Figura 22 – Estatística descritiva das temperaturas dos corpos de prova de referência (CP REF.) e pigmentados (CP VERM.).

	AMOSTRAS	°C 12:00	°C 13:00	°C 14:00	°C 15:00	°C 16:00	°C 17:00	°C 18:00
N	CP REF.	37	37	37	37	37	37	37
	CP VERM.	37	37	37	37	37	37	37
Omisso	CP REF.	0	0	0	0	0	0	0
	CP VERM.	0	0	0	0	0	0	0
Média	CP REF.	52.6	51.9	51.0	48.5	44.4	42.0	25.9
	CP VERM.	52.4	51.6	50.7	48.2	44.3	41.9	25.8
Mediana	CP REF.	56.0	53.5	52.0	48.5	45.4	42.7	25.7
	CP VERM.	55.7	53.6	51.9	48.3	45.2	42.7	25.6
Desvio padrão	CP REF.	8.55	6.18	4.13	3.08	3.57	3.28	3.06
	CP VERM.	8.72	6.60	4.51	3.20	3.71	3.24	2.99
Mínimo	CP REF.	26.8	29.9	36.5	41.6	30.4	28.7	20.5
	CP VERM.	26.7	28.7	35.3	40.9	30.6	28.9	20.4
Máximo	CP REF.	59.1	57.1	56.8	59.1	48.1	46.2	34.7
	CP VERM.	59.0	56.7	56.7	58.7	48.6	46.0	34.6

Fonte: Autoria Própria (2025), via Jamovi (2025).

Os resultados demonstrados na Figura 23 indicaram valores de p superiores a 0,05 em todos os horários avaliados (p variando de 0,357 a 0,474), o que implica que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das duas amostras em nenhum dos intervalos de tempo analisados. Isso significa que a variação observada entre os grupos pode sim ser atribuída ao acaso, e não a um efeito real do uso do pigmento sobre a temperatura registrada.

Figura 23 – Resultados do teste t de Student para amostras independentes.

	Estatística	gl	p	
°C 12:00	t de Student	0.0726	72.0	0.471
°C 13:00	t de Student	0.2037	72.0	0.420
°C 14:00	t de Student	0.3674	72.0	0.357
°C 15:00	t de Student	0.3564	72.0	0.361
°C 16:00	t de Student	0.2056	72.0	0.419
°C 17:00	t de Student	0.0977	72.0	0.461
°C 18:00	t de Student	0.0650	72.0	0.474

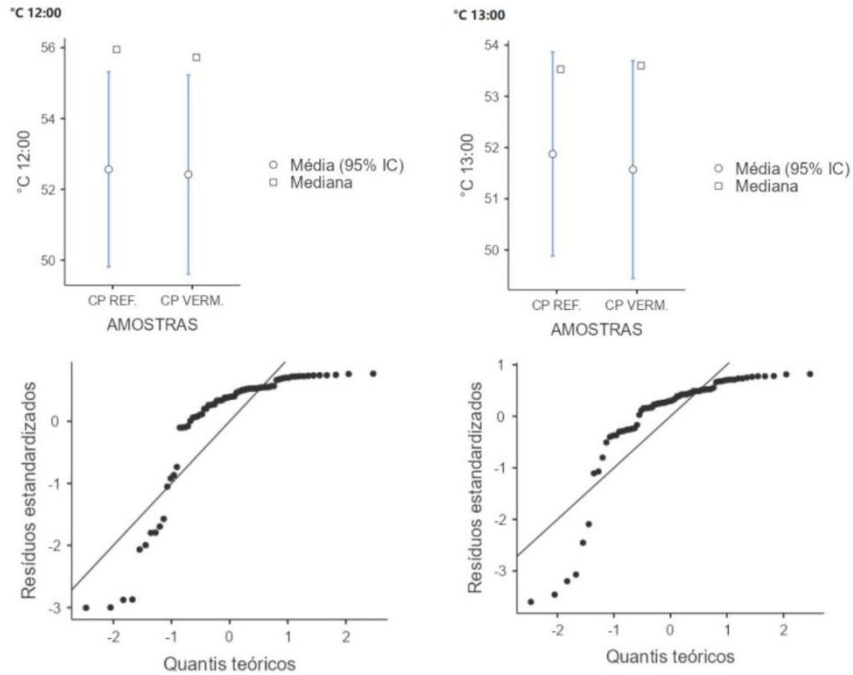
Nota. $H_0: \mu_{CP\ REF.} > \mu_{CP\ VERM.}$

Fonte: Autoria Própria (2025), via jamovi (2025).

Os gráficos apresentados a seguir (Figuras 24, 25 e 26) foram elaborados a partir dos dados obtidos na análise estatística. Cada gráfico corresponde a um horário específico, mostrando a distribuição dos valores de temperatura e permitindo uma comparação visual entre

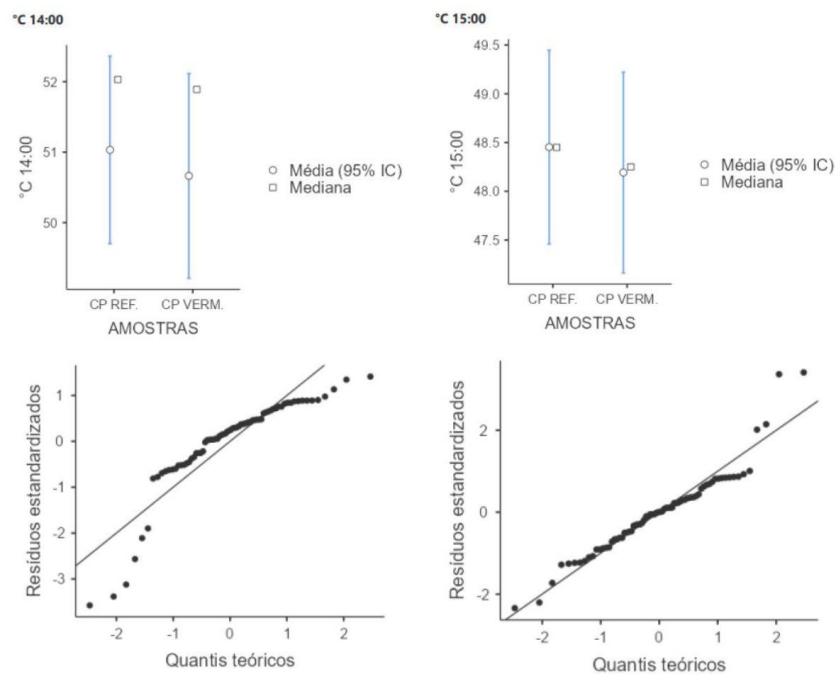
os dois grupos de amostras. As representações evidenciam as médias e dispersões (variações) de temperatura dos corpos de prova, indicando que as médias apresentaram comportamento muito próximo em todas as faixas horárias, com diferenças inferiores a $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre os grupos.

Figura 24 – Médias de temperatura dos corpos de prova às 12:00 e 13:00 horas.



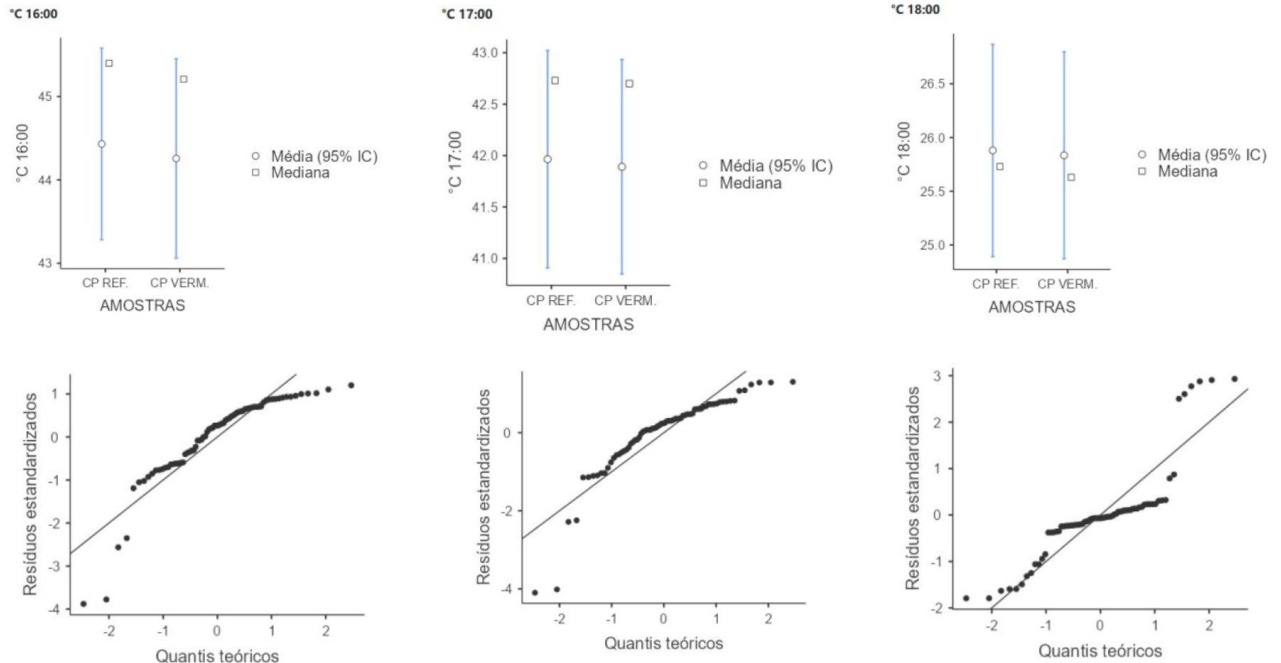
Fonte: Autoria Própria (2025), via Jamovi (2025).

Figura 25 – Médias de temperatura dos corpos de prova entre 14:00 e 15:00 horas.



Fonte: Autoria Própria (2025), via Jamovi (2025).

Figura 26 – Médias de temperatura dos corpos de prova entre 16:00, 17:00 e 18:00 horas.



Fonte: Autoria Própria (2025), via Jamovi (2025).

Os gráficos acima mostram visualmente as médias e dispersões (variação) de temperatura dos dois corpos de prova. As curvas e dispersões dos dados mostram que ambos os pavimentos seguem um comportamento térmico muito semelhante, com picos de temperatura próximos ao início da tarde e redução gradual no final do período, à medida que a radiação solar diminui.

Visualmente, os gráficos obtidos no *software* evidenciaram que as temperaturas médias dos corpos de prova pigmentados (CP VERM.) e de referência (CP REF.) apresentaram comportamento praticamente idêntico ao longo de todo o período monitorado. Observou-se também um aumento gradual das temperaturas entre 12:00 e 15:00 horas, correspondendo ao pico de incidência solar, seguido de uma redução progressiva até 18:00 horas.

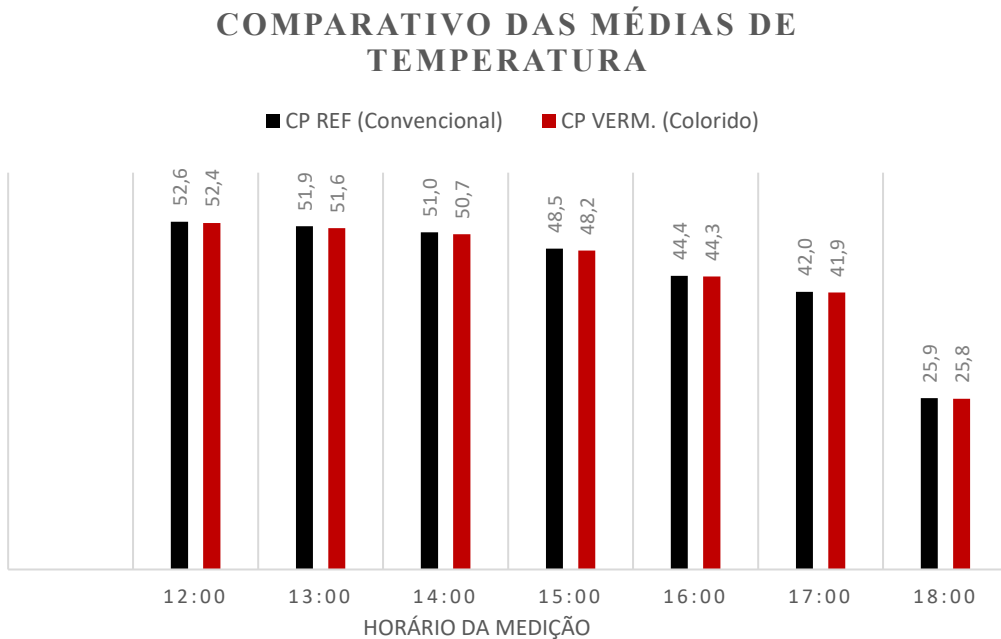
Logo, tanto a análise visual quanto a estatística convergem para o mesmo resultado: o comportamento térmico das amostras pigmentadas manteve-se semelhante ao do material de referência, evidenciando a estabilidade e a viabilidade técnica da coloração aplicada.

Entretanto, ao observar as médias de temperatura registradas, nota-se que o pavimento colorido apresentou valores ligeiramente menores em todos os horários de medição. Essa diferença, embora pequena – variando entre 0,2 °C e 0,3 °C –, indica uma sutil tendência de redução térmica no pavimento pigmentado em relação ao convencional.

Mesmo sem apresentar significância estatística, essa variação pode assumir relevância prática quando analisada em escala urbana, pois reduções superficiais de temperatura, ainda que discretas, tendem a contribuir para o controle das ilhas de calor e para a melhoria do conforto térmico em ambientes externos.

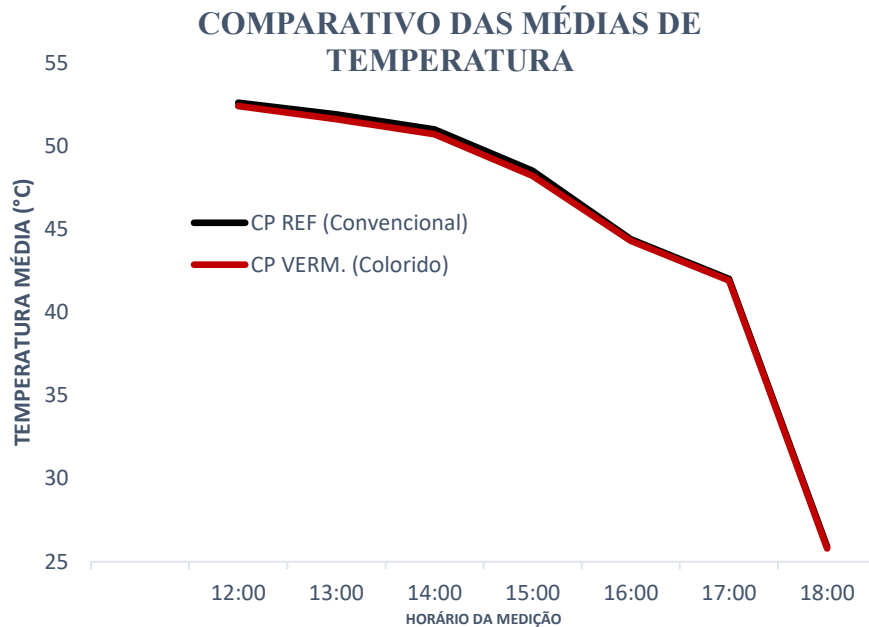
Nos gráficos apresentados a seguir (Figuras 27 e 28), é possível visualizar essa tendência: as curvas de temperatura dos dois pavimentos seguem praticamente o mesmo comportamento ao longo do dia, porém o pavimento colorido mantém-se, de modo geral, com temperaturas ligeiramente inferiores. O gráfico de linhas evidencia a proximidade entre as médias horárias, enquanto o gráfico de diferença de temperaturas destaca, de forma mais clara, a pequena redução observada no pavimento colorido.

Gráfico 1 – Comparativo das médias de temperatura dos corpos de prova (gráfico em barras).



Fonte: Autoria Própria (2025).

Gráfico 2 – Comparativo das médias de temperatura dos corpos de prova (gráfico em linhas).



4.2 Avaliação do Ensaio de Cântabro

Os resultados obtidos indicaram uma perda média de massa de 8,75 % para a mistura de referência e 10,25 % para a mistura pigmentada, conforme demonstrado na Tabela 3 e na Tabela 4, respectivamente. Esses valores se encontram bem abaixo do limite de 20 % geralmente aceito pela literatura técnica como indicativo de boa coesão e aderência entre o ligante e o agregado (DER-SP, 2013; TINAJEROS, 2016). Trabalhos complementares também apontam que, para misturas drenantes, perdas de até 25 % ainda são consideradas aceitáveis, desde que não comprometam a integridade do revestimento (DNER, 1999).

Tabela 2 – Ensaio de Cântabro da Mistura convencional.

AMOSTRAS	M1 (kg)	M2 (kg)	A	MÉD
CP-REF-1	1180,70	1055,69	11,00%	
CP-REF-2	1255,79	1204,22	5,00%	
CP-REF-3	1280,41	1203,79	6,00%	8,75%
CP-REF-4	1244,16	1085,66	13,00%	

Fonte: Autoria Própria (2025).

Tabela 3 – Ensaio de Cântabro da Mistura com pigmento em pó vermelho.

AMOSTRAS	M1 (kg)	M2 (kg)	A	MÉD
CP-VER-1	1198,77	1081,93	10,00%	
CP-VER-2	1257,94	1166,26	8,00%	
CP-VER-3	1266,17	1183,08	7,00%	10,25%
CP-VER-4	1321,94	1119,94	16,00%	

Fonte: Autoria Própria (2025).

A diferença percentual entre as misturas demonstra que a adição do pigmento vermelho não provocou alteração significativa na resistência ao desgaste por abrasão, mantendo o comportamento mecânico semelhante ao da mistura convencional. Assim, observa-se que a pigmentação não comprometeu a aderência ligante–agregado, preservando a durabilidade e o desempenho da mistura frente à ação abrasiva.

Dessa forma, no capítulo seguinte, será apresentadas as conclusões gerais do estudo, acompanhadas de considerações e sugestões para pesquisas futuras relacionadas ao tema.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a adição de pigmento vermelho ao concreto asfáltico não provocou alterações significativas no desempenho do material, tanto sob o aspecto mecânico quanto térmico. De modo geral, os ensaios realizados evidenciaram que a presença do pigmento não comprometeu as propriedades essenciais da mistura, preservando sua durabilidade, estabilidade e coesão.

No Ensaio de Cântabro, os corpos de prova pigmentados apresentaram perda de massa média inferior ao limite máximo de 20% usualmente aceito, confirmando que a pigmentação não comprometeu a resistência à desintegração. Essa constatação reforça que a pigmentação não afetou negativamente a aderência entre ligante e agregado, mantendo o desempenho mecânico dentro dos parâmetros recomendados.

Em relação ao comportamento térmico, o teste t de Student apontou ausência de diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as médias de temperatura das amostras pigmentadas e convencionais. Contudo, observou-se uma discreta tendência de redução térmica nas amostras com pigmento, com temperaturas ligeiramente menores em todos os horários monitorados. Apesar de estatisticamente não significativa, essa redução não é irrelevante, pois representa uma tendência clara de menor absorção térmica. Em contextos urbanos, onde grandes áreas pavimentadas acumulam calor ao longo do dia, diferenças pequenas podem se somar e produzir impactos perceptíveis no microclima.

Assim, sob uma perspectiva experimental e aplicada, os resultados confirmam que a utilização de pigmentos inorgânicos em misturas asfálticas representa uma alternativa estética e funcional viável, capaz de agregar valor ao projeto urbano sem comprometer o desempenho do pavimento. Embora o pigmento vermelho analisado não tenha gerado mudanças expressivas, o estudo abre caminho para novas investigações envolvendo diferentes pigmentos,

concentrações e combinações de materiais, ampliando o campo de aplicação de pavimentos coloridos em contextos de elevada exposição solar.

Por fim, ressalta-se a importância deste trabalho para o avanço do conhecimento sobre misturas asfálticas pigmentadas, um tema ainda pouco explorado na literatura nacional, sobretudo nas condições climáticas da Região Norte do Brasil. Os resultados obtidos contribuem para consolidar uma base técnica que pode subsidiar futuras pesquisas e aplicações voltadas ao desenvolvimento de soluções de pavimentação urbana mais sustentáveis e termicamente eficientes.

5.1 Recomendação para Trabalhos Futuros

Diante do exposto, recomenda-se a continuidade das investigações sobre o uso de pigmentos em misturas asfálticas, ampliando o escopo experimental e explorando novas abordagens, como:

- Explorar a associação entre pigmentos e aditivos de alta refletância (*cool pavements*), visando desenvolver superfícies urbanas mais sustentáveis e com menor absorção de calor.
- Investigar o impacto da pigmentação em longo prazo, considerando fatores como envelhecimento, oxidação e estabilidade da cor sob exposição prolongada.
- Avaliar o comportamento térmico de outros tipos de pigmentos (diferentes cores, composições etc.), especialmente sob distintas intensidades de radiação solar.
- Realizar ensaios mecânicos complementares, como módulo de resiliência, deformação permanente e resistência à tração, a fim de compreender eventuais influências do pigmento nas propriedades estruturais.
- Aplicar a técnica em escala experimental de pavimentação, analisando o desempenho térmico e mecânico em situações reais de tráfego e clima.

REFERÊNCIAS

AKBARI, Hashem; ROSENFELD, Arthur. **Global Cooling: Effect of Urban Albedo on Global Temperature**. 2008.

AMORIM, M. C. C. T.; COUTINHO, P. S.; BURSZTYN, M. **Sustentabilidade urbana e as ilhas de calor: o papel da vegetação no conforto térmico das cidades**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 21, n. 2, p. 208-226, 2019.

ANANDAKUMAR, K. A. **A study on the partition of net radiation into heat fluxes on a dry asphalt surface**. Atmospheric Environment, v. 33, p. 3911-3918, 1999.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Desempenho**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **DNER-ME 383/99 – Desgaste por abrasão de misturas betuminosas com asfalto-polímero – Ensaio Cântabro**. Rio de Janeiro, 1999.

COELHO, F. C. A. **Variación del color y textura de hormigones vistos con adición de pigmentos inorgánicos, sometidos a distintos estados de exposición ambiental**. Tese (Doutorado em Ingeniero de Caminos Canales y Puertos). Universidad Politécnica de Madrid, U. P. MADRID. Espanha, 2001.

DEL CARPIO, J. A. V. **Uso de pigmentos de óxidos de metais mistos na pavimentação para a mitigação da ilha de calor urbana**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

DER-SP – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **Especificação Técnica ET-DE-P00/028_B: Misturas asfálticas porosas – requisitos de desempenho**. São Paulo, 2013.

KIM, F. P.; PINHEIRO, R. A. L. **Caracterização técnica dos agregados brita 0, pó de pedra e areia para fins de uso em concreto asfáltico: estudo de caso – obra do BRT**

- Metropolitano de Belém.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2023.
- LOPES, R. J.; FIORAVANTI, C. **Ondas de calor Reinaldo José Lopes e Carlos Fioravanti.** Pesquisa Fapesp, São Paulo, v. 27, n. 262, p. 01-04, nov. 2017.
- IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** Geneva: IPCC, 2021.
- LAY, M. G. **Seção - Estradas.** In: **HOLLAND, John, ed. Engineering Construction and Building.** Melbourne: Australian Academy of Technological Sciences and Engineering, 1988. p. 344-349.
- OKE, T. R. **The energetic basis of the urban heat island.** *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.
- OKE, T. R. et al. **Urban Climates.** Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- ROSENFELD, A. **Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction.** *Energy and Buildings*, Londres, v. 28, p. 51-62, 1998.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing (Version 4.5) [Computer software].** 2025. Disponível em: <https://cran.r-project.org>
- SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. **Passive cooling of buildings.** London: James & James, 1997.
- SANTAMOURIS, M. **On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings – A review.** *Energy and Buildings*, v. 98, p. 119-124, 2015.
- SILVA, J.; PEREIRA, F. **O efeito estufa e o aquecimento global.** *Revista de Estudos Climáticos*, v. 10, n. 1, p. 45-60, 2019.
- TRICHÊS, G. **Mistura asfálticas coloridas e a ilha de calor urbano.** *Boletim Técnico do Sindicato da Construção Pesada do Estado de São Paulo*, São Paulo, n. 3, 2014.
- TINAJEROS, L. A. **Estudo da durabilidade de misturas asfálticas com adição de polímeros e fibras celulósicas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- THE JAMOVI PROJECT. **jamovi (Version 2.7) [Computer Software].** 2025. Disponível em: <https://www.jamovi.org>

APÊNDICE A

DATA	HORA	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	DATA	HORA	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	12:00:00	28,20	28,00	27,80	27,60	27,90	03/09/2025	12:00:00	28,10	27,90	27,70	27,50	27,80
04/09/2025	12:00:00	27,10	26,90	26,70	26,50	26,80	04/09/2025	12:00:00	27,00	26,80	26,60	26,40	26,70
05/09/2025	12:00:00	42,90	40,20	37,85	35,35	39,08	05/09/2025	12:00:00	41,60	39,20	36,60	34,10	37,88
06/09/2025	12:00:00	37,49	37,27	37,05	36,83	37,16	06/09/2025	12:00:00	37,38	37,16	36,94	36,72	37,05
07/09/2025	12:00:00	54,60	55,00	54,90	55,10	54,90	07/09/2025	12:00:00	54,80	54,40	54,60	54,80	54,65
08/09/2025	12:00:00	55,60	55,40	55,20	55,50	55,43	08/09/2025	12:00:00	55,80	55,50	55,30	56,10	55,68
09/09/2025	12:00:00	37,80	35,90	34,80	33,35	35,46	09/09/2025	12:00:00	36,70	35,30	34,10	32,72	34,71
10/09/2025	12:00:00	59,00	59,10	59,00	58,80	58,98	10/09/2025	12:00:00	59,00	59,50	58,80	58,70	59,00
11/09/2025	12:00:00	58,80	59,00	59,00	58,90	58,93	11/09/2025	12:00:00	58,60	58,90	58,40	58,70	58,65
12/09/2025	12:00:00	55,50	55,50	55,30	55,30	55,40	12/09/2025	12:00:00	55,80	55,20	55,00	55,50	55,38
13/09/2025	12:00:00	52,00	52,50	52,80	53,10	52,60	13/09/2025	12:00:00	52,70	53,30	52,80	52,90	52,93
14/09/2025	12:00:00	58,60	58,20	58,30	57,90	58,25	14/09/2025	12:00:00	58,00	58,10	58,40	58,40	58,23
15/09/2025	12:00:00	56,20	55,30	56,30	56,00	55,95	15/09/2025	12:00:00	56,60	55,60	55,30	55,40	55,73
16/09/2025	12:00:00	58,80	59,00	59,20	59,40	59,10	16/09/2025	12:00:00	58,90	58,90	58,70	58,60	58,78
17/09/2025	12:00:00	54,60	55,00	54,90	55,10	54,90	17/09/2025	12:00:00	54,80	54,40	54,60	54,80	54,65
18/09/2025	12:00:00	55,60	55,40	55,20	55,50	55,43	18/09/2025	12:00:00	55,80	55,50	55,30	56,10	55,68
19/09/2025	12:00:00	57,10	56,70	57,30	57,10	57,05	19/09/2025	12:00:00	57,10	56,60	57,20	57,70	57,15
20/09/2025	12:00:00	57,00	56,60	56,80	56,10	56,63	20/09/2025	12:00:00	57,00	56,70	56,60	56,70	56,75
21/09/2025	12:00:00	56,90	57,30	57,40	57,10	57,18	21/09/2025	12:00:00	57,30	57,60	56,60	57,00	57,13
22/09/2025	12:00:00	53,20	52,70	53,40	53,30	53,15	22/09/2025	12:00:00	53,40	53,50	53,00	53,30	53,30
23/09/2025	12:00:00	57,00	57,40	56,80	56,90	57,03	23/09/2025	12:00:00	57,10	57,10	56,80	56,80	56,95
24/09/2025	12:00:00	56,30	57,20	56,30	56,30	56,53	24/09/2025	12:00:00	56,40	56,90	56,70	56,40	56,60
25/09/2025	12:00:00	53,00	53,30	53,30	53,40	53,25	25/09/2025	12:00:00	53,60	53,10	53,80	53,10	53,40
26/09/2025	12:00:00	59,00	58,40	58,50	58,40	58,58	26/09/2025	12:00:00	58,50	58,90	58,80	58,60	58,70
27/09/2025	12:00:00	58,50	58,80	58,90	59,00	58,80	27/09/2025	12:00:00	57,90	58,70	58,80	58,90	58,58
28/09/2025	12:00:00	56,90	56,80	57,20	56,70	56,90	28/09/2025	12:00:00	57,20	57,40	57,30	57,20	57,28
29/09/2025	12:00:00	58,40	58,60	58,90	58,40	58,58	29/09/2025	12:00:00	58,70	58,90	58,50	58,90	58,75
30/09/2025	12:00:00	56,40	56,00	55,60	56,00	56,00	30/09/2025	12:00:00	55,70	56,00	55,70	56,10	55,88
01/10/2025	12:00:00	42,00	44,50	46,20	46,00	44,68	01/10/2025	12:00:00	39,10	43,50	45,40	45,60	43,40
02/10/2025	12:00:00	44,50	46,30	46,90	47,30	46,25	02/10/2025	12:00:00	42,90	44,60	46,10	46,30	44,98
03/10/2025	12:00:00	54,50	54,20	54,50	54,00	54,30	03/10/2025	12:00:00	54,40	53,70	54,00	54,40	54,13
04/10/2025	12:00:00	51,70	51,70	52,50	51,70	51,90	04/10/2025	12:00:00	51,80	51,40	51,70	51,30	51,55
05/10/2025	12:00:00	57,30	57,20	56,80	57,00	57,08	05/10/2025	12:00:00	56,80	57,00	56,80	58,00	57,15
06/10/2025	12:00:00	51,50	51,90	51,60	51,80	51,70	06/10/2025	12:00:00	51,70	51,50	51,70	51,50	51,60
07/10/2025	12:00:00	57,20	57,20	57,90	57,40	57,43	07/10/2025	12:00:00	57,40	57,40	56,80	56,80	57,10

08/10/2025	12:00:00	57,00	56,80	57,50	57,00	57,08	08/10/2025	12:00:00	57,10	57,10	56,60	57,10	56,98
09/10/2025	12:00:00	58,70	58,50	58,00	58,70	58,48	09/10/2025	12:00:00	58,50	58,40	58,90	58,60	58,60
DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	13:00:00	35,90	33,50	31,10	29,03	32,38	03/09/2025	13:00:00	34,70	32,30	29,90	28,08	31,25
04/09/2025	13:00:00	33,50	31,10	28,70	26,30	29,90	04/09/2025	13:00:00	32,30	29,90	27,50	25,10	28,70
05/09/2025	13:00:00	45,09	44,93	44,77	44,61	44,85	05/09/2025	13:00:00	45,01	44,85	44,69	44,53	44,77
06/09/2025	13:00:00	43,90	37,59	36,81	36,03	38,58	06/09/2025	13:00:00	34,70	37,20	36,42	35,64	35,99
07/09/2025	13:00:00	53,00	53,00	53,10	52,70	52,95	07/09/2025	13:00:00	52,60	52,50	52,80	52,40	52,58
08/09/2025	13:00:00	53,70	53,30	53,70	53,10	53,45	08/09/2025	13:00:00	53,50	53,40	53,30	53,60	53,45
09/09/2025	13:00:00	53,40	51,20	50,80	58,70	53,53	09/09/2025	13:00:00	55,10	49,50	48,20	59,30	53,03
10/09/2025	13:00:00	57,00	56,80	57,20	57,30	57,08	10/09/2025	13:00:00	56,20	56,50	56,80	56,60	56,53
11/09/2025	13:00:00	56,70	57,00	56,30	56,10	56,53	11/09/2025	13:00:00	56,90	56,60	56,90	56,50	56,73
12/09/2025	13:00:00	52,60	52,80	52,40	52,60	52,60	12/09/2025	13:00:00	52,70	53,30	52,80	53,10	52,98
13/09/2025	13:00:00	50,20	50,30	50,60	50,50	50,40	13/09/2025	13:00:00	50,40	50,60	50,70	50,30	50,50
14/09/2025	13:00:00	56,20	56,70	55,80	56,10	56,20	14/09/2025	13:00:00	55,90	56,20	55,80	56,00	55,98
15/09/2025	13:00:00	53,50	53,10	53,20	53,50	53,33	15/09/2025	13:00:00	53,30	53,60	53,90	53,60	53,60
16/09/2025	13:00:00	56,20	56,10	56,00	56,00	56,08	16/09/2025	13:00:00	56,40	56,80	56,00	56,50	56,43
17/09/2025	13:00:00	53,00	53,00	53,10	52,70	52,95	17/09/2025	13:00:00	52,60	52,50	52,80	52,40	52,58
18/09/2025	13:00:00	53,70	53,30	53,70	53,10	53,45	18/09/2025	13:00:00	53,50	53,40	53,30	53,60	53,45
19/09/2025	13:00:00	54,00	54,40	54,60	54,40	54,35	19/09/2025	13:00:00	54,60	54,20	55,10	54,70	54,65
20/09/2025	13:00:00	54,80	54,20	54,70	54,60	54,58	20/09/2025	13:00:00	54,20	53,90	54,60	54,90	54,40
21/09/2025	13:00:00	55,20	54,50	55,30	55,50	55,13	21/09/2025	13:00:00	54,70	54,90	55,40	55,30	55,08
22/09/2025	13:00:00	50,10	50,70	50,00	50,20	50,25	22/09/2025	13:00:00	50,20	50,40	50,00	49,60	50,05
23/09/2025	13:00:00	54,70	54,60	54,30	54,70	54,58	23/09/2025	13:00:00	55,20	54,90	54,80	54,80	54,93
24/09/2025	13:00:00	54,00	54,50	54,70	54,20	54,35	24/09/2025	13:00:00	53,90	54,50	54,20	54,30	54,23
25/09/2025	13:00:00	49,60	49,60	49,30	49,60	49,53	25/09/2025	13:00:00	49,60	50,30	49,30	50,00	49,80
26/09/2025	13:00:00	56,30	56,50	56,30	56,40	56,38	26/09/2025	13:00:00	56,60	56,30	56,20	55,80	56,23
27/09/2025	13:00:00	56,00	55,50	56,50	56,70	56,18	27/09/2025	13:00:00	56,30	56,60	56,20	56,90	56,50
28/09/2025	13:00:00	54,10	55,10	54,70	54,40	54,58	28/09/2025	13:00:00	54,90	54,60	55,30	55,00	54,95
29/09/2025	13:00:00	56,50	56,30	56,80	57,00	56,65	29/09/2025	13:00:00	56,50	56,70	56,30	56,50	56,50
30/09/2025	13:00:00	53,40	53,60	53,50	54,20	53,68	30/09/2025	13:00:00	53,90	53,50	53,70	53,90	53,75
01/10/2025	13:00:00	54,00	53,40	53,50	53,20	53,53	01/10/2025	13:00:00	53,50	53,70	53,00	53,70	53,48
02/10/2025	13:00:00	45,60	48,00	49,60	51,40	48,65	02/10/2025	13:00:00	43,50	45,80	47,80	48,80	46,48
03/10/2025	13:00:00	47,70	51,60	53,80	55,10	52,05	03/10/2025	13:00:00	45,50	46,20	51,70	52,70	49,03
04/10/2025	13:00:00	50,10	50,20	50,00	49,60	49,98	04/10/2025	13:00:00	50,40	50,50	49,80	49,80	50,13
05/10/2025	13:00:00	55,20	55,40	54,90	54,40	54,98	05/10/2025	13:00:00	54,50	54,90	55,00	55,10	54,88
06/10/2025	13:00:00	48,80	49,40	50,20	49,60	49,50	06/10/2025	13:00:00	49,80	49,60	49,70	49,80	49,73
07/10/2025	13:00:00	54,80	55,00	55,10	55,00	54,98	07/10/2025	13:00:00	54,90	54,60	55,00	54,80	54,83
08/10/2025	13:00:00	54,80	54,70	55,00	54,50	54,75	08/10/2025	13:00:00	55,30	54,60	54,90	54,80	54,90

09/10/2025	13:00:00	56,40	56,40	56,00	56,70	56,38	09/10/2025	13:00:00	55,90	56,10	55,80	56,40	56,05
DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	14:00:00	40,10	37,70	35,30	32,90	36,50	03/09/2025	14:00:00	38,90	36,50	34,10	31,70	35,30
04/09/2025	14:00:00	51,40	54,40	57,40	60,40	55,90	04/09/2025	14:00:00	52,90	55,90	58,90	61,90	57,40
05/09/2025	14:00:00	48,70	41,80	52,78	54,96	49,56	05/09/2025	14:00:00	44,90	41,60	51,69	53,87	48,02
06/09/2025	14:00:00	50,31	37,91	36,57	35,23	40,01	06/09/2025	14:00:00	41,30	37,24	35,90	34,56	37,25
07/09/2025	14:00:00	51,40	55,90	51,40	55,90	53,65	07/09/2025	14:00:00	50,80	51,70	50,80	51,70	51,25
08/09/2025	14:00:00	51,70	51,10	50,80	51,20	51,20	08/09/2025	14:00:00	50,50	51,40	50,90	50,80	50,90
09/09/2025	14:00:00	51,50	49,50	47,90	50,80	49,93	09/09/2025	14:00:00	50,90	48,10	47,70	51,60	49,58
10/09/2025	14:00:00	54,60	53,90	54,50	54,10	54,28	10/09/2025	14:00:00	54,10	54,00	54,20	54,80	54,28
11/09/2025	14:00:00	54,20	54,50	54,40	54,00	54,28	11/09/2025	14:00:00	54,60	54,50	54,50	54,50	54,53
12/09/2025	14:00:00	49,80	49,80	50,30	49,80	49,93	12/09/2025	14:00:00	49,20	50,20	49,90	49,60	49,73
13/09/2025	14:00:00	48,40	49,00	48,90	49,00	48,83	13/09/2025	14:00:00	48,70	49,00	49,10	49,40	49,05
14/09/2025	14:00:00	54,00	54,00	54,00	53,70	53,93	14/09/2025	14:00:00	53,80	54,10	54,00	54,80	54,18
15/09/2025	14:00:00	51,40	52,00	51,20	51,40	51,50	15/09/2025	14:00:00	51,40	51,60	51,80	51,40	51,55
16/09/2025	14:00:00	54,40	54,60	55,30	54,80	54,78	16/09/2025	14:00:00	55,00	54,40	55,20	54,80	54,85
17/09/2025	14:00:00	50,80	50,80	51,00	51,20	50,95	17/09/2025	14:00:00	50,70	50,10	51,00	51,40	50,80
18/09/2025	14:00:00	51,70	51,10	50,80	51,20	51,20	18/09/2025	14:00:00	50,50	51,40	50,90	50,80	50,90
19/09/2025	14:00:00	52,20	52,40	51,80	52,10	52,13	19/09/2025	14:00:00	51,80	52,10	51,70	52,10	51,93
20/09/2025	14:00:00	52,80	53,00	52,30	52,50	52,65	20/09/2025	14:00:00	52,40	52,70	52,70	52,80	52,65
21/09/2025	14:00:00	52,70	52,90	52,40	52,60	52,65	21/09/2025	14:00:00	53,00	52,30	52,70	52,80	52,70
22/09/2025	14:00:00	47,40	48,30	46,90	48,20	47,70	22/09/2025	14:00:00	48,10	48,10	47,50	47,60	47,83
23/09/2025	14:00:00	52,10	51,70	51,90	52,40	52,03	23/09/2025	14:00:00	52,00	52,30	51,60	52,20	52,03
24/09/2025	14:00:00	51,50	51,80	51,90	51,60	51,70	24/09/2025	14:00:00	52,70	52,20	51,90	52,20	52,25
25/09/2025	14:00:00	48,80	48,90	48,60	48,90	48,80	25/09/2025	14:00:00	48,60	49,00	48,40	48,90	48,73
26/09/2025	14:00:00	54,20	53,60	53,40	53,80	53,75	26/09/2025	14:00:00	54,30	53,50	53,80	53,30	53,73
27/09/2025	14:00:00	53,80	53,80	54,10	53,60	53,83	27/09/2025	14:00:00	54,60	53,60	53,50	53,90	53,90
28/09/2025	14:00:00	52,30	52,40	52,10	52,90	52,43	28/09/2025	14:00:00	52,50	52,40	53,00	52,70	52,65
29/09/2025	14:00:00	54,90	54,60	54,90	54,80	54,80	29/09/2025	14:00:00	54,80	54,20	54,40	54,50	54,48
30/09/2025	14:00:00	51,40	51,40	50,60	51,20	51,15	30/09/2025	14:00:00	50,90	51,30	51,60	51,70	51,38
01/10/2025	14:00:00	50,00	57,40	59,22	60,60	56,81	01/10/2025	14:00:00	47,00	53,90	58,20	58,80	54,48
02/10/2025	14:00:00	47,30	49,20	49,50	49,10	48,78	02/10/2025	14:00:00	43,90	48,00	48,20	48,60	47,18
03/10/2025	14:00:00	39,80	42,00	44,70	45,00	42,88	03/10/2025	14:00:00	39,00	40,40	43,00	44,00	41,60
04/10/2025	14:00:00	47,90	48,40	48,30	48,80	48,35	04/10/2025	14:00:00	48,60	48,20	49,20	48,40	48,60
05/10/2025	14:00:00	52,50	53,30	52,30	52,90	52,75	05/10/2025	14:00:00	53,10	52,90	53,00	52,90	52,98
06/10/2025	14:00:00	48,40	48,00	48,00	48,60	48,25	06/10/2025	14:00:00	47,90	48,40	48,00	48,10	48,10
07/10/2025	14:00:00	52,80	52,40	52,50	52,70	52,60	07/10/2025	14:00:00	52,80	52,10	52,70	52,30	52,48
08/10/2025	14:00:00	53,40	53,00	52,80	53,10	53,08	08/10/2025	14:00:00	52,80	52,80	52,30	53,00	52,73
09/10/2025	14:00:00	54,80	54,70	54,50	54,60	54,65	09/10/2025	14:00:00	54,70	54,80	54,70	55,70	54,98

DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	15:00:00	52,00	47,40	42,80	38,20	45,10	03/09/2025	15:00:00	49,70	45,10	40,50	35,90	42,80
04/09/2025	15:00:00	60,30	59,50	58,70	57,90	59,10	04/09/2025	15:00:00	59,90	59,10	58,30	57,50	58,70
05/09/2025	15:00:00	50,00	48,20	46,70	45,18	47,52	05/09/2025	15:00:00	48,60	47,60	45,94	44,42	46,64
06/09/2025	15:00:00	50,10	39,08	38,72	38,36	41,57	06/09/2025	15:00:00	47,90	38,90	38,54	38,18	40,88
07/09/2025	15:00:00	45,90	47,10	45,90	47,10	46,50	07/09/2025	15:00:00	45,30	45,40	45,30	45,40	45,35
08/09/2025	15:00:00	47,90	47,80	47,90	48,90	48,13	08/09/2025	15:00:00	47,90	48,10	47,90	48,20	48,03
09/09/2025	15:00:00	56,10	53,80	54,40	56,30	55,15	09/09/2025	15:00:00	56,20	52,70	52,30	56,70	54,48
10/09/2025	15:00:00	51,50	51,00	51,50	51,40	51,35	10/09/2025	15:00:00	51,50	51,20	51,20	51,40	51,33
11/09/2025	15:00:00	50,90	51,30	50,70	51,10	51,00	11/09/2025	15:00:00	50,70	50,80	50,80	50,70	50,75
12/09/2025	15:00:00	47,30	47,00	47,10	46,60	47,00	12/09/2025	15:00:00	47,00	46,90	47,50	47,20	47,15
13/09/2025	15:00:00	45,90	45,60	46,30	45,30	45,78	13/09/2025	15:00:00	46,30	45,80	45,50	46,20	45,95
14/09/2025	15:00:00	49,70	49,50	49,20	49,20	49,40	14/09/2025	15:00:00	49,70	49,40	49,20	49,00	49,33
15/09/2025	15:00:00	47,80	47,20	47,10	47,80	47,48	15/09/2025	15:00:00	48,00	47,40	47,90	47,10	47,60
16/09/2025	15:00:00	50,20	50,20	50,50	49,90	50,20	16/09/2025	15:00:00	50,20	49,70	50,40	50,30	50,15
17/09/2025	15:00:00	45,90	46,20	46,90	46,60	46,40	17/09/2025	15:00:00	46,40	46,70	46,70	46,70	46,63
18/09/2025	15:00:00	47,90	47,80	47,90	48,90	48,13	18/09/2025	15:00:00	47,90	48,10	47,90	48,20	48,03
19/09/2025	15:00:00	48,60	48,80	48,60	49,10	48,78	19/09/2025	15:00:00	48,70	48,60	48,30	48,10	48,43
20/09/2025	15:00:00	48,70	49,10	49,40	49,50	49,18	20/09/2025	15:00:00	49,30	48,80	48,60	48,80	48,88
21/09/2025	15:00:00	49,00	49,10	49,20	49,70	49,25	21/09/2025	15:00:00	49,20	49,30	49,70	49,20	49,35
22/09/2025	15:00:00	44,80	44,60	44,80	44,70	44,73	22/09/2025	15:00:00	44,60	44,70	45,20	44,50	44,75
23/09/2025	15:00:00	48,60	48,70	48,50	48,10	48,48	23/09/2025	15:00:00	48,80	48,30	48,60	48,50	48,55
24/09/2025	15:00:00	48,90	48,50	48,20	48,20	48,45	24/09/2025	15:00:00	47,90	48,30	48,30	48,00	48,13
25/09/2025	15:00:00	45,80	45,20	46,10	45,70	45,70	25/09/2025	15:00:00	45,30	45,30	45,40	45,90	45,48
26/09/2025	15:00:00	51,00	50,80	50,50	50,10	50,60	26/09/2025	15:00:00	50,50	50,70	50,80	51,20	50,80
27/09/2025	15:00:00	51,10	50,80	51,70	50,80	51,10	27/09/2025	15:00:00	51,10	50,50	51,40	50,50	50,88
28/09/2025	15:00:00	49,00	49,30	49,10	49,20	49,15	28/09/2025	15:00:00	49,10	49,30	49,60	49,10	49,28
29/09/2025	15:00:00	51,40	50,80	50,90	51,20	51,08	29/09/2025	15:00:00	50,60	51,10	51,10	50,80	50,90
30/09/2025	15:00:00	47,20	47,30	48,40	47,20	47,53	30/09/2025	15:00:00	47,10	47,40	47,80	47,20	47,38
01/10/2025	15:00:00	48,40	48,20	48,40	48,00	48,25	01/10/2025	15:00:00	48,50	48,40	48,40	48,20	48,38
02/10/2025	15:00:00	44,40	46,10	47,20	47,80	46,38	02/10/2025	15:00:00	43,20	45,10	46,30	46,80	45,35
03/10/2025	15:00:00	46,60	47,00	47,10	46,80	46,88	03/10/2025	15:00:00	46,80	46,70	47,00	46,30	46,70
04/10/2025	15:00:00	44,40	44,40	44,80	44,50	44,53	04/10/2025	15:00:00	44,50	44,40	43,80	44,70	44,35
05/10/2025	15:00:00	50,10	50,20	48,60	49,50	49,60	05/10/2025	15:00:00	49,70	50,00	49,20	49,30	49,55
06/10/2025	15:00:00	43,90	44,40	45,10	44,40	44,45	06/10/2025	15:00:00	44,20	44,00	44,40	44,70	44,33
07/10/2025	15:00:00	48,90	49,40	49,10	49,70	49,28	07/10/2025	15:00:00	49,30	49,80	48,80	49,80	49,43
08/10/2025	15:00:00	48,90	48,60	48,90	48,80	48,80	08/10/2025	15:00:00	48,60	48,40	48,70	48,40	48,53
09/10/2025	15:00:00	50,20	50,80	50,60	50,50	50,53	09/10/2025	15:00:00	50,50	50,60	50,60	50,30	50,50
DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED

03/09/2025	16:00:00	29,80	30,20	30,60	31,00	30,40	03/09/2025	16:00:00	30,00	30,40	30,80	31,20	30,60
04/09/2025	16:00:00	47,80	47,20	46,60	46,00	46,90	04/09/2025	16:00:00	47,50	46,90	46,30	45,70	46,60
05/09/2025	16:00:00	46,40	44,10	42,25	40,43	43,30	05/09/2025	16:00:00	44,20	43,40	41,34	39,52	42,12
06/09/2025	16:00:00	48,40	47,30	45,35	43,87	46,23	06/09/2025	16:00:00	47,20	45,90	44,61	43,13	45,21
07/09/2025	16:00:00	43,90	44,20	43,80	44,60	44,13	07/09/2025	16:00:00	44,60	44,20	44,20	44,00	44,25
08/09/2025	16:00:00	42,50	40,20	42,50	40,20	41,35	08/09/2025	16:00:00	41,30	39,60	41,30	39,60	40,45
09/09/2025	16:00:00	43,90	43,20	44,30	40,50	42,98	09/09/2025	16:00:00	43,60	43,30	42,40	38,60	41,98
10/09/2025	16:00:00	48,00	47,40	47,90	47,60	47,73	10/09/2025	16:00:00	48,00	47,90	48,00	47,70	47,90
11/09/2025	16:00:00	47,80	48,60	47,30	48,40	48,03	11/09/2025	16:00:00	49,00	48,00	48,80	48,60	48,60
12/09/2025	16:00:00	43,00	43,00	42,90	43,10	43,00	12/09/2025	16:00:00	42,90	43,00	43,40	42,70	43,00
13/09/2025	16:00:00	41,90	41,70	42,40	42,80	42,20	13/09/2025	16:00:00	41,50	42,20	42,40	42,20	42,08
14/09/2025	16:00:00	47,50	47,40	47,10	47,30	47,33	14/09/2025	16:00:00	47,30	47,20	47,50	47,40	47,35
15/09/2025	16:00:00	45,40	45,60	45,30	45,30	45,40	15/09/2025	16:00:00	45,30	45,20	45,70	45,50	45,43
16/09/2025	16:00:00	47,10	46,80	46,90	47,00	46,95	16/09/2025	16:00:00	46,50	47,40	47,60	46,50	47,00
17/09/2025	16:00:00	43,90	44,20	43,80	44,60	44,13	17/09/2025	16:00:00	44,60	44,20	44,20	44,00	44,25
18/09/2025	16:00:00	45,70	45,20	45,60	45,40	45,48	18/09/2025	16:00:00	45,20	44,90	45,10	44,90	45,03
19/09/2025	16:00:00	45,60	46,10	46,10	45,90	45,93	19/09/2025	16:00:00	46,00	45,60	45,70	46,00	45,83
20/09/2025	16:00:00	46,70	46,80	46,20	46,60	46,58	20/09/2025	16:00:00	46,80	46,40	46,60	46,70	46,63
21/09/2025	16:00:00	46,50	46,70	46,90	47,30	46,85	21/09/2025	16:00:00	47,40	47,30	47,40	47,50	47,40
22/09/2025	16:00:00	41,60	41,50	41,80	41,60	41,63	22/09/2025	16:00:00	41,70	41,20	41,50	41,50	41,48
23/09/2025	16:00:00	46,30	46,90	46,10	46,10	46,35	23/09/2025	16:00:00	46,10	46,30	46,40	46,40	46,30
24/09/2025	16:00:00	44,80	45,40	45,40	45,00	45,15	24/09/2025	16:00:00	44,70	45,10	44,70	45,10	44,90
25/09/2025	16:00:00	43,50	43,30	43,40	42,90	43,28	25/09/2025	16:00:00	43,20	43,10	43,50	43,90	43,43
26/09/2025	16:00:00	47,60	47,30	47,60	48,10	47,65	26/09/2025	16:00:00	47,30	47,40	47,60	47,50	47,45
27/09/2025	16:00:00	47,90	47,90	48,20	48,30	48,08	27/09/2025	16:00:00	48,10	48,10	48,60	48,20	48,25
28/09/2025	16:00:00	44,80	45,80	45,50	45,40	45,38	28/09/2025	16:00:00	45,30	45,50	45,20	45,50	45,38
29/09/2025	16:00:00	48,00	47,80	47,80	47,60	47,80	29/09/2025	16:00:00	47,60	47,80	47,40	47,70	47,63
30/09/2025	16:00:00	44,20	44,70	44,60	44,40	44,48	30/09/2025	16:00:00	44,90	44,80	44,90	44,10	44,68
01/10/2025	16:00:00	34,60	36,20	36,70	36,20	35,93	01/10/2025	16:00:00	32,60	35,90	36,20	35,20	34,98
02/10/2025	16:00:00	39,10	40,60	41,40	41,80	40,73	02/10/2025	16:00:00	37,20	40,30	41,00	41,30	39,95
03/10/2025	16:00:00	40,80	41,50	42,50	42,60	41,85	03/10/2025	16:00:00	39,20	40,90	41,50	42,00	40,90
04/10/2025	16:00:00	41,40	41,90	41,50	42,10	41,73	04/10/2025	16:00:00	42,30	41,80	41,70	42,00	41,95
05/10/2025	16:00:00	46,60	46,50	46,60	46,50	46,55	05/10/2025	16:00:00	46,00	45,70	46,00	46,20	45,98
06/10/2025	16:00:00	42,00	41,50	41,90	42,20	41,90	06/10/2025	16:00:00	42,20	42,20	41,90	41,80	42,03
07/10/2025	16:00:00	47,20	46,70	47,40	46,70	47,00	07/10/2025	16:00:00	47,20	46,80	46,60	46,50	46,78
08/10/2025	16:00:00	45,90	45,70	45,80	46,00	45,85	08/10/2025	16:00:00	46,50	46,30	46,30	46,70	46,45
09/10/2025	16:00:00	47,80	47,70	47,50	47,40	47,60	09/10/2025	16:00:00	47,80	48,30	47,80	47,80	47,93
DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	17:00:00	28,10	28,50	28,90	29,30	28,70	03/09/2025	17:00:00	28,30	28,70	29,10	29,50	28,90

04/09/2025	17:00:00	35,30	34,90	34,50	34,10	34,70	04/09/2025	17:00:00	35,10	34,70	34,30	33,90	34,50
05/09/2025	17:00:00	43,80	43,00	42,10	41,40	42,58	05/09/2025	17:00:00	42,60	42,50	41,75	41,05	41,98
06/09/2025	17:00:00	44,01	43,00	40,52	38,72	41,56	06/09/2025	17:00:00	43,00	41,02	39,62	37,82	40,37
07/09/2025	17:00:00	43,50	44,40	43,50	44,40	43,95	07/09/2025	17:00:00	42,00	43,40	42,00	43,40	42,70
08/09/2025	17:00:00	43,40	43,10	42,70	42,60	42,95	08/09/2025	17:00:00	43,10	43,40	43,10	42,60	43,05
09/09/2025	17:00:00	42,30	43,40	43,20	45,10	43,50	09/09/2025	17:00:00	43,00	43,30	43,00	44,60	43,48
10/09/2025	17:00:00	46,40	46,10	46,20	45,80	46,13	10/09/2025	17:00:00	45,70	46,00	46,10	46,40	46,05
11/09/2025	17:00:00	44,30	43,30	44,10	44,00	43,93	11/09/2025	17:00:00	43,80	43,60	44,70	44,20	44,08
12/09/2025	17:00:00	41,20	41,10	41,40	41,00	41,18	12/09/2025	17:00:00	41,20	41,10	40,70	40,90	40,98
13/09/2025	17:00:00	40,30	40,30	41,20	40,40	40,55	13/09/2025	17:00:00	41,00	40,70	40,80	40,10	40,65
14/09/2025	17:00:00	45,30	45,20	45,90	45,30	45,43	14/09/2025	17:00:00	45,50	45,90	45,30	44,90	45,40
15/09/2025	17:00:00	42,60	42,90	42,90	42,50	42,73	15/09/2025	17:00:00	42,40	43,10	42,80	43,00	42,83
16/09/2025	17:00:00	44,60	44,60	44,80	44,40	44,60	16/09/2025	17:00:00	44,30	44,20	45,10	44,60	44,55
17/09/2025	17:00:00	40,20	40,00	40,10	40,40	40,18	17/09/2025	17:00:00	40,00	39,90	40,00	40,20	40,03
18/09/2025	17:00:00	43,40	43,10	42,70	42,60	42,95	18/09/2025	17:00:00	43,10	43,40	43,10	42,60	43,05
19/09/2025	17:00:00	41,70	42,80	42,20	42,10	42,20	19/09/2025	17:00:00	42,60	42,50	42,90	42,50	42,63
20/09/2025	17:00:00	42,00	41,60	42,10	41,80	41,88	20/09/2025	17:00:00	42,10	41,90	41,90	42,30	42,05
21/09/2025	17:00:00	44,60	44,50	44,50	44,40	44,50	21/09/2025	17:00:00	44,40	43,90	44,40	44,50	44,30
22/09/2025	17:00:00	39,30	39,00	38,70	39,20	39,05	22/09/2025	17:00:00	39,70	39,40	39,20	39,40	39,43
23/09/2025	17:00:00	44,20	43,70	44,00	43,80	43,93	23/09/2025	17:00:00	44,30	44,40	44,30	44,00	44,25
24/09/2025	17:00:00	43,40	42,90	43,00	43,20	43,13	24/09/2025	17:00:00	42,90	42,80	42,90	43,00	42,90
25/09/2025	17:00:00	38,30	38,20	38,50	38,10	38,28	25/09/2025	17:00:00	38,20	38,30	39,10	38,60	38,55
26/09/2025	17:00:00	44,10	44,80	44,90	44,20	44,50	26/09/2025	17:00:00	44,90	44,90	44,10	44,80	44,68
27/09/2025	17:00:00	43,50	44,20	44,20	43,70	43,90	27/09/2025	17:00:00	43,80	43,70	44,20	44,50	44,05
28/09/2025	17:00:00	43,00	42,80	42,90	43,40	43,03	28/09/2025	17:00:00	42,60	43,20	43,60	43,00	43,10
29/09/2025	17:00:00	46,50	46,20	46,20	45,80	46,18	29/09/2025	17:00:00	45,90	46,20	45,70	45,70	45,88
30/09/2025	17:00:00	42,00	42,60	42,60	41,90	42,28	30/09/2025	17:00:00	42,40	42,80	42,70	42,10	42,50
01/10/2025	17:00:00	41,90	42,60	42,40	41,90	42,20	01/10/2025	17:00:00	42,40	42,40	41,80	41,90	42,13
02/10/2025	17:00:00	41,40	41,10	41,70	41,30	41,38	02/10/2025	17:00:00	41,20	40,80	41,60	41,50	41,28
03/10/2025	17:00:00	39,90	40,40	40,50	40,50	40,33	03/10/2025	17:00:00	39,40	39,80	40,00	40,00	39,80
04/10/2025	17:00:00	38,30	38,00	38,60	38,10	38,25	04/10/2025	17:00:00	38,10	38,90	38,10	39,00	38,53
05/10/2025	17:00:00	42,30	42,30	42,60	42,30	42,38	05/10/2025	17:00:00	42,10	41,80	42,30	42,70	42,23
06/10/2025	17:00:00	38,80	38,50	38,10	38,10	38,38	06/10/2025	17:00:00	38,30	38,10	38,60	38,40	38,35
07/10/2025	17:00:00	43,70	43,10	44,00	43,10	43,48	07/10/2025	17:00:00	43,10	43,40	43,70	43,50	43,43
08/10/2025	17:00:00	43,00	43,40	43,50	43,60	43,38	08/10/2025	17:00:00	43,60	43,40	43,20	43,10	43,33
09/10/2025	17:00:00	44,30	43,70	44,40	44,60	44,25	09/10/2025	17:00:00	44,60	43,90	44,40	44,10	44,25
DATA	Hora	CP-REF-1	CP-REF-2	CP-REF-3	CP-REF-4	MED	Data	Hora	CP-VER-1	CP-VER-2	CP-VER-3	CP-VER-4	MED
03/09/2025	18:00:00	26,40	25,80	25,20	24,60	25,50	03/09/2025	18:00:00	26,10	25,50	24,90	24,30	25,20
04/09/2025	18:00:00	29,40	28,80	28,20	27,60	28,50	04/09/2025	18:00:00	29,10	28,50	27,90	27,30	28,20

05/09/2025	18:00:00	34,30	34,60	34,55	34,61	34,58	05/09/2025	18:00:00	34,60	34,40	34,58	34,64	34,59
06/09/2025	18:00:00	36,02	35,06	34,22	33,43	34,64	06/09/2025	18:00:00	35,07	34,70	33,82	33,03	34,26
07/09/2025	18:00:00	33,80	33,60	33,80	33,60	33,70	07/09/2025	18:00:00	33,10	33,60	33,10	33,60	33,35
08/09/2025	18:00:00	25,80	26,20	25,60	25,50	25,70	08/09/2025	18:00:00	25,50	26,10	25,70	25,20	25,60
09/09/2025	18:00:00	24,70	24,50	24,80	25,00	24,75	09/09/2025	18:00:00	24,90	24,60	25,00	24,90	24,90
10/09/2025	18:00:00	25,70	25,20	25,00	25,20	25,20	10/09/2025	18:00:00	25,20	25,20	25,10	25,00	25,15
11/09/2025	18:00:00	25,50	24,60	25,20	25,50	25,35	11/09/2025	18:00:00	24,80	25,30	25,50	25,40	25,35
12/09/2025	18:00:00	21,20	20,70	20,90	21,10	21,00	12/09/2025	18:00:00	22,00	20,90	21,40	21,10	21,25
13/09/2025	18:00:00	22,70	22,90	23,40	23,20	23,05	13/09/2025	18:00:00	22,90	23,30	23,60	23,40	23,35
14/09/2025	18:00:00	25,70	25,80	25,90	25,80	25,80	14/09/2025	18:00:00	26,10	25,40	26,20	25,80	25,95
15/09/2025	18:00:00	26,20	26,50	26,90	26,60	26,55	15/09/2025	18:00:00	26,40	27,50	26,40	26,70	26,55
16/09/2025	18:00:00	27,30	27,00	26,40	26,70	26,85	16/09/2025	18:00:00	27,00	27,10	27,10	26,20	27,05
17/09/2025	18:00:00	24,70	24,50	24,80	25,00	24,75	17/09/2025	18:00:00	24,90	24,60	25,00	24,90	24,90
18/09/2025	18:00:00	25,80	26,20	25,60	25,50	25,70	18/09/2025	18:00:00	25,50	26,10	25,70	25,20	25,60
19/09/2025	18:00:00	25,50	25,20	24,90	25,10	25,15	19/09/2025	18:00:00	25,80	25,50	25,20	25,20	25,35
20/09/2025	18:00:00	25,70	26,10	25,90	25,60	25,80	20/09/2025	18:00:00	26,20	26,00	26,30	25,80	26,10
21/09/2025	18:00:00	25,60	25,50	25,90	25,90	25,75	21/09/2025	18:00:00	25,80	26,20	26,10	26,10	26,10
22/09/2025	18:00:00	20,60	21,20	21,40	21,20	21,20	22/09/2025	18:00:00	20,80	21,10	21,30	21,00	21,05
23/09/2025	18:00:00	26,40	26,30	27,10	26,50	26,45	23/09/2025	18:00:00	26,30	26,30	26,10	26,70	26,30
24/09/2025	18:00:00	25,50	25,40	25,10	25,00	25,25	24/09/2025	18:00:00	25,60	25,50	25,30	25,80	25,55
25/09/2025	18:00:00	22,60	22,40	22,80	22,80	22,70	25/09/2025	18:00:00	22,40	22,80	22,90	22,50	22,65
26/09/2025	18:00:00	26,00	26,70	26,10	26,30	26,20	26/09/2025	18:00:00	25,70	26,30	26,10	26,40	26,20
27/09/2025	18:00:00	25,70	25,50	25,70	25,90	25,70	27/09/2025	18:00:00	25,20	25,40	25,40	25,00	25,30
28/09/2025	18:00:00	26,00	26,20	26,30	26,30	26,25	28/09/2025	18:00:00	27,20	26,60	26,10	26,20	26,40
29/09/2025	18:00:00	25,90	25,60	25,70	25,80	25,75	29/09/2025	18:00:00	25,40	24,90	25,90	25,30	25,35
30/09/2025	18:00:00	26,80	25,70	25,80	26,10	25,95	30/09/2025	18:00:00	26,30	26,40	25,90	26,00	26,15
01/10/2025	18:00:00	25,60	25,20	25,90	25,90	25,75	01/10/2025	18:00:00	25,70	25,70	25,60	25,50	25,65
02/10/2025	18:00:00	26,40	26,20	26,70	26,20	26,30	02/10/2025	18:00:00	26,10	26,50	26,70	26,90	26,60
03/10/2025	18:00:00	25,70	25,40	25,90	25,70	25,70	03/10/2025	18:00:00	25,50	25,80	25,70	25,50	25,60
04/10/2025	18:00:00	21,00	20,60	20,40	20,00	20,50	04/10/2025	18:00:00	20,20	20,60	21,00	20,20	20,40
05/10/2025	18:00:00	24,90	25,00	24,70	24,40	24,80	05/10/2025	18:00:00	25,40	25,00	24,80	25,20	25,10
06/10/2025	18:00:00	21,80	22,50	22,10	22,10	22,10	06/10/2025	18:00:00	21,60	21,90	22,10	21,90	21,90
07/10/2025	18:00:00	26,20	26,40	27,10	26,60	26,50	07/10/2025	18:00:00	25,80	26,00	26,40	26,80	26,20
08/10/2025	18:00:00	25,90	27,00	26,40	26,30	26,35	08/10/2025	18:00:00	26,30	25,90	26,30	26,00	26,15
09/10/2025	18:00:00	25,30	25,10	25,30	25,10	25,20	09/10/2025	18:00:00	25,10	24,60	25,50	25,20	25,15