

INFRAESTRUTURA VERDE E CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS VIÁRIOS: ESTUDO DE CASO DE UMA AVENIDA NO MUNICÍPIO DE PIRIPIRI-PI

Pedro Lucas Oliveira Pereira¹

Laerte Sousa de Brito²

RESUMO

A infraestrutura verde constitui importante estratégia para a qualificação ambiental dos espaços urbanos, contribuindo para o conforto térmico, a drenagem sustentável e a melhoria da qualidade de vida. Este estudo teve como objetivo avaliar a infraestrutura urbana da Avenida 04 de Julho, em Piripiri-PI, comparando trechos com diferentes níveis de arborização e considerando aspectos microclimáticos, permeabilidade e drenagem urbana. A pesquisa, de abordagem quantitativa, bibliográfica e de campo, envolveu levantamento da vegetação existente e medições de temperatura e umidade relativa do ar e das temperaturas superficiais do pavimento, calçadas e áreas próximas à vegetação. Constatou-se que apenas 33,7% dos aproximadamente 830 m da avenida apresentam arborização, com 44 indivíduos arbóreos e predominância de espécies exóticas. O trecho arborizado apresentou temperatura média do ar de 33,3 °C, frente a 35,1 °C no trecho sem arborização, além de menores temperaturas superficiais e tendência de maior umidade relativa. Verificou-se ainda predominância de superfícies impermeáveis e reduzida capacidade de infiltração das águas pluviais. Como intervenção, propõe-se integrar arborização, canteiros permeáveis e jardins de chuva. Conclui-se que a infraestrutura verde apresenta potencial para melhorar o conforto térmico, favorecer o manejo das águas pluviais e contribuir para a requalificação sustentável e resiliente da avenida

Palavras-chave: Infraestrutura verde. Drenagem. Arborização.

1 INTRODUÇÃO

As cidades podem ser compreendidas como ecossistemas urbanos complexos que demandam planejamento capaz de conciliar desenvolvimento econômico, qualidade de vida e equilíbrio ambiental. Nesse contexto, estratégias como reciclagem, compostagem, agricultura urbana e implantação de áreas verdes contribuem para tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis (Búrigo, 2023).

¹ Engenheiro civil – Centro Universitário Chrisfapi.

² Docente de Engenharia Civil – Centro Universitário Chrisfapi.



Entre essas estratégias, destaca-se a infraestrutura verde, que promove a integração entre os espaços construídos e os elementos naturais, contribuindo para a conservação ambiental e para o bem-estar da população. Segundo Mascaró (2012, p. 964), a infraestrutura verde “consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados”. Sua incorporação ao planejamento urbano proporciona benefícios ambientais, econômicos e sociais, sobretudo por meio da valorização e distribuição dos espaços livres e vegetados nas cidades (Gallo; Guaraldo, 2017).

As ruas e calçadas, por constituírem parcela significativa dos espaços públicos urbanos, apresentam potencial para a aplicação desses princípios. Quando associadas à arborização e a outras soluções de infraestrutura verde, as vias deixam de exercer exclusivamente a função de circulação e passam a contribuir para a qualidade ambiental, o conforto térmico, a mobilidade e a permanência das pessoas nos espaços públicos. A vegetação urbana, nesse sentido, pode proporcionar sombreamento, auxiliar na regulação do microclima e reduzir a exposição direta à radiação solar, favorecendo a caminhabilidade, especialmente em cidades de clima quente.

Entretanto, a arborização urbana requer planejamento técnico adequado. Cecchetto, Christmann e Oliveira (2014) destacam a importância da utilização de espécies nativas, considerando sua adaptação às condições climáticas e ao solo, sua contribuição para a biodiversidade e sua interação com a fauna local. Além da escolha das espécies, devem ser considerados aspectos como porte arbóreo, sistema radicular, manutenção e compatibilidade com redes elétricas, hidráulicas, sistemas de drenagem, calçadas e demais componentes da infraestrutura urbana.

Um estudo realizado em Teresina-PI, Machado et al. (2006) identificaram quase 50 espécies de árvores nativas presentes na arborização do município e destacaram dez espécies com alto potencial de utilizado em espaços urbanos variados. Entre essas espécies estão o caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*), o jucá (*Caesalpinia ferrea* var. *ferrea*), a carnaúba (*Copernicia prunifera*), o angico-preto (*Anadenanthera macrocarpa*), a faveira (*Parkia platycephala*) e o gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*).

No município de Piripiri, localizado no norte do estado do Piauí, essa temática encontra respaldo na legislação municipal. A Lei Municipal nº 570/2006 estabelece diretrizes para a arborização das vias, enquanto o Plano Diretor, instituído pela Lei Municipal nº 568/2006, contempla medidas relacionadas à permeabilidade de canteiros centrais e passeios e à valorização dos elementos naturais na estruturação do território (Piripiri, 2006a, 2006b).

Contudo, a existência de dispositivos legais não garante, isoladamente, a eficiência ambiental e funcional dos espaços urbanos. Em Piripiri, a aplicação dos princípios da infraestrutura verde deve considerar as características das vias, a compatibilização da arborização com as redes de infraestrutura, as dimensões e condições das calçadas e a acessibilidade de pedestres e pessoas com mobilidade reduzida. Dessa forma, torna-se relevante analisar a aplicação da infraestrutura verde nas vias urbanas do município, buscando compreender sua contribuição para a arborização, o conforto ambiental, a acessibilidade e a qualificação dos espaços públicos.

2 OBJETIVOS

Diante da problemática identificada, o presente estudo tem como objeto de investigação a Avenida 04 de Julho, importante eixo viário inserido no centro comercial do município de Piripiri – PI. O objetivo consiste em avaliar a infraestrutura urbana da referida avenida, por meio da análise comparativa de trechos com distintos níveis de arborização, considerando sua influência sobre as condições microclimáticas, a permeabilidade das superfícies e dos aspectos relacionados à drenagem urbana. A partir dos resultados obtidos, pretende-se elaborar uma proposta de intervenção urbana fundamentada em estratégias de infraestrutura verde, visando à melhoria do conforto térmico, da gestão das águas pluviais e das condições de caminhabilidade no espaço urbano.

3 MÉTODO

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza bibliográfica e de campo, desenvolvida na Avenida 04 de Julho, em Piripiri-PI. O referencial teórico foi fundamentado em artigos científicos, livros, legislações e normas técnicas relacionadas à arborização urbana, conforto térmico, infraestrutura verde e sustentabilidade.

Para a análise microclimática, foram selecionados dois segmentos com características distintas: Trecho A, com presença de canteiro central arborizado, e Trecho B, com menor presença de arborização. Realizou-se o levantamento quantitativo da vegetação existente e medições, em diferentes horários de um mesmo dia, da temperatura e umidade relativa do ar e das temperaturas superficiais do pavimento asfáltico, passeios e áreas próximas à vegetação. Como referência para os procedimentos de avaliação das variáveis térmicas, consideraram-se os princípios estabelecidos pela ISO 7726:2025, relativa à medição de grandezas físicas do ambiente térmico.

Os dados foram organizados e analisados quantitativamente, por meio da comparação das médias e diferenças entre os dois trechos, buscando identificar associações entre a presença de arborização e as condições microclimáticas locais. Consideraram-se, na interpretação, possíveis interferências decorrentes da defasagem temporal entre as medições e de variáveis ambientais não controladas, como radiação solar e vento.

Complementarmente, foram avaliadas as condições de impermeabilização e drenagem superficial da via. A partir do diagnóstico de campo e do referencial técnico-científico, elaborou-se uma proposta de infraestrutura verde, integrando arborização e soluções de drenagem sustentável, com o objetivo de contribuir para a melhoria das condições microclimáticas e ambientais da Avenida 04 de Julho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avenida 04 de Julho

A Avenida 04 de Julho constitui uma das principais vias localizadas no centro comercial do município de Piripiri, Piauí. A via possui aproximadamente 830 m de extensão e 12,20 m de largura, desconsiderando-se as calçadas, sendo constituída predominantemente por pavimentação asfáltica.

A partir do levantamento realizado, verificou-se que, dos aproximadamente 830 m de extensão total da avenida, apenas 280 m apresentam arborização, correspondendo a cerca de 33,7% de sua extensão. Nesse trecho, foram identificados 44 indivíduos arbóreos, classificados predominantemente como de pequeno e médio porte.

4.2 Caracterização da arborização existente

Quanto à composição florística, constatou-se a predominância das espécies *Azadirachta indica* e *Terminalia catappa*. Ressalta-se que ambas são espécies exóticas em relação à flora brasileira, apresentando origem em regiões da Ásia e, no caso de *Terminalia catappa*, também associada às regiões tropicais da Ásia e Oceania.

Os resultados evidenciam, portanto, não apenas uma distribuição limitada da arborização ao longo da Avenida 04 de Julho, mas também uma baixa representatividade de espécies nativas entre os indivíduos predominantes. Esse aspecto merece atenção no planejamento da arborização urbana, uma vez que a seleção das espécies deve considerar, além dos benefícios relacionados ao sombreamento e ao conforto térmico, sua adaptação às

condições ambientais locais, a compatibilidade com a infraestrutura urbana e a valorização da biodiversidade regional.

4.3 Condições microclimáticas

As medições realizadas nos dois trechos da Avenida 04 de Julho evidenciaram diferenças nas condições microclimáticas entre o trecho com arborização e o trecho sem cobertura arbórea. Resumidamente, o trecho arborizado apresentou menores valores de temperatura do ar e da superfície, além de valores superiores de umidade relativa do ar. Abaixo estão algumas imagens que foram registradas com a câmera termográfica da temperatura das superfícies dos passeios.

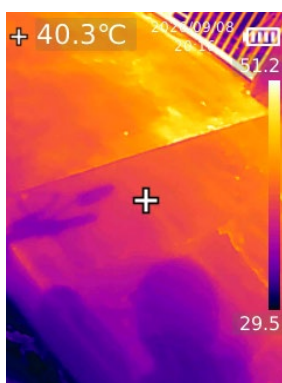


Imagem 01 – Temperatura da calçada com arborização às 09:00 h – 40,3 °C

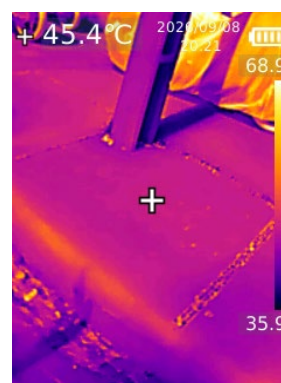


Imagem 02 – Temperatura da calçada sem arborização às 09:10 h – 45,4 °C

Trecho	Horário	Tar (°C)	UR (%)	Tsuperfície Asfalto (°C)	Tsuperfície Calçada (°C)	Tsuperfície Vegetação (°C)	Observações (Tráfego / Sol)
Trecho A (com arborização)	09:00 h	29,7	58	34,3	40,3	35	Poucas nuvens
	12:11 h	33,4	50	64,6	56,8	37,5	Poucas nuvens
	15:01 h	36,8	40	58,4	45,7	53,3	Poucas nuvens
Trecho B (sem arborização)	09:10 h	32,5	55	47,5	45,4	-	Poucas nuvens
	12:20 h	35,4	45	67	56,4	-	Poucas nuvens
	15:09 h	37,4	40	56,8	56	-	Poucas nuvens
Temperatura e umidade do ar: Thermo-Hygro-Anemometer, AKROM, KR825							
Temperatura das superfícies: Câmera termográfica, UNI-T Pro, Uti260B							

Tabela 01 – Aferições de campo. Fonte: Autor, 2026.

Os resultados evidenciaram diferenças nas condições microclimáticas entre os trechos analisados. A temperatura média do ar foi de 33,3 °C no trecho arborizado (Trecho A) e 35,1 °C no trecho sem arborização (Trecho B), correspondendo a uma diferença de 1,8 °C. Nas temperaturas superficiais, as diferenças foram mais expressivas: no pavimento asfáltico, registraram-se médias de 52,4 °C e 57,1 °C, respectivamente, enquanto nas calçadas os valores



foram de 47,6 °C e 52,6 °C. Esses resultados indicam menor aquecimento nas áreas associadas à presença de vegetação, possivelmente em decorrência do sombreamento e da menor incidência direta de radiação solar sobre as superfícies urbanas.

Às 12 h, horário de maior aquecimento analisado, a temperatura do ar foi 2,0 °C inferior no trecho arborizado, enquanto o canteiro central apresentou 37,5 °C, frente a temperaturas entre 64,6 °C e 67,0 °C registradas nas superfícies asfálticas. A umidade relativa do ar também apresentou tendência de valores superiores no Trecho A, com diferença média de 2,6 pontos percentuais, atingindo 50% no trecho arborizado e 45% no não arborizado às 12 h. Tais resultados sugerem a contribuição da vegetação para a atenuação térmica local, associada principalmente ao sombreamento e à evapotranspiração.

De modo geral, os dados indicam associação entre a arborização e condições microclimáticas mais favoráveis, sobretudo pela redução das temperaturas do ar e das superfícies urbanas. Entretanto, considerando o número limitado de medições, a defasagem temporal entre as coletas e a influência de variáveis como radiação solar, vento e características dos materiais, os resultados devem ser interpretados como evidências locais, não permitindo estabelecer relações causais definitivas. Ainda assim, reforçam o potencial da arborização como estratégia de mitigação do aquecimento urbano e melhoria das condições térmicas dos espaços viários.

4.4 Permeabilidade, drenagem e ocorrência de alagamentos

O levantamento da Avenida 04 de Julho evidenciou predominância de superfícies impermeáveis nas faixas de rolamento, passeios e canteiros, com poucas áreas favoráveis à infiltração das águas pluviais. Essa configuração reduz a infiltração e intensifica o escoamento superficial (TUCCI, 2008). No trecho analisado, foram identificadas sarjetas, porém não foram observados dispositivos de captação, como bocas de lobo, condição que, associada à impermeabilização, pode favorecer o acúmulo de água durante precipitações intensas.

Essa condição torna-se relevante diante do regime pluviométrico de Piripiri-PI. Dados do INMET analisados neste estudo indicam precipitação média anual de 1.583,03 mm entre 2020 e 2025, com maior acumulado em 2021 (1.860 mm) e concentração das chuvas nos primeiros meses do ano. Ressalta-se, entretanto, que a ocorrência de alagamentos resulta da interação entre precipitação, impermeabilização, topografia e capacidade do sistema de drenagem, não podendo ser atribuída a um único fator.

Nesse contexto, a infraestrutura verde constitui estratégia complementar à drenagem convencional. Jardins de chuva, canteiros vegetados e superfícies permeáveis podem favorecer a retenção e a infiltração das águas pluviais, reduzindo e retardando o escoamento superficial (HERZOG; ROSA, 2010). Essa abordagem está alinhada à Norma de Referência ANA nº 12/2025, que prevê a integração entre infraestruturas verde, azul e cinza no manejo das águas pluviais urbanas. Assim, sua aplicação na Avenida 04 de Julho pode integrar arborização, drenagem sustentável e conforto ambiental, desde que preservadas as condições de circulação e acessibilidade estabelecidas pela ABNT NBR 9050:2020.

4.5 Proposta de infraestrutura verde para a Avenida 04 de Julho

Trecho A – situação atual: O trecho apresenta arborização central, porém com áreas de plantio impermeabilizadas e pouca contribuição na infiltração de águas pluviais.

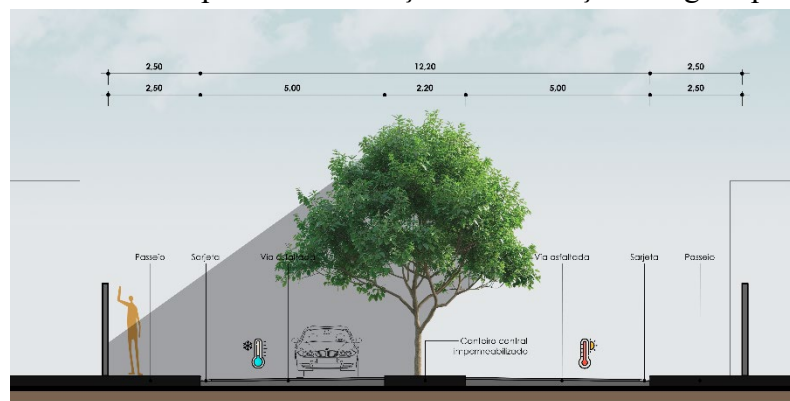


Imagem 03 – trecho A (situação atual). Fonte: Autor, 2026.

Trecho B – situação atual: predominância de superfícies impermeáveis, ausência significativa de arborização e maior exposição de superfícies à radiação solar.

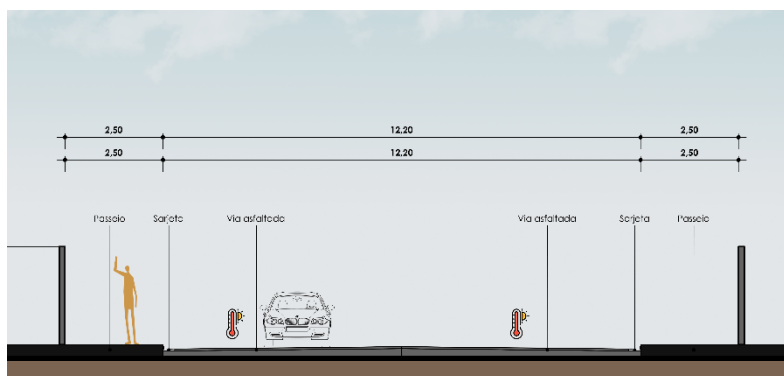


Imagem 04 – trecho B (situação atual). Fonte: Autor, 2026.

Com base no diagnóstico realizado, propõe-se para a Avenida 04 de Julho a implantação integrada de arborização urbana, canteiros permeáveis e jardins de chuva, visando ampliar as

superfícies de infiltração e reduzir os efeitos da impermeabilização. A infraestrutura verde constitui uma estratégia multifuncional que associa vegetação, manejo das águas pluviais e qualificação ambiental dos espaços urbanos, contribuindo para a redução do escoamento superficial e melhoria do microclima (HERZOG; ROSA, 2010; TUCCI, 2008).

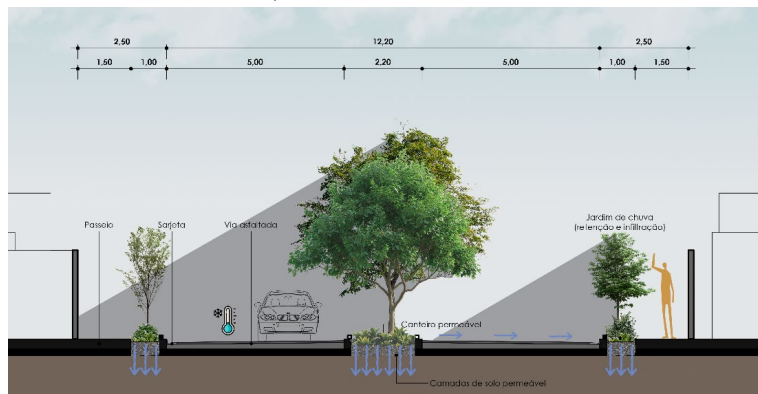


Imagem 05 – Proposta de intervenção. Fonte: Autor, 2026.

A proposta está alinhada à Norma de Referência ANA nº 12/2025, aprovada pela Resolução ANA nº 245/2025, que estabelece diretrizes para o manejo de águas pluviais urbanas e incentiva a integração entre infraestruturas verde, azul e cinza. Dessa forma, as intervenções propostas integram arborização, permeabilidade e drenagem sustentável, com potencial para ampliar o sombreamento, melhorar o conforto térmico e favorecer o manejo das águas pluviais, preservando as condições de acessibilidade e circulação de pedestres.



Imagem 06 – Proposta de intervenção. Fonte: Autor, 2026.

Recomenda-se a adequação dos canteiros existentes e, onde tecnicamente viável, a substituição de superfícies impermeáveis por áreas vegetadas e permeáveis. A arborização deve

priorizar espécies adaptadas às condições climáticas locais e compatíveis com o espaço urbano, considerando porte, sistema radicular e possíveis interferências com a infraestrutura existente.

Em trechos favoráveis, propõe-se a implantação de jardins de chuva associados aos canteiros, destinados à retenção temporária e infiltração das águas pluviais, contribuindo para retardar e reduzir o escoamento direcionado ao sistema convencional de drenagem. Essas soluções devem atuar de forma complementar à microdrenagem existente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Avenida 04 de Julho evidenciou limitações em sua infraestrutura verde, caracterizadas pela reduzida cobertura vegetal, predominância de superfícies impermeáveis e baixa disponibilidade de áreas destinadas à infiltração das águas pluviais. Esses fatores demonstram a necessidade de integrar aspectos ambientais e de drenagem ao planejamento e à requalificação da via.

Nesse contexto, a implantação de arborização, canteiros permeáveis, jardins de chuva e, quando tecnicamente viável, pavimentos permeáveis apresenta-se como estratégia capaz de associar infraestrutura verde e drenagem sustentável. Essas intervenções podem contribuir para o aumento do sombreamento e do conforto térmico, além de favorecer a retenção e a infiltração das águas pluviais e reduzir o escoamento superficial, sem comprometer a acessibilidade e a circulação de pedestres.

Conclui-se, portanto, que a infraestrutura verde constitui uma alternativa relevante para a requalificação ambiental e urbana da Avenida 04 de Julho, integrando arborização, drenagem e acessibilidade e contribuindo para um espaço urbano mais sustentável e resiliente. Entretanto, sua implantação deverá ser subsidiada por estudos complementares, especialmente quanto ao dimensionamento hidráulico, às características de infiltração do solo e à compatibilização das intervenções com a infraestrutura existente. O estudo poderá, ainda, servir como referência para futuras intervenções em outros espaços urbanos de Piripiri-PI que apresentem características semelhantes.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Manual orientativo sobre a Norma de Referência ANA nº 12/2025:** estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Brasília, DF: ANA, 2025.



**XVII Semana
Científica do
Unichrisfapi**

RESILIÊNCIA E SAÚDE MENTAL NA FORMAÇÃO ACADÊMICA E PROFISSIONAL



Unichrisfapi
CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISFAPI

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resolução ANA nº 245, de 17 de março de 2025**. Aprova a Norma de Referência nº 12/2025, que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Brasília, DF: ANA, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050:2020**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BURIGO, Fernanda Eliza Toscani. **Cidades e ecossistemas**. Curitiba, PR: Contentus, 2023. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 27 ago 2026.

CECCHETTO, Carise Taciane; CHRISTMANN, Samara Simon; OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de. **Arborização urbana**: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades. Seminário Internacional de Educação no Mercosul, Cruz Alta: UNICRUZ, 2014.

GALLO, Douglas. GUARALDO, Eliane. **Arborização Urbana como Infraestrutura na constituição de uma cidade com Qualidade de Vida**: potencialidades em Campo Grande/MS. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 05, n. 31, 2017. ISSN 2318-8472. Acesso em 4 set. 2026.

HERZOG, Cecília Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. **Infraestrutura verde**: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. Revista LABVERDE, São Paulo, n. 1, p. 92–115, 2010. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.v0i1p92-115.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados históricos**. Brasília, DF: INMET, 2026. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 4 set. 2026.

MACHADO, R. R. B.; MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. F. **Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 10–18, 2006. DOI: 10.5380/revsbau.v1i1.66226.

MASCARÓ, J. J. **A infraestrutura verde como estratégia de sustentabilidade urbana**. Anais do XIV ENTAC, Juiz de Fora, 29 a 31 out. 2012.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). **ISO 7726:2025**: Ergonomia do ambiente térmico — Instrumentos para medição e monitoramento de grandezas físicas. 3. ed. Genebra: ISO, 2025.

PIRIPIRI (PI). **Lei Municipal nº 570**, de 2006. Dispõe sobre a arborização urbana do Município de Piripiri e dá outras providências. Piripiri, PI, 2006.

PIRIPIRI (PI). **Lei Municipal nº 568**, de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Piripiri e dá outras providências. Piripiri, PI, 2006.

RIBEIRO, Maria Olívia Bezerra; NUNES, Sabrina Sfair; MACHADO, Gustavo Reis. **Jardins de chuva como estratégia de mitigação de alagamentos urbanos**: uma revisão da literatura (2015–2025). Revista Foco, v. 18, n. 12, e11008, 2025. DOI: 10.54751/revistafoco.v18n12-206. Disponível em: artigo na Revista Foco. Acesso em: 9 set. 2026.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2005.

TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. Disponível em: [artigo Águas urbanas – USP](#). Acesso em: 9 set. 2026.