



utad

UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERNACIONAL EM FLORESTAS URBANAS

THAISA DO NASCIMENTO

**IMPACTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SOBRE ÁRVORES:
ALTERNATIVAS PARA MITIGAR DANOS E CONSERVÁ-LAS.**

SEROPÉDICA
2025





THAISA DO NASCIMENTO

IMPACTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SOBRE
ÁRVORES: ALTERNATIVAS PARA MITIGAR DANOS E
CONSERVÁ-LAS.

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação Internacional em Floresta Urbana da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Floresta Urbana em Pós-Graduação em Floresta Urbana (Latu sensu), Área de concentração: Seropédica, RJ.

Orientador: Me. Luiz Octavio de Lima Pedreira

SEROPÉDICA
2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro

Ficha catalográfica elaborada
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Nascimento, Thaisa, 1997-

N244i IMPACTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SOBRE
ÁRVORES: alternativas para mitigar danos e conservar
árvores. / Thaisa Nascimento. - Seropédica , 2025.
40 f.

Orientador: Luiz Octavio de Lima Pedreira Octavio de
Lima Pedreira. Monografia(Especialização). --
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso
de Pós-Graduação Internacional em Floresta Urbana, 2025.

1. Arborização urbana. 2. Preservação de árvores. 3.
Impactos da construção civil. 4. Normas técnicas (ABNT NBR
16246-4).. I. Octavio de Lima Pedreira, Luiz Octavio de
Lima Pedreira, --, orient. II Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação Internacional em
Floresta Urbana.

É permitida a cópia parcial ou total desta TFC/Dissertação/Tese, desde que seja citada a
fonte

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERNACIONAL EM FLORESTAS URBANAS**

Termo de aprovação

THAISA DO NASCIMENTO

**IMPACTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SOBRE
ÁRVORES: ALTERNATIVAS PARA MITIGAR DANOS E
CONSERVÁ-LAS.**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Floresta Urbana no Programa de Pós-Graduação Internacional em Floresta Urbana da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Área de concentração em Seropédica, RJ.

Monografia aprovada em 14 de novembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ OCTAVIO DE LIMA PEDREIRA**
Data: 28/11/2025 15:52:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Luiz Octavio de Lima Pedreira - Orientador – UFRRJ

Documento assinado digitalmente
 **MORGANA RECH**
Data: 02/03/2026 16:12:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^o Morgana Rech - Membro interno – UFRRJ

Documento assinado digitalmente
 **FLAVIO PEREIRA TELLES**
Data: 01/12/2025 00:30:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^o Flavio Pereira Telles - Membro interno – UFRRJ

RESUMO

NASCIMENTO, Thaisa. Impactos de obras de construção civil sobre árvores: Alternativas para mitigar danos e conservá-las. 2025. 40 f. Monografia (Pós-Graduação Internacional em Floresta Urbana) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Seropédica, 2025.

Este estudo apresenta uma análise sobre os impactos de obras de construção civil sobre as árvores existentes no terreno, com foco nas alternativas para mitigar danos decorrentes do manejo inadequado e nas soluções sustentáveis para conservar essas árvores. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão de literatura e estudo de caso em duas obras localizadas na cidade de São Paulo, onde foram observadas supressões indevidas de espécies nativas, como o pau-brasil, e a manutenção de espécies exóticas invasoras, como leucena e espatódea. Durante as visitas de campo foram identificados danos significativos às árvores, incluindo lesões em troncos e copas, seccionamento de raízes, compactação do solo, soterramento e alterações no regime hídrico. Esses impactos comprometem a vitalidade das árvores, aumentam riscos à segurança e reduzem os benefícios ecológicos oferecidos pela arborização urbana. A pesquisa destaca a importância da aplicação de normas técnicas, como a ABNT NBR 16246-4, que orienta práticas adequadas de preservação e manejo durante todas as fases da obra, desde o planejamento até o pós-construção. Conclui-se que a integração entre os setores de engenharia e meio ambiente, associada à atuação de profissionais capacitados e ao cumprimento da legislação vigente, é fundamental para minimizar impactos ambientais e promover um desenvolvimento urbano mais equilibrado, sustentável e seguro.

Palavras-chave: Palavras-chave: Arborização urbana; preservação de árvores; impactos da construção civil; normas técnicas (ABNT NBR 16246-4).

ABSTRACT

NASCIMENTO, Thaisa. Impacts of construction works on trees: alternatives to mitigate damage and conserve them. 2025. 40 s .Monograph - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro and Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Seropédica , 2025.

This study presents an analysis of the impacts of construction works on existing trees on the site, focusing on alternatives to mitigate damage resulting from inadequate management and sustainable solutions to conserve these trees. The research was conducted through a literature review and a case study in two construction sites located in the city of São Paulo, where improper removals of native species, such as brazilwood, and the maintenance of invasive exotic species, such as leucaena and spathodea, were observed. Field visits revealed significant damage to trees, including injuries to trunks and canopies, root severing, soil compaction, burial, and changes in the water regime. These impacts compromise tree vitality, increase safety risks, and reduce the ecological benefits provided by urban trees. The study highlights the importance of applying technical standards, such as NBR 16246-4, which provides guidelines for proper preservation and management practices during all stages of construction, from planning to post-construction. It concludes that the integration between engineering and environmental sectors, along with the involvement of qualified professionals and compliance with current legislation, is essential to minimize environmental impacts and promote a more balanced, sustainable, and safe urban development.

Keywords: Urban afforestation; Tree preservation; Impacts of civil construction; Technical standards (ABNT NBR 16246-4).

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1 - Áreas de estudo.	22
2. Figura 2- Imagens históricas da obra 1.	24
3. Figura 3 – Rebrotas de árvores de Ipês rosa removidas na obra 1.	26
4. Figura 4 - Árvores lesionadas pela retroescavadeira na obra 2.	27
5. Figura 5 – Figura 5- Descascamento do fuste de ipê-rosa causados pela retroescavadeira na obra 1.	28
6. Figura 6 – Lesões em fuste de eucalipto, obra 1.	29
7. Figura 7 – Quebra da copa da árvore pata de vaca, obra 1.	29
8. Figura 8 – Bomba de concreto com braço articulado na projeção da copa.	30
9. Figura 9 – Levantamento e corte de raízes.	31
10. Figura 10 – Seccionamento de raízes, obra 1.	32
11. Figura 11 – Construções de edificações próximas as árvores da espécie de espatodea e leucena na obra 2.	33
12. Figura 12 – Ipê-amarelo na base da construção de uma guarita da obra 2.	33
13. Figura 13 – Corte de talude na base de árvores das espécies podocarpos, araribá e ipê amarelo, obra 1.	34
14. Figura 14 – Descarte inadequado, na base de árvores de ficus- benjamim (A), pitangueira (B) e goiabeira e alfeneiros (C), obra 1.	35
15. Figura 15 – Soterramento de raízes de amoreira e três ipês amarelos na obra 1.	36
16. Figura 16 – Raízes de dois ipês-amarelos expostas após escavações na obra 1.	37
17. Figura 17– Alterações na superfície do solo, espécies ipê-rosa e araribá na obra 1.	38
18. Figura 18 – Exemplos de barreiras de proteção.	40
19. Figura 19 – Impactos da vala e túnel perto de uma árvore.	41
20. Figura 20 – Opções para mudanças no nível do solo: exemplo 1 (má prática) e exemplo 2 (medida mitigatória).	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 Importância das árvores.	18
2.2 Crescimento populacional.....	19
2.3 Manejando árvores em obras - NBR 16246-4.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Revisão de literatura.....	22
3.2 Cenário da pesquisa.....	22
3.3 Avaliações.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1 Quais árvores suprimir?	24
4.2 Avaliações dos danos diretos.	26
4.2.1 Danos Físicos ao Tronco e à Copa.....	26
4.2.2 Seccionamento de raízes.	30
4.3 Avaliações dos danos indiretos.	34
4.3.1 Compactação do solo.	34
4.3.2 Alterações no Nível do Solo.....	36
4.3.3 Alterações no Regime Hídrico.....	37
4.4 Soluções sustentáveis.....	38
4.4.1 Pré-construção.....	40
4.4.2 Construção.	41
4.4.2.1 Túnel em vez de vala: uma alternativa para preservar raízes....	41
4.4.2.2 Reduzindo a compactação do solo.....	41
4.4.2.3 Mudanças no nível do solo- distância segura.....	42
4.4.3 Pós-construção.	42
5. CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

As árvores desempenham um papel crucial na regulação térmica nas cidades, atuando como mitigadoras das ilhas de calor urbano. Elas promovem o sombreamento, reduzindo a radiação solar direta sobre superfícies, e realizam o processo de evapotranspiração, no qual liberam vapor d'água na atmosfera, resfriando o ambiente ao seu redor. De acordo com McPherson et al. (1997), aumentar a cobertura arbórea melhora o microclima urbano e reduz o consumo de energia para climatização. Tendo isso em vista, o plantio e a conservação de árvores são estratégias fundamentais para melhorar o conforto térmico e a qualidade de vida em áreas urbanas.

O crescimento populacional exerce uma pressão significativa sobre os recursos naturais, resultando em diversos impactos ambientais, como desmatamento, poluição, mudanças climáticas etc. Isso é ainda mais preocupante nas grandes cidades, pois à medida que a população cresce, aumenta a demanda por habitação, o que frequentemente leva à degradação ambiental.

Essa urbanização desordenada nas grandes cidades tem causado inúmeros problemas ambientais e sociais, como por exemplo o agravamento das ilhas de calor em meio urbano e a falta de espaços verdes. Segundo Oke (1987), o fenômeno das ilhas de calor é consequência direta da urbanização mal planejada, que resulta na substituição de áreas vegetadas por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, os quais são responsáveis pela absorção e retenção do calor, elevando as temperaturas nessas áreas.

Integrar paisagens urbanas e florestais pode mitigar diversos impactos simultaneamente, promovendo a conexão entre diferentes serviços ecossistêmicos e contribuindo para um ambiente mais equilibrado e sustentável (Buckeridge, 2015). Mas para isso, os autores Cechetto e Oliveira (2014) afirmam que se faz necessária a criação de políticas públicas eficazes e planejamentos urbanos que priorizem a sustentabilidade, considerando a arborização como um elemento essencial para o desenvolvimento de cidades mais saudáveis e resilientes.

Edificações costumam ser projetadas muito próximas a árvores e, na sua maioria, sem qualquer tipo de cuidado com elas. O processo de construção pode ser fatal para essas árvores se não forem adotados cuidados adequados. A preservação depende de um planejamento criterioso e da atuação de um profissional capacitado, que pode avaliar quais árvores podem ser salvas e colaborar com o construtor para protegê-las em todas as etapas da obra (ISA, 2013). Complementarmente, a fiscalização pelos órgãos públicos é essencial para assegurar a proteção

dos recursos naturais, garantir a efetividade da legislação, atuando de forma preventiva e repressiva ao coibir condutas degradadoras e induzir a conformidade (Brasil, Lei nº 6.938/1981; Milaré, 2015). Além disso, segundo Dicke (2020) danos às árvores durante obras podem comprometer sua estrutura, resultando em quedas de galhos ou até mesmo da própria árvore, o que pode ser um risco a segurança das pessoas e ao patrimônio. Nesse caso, a responsabilidade pode recair sobre quem deixou de seguir as orientações de proteção.

Em obras é imprescindível que antes e durante a elaboração do projeto as árvores existentes sejam avaliadas por um profissional, para auxiliar na tomada de decisões das quais devem ser mantidas visando maximizar os benefícios por elas gerados a longo prazo e valorizando o empreendimento (Pedreira, 2022). Para Smiley et al. (2007), o manejo adequado de árvores durante obras é de extrema importância para proteger a vegetação e manter os benefícios ambientais que elas proporcionam, como a redução de temperaturas e a melhoria da qualidade do ar.

A ABNT NBR 16246:4 (2020) define diretrizes para o manejo de árvores em áreas urbanas e estabelece diretrizes para o planejamento, a execução e a manutenção de intervenções envolvendo arborização em obras. Ela fornece orientações técnicas que auxiliam na preservação da saúde das árvores, na segurança da população, compatibilidade com a infraestrutura urbana e ainda, a valorização paisagística. Sua aplicação é imprescindível para reduzir impactos das atividades humanas sobre as árvores, como podas inadequadas, danos às raízes durante obras e remoção indevida de árvores.

O presente estudo tem como objetivo analisar os impactos de obras de construção civil sobre as árvores existentes no terreno e seus efeitos ambientais negativos, propor alternativas que favoreçam um manejo sustentável e levantar técnicas, processos e normativas que contribuam para a preservação das árvores, conciliando a conservação ambiental com o desenvolvimento da construção civil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância das árvores

Para Cechetto e Oliveira (2014), as árvores são de grande importância para os centros urbanos, uma vez que fornecem inúmeros benefícios ambientais e sociais que auxiliam na qualidade de vida nas cidades e na saúde física e mental das pessoas, pois garantem uma área para recreação, além de ajudar a manter o clima mais fresco. Ademais, as florestas situadas ao redor das cidades atuam como barreiras naturais contra enchentes e deslizamentos (Schmidt; Caccia; Felin, 2018), sendo de grande valia levando em consideração as crescentes mudanças climáticas.

De acordo com Nowak (2014), as árvores ajudam a melhorar a qualidade do ar, reduzindo CO₂ e filtrando partículas, além de refrescarem o ambiente ao absorver calor e liberar água. Além disso, elas proporcionam sombra, regulam a umidade, diminuem o consumo de energia, reduzem poluição sonora, protegem contra ventos fortes e contribuem para o equilíbrio da fauna local. Também auxiliam na drenagem e proteção do solo, prevenindo enchentes e erosão, enquanto aumentam a durabilidade do asfalto, ajudam a combater as mudanças climáticas e valorizam os imóveis, beneficiando tanto o bem-estar físico quanto mental das pessoas.

Em um estudo realizado por Yang *et al.* (2024) na China os autores constataram que as árvores são capazes de resfriar o ambiente, especialmente no verão, quando as temperaturas estão mais altas.

De acordo com Biondi e Leal (2008), o processo de arborização requer um planejamento detalhado, considerando a ampla gama de funções desempenhadas pelas árvores nos ambientes urbanos, sendo essencial adotar critérios rigorosos para a escolha das espécies, analisando os ecossistemas locais e o perfil do público que frequenta as áreas em questão.

Para Schuch (2006) atualmente muitas das árvores presentes nos centros urbanos além de não serem adequadas, também foram plantadas em áreas restritas e como consequência, essas, seguem causando rachaduras em calçadas, danificando redes de esgotos, muros e seus galhos presos a fios de rede elétricas, o que causa prejuízos em relação à segurança dos pedestres e moradores. Para que isso não aconteça, o autor afirma

que é necessária a escolha de espécies corretas, respeitando um distanciamento adequado, com a realização de podas regulares e monitoramento constante.

Por isso é imprescindível integrar a arborização no planejamento urbano, reduzindo problemas associados à urbanização acelerada e estimulando uma relação mais harmônica entre a população e o meio ambiente (Cechetto; Oliveira, 2014).

2.2 Crescimento populacional

Atualmente, estima-se que o Brasil possua cerca de 212,6 milhões de habitantes, só no estado de São Paulo em 2024 foram registrados 45.973.194 (IBGE,2024).

As grandes metrópoles enfrentam situações agravantes devido ao crescimento populacional desordenado, que resulta na redução das áreas arbóreas e na má ocupação do solo e redução da ventilação natural (Paiva, s.d.).

Para Schmidt, Caccia e Felin (2018) apesar do Brasil contar com uma legislação urbana moderna, o crescimento desordenado das cidades reflete a falta de planejamento adequado. Isso se deve à rápida transição do Brasil rural para urbano que foi impulsionada pelo desenvolvimento industrial, o qual levou à migração em massa para as cidades, resultando em comunidades segregadas e sem acesso a serviços básicos essenciais, como habitação, saúde, transporte, educação e saneamento, alterando os meios de vida e do capital social (Schmidt; Caccia; Felin, 2018; Cabral; Cândido, 2019).

Atualmente a intensificação da expansão urbana segue em todos os níveis de modo desestruturado. Para Cabral e Cândido (2019), o crescimento e desenvolvimento são conceitos distintos quando se discute meio ambiente e economia, sendo que as questões econômicas frequentemente prevalecem sobre as ambientais, onde sempre que há a necessidade de optar entre expansão econômica e preservação ambiental, o crescimento econômico tende a ser priorizado.

2.3 Manejando árvores em obras - NBR 16246-4

Apesar dos benefícios das árvores nos centros urbanos, no setor da construção civil a vegetação pode causar interferências, sendo elas, interferência física das raízes, danificando as estruturas, ou pela modificação no teor de umidade do solo, quando a planta absorve água para a sua nutrição, provocando um recalque de fundação, ou quando

as árvores próximas são removidas (Milititsky; Consoli; Schnaid, 2015 apud Marvila *et al.*, 2022).

Quanto às árvores, segundo a “Cartilha de Cuidados com as Árvores em Obras”, durante a construção de edificações podem ocorrer lesões físicas no tronco e na copa, como quebras de galhos e rachaduras no tronco, frequentemente causadas por colisões com maquinários. Da mesma forma, os danos às raízes, resultantes de escavações, nivelamento e compactação do solo, são extremamente graves, pois comprometem a absorção de água e nutrientes pela árvore. Além disso, a compactação do solo reduz os espaços porosos essenciais para a aeração das raízes, enquanto o aterramento pode sufocá-las, prejudicando ainda mais a saúde da árvore (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2024).

Para planejar e executar obras, os responsáveis devem levar em consideração as árvores já existentes no local, ou seja, o projeto e execução deve considerar e não prejudicar as árvores presentes na área (Prefeitura do Município de São Paulo, 2024).

No município de São Paulo, o manejo de vegetação arbórea em obras é regulamentado por diversas legislações municipais. O Artigo 14, inciso I da Lei Municipal nº 17.794, de 27 de abril de 2022, aborda o manejo de árvores em obras, onde é exigida prévia autorização do órgão municipal competente para qualquer interferência, sendo essa embasada em um estudo técnico elaborado por profissional habilitado, como engenheiro agrônomo, engenheiro florestal ou biólogo.

Além disso, a Portaria SVMA nº 105, de 14 de novembro de 2024, estabelece critérios e procedimentos para a autorização de manejo da vegetação de porte arbóreo, intervenção e respectivas compensações ambientais, por meio de Termo de Compromisso Ambiental (TCA), sendo que as árvores suprimidas devem ser substituídas em igual número, conforme as normas de plantio estabelecidas pelo Departamento de Parques e Áreas Verdes (DEPAVE), no prazo de até 30 dias após o corte ou por ocasião do “habite-se” ou “auto de conclusão” (Prefeitura do Município de São Paulo, 2024).

Visando a preservação e o manejo adequado das árvores durante construções foi criada a NBR 16246-4 que estabelece requisitos para o manejo de árvores durante o planejamento, parcelamento de terrenos e construção, bem como sua conservação após a obra, com o objetivo minimizar os impactos ambientais das obras, assegurando a sustentabilidade e a manutenção dos benefícios ecológicos das árvores. A norma enfatiza a importância do planejamento prévio, das autorizações ambientais e da adoção de medidas que evitem danos às raízes, tronco e copa. A aplicação é essencial para equilibrar

o crescimento urbano com a preservação ambiental, garantindo que obras e projetos de infraestrutura sejam executados de maneira responsável e sustentável (ABNT, 2020).

A preservação das árvores deve ser considerada desde o planejamento até a fase pós-construção, com a criação de Zonas de Proteção da Árvore (ZPA) nos canteiros de obra, delimitadas por barreiras físicas para evitar danos às raízes, cercas devem ser instaladas ao redor das árvores, impedindo escavações e nivelamentos sem supervisão técnica (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2024). De acordo com Petty (2021), cada espécie tem uma propagação de raiz típica com base na demanda de água, logo, não há como parametrizar uma distância, devendo-se conhecer as especificidades de cada uma para instalação das ZPAs.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Revisão de literatura

Para o estudo, serão analisados por meio de consulta bibliográfica as práticas recomendadas acerca do manejo arbóreo em obras, visando a preservação e o cuidado das árvores durante o desenvolvimento de projetos de construção. As fontes de pesquisas serão artigos acadêmicos, livros, dissertações, teses, publicações técnicas e documentos legislativos.

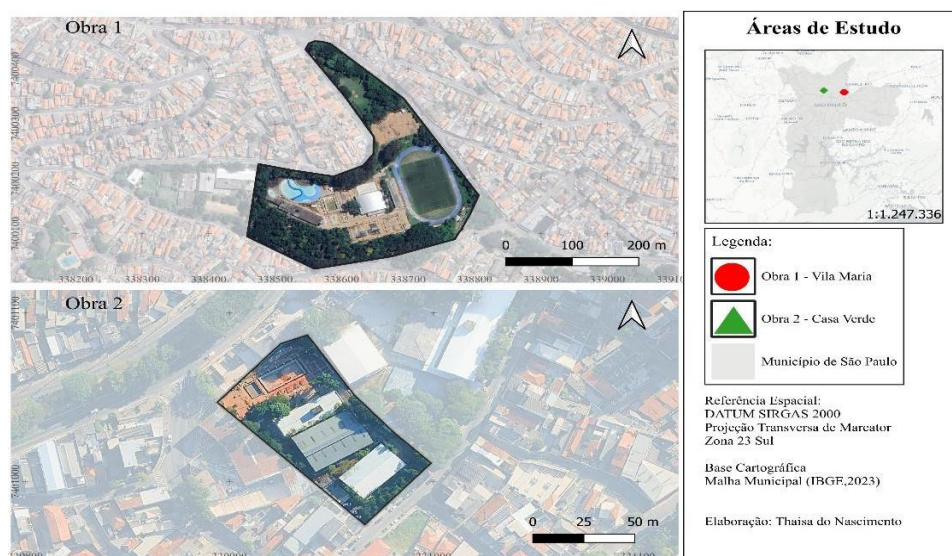
3.2 Cenário da pesquisa

Este estudo foi realizado em duas obras municipais de requalificação em Centros Esportivos na cidade de São Paulo. Sendo elas, executadas por empresas privadas terceirizadas pela Secretaria Municipal do Esporte e Lazer.

A obra 1 foi realizada no Centro Esportivo Vila Maria, localizado no bairro de Vila Maria, enquanto a obra 2 foi realizada no Centro Esportivo Casa Verde, localizado no bairro também de mesmo nome, ambas na zona norte de São Paulo (Figura 1).

Foram realizadas visitas a campo para acompanhar as práticas utilizadas nas obras em questão. Também foram observados os danos causados às árvores como impactos de máquinas, corte de raízes em função da escavação, mudança no nível do solo etc.

Figura 1 - Áreas de Estudo.



Fonte: A autora (2025).

3.3 Avaliações

Desde maio de 2023, realizou-se o acompanhamento diário da obra 1, que ainda está em andamento, com foco na avaliação e monitoramento dos impactos sobre a arborização existente, identificando danos às árvores, alterações no solo e interferências causadas pelas atividades construtivas.

Além disso, foi realizado o acompanhamento da obra 2, do CE Casa Verde, por cerca de seis meses, no período de abril de 2024 a outubro de 2024, com visitas quinzenais nos primeiros três meses e mensais nos três meses consecutivos, registrando e analisando os impactos ambientais locais sobre as árvores.

Como método de avaliação foi realizada a inspeção visual simples das árvores a partir do solo, a avaliação de risco de nível 2, utilizando ABNT NBR 16246-3. Foram observadas características como as condições do tronco e copa, estado fitossanitário e potenciais conflitos com infraestrutura, entre outros. ABNT NBR 16246-3: Fornece diretrizes para a Avaliação de Risco de Árvores em florestas urbanas, incluindo métodos de inspeção visual e classificação de risco.

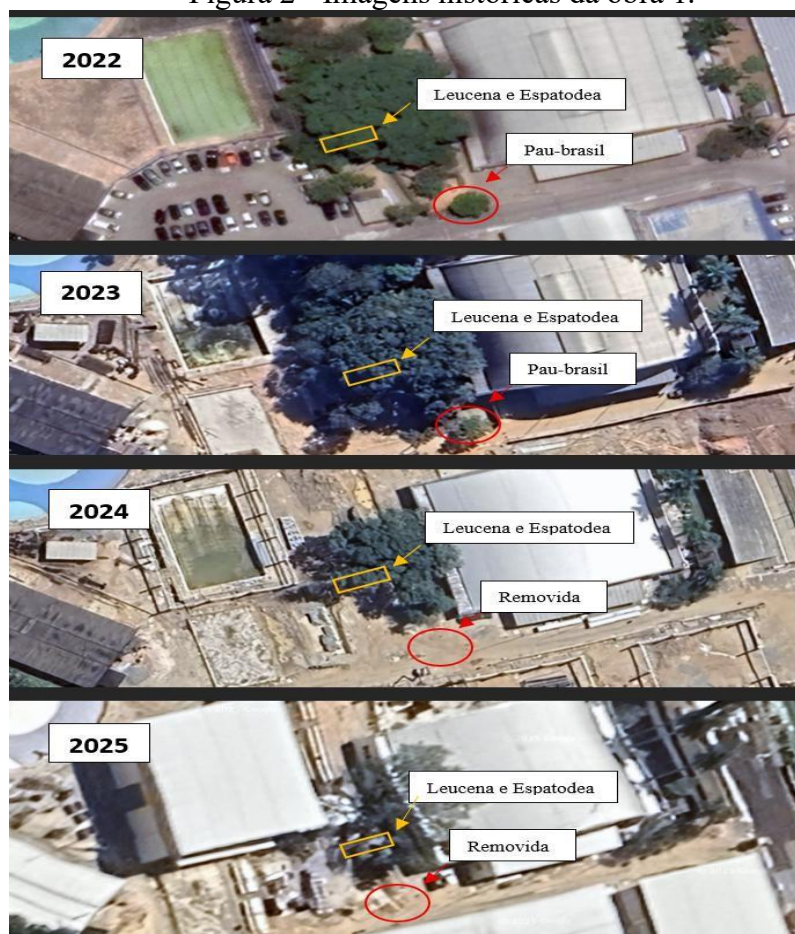
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Quais árvores suprimir?

Na obra 1, a decisão de quais árvores seriam removidas coube totalmente ao engenheiro civil, pois o projeto foi realizado desconsiderando as árvores presentes. Após a elaboração do projeto, os responsáveis pela obra contrataram um engenheiro agrônomo ou florestal que elaborou um laudo das árvores que seriam removidas, levando em consideração apenas o conflito com as novas edificações a serem construídas.

Na Figura 2 é possível observar a cobertura vegetal de um local específico ao decorrer dos anos, onde uma árvore de cerca de 7 anos da espécie pau-brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis) foi suprimida e na mesma área foram conservadas uma árvore da espécie leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) e outra da espécie espatódea (*Spathodea campanulata* P. Beauv.). No local onde a árvore de pau-brasil foi suprimida nada foi construído, a árvore foi removida apenas para liberar espaço para a passagem de máquinas.

Figura 2 - Imagens históricas da obra 1.



Fonte: Google Earth (2022, 2023, 2024 e 2025).

Segundo Moraes (2011), no Brasil as sementes da leucena encontram condições ideais para germinar devido as condições tropicais, resultando em uma disseminação tão intensa desta espécie que hoje é considerada uma praga em diversos locais. Por exemplo, a Prefeitura de Itu publicou o Decreto nº 4.400, de 22 de maio de 2025, que declara a espécie *Leucaena leucocephala*, como exótica invasora, prevendo a remoção progressiva da árvore em áreas públicas e a substituição por espécies nativas da flora local (Prefeitura de Itu, 2025).

Já a espatódea (*Spathodea campanulata*), que é uma árvore de origem africana usada no paisagismo, de acordo com alguns estudos, sua flor possui substância tóxica para abelhas (Castagnino *et al*, 2024). Ela é considerada invasora em alguns locais, como em Santa Catarina, que em janeiro de 2019, publicou a Lei Estadual nº 17.694, a qual proíbe a produção e plantio da espécie no estado (Lei nº 17.694, SC, 2019).

O pau-brasil é a árvore símbolo nacional e atualmente ameaçada de extinção. Para Rocha e Barbedo (2008), a presença da espécie no ambiente urbano contribui para fortalecer a conexão entre a população e a identidade brasileira, ao mesmo tempo em que cumpre funções essenciais da arborização urbana, como a redução dos impactos da artificialidade das cidades. Ainda, de acordo com os mesmos autores, a presença de árvores nativas na arborização pode ser uma boa estratégia para conservação *ex situ* de espécies ameaçadas de extinção. Com isso, fica claro que a supressão não considerou o risco de extinção, nem o valor histórico e ecológico da espécie.

Além do mais, na obra 1 foram removidas algumas árvores sadias em áreas onde não houveram intervenções, sendo elas, dois ipês-rosas (*Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos), um oiti (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch) e três alfeneiros (*Ligustrum sinense* Lour). Essas árvores eram adultas, já possuíam copa robusta e ficariam na lateral de uma pista de corrida construída, das quais poderiam proporcionar sombreamento e conforto térmico. Em seu estudo Buckeridge (2015) constatou que as árvores são capazes de cortar a incidência da luz em mais de 90%, diminuindo assim, a temperatura e a luz direta sobre quem caminha ou se exercita sob elas.

Atualmente essas árvores estão rebrotando (Figura 3), como uma afirmação de que não havia necessidade de corte, já que não estão no caminho da construção, estavam sadias e proporcionariam diversos benefícios.

Figura 3 - Rebrotas de árvores de Ipês rosa removidas na obra 1.



Fonte: A autora (2025).

Na obra 2, localizada no bairro Casa Verde, poucas árvores foram suprimidas em função da obra de requalificação, sendo registrado apenas um ipê-amarelo (*Handroanthus albus*).

4.2 Avaliações dos danos diretos

4.2.1. Danos Físicos ao Tronco e à Copa

Durante as vistorias realizadas nas áreas das obras, foi possível constatar diversos impactos mecânicos causados por máquinas sobre as árvores existentes no local. Tais danos se caracterizam, principalmente, por ferimentos no tronco, lesões na casca e exposição de tecidos internos e em alguns casos, posterior apodrecimento.

De acordo com Mattheck e Breloer (1994), ferimentos mecânicos em árvores geram perda de proteção natural contra agentes patogênicos, além de prejudicar a condução de seiva, podendo levar ao declínio fisiológico. Ainda de acordo com os mesmos autores, danos causados por impacto de máquinas podem não ser imediatamente fatais, mas com frequência iniciam um processo degenerativo de longo prazo.

Durante o processo construtivo nas obras 1 e 2 foi possível observar frequentemente a ocorrência de danos às árvores, o que acaba comprometendo tanto a saúde das plantas quanto o equilíbrio ecológico do entorno. Esses danos ocorreram de forma direta, como cortes de raízes, remoção de ramos ou ferimentos no tronco, ou de

forma indireta, como por exemplo, por meio da compactação do solo, alterações no regime hídrico e deposição de resíduos de construção.

Na Figura 4 (A e B), pode-se notar duas diferentes árvores que estavam próximas às “rotas” de máquinas pesadas como retroescavadeira, tratores, caminhões etc. Essas lesões foram causadas por quebra de galhos, ou devido ao impacto direto dessas máquinas.

Em nenhuma das obras foram observadas nenhum tipo de proteção ou delimitação nas árvores, a fim de evitar impactos diretos de máquinas.

Os equipamentos de construção podem danificar a parte da árvore que está acima do solo ao quebrar seus galhos, cortar sua casca e lesionar seu tronco. Esses danos são permanentes, e se prolongados, podem ser fatais. A Figura 4 mostra duas diferentes árvores das espécies pitanga (*Eugenia uniflora* L.) e ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos) com danos severos no caule, causado por impacto de máquina durante a obra 2. O tronco de ambas apresenta uma grande área de lesão com perda de casca e de tecido condutor, as fibras internas estão expostas e parcialmente rompidas. Essas feridas podem se tornar uma porta de entrada para fungos, bactérias e insetos xilófagos, o que pode acelerar o processo de apodrecimento. Além disso, a interrupção da circulação de seiva pode afetar a vitalidade da copa, levando ao declínio dessas árvores.

Figura 4 - Árvores lesionadas pela retroescavadeira na obra 2.



Fonte: A autora (2024).

Foram projetadas diversas edificações muito próximas às árvores pré-existentes e durante o processo construtivo as árvores sofreram com o impacto de máquinas. A maioria delas foram impactadas diretamente pela retroescavadeira no momento da escavação e apresentam lesões no fuste com exposição dos tecidos internos, como mostra a figura 5, que mostra duas árvores de ipe-rosa (*Handroanthus heptaphyllus*) impactadas pela retroescavadeira durante a atividade de escavação para a construção de uma pista de skate.

Para se evitar esse tipo de dano, se faz necessário a definição de uma zona de proteção das árvores, específica para cada uma, com a implantação de barreiras de proteção para árvores nas obras. A barreira de proteção é uma prática essencial no manejo arbóreo, pois reduz os danos causados por máquinas e atividades da construção civil.

As barreiras de proteção consistem em estruturas físicas que podem ser fixas ou temporárias, instaladas ao redor do tronco e da área de proteção das raízes visando impedir o contato direto com máquinas. De acordo com International Society of Arboriculture (2013), essas barreiras devem ser instaladas no perímetro da projeção da copa, com cercas a uma distância de aproximadamente 0,3 metros do tronco para cada 2,5 cm de diâmetro de tronco. Além do mais, pode se realizar a proteção diretamente no tronco com uso de placas de madeira, borracha, mantas geotêxtis ou tubos de proteção ao redor do tronco, para servir de escudo contra impactos. Outro ponto importante, é sinalizar a área e orientar operadores de máquinas pesadas para que tomem o devido cuidado com as árvores.

Figura 5- Descascamento do fuste de ipê-rosa causados pela retroescavadeira na obra 1.



Fonte: A autora (2024).

Foi projetada uma passagem para entrada e saída de veículos pesados próxima a uma árvore de grande porte da espécie eucalipto (*Eucalyptus* sp.) (Figura 6), a árvore sofreu inúmeros choques diretos, resultando em diversas lesões, além de esmagamento de raízes sujeitando a árvore a diminuição de sua vitalidade.

Figura 6 - Lesões em fuste de eucalipto, obra 1.



Fonte: A autora (2025).

Na Figura 7 foi registrado a quebra de parte do fuste de uma árvore da espécie pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) devido ao impacto da pá da retroescavadeira, na obra 1 em 2023. Alguns meses após o dano houve a rebrota de novos galhos, ramos epicórmicos, em função das suas inserções superficiais e ligações fracas acabaram se quebrando.

Figura 7-Quebra da copa da árvore pata de vaca, obra 1.



Fonte: A autora (2023).

Na imagem abaixo (Figura 8) trata-se de uma bomba de concreto com braço articulado que faz o bombeamento do concreto a grandes alturas. Durante a operação da máquina na projeção da copa da árvore da espécie tipuana *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze houve a quebra de galhos e danos a copa em função do contato com a lança. Ademais, ocorreram perfurações de raízes da árvore por um perfurador de solo, causando ainda mais estresse a mesma.

Figura 8 - Bomba de concreto com braço articulado na projeção da copa.



Fonte: A autora (2024).

4.2.2. Seccionamento de raízes

Outro problema recorrente é o corte ou rompimento de raízes durante escavações para fundações, e instalações de tubulações etc. Durante esse processo muitas árvores têm suas raízes danificadas, essa interferência pode comprometer a absorção de nutrientes e sua estabilidade. Jim (2003) aponta que danos radiculares são responsáveis por grande parte das quedas de árvores em áreas urbanas, o que representa um risco à segurança pública e ao patrimônio. Além disso, raízes feridas tornam-se portas de entrada para patógenos, acelerando o declínio da árvore.

Na obra do Centro Esportivo da Vila Maria, foram projetadas muitas edificações em um espaço antes ocupados por árvores, logo, foram necessárias inúmeras remoções de árvores. Os exemplares que não foram removidos sofreram

com o seccionamento de raízes devido à proximidade com essas edificações.

Se for seguir o recomendado de proteção na projeção da copa, não seria possível a construções ali realizadas

No local foram projetadas diversas edificações muito próximas das árvores, tendo sido as obras executadas sem qualquer cuidado de proteção às árvores, por operadores sem qualquer cuidado.

Na Figura 9 pode-se observar raízes espessas que foram levantadas e seccionadas durante as escavações para a construção de vestiários e duas quadras ao redor da uma árvore da espécie tipuana (*Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze). Além disso, foram realizadas escavações para a instalação de tubulações nas laterais da árvore. Outro fator a ser considerado, é que próximo à árvore há um corredor onde ocorre a passagem de máquinas diariamente, resultando na compactação do solo.

Figura 9 - Levantamento e corte de raízes.



Fonte: A autora (2024).

Na Figura 10 (A, B e C) pode ser observado o seccionamento de raízes para instalação de tubulação para a passagem de redes elétricas subterrâneas, a escavação em torno das árvores expôs severamente as raízes, comprometendo a estabilidade e saúde desses exemplares. As raízes cortadas ou danificadas reduzem a capacidade de absorção de água e nutrientes. Ademais, as árvores podem cair com mais facilidade devido à instabilidade do solo. Outro risco futuro, é caso as árvores sobrevivam, ocasionem o rompimento de tubulações em função do crescimento radicular e posteriormente, a necessidade de remoção desses exemplares.

Figura 10 - Seccionamento de raízes, obra 1.



Fonte: A autora (2025).

Na Figura 11 é possível observar os danos causados às raízes das árvores devido as construções próximas às raízes. A construção de estruturas de concreto ao lado da árvore pode compactar o solo e dificultar o crescimento radicular. Caso a árvore seja capaz de superar os danos e continue a se desenvolver, no futuro há risco de danos à edificação devido ao desenvolvimento radicular e crescimento em diâmetro.

Segundo Marvila (2022) é necessário haver uma distância mínima considerada segura para o plantio de uma árvore nos arredores de uma edificação. Cánovas (1994) recomenda que o plantio de árvores seja feito a uma distância mínima de 1 a 1,5 vezes a altura adulta em relação à edificação. Esses dados podem ser usados, por analogia, na tomada de decisão sobre preservação ou não de exemplares arbóreos onde houver construção de alguma nova edificação. No entanto, Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) consideram essa estimativa excessiva, apontando que há casos em que árvores situadas mais próximas do que esse limite não causaram danos à construção. Assim, entende-se que são necessários mais estudos, pois cada espécie possui diferença no desenvolvimento do sistema radicular.

Figura 11 -Construções de edificações próximas as árvores da espécie de espatodea e leucena na obra 2.



Fonte: A autora (2024).

A árvore da Figura 12 é um ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichu*), foi realizada a construção de uma guarita ao lado do local onde a árvore estava, após alguns meses houve a necessidade de remoção, possivelmente devido aos danos causados no sistema radicular.

Figura 12 - Ipê-amarelo na base da construção de uma guarita da obra 2.

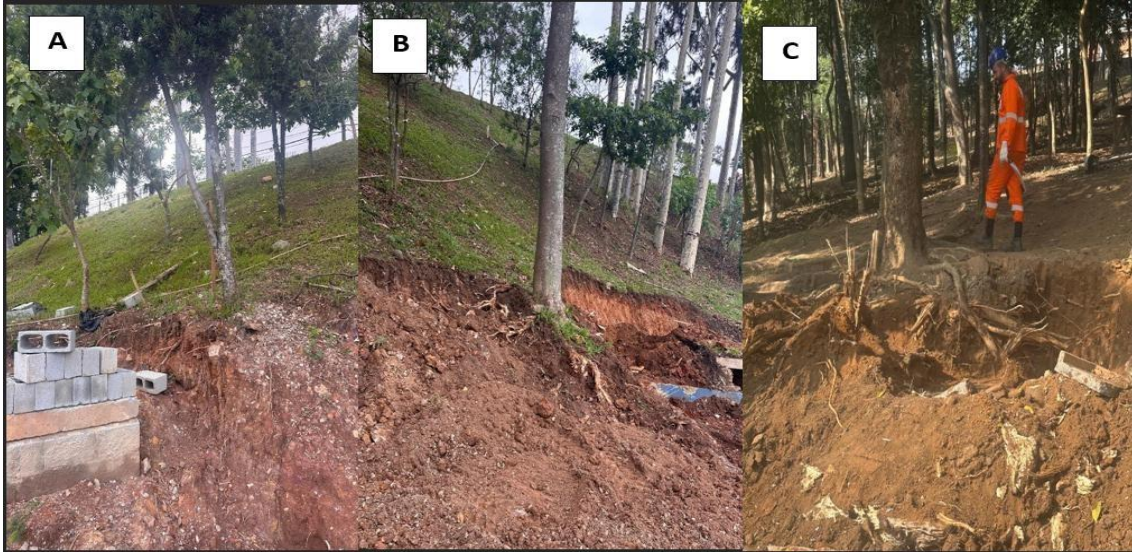


Fonte: A autora (2024).

Na obra 1, foi realizada o corte de solo em declive e isso expôs raízes de várias árvores (Figura 13), o que comprometeu a estabilidade da vegetação e do próprio

talude. A falta de contenção no futuro, pode causar deslizamentos ou queda das árvores, especialmente em períodos chuvosos. A movimentação do solo próximo às árvores pode danificar ainda mais as raízes e comprometer seu crescimento.

Figura 13 - Corte de talude na base de árvores das espécies podocarpos (*Podocarpus macrophyllus*), araribá (*Centrolobium tomentosum*) e ipê amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), obra 1.



Fonte: A autora (2024).

4.3. Avaliações dos danos indiretos

4.3.1. Compactação do Solo

A compactação do solo ocorre em função do tráfego de veículos pesados e da deposição de materiais sobre o solo na área de projeção da copa da árvore. Esse impacto reduz a porosidade e impede a circulação de ar, água, e nutrientes importantes para a planta. Schmitt *et al.* (2016) observaram em seu estudo maior mortalidade e menor desenvolvimento em árvores plantadas em áreas com alta compactação superficial.

Na obra 1, o tráfego de máquinas foi mais intenso em função da proporção e duração da obra. Enquanto a obra 1 já leva 2 anos e 8 meses a obra 2 apenas 1 ano. Além disso, em função da extensão da obra 1, as máquinas circulam por diversas áreas, afetando muitas árvores.

Figura 14 - Descarte inadequado, na base de árvores de ficus- benjamim (A), pitangueira (B) e goiabeira e alfeneiros (C), obra 1.



Fonte: A autora (2024).

Na imagem 14, observa-se acúmulo de entulho, restos de cimento e brita sobre toda a área de projeção da copa das árvores evidenciando a ausência de medidas adequadas de proteção no canteiro de obras. Além do risco de compactação do solo, esse tipo de situação expõe as árvores a danos físicos diretos e interfere na drenagem natural do local.

Conforme o National Park Service (2023), atividades de construção podem causar compactação do solo, corte de raízes e ferimentos no tronco, comprometendo a absorção de água e nutrientes pelas árvores. De modo semelhante, o Agroforestry Research Trust (2010) ressalta que a compactação reduz o espaço poroso do solo e o crescimento das raízes, favorecendo o estresse hídrico e o declínio fisiológico das árvores.

4.3.2. Alterações no Nível do Solo

Nas obras em questão foi possível observar alterações no nível do terreno, como por exemplos aterros e cortes do solo. De acordo com International Society of Arboriculture (2011), o soterramento de raízes, colo e tronco da árvore pode causar estresse por sufocamento das raízes (Figura 15), a adição de poucos centímetros de terra sobre o sistema radicular, para alterar o nível do terreno, poderá sufocar as raízes finas e, eventualmente, causar a morte de uma raiz maior. Enquanto a remoção excessiva pode expô-las e desidratá-las (Figura 16).

Figura 15 - Soterramento de raízes de amoreira e três ipês amarelos (*Handroanthus chrysotrichus*) na obra 1.



Fonte: A autora (2024).

De acordo com Starbuck (2017) o diagnóstico dos danos por compactação ou sufocamento de raízes pode ser difícil detecção, pois os sintomas podem levar de cinco a sete anos para aparecer, sendo que a velocidade e a gravidade do desenvolvimento dos sintomas dependem da extensão dos danos, da espécie da árvore e do tipo de solo.

Figura 16 - Raízes de dois ipês-amarelos expostas após escavações na obra 1.



Fonte: A autora (2024).

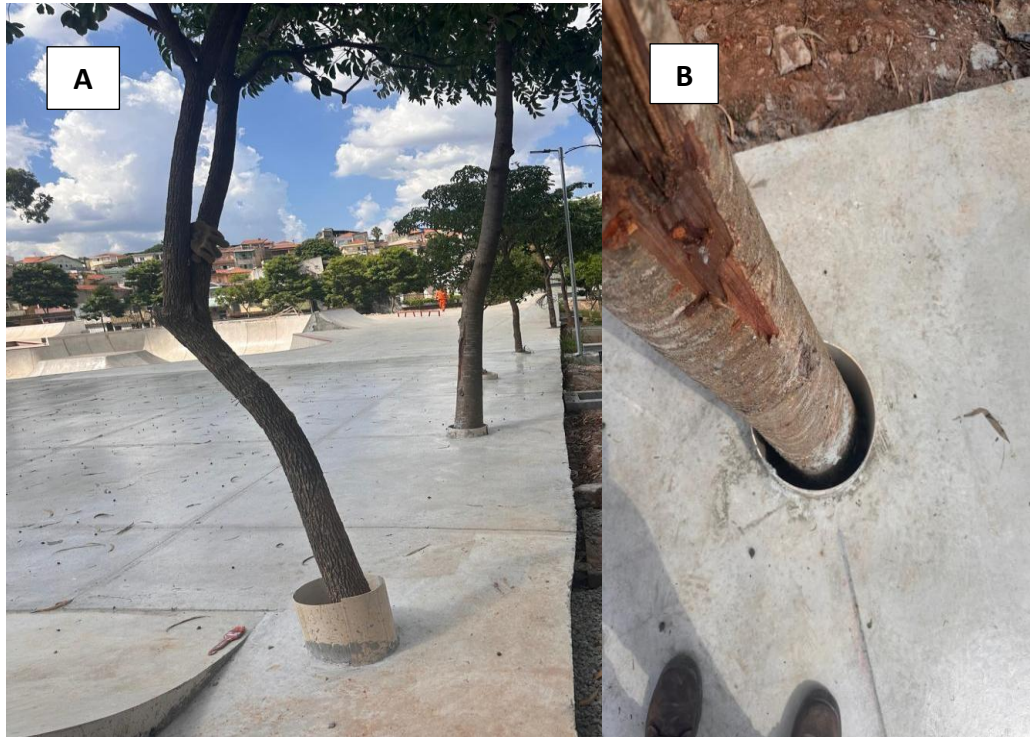
4.3.3. Alterações no Regime Hídrico

A impermeabilização do solo com concreto diminui a infiltração de água, causando deficiência hídrica. Essa mudança é ainda pior em áreas com baixa pluviosidade ou em períodos de seca, agravando o estresse hídrico e reduzindo a longevidade da árvore. Roloff et al. (2009) reforçam que a cobertura impermeável ao redor da base das árvores causa estresse fisiológico, levando à redução do crescimento, senescência precoce e aumento da mortalidade. Valente et al. (2008), em um estudo realizado em árvores em áreas urbanas de Goiás, observaram que indivíduos localizados em calçadas pavimentadas apresentaram copa menos densa e menor crescimento em altura e diâmetro, quando comparados a árvores em solo permeável.

Na obra 1, diversas árvores tiveram seu entorno alterados, principalmente com relação ao solo como é possível observar na Figura 17, onde diversas árvores como ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*) e araribá (*Centrolobium tomentosum* Guillem. exBenth.), que são árvores de médio a grande porte, respectivamente podem no futuro sofrer devido ao estrangulamento do colo. Que por sua vez, reduzem a oxigenação das raízes e comprometem a troca gasosa, o que pode levar ao declínio fisiológico e à morte dos indivíduos arbóreos (Silva;

Lima, 2018).

Figura 17 - Alterações na superfície do solo, espécies ipê-rosa e araribá na obra 1.



Fonte: A autora (2025).

Todos esses fatores quando somados podem levar ao enfraquecimento fisiológico das árvores, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças (Schmitt *et al.*, 2016), uma vez que o estresse constante pode reduzir a capacidade de resposta da planta, que pode apresentar declínio progressivo.

Os danos causados por construções em árvores podem levar meses ou até anos para se manifestar, dificultando a identificação da causa, e incluem sintomas como queda precoce de folhas, redução no crescimento e maior suscetibilidade a pragas, variando conforme a espécie, o solo e a gravidade do impacto (Starbuck, 2017).

4.4. Soluções sustentáveis

Na NBR, a primeira etapa, ainda na Fase de Planejamento, deve ser o Levantamento das Árvores, que especifica que “um levantamento das árvores deve incluir uma avaliação dos recursos arbóreos e relatar todos os aspectos relevantes”. Em seguida, deve ocorrer a Avaliação dos Recursos Arbóreos, etapa na qual são

estabelecidas as classificações de adequação para conservação. Somente na fase seguinte, Fase de Projeto, deve ser elaborado o Relatório de manejo das árvores, que deve conter informações como “limites da construção, incluindo demolição, alteração do nível do solo e drenagem, obras de instalações e redes de distribuição de serviços públicos e projeto paisagístico, além de observações sobre as proximidades das árvores com as estruturas, estradas e redes de distribuição de serviços públicos existentes e propostas”.

Torna-se indispensável a atuação de um profissional capacitado, como engenheiro florestal, engenheiro agrônomo ou biólogo, a fim de realizar a Avaliação da Adequação para Conservação das Árvores, avaliar as árvores existentes e definir quais devem ser preservadas, considerando aspectos como estado fitossanitário, valor ecológico, paisagístico e histórico, e, posteriormente, interagir com os projetistas para definir, em conjunto, a melhor alternativa locacional que assegure a preservação das árvores com maior potencial de conservação. Além disso, é fundamental que os órgãos licenciadores e fiscalizadores atuem de forma mais rigorosa para garantir o cumprimento das exigências técnicas, já que muitos municípios ainda realizam apenas vistorias reativas, motivadas por denúncias, e deixam de exigir projetos detalhados para autorizar a supressão, o que enfraquece a proteção arbórea (Brasil, Lei nº 6.938/1981; Conama 237/1997).

Segundo Starbuck (2017) as árvores a serem removidas devem ser aquelas que estiverem diretamente no caminho da construção, as espécies consideradas daninhas ou indesejáveis, aquelas que apresentem sinais evidentes de declínio ou problemas estruturais que possam oferecer riscos. Em seguida, é importante observar o terreno com atenção, pois pequenas alterações no traçado da obra, como o deslocamento de um edifício, a mudança de localização de uma entrada ou o redesenho de uma linha de serviço público, podem representar a diferença entre conservar ou remover uma árvore valiosa.

Ainda, de acordo com a ABNT (2020) é importante elaborar um plano de manejo, que servirá como base para a conservação das árvores durante todas as fases do empreendimento. Esse plano deve indicar claramente quais árvores serão mantidas e quais serão removidas, estabelecer diretrizes de manutenção a médio e longo prazos,

delimitar zonas de proteção com barreiras físicas adequadas, prever medidas de

controle de erosão do solo, definir áreas para armazenamento de materiais e identificar a localização das redes de utilidade pública como energia, água, esgoto e gás. Também deve considerar as rotas de trânsito interno de veículos e equipamentos durante a obra, além de outras atividades que possam interferir na vegetação existente.

4.4.1. Pré-construção

As medidas de conservação das árvores devem ser comunicadas com antecedência aos responsáveis pela execução do plano de manejo (ABNT, 2020). Zonas de Proteção da Árvore (ZPA) devem ser estabelecidas e implantadas nos canteiros de obra, com barreiras físicas para proteger as árvores e suas raízes.

Para proteger as raízes das árvores contra escavações, compactação do solo e acúmulo de terra, se faz necessário a instalação de barreiras de proteção na projeção da copa ou se possível a uma distância ainda maior, isso antes de iniciar a obra, delimitando com cercas a área externa das copas, mantendo máquinas de construção afastadas (Starbuck, 2017). Essas barreiras também são conhecidas como Zonas de Proteção da Árvore (ZPA) que são barreiras físicas criadas nos canteiros de obra, com objetivo de proteger as árvores e suas raízes (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2024). As cercas de proteção só devem ser removidas após a conclusão completa da obra.

Figura 18 – Exemplos de barreiras de proteção.



Fonte: (A) Revista AdNormas (2021) e (B) A autora (2023).

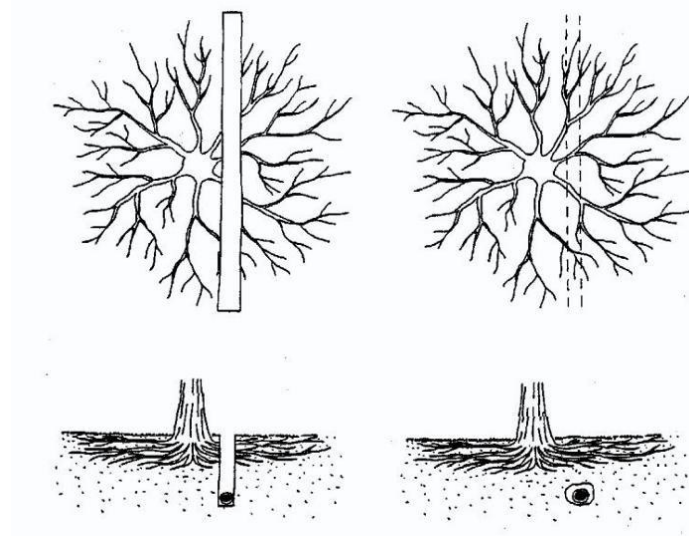
Infelizmente não foram encontrados exemplos de obras que fazem a proteção na projeção da copa e sim a poucas distâncias do fuste, como mostra a Figura 18, sendo este mais um indicativo da pouca atenção dada a esse tema.

4.4.2. Construção.

4.4.2.1. Túnel em vez de vala: uma alternativa para preservar raízes.

Grande parte das raízes são danificadas durante a escavação para a construção de valas próximas as árvores. De acordo Starbuck (2017) a escavação de túneis sob a árvore é uma alternativa de baixo impacto. Como a maioria das raízes se concentra nos primeiros 45 cm do solo, túneis com profundidade de 60 cm causam poucos danos, para evitar atingir raízes estruturais, recomenda-se que o túnel seja feito a uma distância mínima de 30 a 60 cm do tronco (Starbuck, 2017).

Figura 19 - Impactos da vala e túnel perto de uma árvore.



Fonte: Starbuck (2017).

4.4.2.2. Reduzindo a compactação do solo.

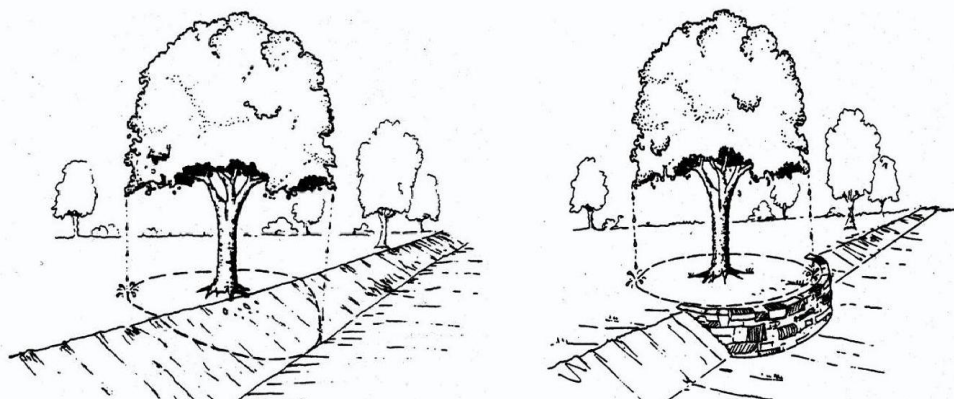
Quando não for possível isolar o tráfego de máquinas no canteiro de obras, recomenda-se o uso temporário de cobertura morta com materiais mais grosseiros, como lascas de madeira ou cascalho, para proteger o solo contra a compactação na zona de

raízes das árvores, ajudando a distribuir o peso, reduzindo os impactos diretos sobre as raízes (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2024; Starbuck, 2017).

4.4.2.3. Mudanças no nível do solo - distância segura

Alterações no nível do solo ao redor de árvores, como cortes e aterros, podem causar sérios danos ao sistema radicular e alterar a umidade do solo, comprometendo a sobrevivência da planta. Uma solução é a construção de muros de contenção, ou manter uma distância de projeção da copa, evitando a exposição ou soterramento das raízes (Starbuck, 2017).

Figura 20 - Opções para mudanças no nível do solo: exemplo 1 (má prática) e exemplo 2 (medida mitigatória).



Fonte: Starbuck (2017).

As ações de conservação devem ser constantemente monitoradas por profissionais da área e caso as recomendações não sejam seguidas, isso deve ser devidamente registrado (ABNT, 2020).

4.4.3. Pós-construção.

Após a conclusão da obra, as medidas de conservação devem ser reavaliadas, especialmente se houver alterações nas condições que impactem a saúde e a manutenção das árvores (ABNT, 2020). Algumas medidas preventivas podem ser tomadas, como por exemplo, irrigação, fertilização etc.

O acompanhamento da saúde das árvores deve continuar, pois algumas árvores podem não se recuperar totalmente, logo, é essencial que técnicos realizem inspeções

regulares após a obra utilizando a NBR ABNT 16246-3, observando sinais de estresse, doenças ou danos (ABNT, 2020; Starbuck, 2017; Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2024).

5. CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou a importância do manejo arbóreo adequado durante obras de construção civil, destacando os impactos ambientais gerados pela negligência com as árvores e a necessidade de adoção de práticas sustentáveis. A análise de campo mostrou que, mesmo com normas técnicas disponíveis, como a NBR 16246-4, e orientações específicas de manejo, ainda é comum observar intervenções que resultam em danos severos às árvores, desde lesões no tronco e seccionamento de raízes até compactação do solo e alterações no regime hídrico.

A supressão indevida de espécies nativas ameaçadas de extinção, como o pau-brasil, e a manutenção de espécies exóticas invasoras, como a leucena e a espatódea, reforçam a urgência de decisões técnicas baseadas não apenas na viabilidade da obra, mas também na conservação ambiental e na valorização da biodiversidade urbana. Fica evidente que a ausência de planejamento prévio e a falta de profissionais especializados na fase inicial das obras contribuem significativamente para a degradação da arborização existente.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre os setores de engenharia e meio ambiente é fundamental para garantir o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e preservação ambiental. A implementação de planos de manejo arbóreo desde a etapa de projeto até o pós-construção, aliada à fiscalização e ao monitoramento contínuo das árvores, é essencial para minimizar impactos e promover cidades mais sustentáveis, resilientes e seguras.

REFERÊNCIAS

- AGROFORESTRY RESEARCH TRUST. **Soil Compaction & Trees (The Overstory, n. 209)**. 2010. Disponível em: <https://agroforestry.org/the-overstory/275-overstory-209-soil-compaction-trees>. Acesso em: 10 out. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16246-4** Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 4: Manejando árvores em obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- BIONDI, D.; LEAL, L. C. **Arborização urbana: planejamento, implantação e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2008.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, 02 set. 1981.
- BUCKERIDGE, M. S. **Integração entre paisagens urbanas e florestais: impactos e estratégias**. São Paulo: Editora XYZ, 2015.
- CABRAL, L. N.; CÂNDIDO, G. A. **Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito**. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, 2019.
- CÁNOVAS, M. F. **Patología y Terapéutica del Hormigón Armado**. 3. ed. Madrid: E.T.S.I. CAMINOS - Universidad Politécnica de Madrid, 1994.
- CASTAGNINO, G. L. B.; CUTULI DE SIMÓN, M. T.; MEANA, A.; PINTO, L. F. B. **Mortalidade de abelhas sem ferrão nas flores de *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoniaceae)**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 25, 2024.
- CECHETTO, M. M.; OLIVEIRA, G. A. **Políticas públicas para arborização urbana e sustentabilidade**. Campinas: Editora ABC, 2014.
- CONAMA. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, 22 dez. 1997.
- DICKE, S. G. **Preservação de árvores em locais de obra**. Tradução de João Azevedo. [S.l.]: Município de Bragança, 2020. 11 p. Disponível em: https://www.cm-braganca.pt/cmbraganca2020/uploads/document/file/2769/6_Preserva_o_de_rvores_e_m_locais_de_obra.pdf. Acesso em: ago. de 2025.
- FERNANDES, C. F. *et al.* **Estresse oxidativo e o mecanismo de defesa de plantas contra patógenos**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1012278>.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população residente para os municípios e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2024**. Brasil: IBGE, 2024. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2024/estimativa_dou_2024.pdf. Acesso em: 05 jul. 2025.

INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. Evitando danos às árvores durante construções. 2013. Disponível em: [Evitando Danos às Árvores Durante Construcoes.pdf](#). Acesso em: 10 out. 2025.

JIM, C. Y. **Protection of urban trees during development.** *Environmental Management*, v. 32, n. 3, p. 311–321, 2003.

MARVILA, P.; SILVA, E. S. G.; SANTOS, A. E. Avaliação de danos em uma edificação devido à presença e supressão de árvores frutíferas. In: **Congresso Brasileiro de Patologia das Construções (CBPAT)**, 2022, Divinópolis. Anais... Associação Brasileira de Patologia das Construções, 2022. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CBPAT.2022.004>.

MATTHECK, C.; BRELOER, H. **The Body Language of Trees: A Handbook for Failure Analysis.** London: HMSO, 1994.

McPHERSON, E. G. *et al.* **Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project.** *Urban Ecosystems*, v. 1, n. 1, p. 49-61, 1997. <https://doi.org/10.1023/A:1014350822458>

MILARÉ, Édís. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco.** 10. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MORAIS, M. **Árvore: Porque não plantar Árvores Exóticas.** Disponível em: Lutas e causas sociais. Márcio Morais: Árvore - Porque Plantar. Disponível em: [Lutas e causas sociais Márcio Morais: Árvore - Porque Plantar](#). Acesso em 2 ago. 2025.

NATIONAL PARK SERVICE. **Preservation Matters:** Landscape Maintenance – Protecting Historic Trees During Construction. Washington, D.C.: National Park Service, 2023. Disponível em: <https://www.nps.gov/articles/000/preservation-matters-landscape-maintenance-protecting-historic-trees-during-construction.htm>. Acesso em: 10 out. 2025.

NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; BODINE, A.; GREENFIELD, E. **Tree and forest effects on air quality and human health in the United States.** *Environmental Pollution*, v. 193, p. 119–129, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>.

OKE, T. R. **Urban climates and global change.** *Progress in Physical Geography*, v. 11, n. 3, p. 47–58, 1987.

PAIVA, C. M. S. **Arborização e conforto térmico no espaço urbano.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – UNIFACIG, Manhuaçu, [s.d.].

PEDREIRA, L. O. L. **Aplicação da Norma Técnica Brasileira ABNT NBR 16.246-4:2020** – Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas – Parte 4: Manejo de árvores em obras. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro; Secretaria Regional Sudeste da SBAU, 2022.

PETTY, S. E. **Forensic Engineering: Damage Assessments for Residential and Commercial Structures**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2021.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Vegetação de porte arbóreo – Manejo** (obras e edificações), 2024. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/licenciamento/w/servicos/295164>. Acesso em: 13 maio 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITU. **Itu inicia erradicação de árvore invasora que ameaça a biodiversidade**. 07 jul. 2025. Disponível em: <https://itu.sp.gov.br/itu-inicia-erradicacao-de-arvore-invasora-que-ameaca-a-biodiversidade/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade (SMAMUS). **Cartilha de cuidados com as Árvores em Obras**. Porto Alegre: SMAMUS, 2024. Disponível em: Cartilha de cuidados com as Árvores em Obras. Acesso em: 05 ago. 2025. Disponível em: [Cartilha de cuidados com as Árvores em Obras](#). Acesso em: 04 ago. 2025.

ROCHA, Y. T.; BARBEDO, A. S. C. **Pau-brasil** (*Caesalpinia echinata* Lam., Leguminosae) **na arborização urbana de São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ) e Recife (PE)**. *Revista SBAU*, v. 3, n. 2, p. 58–77, 2008.

ROLOFF, A.; KORN, S.; GILLNER, S. **The climate-species-matrix to select tree species for urban habitats considering climate change**. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 8, n. 4, p. 295–308, 2009.

SANTA CATARINA. Lei nº 17.694, de 14 de janeiro de 2019. Proíbe a produção e o plantio da árvore espatódea (*Spathodea campanulata*) em todo o território catarinense, e estabelece outras providências. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, n. 20.934, p. 1-2, 15 jan. 2019. Disponível em: <https://leis.ale.sc.gov.br/ato-normativo/20385>. Acesso em: 28 out. 2025.

SCHMIDT, L. O.; CACCIA, L.; FELIN, B. **A engrenagem urbana brasileira: dispositivos legais para a gestão das cidades**. WRI Brasil, 10 out. 2018. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/engrenagem-urbana-brasileira>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SCHMITT, J. E.; FISCHER, D. L.; SCHMIDT, D. **Compactação do solo e seus efeitos no desenvolvimento de espécies arbóreas urbanas**. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 11, n. 3, p. 36–45, 2016.

SCHUCH, M. I. S. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias**. 2006. 49 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade

Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9600>. Acesso em: 5 ago. 2025.

SILVA, R. A.; LIMA, F. M. **Impactos das Intervenções Urbanas na Vitalidade de Árvores Urbanas**. Revista Brasileira de Arborização Urbana, v. 13, n. 2, p. 45–58, 2018.

SMILEY, E. L.; PIERCE, R. A.; GORE, T. R. **Tree care during construction: techniques and strategies**. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 6, p. 159–166, 2007.

STARBUCK, C. J. **Preventing construction damage to trees**. Columbia, MO: University of Missouri Extension, 2017. (MU Extension Guide G6885). Disponível em: <https://extension.missouri.edu/publications/g6885>. Acesso em: 28 jul. 2025.

VALENTE, R. O. A. et al. **Influência do tipo de pavimento sobre o crescimento e a qualidade de árvores urbanas em Goiás**. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 13, n. 1, p. 59–66, 2008.

WRI BRASIL. **Como e por que as cidades devem proteger as florestas**. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/como-e-por-que-cidades-devem-protoger-florestas>. Acesso em: 4 jul. 2025.

YANG, L.; GE, J.; CAO, Y.; LIU, Y.; LUO, X.; WANG, S. et al. **Enhanced cooling efficiency of urban trees on hotter summer days in 70 cities of China**. *Advances in Atmospheric Sciences*, v. 41, n. 11, p. 2259–2275, set. 2024. DOI: 10.1007/s00376-024-3269-9. Acesso em: 22 mai. 2025.