



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA (*Lato sensu*)**

**REFORÇOS NATURAIS NA AVALIAÇÃO DE FALHA EM ÁRVORES**

**OLÍVIA PEREIRA LOPES**

*Sob a Orientação do Professor*

**Sérgio Brazolin**

**SEROPÉDICA – RJ**  
**MARÇO - 2023**

**OLÍVIA PEREIRA LOPES**

**REFORÇOS NATURAIS NA AVALIAÇÃO DE FALHA EM ÁRVORES**

*Sob a Orientação do Professor*

**Sérgio Brazolin**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista** em Arborização Urbana, no Curso de Pós-Graduação em Arborização Urbana

**SEROPÉDICA – RJ**  
**MARÇO - 2023**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA



**TERMO Nº 262 / 2023 - DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)**

**Nº do Protocolo: 23083.016611/2023-05**

**Seropédica-RJ, 20 de março de 2023.**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)**

Termo de aprovação da defesa de Monografia de OLÍVIA PEREIRA LOPES

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Arborização Urbana, no Curso de Pós-Graduação em Arborização Urbana (Lato sensu) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MONOGRAFIA APROVADA EM 20/03/2023

*(Assinado digitalmente em 20/03/2023 15:09 )*  
JOSE CARLOS ARTHUR JUNIOR  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptSil (12.28.01.00.00.00.31)  
Matricula: 2270076

*(Assinado digitalmente em 20/03/2023 21:04 )*  
AMELIA GUIMARÃES CARVALHO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 075.425.126-84

*(Assinado digitalmente em 20/03/2023 15:21 )*  
SERGIO BRAZOLIN  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 093.492.598-42

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp>  
informando seu número: **262**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **20/03/2023** e o  
código de verificação: **06f6bb1222**

L864r      Lopes, Olívia Pereira, 1990-  
Reforços Naturais na Avaliação de Falha em Árvores /  
Olívia Pereira Lopes. - Castanhal, 2023.  
18 f.: il.

Orientador: Sérgio Brazolin.  
Monografia (Especialização). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Arborização  
Urbana, 2023.

1. Reforços Naturais. 2. Avaliação de Risco. 3.  
Falhas. 4. Árvores Urbanas. I. Brazolin, Sérgio, xx-,  
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Pós-Graduação em Arborização Urbana III. Título.

*“Tentamos proteger a árvore, esquecidos que é  
ela que nos protege” – Carlos Drummond de  
Andrade*

Aos que conseguem notar e apreciar as árvores em meio ao tumulto das  
cidades.

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por fortalecer minha fé e me acalmar nos mais diversos momentos, peço que continue me guiando.

Aos meus pais e irmã, alicerces durante toda essa jornada. Mesmo com a distância se fazem presentes, acalentando e reerguendo.

Aos amigos e amigas da PGAU/UFRRJ, por compartilharem seus conhecimentos e vivências, sem dúvida foram essenciais para minha formação.

Aos professores da PGAU/UFRRJ, não mediram esforços para transmitir os saberes e estão sempre dispostos a nos ajudar.

Ao Prof. Sérgio Brazolin, por aceitar meu convite e por todo auxílio e compreensão, admirável como pessoa e profissional.

Ao PGAU/UFRRJ por nos permitir vivenciar a arborização urbana.

Aos arboristas urbanos de todo país, que se dedicam dia após dia para manter o verde nas cidades e conscientizam sobre a importância das árvores. Seguimos juntos!

## RESUMO

LOPES, Olívia Pereira. **Reforços Naturais na Avaliação de Falha em Árvores**. 2023. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

As árvores nas cidades promovem inúmeros benefícios, como: controle de temperatura, sensação de bem-estar, além de abrigar diversas espécies. Mas a sua presença é constantemente comprometida, pois são consideradas fonte com potencial de dano e devem ser avaliadas por profissionais especializados e capacitados na “Avaliação de Risco”. Essas metodologias de análise estimam a probabilidade de falha e as consequências dessa falha. A maioria dessas avaliações não consideram a biomecânica das árvores e suas adaptações para compensação de defeitos e pontos de fragilidade estrutural. Os reforços naturais são adaptações nas árvores que conferem resistência mecânica adequada para suplantar defeitos ou esforços solicitantes em condições adversas. Em muitas situações esses reforços são indicados como defeitos, fazendo com que os riscos sejam superestimados, precipitando a tomada de decisão. O objetivo desse estudo foi reunir informações sobre os reforços naturais e sua relação com a estabilidade mecânica da árvore e propor sua ponderação nas análises de risco. Para atender ao objetivo foi feita uma revisão bibliográfica nas plataformas Periódicos da Capes, Google Acadêmico e *Web of Science*. Reforços naturais, como tronco/ramo fundido, tronco/ramo entrelaçado, tronco/ramos cruzado e crescimento horizontal são recursos já presentes nas árvores e podem auxiliar a reduzir o risco de falha estrutural, restringindo movimentação e preservando pontos frágeis, distribuindo o peso e o estresse uniformemente ou mesmo dissipando a força do vento. Ao compreendermos e considerarmos a presença desses mecanismos é possível utilizá-los como ferramenta para preservação e adequada manutenção das árvores nas cidades.

## ABSTRACT

LOPES, Olívia Pereira. **Natural Bracing in Trees Failure Assessment 2023**. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023

Urban trees promote numerous benefits, such as: temperature control, a sense of well-being, in addition to sheltering many species. But the presence of trees in cities is constantly compromised, they are considered a source of potential damage and must be evaluated by specialized and trained professionals in Tree Risk Assessment. These analysis methodologies estimate the probability of failure and the consequences of this failure. Most of these evaluations do not consider the biomechanics of the trees and their adaptations to compensate defects and points of structural weakness. Natural bracing are adaptations in trees that provide adequate mechanical resistance to reduce defects or stress in adverse conditions. In many situations, these natural bracings are designated as defects, overestimating the risks, precipitating the decision-making. The aim of this study was to gather information about natural bracing and their relationship with the tree mechanical stability and propose their consideration in risk assessment. To meet the objective, a bibliographical review was carried out on the platforms *Periódicos da Capes*, Google Scholar and Web of Science. Natural brace such as fused limbs, entwined limbs, crossing limbs and resting limbs are features already present in trees and can help to reduce the risk of structural failure, restricting movement and preserving fragile points, distributing weight and stress evenly or dissipating the force of the wind. By understanding and considering the presence of these mechanisms, it is possible to use them as a tool for the preservation and proper maintenance of trees in cities.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	2
AVALIAÇÃO DE RISCO .....	2
REFORÇOS NATURAIS .....	3
Tronco/Ramo Fundido.....	5
Tronco/Ramo Entrelaçado.....	5
Tronco/Ramo Cruzado .....	6
Crescimento Horizontal.....	7
AVALIAÇÃO DE RISCO E OS REFORÇOS NATURAIS .....	7
CONCLUSÃO.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10

## INTRODUÇÃO

São inúmeros os benefícios, já comprovados, que a presença de indivíduos arbóreos no meio urbano nos fornece, como: controle de temperatura, sensação de bem-estar, estreitamento do relacionamento homem e natureza, além de abrigo para grande diversidade de espécies (GOLD, 1977; REID *et al.* 2017; TURNER-SKOFF & CAVANDER, 2019).

Apesar disso, a presença das árvores nesse meio é constantemente comprometida, seja pelo estresse a que estão expostas ou por serem consideradas fonte com potencial de dano. Sendo assim, é indicado que as árvores sejam avaliadas por arboristas, profissionais especializados na área, que adotam metodologias denominadas de “Avaliação de Risco”.

A avaliação de risco tem por objetivo identificar uma condição ou defeito que é estruturalmente frágil (MATHENY & CLARK, 2009) e estimar a possibilidade de falha, considerando as consequências diante da queda da árvore - análise de alvo.

No Brasil, não há uma avaliação de risco padrão, cada município costuma ter sua própria ficha de avaliação ou protocolo de inspeção. Geralmente, adaptada da norma brasileira ABNT NBR 16246-3: Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas (ABNT, 2019) e da *Tree Risk Assessment Qualification – TRAQ* da *International Society of Arboriculture - ISA* (DUNSTER *et al.*, 2013).

A Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU), os institutos de pesquisa e universidades têm um papel importante na divulgação destas referências, contribuindo para os municípios criarem sua própria ficha de avaliação ou protocolo de inspeção.

Tanto a norma brasileira quanto a TRAQ estabelecem atributos necessários na inspeção das árvores, como estado fitossanitário, interferências ao crescimento do sistema radicular ou copa, defeitos do lenho e análise de alvo. Entretanto, não estabelece critérios específicos ou parâmetros para a tomada de decisão sobre o adequado manejo, pois cada espécie de árvore e exemplar, possui plasticidade para suplantação desses defeitos e de adaptação a condições adversas, como interferências antrópicas ou climáticas extremas.

Na maioria das avaliações de risco não é considerada a biomecânica das árvores, que alia os aspectos biológicos aos estruturais e de resistência, tornando as árvores seres altamente adaptáveis e que desenvolvem reforços naturais para viabilizar seu crescimento e sua estabilidade estrutural – uma perspectiva diferente de análise de risco que não considera só os defeitos e sim o restabelecimento da segurança estrutural.

Segundo Mattheck (1991), Mattheck & Breloer (1994) e Mattheck & Kubler (1995) os reforços naturais são alterações na forma, tamanho e química dos tecidos das partes da árvore (raiz, caule e galhos) que conferem resistência mecânica adequada para suplantar defeitos ou esforços solicitantes em condições adversas.

O estímulo mecânico pode afetar o desenvolvimento e alongamento do caule, essa mudança devido a esses estímulos é chamada tigmomorfogênese. Representa uma adaptação destinada a proteger as plantas dos estresses produzidos pelo ambiente (JAFFE & FORBES, 1993).

As árvores são expostas a esforços solicitantes, como qualquer estrutura da engenharia, sendo ventos e rajadas intensas, peso próprio e cargas acidentais, por exemplo água da chuva acumulada no tronco e folhas e o peso de plantas superiores. Esses esforços solicitantes atuam na árvore criando tensões ou forças de tração, compressão e cisalhamento, além dos momentos de flexão e de torção e, para evitar a ruptura dos seus componentes estacionários (tronco e sistema radicular) devem compensar estes esforços criando tensões internas e otimizando a sua forma, tamanho e estrutura, no que se denomina de crescimento adaptado, auto-otimização ou tigmomorfogênese.

Reforços naturais como troncos/ramos codominantes com casca inclusa, fundidos, entrelaçados, cruzados e com crescimento horizontal (SLATER, 2018a), são indicados como defeitos, fazendo com que os riscos sejam superestimados, precipitando a tomada de decisão.

As avaliações de risco são importantes, preveem e evitam acidentes, mas a forma do vegetal e seus mecanismos de desenvolvimento e defesa devem ser considerados, evitando podas desnecessárias ou mesmo supressões. Ao considerarmos todas as variáveis envolvidas na avaliação de risco, atentando aos reforços naturais, há uma maior possibilidade de diminuirmos as incertezas na tomada de decisão quanto ao manejo adequado

Os principais estudos sobre reforços naturais em árvores foram desenvolvidos na América do Norte e Europa. É necessário que possamos entender, discutir e trazê-los para nossa realidade, onde há escassez de profissionais especializados nos órgãos responsáveis pelas avaliações e pouco incentivo ao conhecimento da biomecânica de árvores. Com esse intuito, o presente estudo visa reunir informações sobre os reforços naturais e sua relação com a estabilidade estrutural da árvore e propor sua ponderação nos protocolos de análise de risco.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo parte de uma revisão bibliográfica feita nas plataformas Periódicos da Capes, Google Acadêmico e *Web of Science*. Para facilitar as buscas foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *tree risk assesment, natural bracing in trees, bark-included, tree biomechanics*. Os quinze primeiros artigos resultantes de cada busca foram analisados, desses excluiu-se os que não apresentaram informações relevantes ao trabalho.

Priorizou-se artigos científicos publicados em periódicos que possuem como temática principal a arborização urbana. Os trabalhos de Slater (2018a; 2018b) foram influências essenciais para o desenvolvimento desse estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **AVALIAÇÃO DE RISCO**

Matheny & Clark (2009) conceituaram avaliação de risco como uma análise visual da estrutura da árvore, descrevendo os defeitos, avaliando a probabilidade de falha e qual a consequência, caso essa falha ocorra.

Sampaio *et al.* (2010) ressaltam que o risco de queda de um indivíduo arbóreo está relacionado ao possível dano. Sendo assim, uma árvore presente em local muito movimentado e/ou com estruturas consideradas frágeis, casca inclusa, galhos secos, inclinação, bifurcações, tem grande potencial de danos.

Essa abordagem, destacando os danos possíveis se houver uma queda ou também conhecida como análise de alvo, pode supervalorizar o risco da árvore. Não há árvores sem risco, no entanto, quando bem cuidadas e avaliadas, é possível termos árvores nos mais diversos cenários urbanos, não restritas apenas em áreas verdes, como parques. Praças e unidades de conservação.

Tanto a NBR 16246-3 - Nível 2 (ABNT, 2019) quanto a metodologia *TRAQ* (DUNSTER *et al.*, 2013), sugerem avaliações qualitativas detalhadas, a fim de mensurar os riscos de um indivíduo arbóreo.

A NBR 16246-3 – Nível 2 é uma avaliação criteriosa que observa copa, tronco, colo, área de enraizamento e entorno. Ressaltando a importância da aplicação de critérios técnicos-científicos padronizados que avaliem a árvore e suas partes, com intuito de reduzir o risco de acidentes e auxiliar na gestão dos indivíduos arbóreos, assegurando

manejo preventivo e adequado. Entretanto, não fornece um formulário ou protocolo pronto para preenchimento, mas nos define os fatores e parâmetros que possibilitam o desenvolvimento de protocolos personalizados. Os fatores considerados são a dendrometria, análise de alvo, condições do entorno e avaliação visual externa da árvore, esse último com informações sobre: o estado geral da árvore, o sistema radicular visível, colo, tronco, copa em desequilíbrio, aspecto fitossanitário da árvore, crescimento adaptado e presença de vegetais parasitas.

Entretanto, como exemplo de superestimação do risco de uma falha na árvore, a norma brasileira, ao explicar sobre o estado geral do tronco e da copa, solicita a verificação da inclinação do tronco e presença de casca inclusa, que dependendo da interpretação do avaliador e de sua experiência, tais atributos podem ser considerados defeitos críticos.

Tanto a inclinação quanto a presença da casca inclusa, observando a árvore em sua totalidade, podem estar associados com os reforços naturais que permitem o desenvolvimento e sobrevivência, podendo ser incluídos como um tipo de crescimento adaptado.

A *TRAQ*, metodologia recomendada pela ISA, combina a probabilidade de falha árvore, aspectos inerentes exclusivamente as partes estruturais dos indivíduos arbóreos, com a probabilidade de impacto, considera o local que a árvore está e taxa de ocupação desse local, e quais as consequências, insignificante, menor, significativa ou severa, se a falha ocorrer (DUNSTER *et al.*, 2013).

Essas informações são combinadas em matrizes que fornecerão o risco da árvore avaliada. Para categorizar o risco, a metodologia define determinar a probabilidade de falha isoladamente de cada parte da árvore (raiz, caule e copa), avaliando probabilidade de impacto e as consequências. Além de estimar o risco atual da árvore essa metodologia permite estimar o risco residual, ou seja, risco que resta após o manejo recomendado ser executado.

Assim como na norma brasileira, a *TRAQ* ao solicitar informações sobre tronco, copa, colo e área de enraizamento da árvore, permite que os avaliadores interpretem possíveis reforços como defeitos. Isso ocorre pois ambas as metodologias, apesar de qualitativas, focam apenas nas fragilidades dos indivíduos avaliados e não nos seus reforços.

Nas avaliações numéricas, como a proposta por Seitz (2005), as fragilidades também são ressaltadas e o grau de risco é obtido pela soma entre o mais alto valor, que pode variar de 0 até 5, atribuído na avaliação visual (raiz, tronco e copa) da árvore e o valor do risco atribuído ao alvo. Essa avaliação também restringe a percepção quanto aos reforços naturais, superestimando o risco da árvore avaliada.

## **REFORÇOS NATURAIS**

Para compreender a forma e fisiologia das árvores urbanas é preciso considerar as diferentes modalidades de crescimento, ramificação e, até mesmo, mortalidade, características inter e intraespecíficas. Ao considerarmos a morfofisiologia, passamos a entender que qualquer “falha” estrutural, na ausência de alterações patológicas, possivelmente irá superestimar o risco (MORELLI *et al.*, 2017).

Por exemplo, a casca inclusa (Figura 1) está, geralmente, presente na junção de tronco/ramos e é uma condição observada com frequência em árvores urbanas e áreas verdes (LONSDALE, 1999; SMILEY, 2003; KANE *et al.* 2008; SLATER & ENNOS, 2016; SLATER, 2018a). Essa condição ocorre quando duas ou mais camadas de casca não se separam durante o crescimento da árvore, isso pode acontecer devido lesões ou crescimento incomum do indivíduo arbóreo quando expostos a condições adversas



**Figura 1** Casca inclusa presente em árvores urbanas, considerada um ponto de fragilidade e perda de resistência.

A presença da casca inclusa é analisada como um risco, visto que estudos mostram perda de resistência mecânica neste ponto, portanto, maior probabilidade de surgimento de uma fratura do lenho, ou seja, maior fragilidade estrutural (SLATER, 2018b). Tanto que os protocolos de avaliação de risco a consideram como um fator que aumenta o risco. Mas até que ponto a casca inclusa realmente aumenta a probabilidade de falha, considerando que os indivíduos arbóreos possuem mecanismos de compensação para lidar com essas fragilidades (MATTHECK, 1991; MATTHECK, 1998 & MATTHECK, 2007).

Mattheck & Breloer (1994) em sua pesquisa que resultou no livro “ *The Body Language of Trees*”, ressaltou que a forma de uma árvore reflete reações aos impactos externos e danos internos e sua capacidade de auto reparação. As árvores se reparam adicionando madeira em pontos mecanicamente fracos de maneira controlada por carga, além de assumirem formas para restringir movimentos, prevenindo possíveis falhas.

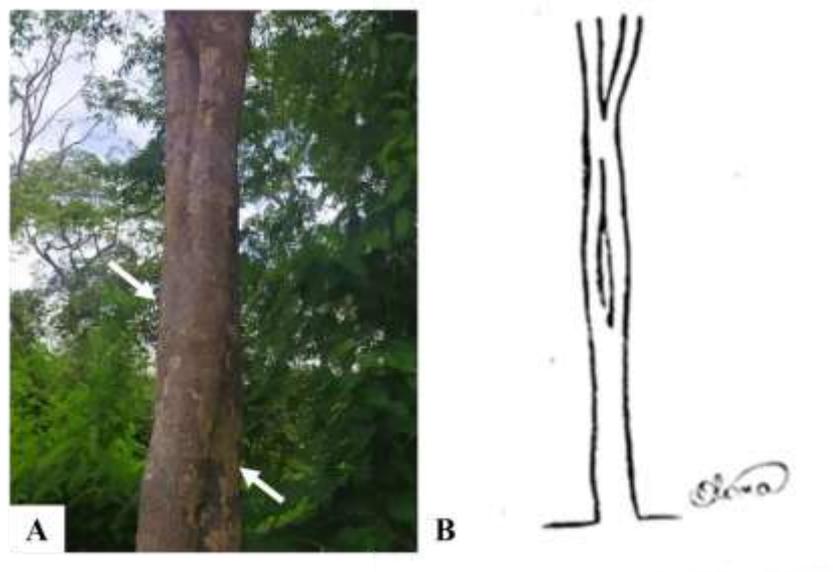
Os reforços naturais são mudanças na forma, tamanho e química das partes do vegetal e estão diretamente relacionados a biomecânica da árvore. Essa mudança na forma do vegetal para adaptar seu crescimento é chamada de tigmomorfogênese e esses conceitos devem ser discutidos na arborização urbana. Citamos abaixo reforços naturais observados com frequência em árvores urbanas e citados por Slater (2018a).

### **Tronco/Ramo Fundido**

A fusão de tronco/ramo ocorre acima da bifurcação preservando a bifurcação por meio de restrição do movimento. Essa fusão ocorre, geralmente pelo atrito dos troncos/ramos codominantes e surgimento da casca inclusa que irá uní-los (Figura 2).

Segundo Slater (2018a), esse tipo de reforço normalmente se mantém em escala com as forças que atuam para separar os membros unidos, havendo estímulo mecânico suficiente para o desenvolvimento da árvore, tornando os membros fundidos uma forma sustentável de reforço natural.

Essa fusão dos membros restringe o movimento e fortalece a junção potencialmente fraca de casca inclusa abaixo desse reforço, na bifurcação. Sendo assim, a retirada desse reforço por meio de podas, por exemplo, pode prejudicar a biomecânica do vegetal e tornar a casca inclusa presente na bifurcação passível de falha.



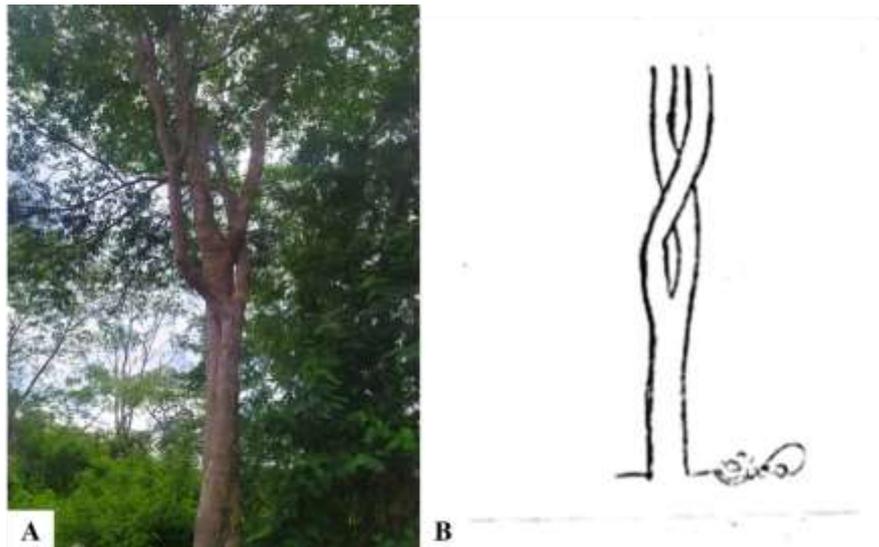
**Figura 2** Tronco fundido (seta), restringindo movimentação na bifurcação.

### **Tronco/Ramo Entrelaçado**

O entrelaçamento em árvores refere-se a uma configuração na qual o tronco/ramos se entrelaçam entre si. Essa configuração pode ocorrer naturalmente em algumas espécies de árvores (Figura 3).

Slater (2018a) citou que o entrelaçamento ocorre quando o indivíduo ainda é jovem; se o entrelaçamento permanecer, ou seja, não houver a morte de um dos membros, esse reforço natural é permanente e auxiliará no desenvolvimento seguro do indivíduo, visto que irá restringir o movimento e prevenir contra a ação de ventos.

Os ramos entrelaçados fornecem um ponto de conexão adicional entre os membros da árvore, o que pode ajudar a distribuir o estresse e o peso mais uniformemente, reduzindo a tensão em partes individuais da árvore.



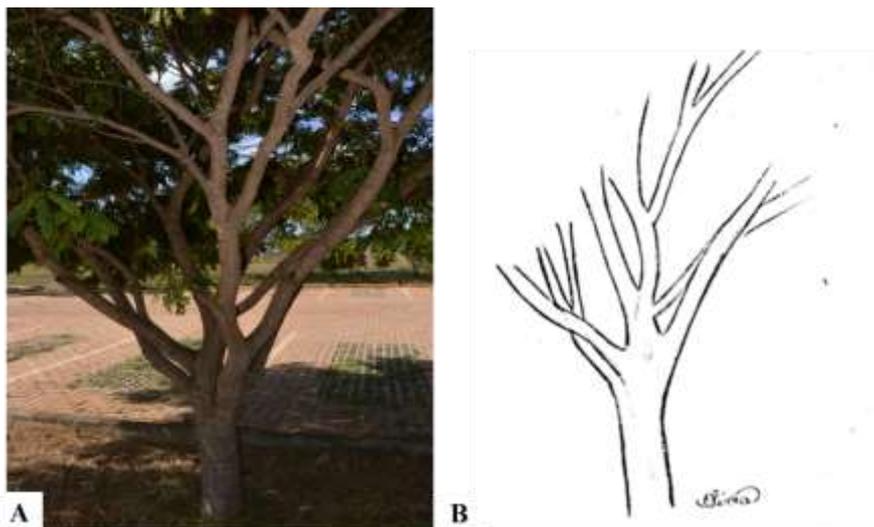
**Figura 3** Ramos entrelaçados, auxiliando na distribuição do peso e estresse.

### **Tronco/Ramo Cruzado**

O tronco/ramo cruzado ocorre acima de uma junção, quando um membro entra em contato físico com outro ramo ou caule. O contato entre os membros resulta em uma pressão entre eles, restringindo o movimento substancialmente na junção abaixo (Figura 4).

Slater (2018b) observou que esse cruzamento entre tronco/ramo é uma das formas mais comuns de reforço natural. No entanto, a remoção de ramos que estejam cruzados, em fricção, pode ocasionar o aumento do risco e possível falha do indivíduo arboreo, por acúmulo de tensões indesejáveis.

Assim como no tronco/ramo entrelaçado, o tronco/ramo cruzado é uma forma de reforço que ajuda a aumentar a resistência e estabilidade da estrutura da árvore, distribuindo o peso e as forças do vento de maneira mais uniforme, prevenindo que as extremidades dos galhos se quebrem sob tensão.



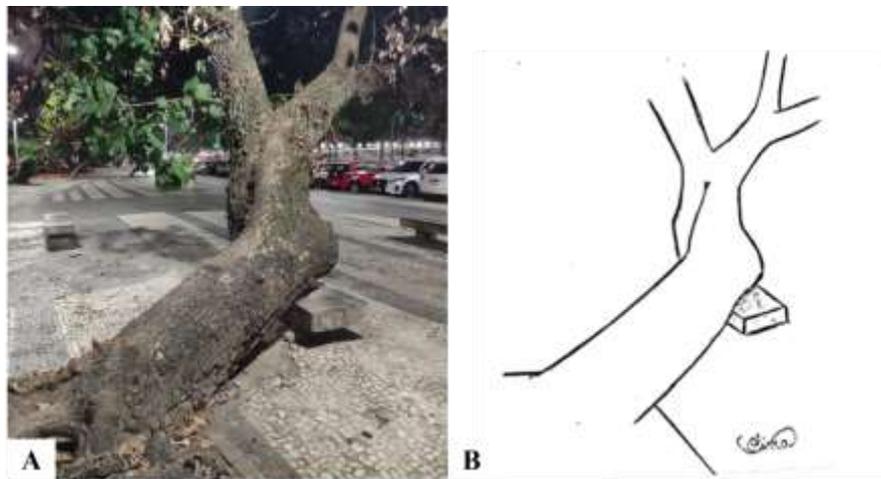
**Figura 4** Ramos cruzados, aumentando a estabilidade da estrutura da árvore.

### **Crescimento Horizontal**

É quando tronco ou ramos crescem horizontalmente em direção ao solo ou objeto baixo semelhante (como exemplo, bancos, muro, outros indivíduos arbóreos), essa inclinação pode ocorrer a partir da base ou da junção de tronco/ramos (Figura 5).

Quando esta forma de árvore é encontrada a probabilidade de falha é mínima, visto que tronco/ramos já estão próximos ao solo ou apoiados (SLATER, 2018a). O crescimento horizontal das árvores é um reforço natural que permite que elas resistam a forças ambientais como ventos, neve, gelo ou mesmo que busquem luz em locais excessivamente sombreados. Essa estratégia ajuda a aumentar a estabilidade e a longevidade das árvores.

O crescimento horizontal/inclinado das árvores ajuda a dissipar a força do vento, permitindo que elas dobrem e se flexionem, em vez de quebrar. Esse tipo de reforço pode ser influenciado pelo ambiente em que a árvore cresce. É possível observarmos, em áreas com ventos predominantes, as árvores crescendo com ramos laterais mais curtos e mais grossos do lado oposto ao vento, compensando a tensão ocasionado pelo vento.

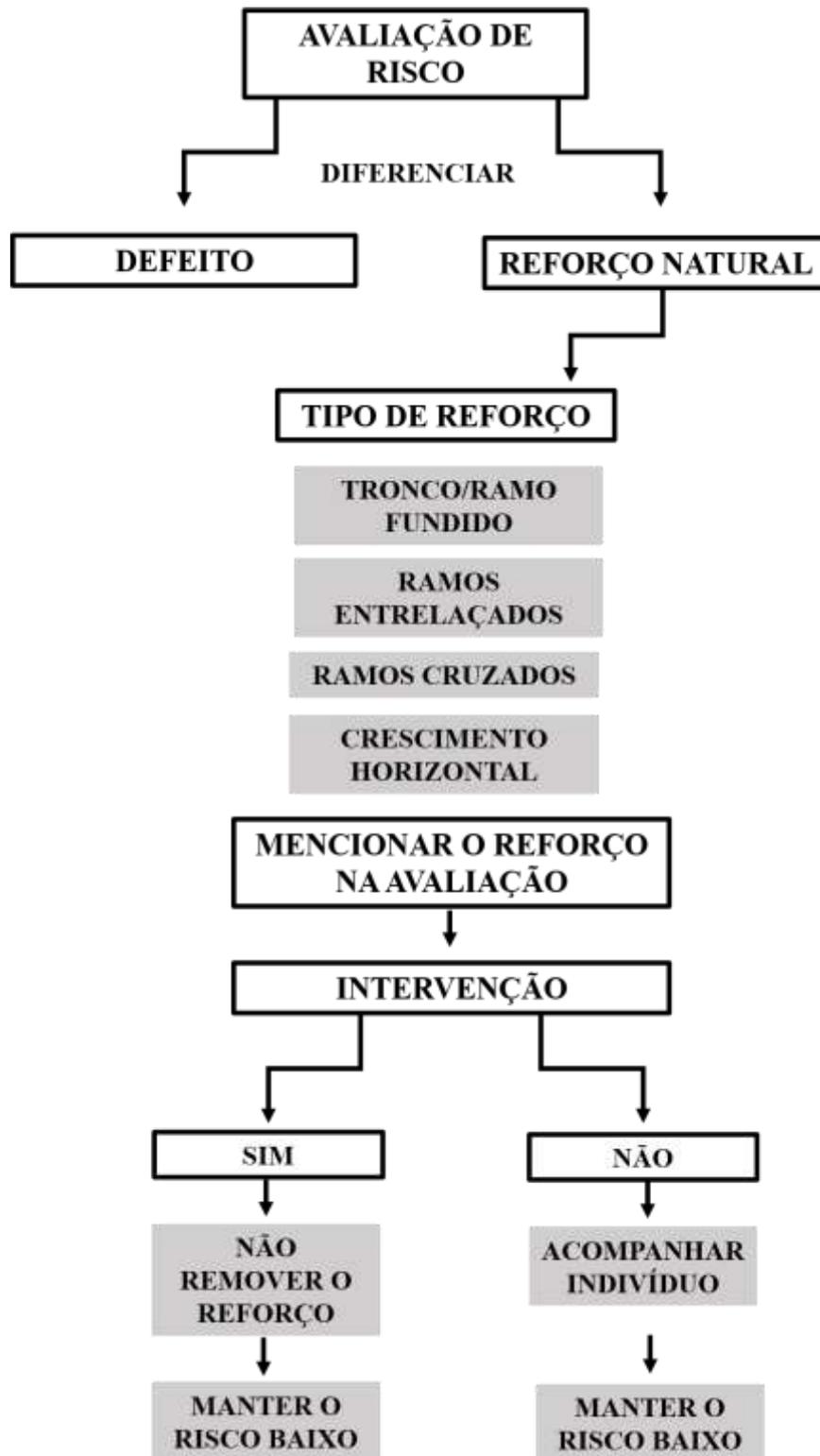


**Figura 5** Tronco inclinado e apoiado em banco, fornecendo sustentação e estabilidade.

### **AVALIAÇÃO DE RISCO E OS REFORÇOS NATURAIS**

Ao avaliar a estabilidade de uma árvore, os arboristas e outros profissionais habilitados consideram uma série de variáveis, como a presença de cavidades ou rachaduras, agentes fitopatogênicos, inclinação, entre outras. É necessário um novo olhar para as avaliações de risco, considerando os reforços naturais, visto que esses influenciam diretamente no desenvolvimento seguro do indivíduo arbóreo. A interpretação desses reforços como defeitos pode acarretar na tomada de decisão equivocada, adotando medidas preventivas desnecessárias, como exemplo podas que podem contribuir para o aumento do risco (Figura 6).

Os reforços naturais são recursos já presentes nas árvores e podem auxiliar a reduzir o risco de falha estrutural. Para utilizar esses reforços como ferramenta nas avaliações de risco em árvores é importante entender a forma da árvore, identificar e diferenciar defeitos de reforços. Após essas considerações, o manejo, se necessário, deve ser recomendado, atentando para que os reforços não sejam removidos.



*Figura 6* Avaliação de riscos considerando a presença de reforços naturais e suas funções.

## **CONCLUSÃO**

Para preservação das árvores nas cidades é primordial que estudos sobre essa temática sejam desenvolvidos e difundidos, colaborando para que a perspectiva sobre o manejo de riscos seja aprimorada e a árvore não seja subestimada quanto sua capacidade de compensação.

Os reforços naturais, como tronco/ramo fundido, tronco/ramo entrelaçado, tronco/ramos cruzado e crescimento horizontal, podem ser indicativos de um indivíduo arbóreo mais estável e resistente. Considerar os reforços como defeitos nas tomadas de decisão, pode causar danos a árvore, como podas indesejadas aumentando seu risco de queda ou até a remoção desnecessária do exemplar.

Estudar a forma da árvore e como ela impacta no desenvolvimento, é importante para que possamos compreender os mecanismos de compensação, utilizando-os como ferramenta para preservação e adequada manutenção das árvores nas cidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.246-3: Florestas urbanas - Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas Parte 3: Avaliação de risco de árvores.** Rio de Janeiro, p.14. 2019

DUNSTER, J. A.; SMILEY, E. T.; MATHENY, N.; LILLY, S. **Tree Risk Assessment Manual.** Champaign, International Society of Arboriculture. 2013.

GOLD, S. M. Social Benefits of Trees in Urban Environments. **International Journal of Environment Studies**, p.85-90. 1977.

JAFFE, M. J.; FORBES, S. Thigmomorphogenesis: The effect of Mechanical Perturbation on Plants. **Plant Growth Regulation**, 12, p. 313-324.

KANE, B., FARRELL, R., ZEDAKER, S. M., LOFERSKI, J. R., & SMITH, D. W. Failure mode and prediction of the strength of branch attachments. **Journal of Arboriculture and Urban Forestry**. p. 308–316, 2008.

LONSDALE, D. Hazards from trees: A general guide. **Forestry Commission Practical Guide series.** Forestry Commission, Edinburgh, 2000.

MATTHECK, C. **Tree: the mechanical design.** New York: Springer-Verlag. (Springer Series in Wood). 121p. 1991.

MATTHECK, C. **Design in nature – Learning from trees.** Berlin: Springer-Verlag. 1998.

MATTHECK, C. **Updated field guide for visual tree assessment.** Karlsruhe: Karlsruhe Research Center. 2007.

MATTHECK, C., & BRELOER, H. **The body language of trees: A handbook for failure analysis.** London: TSO. 1994.

MATTHECK, C., KUBLER, H. **Wood: the internal optimizations of trees.** New York: Springer-Verlag. (Springer Series in Wood). 129p. 1995.

MATHENY, N.; CLARK, J. Tree risk assessment: What we know (and what we don't know). **Arborist News**. p. 28-33. 2009.

REID, C. E.; CLOUGHERTY, J. E.; SHMOOL, J. L. C.; KUBZANSKY, L. D. Is all urban green space the same? A comparison of the health benefits of trees and grass in New York City. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. 14, 1411, 2017.

SEITZ, R. **Avaliação visual de árvores de risco.** FUPEF/SBAU, Curitiba, 26p. 2005.

SLATER, D. Natural bracing in trees: Management recommendations. **Arboricultural Journal**. 40, p. 106-133. 2018a.

SLATER, D. The association between natural braces and the development of bark-included junctions in trees. **Arboricultural Journal**. 40, p. 16-38. 2018b.

SLATER, D.; ENNOS, A. R. An assessment of the ability of bifurcations of hazel (*Corylus avellana* L.) to remodel in response to bracing, drilling and splitting. **Journal of Arboriculture and Urban Forestry**. 2016.

SMILEY, E. T. Does included bark reduce the strength of co-dominant stems? **Journal of Arboriculture**.104–106p. 2003.

TURNER-SKOFF, J. B.; CAVENDER, N. The benefits of trees for livable and sustainable communities. **Plants, People, Planet**. 12p. 2019.