



A AVALIAÇÃO DE ÁRVORES E AÇÕES DE MANEJO DE RISCO

Rogério Bobrowski

*Departamento de Pesquisa e Monitoramento da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba-PR -
Licenciamento Ambiental e Arborização Urbana*

Introdução

O monitoramento e as avaliações periódicas da arborização urbana são procedimentos necessários para averiguação das condições quali-quantitativas existentes e das necessidades de ações para viabilizar as funções e benefícios estéticos, ambientais, sociais e econômicos, diretos e indiretos (MILANO, 1992; NUNES, 1992; BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Em cidades como Curitiba a legislação municipal determina que para toda e qualquer intervenção em árvores, localizadas tanto em áreas públicas quanto particulares, há necessidade de licenciamento ambiental através do qual o órgão público procede à vistoria de avaliação por profissional técnico habilitado e delibera sobre o manejo a ser adotado. Para alguns casos especiais são apresentados laudos técnicos de profissionais autônomos.

Na ocasião da vistoria de avaliação de árvores deve ser verificada, visualmente, a existência ou não de problemas estruturais e/ou fitossanitários, sua extensão e comprometimento da estabilidade estrutural e possíveis riscos a alvos potenciais.

Devido à demanda pública por esse tipo de serviço, as avaliações devem ser objetivas e procedidas por profissional experiente para que a ação proposta seja a melhor possível e a mais adequada.

1. Conceitos gerais relevantes

Antes de dar início às explicações e argumentações sobre a avaliação de árvores, necessário se faz a dissertação sobre alguns conceitos relevantes.

Arquitetura de copas

Refere-se às diferentes formas básicas que as diversas espécies florestais podem desenvolver como forma de conduzir seu crescimento, com distribuição de cargas e estabilidade estrutural. Segundo Seitz (1995) estas formas são: ortotrópica monopodial (um único eixo principal com crescimento vertical maior que horizontal), ortotrópica simpodial (um eixo principal formado por ramos apicais alternados, com crescimento vertical maior que horizontal) e plagiotrópica (crescimento horizontal maior que vertical). A alteração da arquitetura ocorre quando a prática de manejo adotada excede o limite de razoabilidade técnica recomendada e que devido a isto altera a forma, volume, extensão e contornos naturais da copa da árvore e da espécie, podendo propiciar situações de maior risco potencial ou iminente.

Compartimentalização

São alterações que ocorrem no interior das células da madeira formando barreiras químicas e físicas, para recompor a estrutura danificada por danos ou patógenos e estagnar a lesão, bem como, para impedir a ação de fungos apodrecedores. A formação dessa barreira depende da ação de células vivas. Galhos de maior diâmetro e idade podem apresentar compartimentalização incompleta por possuírem células mortas em seu interior. Galhos podados incorretamente, com remoção do colar, podem ter esse processo inibido, impedindo a oclusão do ferimento, criando desta forma rotas para o ataque e ação de fungos apodrecedores.

Raio Crítico Radicular (RCR)

De acordo com Albers, Pokorny e Johnson (2003) esse termo refere-se à porção do sistema radicular necessária à estabilidade e vitalidade da árvore, o qual se estende além da linha de projeção da copa sobre o solo e por toda a circunferência da árvore. Ele é calculado como:

$RCR \text{ (pés)} = DAP(pol) \times 1,5$ ou $RCR \text{ (m)} = DAP(m) \times 18$

Dentro desse raio não devem ser toleradas intervenções em mais do que 40% de sua extensão, da borda em direção ao tronco, para que não haja comprometimento da vitalidade e estabilidade da árvore.

Alvos potenciais

Toda e qualquer estrutura urbana (edificações, estacionamento, carros, bancos de praças, pontos de ônibus, etc) ou ser vivo (pessoas ou animais no zoológico) que possam sofrer impacto direto pela queda eventual de árvores com ou sem problemas estruturais e/ou fitossanitários aparentes.

Defeitos e problemas estruturais

Todo e qualquer tipo de defeito no tronco, sistema radicular, galhos ou copa apresentado pelas árvores e que possam propiciar situações de risco por enfraquecimento do equilíbrio estrutural.

Problemas fitossanitários

Todo e qualquer dano ou problema ocasionado por agentes biológicos que tenham parte do seu ciclo de vida na árvore ou que mantenham relação de parasitismo afetando a vitalidade e estabilidade estrutural do hospedeiro.

Risco de queda iminente

Condição proporcionada por árvore que apresenta problemas estruturais e/ou fitossanitários irreversíveis e/ou severos e/ou extensivos que comprometem sua vitalidade e estabilidade, podendo atingir alvos potenciais por projeção de queda.

Risco de queda potencial

Condição proporcionada por árvore que apresenta ou não problemas estruturais e/ou fitossanitários reversíveis e/ou leves e/ou pequenos que pouco comprometem sua vitalidade e estabilidade, mas que eventualmente podem atingir alvos potenciais por projeção de queda.

2. Considerações sobre Biomecânica de árvores

2.1 Teoremas biomecânicos e mecanismos de fratura

Brazolin (2009) e Rollo (2009) citam alguns autores que agruparam os princípios da biomecânica de árvores nos teoremas a seguir, os quais explicam a otimização das árvores frente a esforços diversos, bem como também definiram os mecanismos de fratura a que estão sujeitas as árvores.

a) Quanto aos teoremas da biomecânica são citados:

✓ **Tensão uniforme:** a arquitetura típica de uma árvore é disposta de forma a suportar e distribuir uniformemente os esforços solicitantes, em busca do equilíbrio estrutural;

✓ **Mínima alavanca:** a árvore reorienta a disposição e forma de sua arquitetura para reduzir o comprimento da alavanca de galhos e tronco onde incidem esforços solicitantes; de forma ativa (encurvamento rígido) e de forma passiva (dobramento flexível);

✓ **Paralelismo das fibras:** o arranjo das fibras da madeira de forma paralela às forças tangenciais ou longitudinais solicitantes visa a diminuição das tensões de cisalhamento;

✓ **Anéis de crescimento:** o arranjo dos anéis de crescimento é otimizado e adaptado ao grau e tipo de esforço solicitante para melhorar a resistência através da melhor distribuição de tensões;

✓ **Tensão de crescimento:** as regiões do lenho de menor resistência mecânica são compensadas pela distribuição equilibrada das tensões de crescimento da árvore; isto para que sejam minimizadas as tensões que propiciam a ruptura e queda da mesma. Esse processo é mais ativo na juvenildade da árvore, por isso a importância de se evitar danos às mudas e indivíduos jovens para que se possa ter maior estabilidade estrutural na árvore adulta.

b) Quanto aos mecanismos de fratura da árvore são citados:

✓ **Por flexão:** quando as fraturas ocorrem por esforços em galhos com união fraca ao tronco, em troncos íntegros ou com cavidades e apodrecimento por fungos;

✓ **Por cisalhamento:** quando as fraturas ocorrem de forma longitudinal por tensões no tronco ou no colo da árvore sadia ou deteriorada, podendo também ser um processo interno (por esforços de flexão) ou em cavidades formadas pela queda e/ou apodrecimento de galhos;

✓ **Por torção:** quando as fraturas ocorrem, normalmente, em árvores com crescimento helicoidal (grã espiralada), que pode ser determinado geneticamente ou ser desenvolvido por esforços na copa, aplicados em uma única direção;

✓ **Por forças transversais:** quando as fraturas ocorrem em troncos e galhos muito inclinados ou com crescimento curvo, sendo observado processo de delaminação, ou seja, separação das fibras no sentido longitudinal do elemento; árvores com casca inclusa também sofrem este tipo de fratura.

Salienta-se que os mecanismos de fratura podem ser observados externamente através de alguns sinais como calos, espessamentos no colo e no tronco, cicatrizes e saliências em forma de dobraduras ou cintas.

2.2 Crescimento adaptativo

Toda árvore aperfeiçoa sua forma, tamanho e estrutura, através de tensões internas, para evitar a ruptura de seus componentes (tronco e raízes) (JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009). Esse fato é observado no crescimento irregular dos anéis de crescimento, pela ação de esforços solicitantes, bem como, pela formação de espessamento de raízes junto à base do tronco. Em ambos os casos, uma explicação plausível seria a ação do vento como carga dinâmica sobre a copa e por consequência sobre o tronco e sistema radicular, pois segundo James (2003), quando as cargas crescem em certos pontos nas árvores, o crescimento adaptativo ocorre neste ponto para amenizar o estress gerado.

2.3 Distribuição de cargas

As cargas produzidas nas árvores e stress gerado são uma combinação de esforços solicitantes como tração, compressão e cisalhamento e momentos de flexão e de torção (JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009).

As árvores são estruturas otimizadas, no entanto as maiores e mais fortes partes das árvores são as mais velhas (base do tronco). Nesse ponto a carga estática é a maior. Ao longo do tronco, até o topo, as cargas diminuem, porque as partes diminuem. Ocorre desta forma maior tração no topo da árvore e compressão na base (JAMES, 2003), por isso defeitos estruturais na base do tronco e sistema radicular de sustentação devem ser evitados ou muito pouco tolerados.

Salienta-se que o alburno contribui mais que o cerne para a estabilidade e suporte mecânico da árvore (JAMES, 2003), fato este explicado pela tensão de crescimento observada nas árvores – compressão para o interior a partir do câmbio secundário e tração para o exterior, por isso danos na parte externa do tronco são mais expressivos.

3.4 Forças estáticas e dinâmicas

As forças atuantes sobre as árvores podem ser de dois tipos: as estáticas (aquelas constantes, com pouco ou nenhum movimento, devido à própria estrutura e peso) e as dinâmicas (aquelas periódicas, com movimentos expressivos que geram o balanço da árvore).

De acordo com James (2003) a maior força dinâmica é aquela ocasionada pelo vento. Neste contexto o autor cita que as árvores isoladas experienciam mais a ação de forças dinâmicas pelo vento do que árvores em maciços florestais e praças e desta forma minimizam a energia do vento através de um complexo mecanismo de amortecimento de massa que envolve as folhas, ramos e galhos para evitar a transferência direta de energia ao tronco.

3. A avaliação de árvores

O processo de avaliação envolve o exame da condição da árvore e das condições locais com ponderações sobre o nível de risco que possa existir pela queda eventual ou provável, sobre pessoas, veículos ou propriedades, deixando de lado as vontades políticas, as motivações emocionais e as percepções distorcidas de segurança.

Para as árvores não há níveis de risco definidos e aceitáveis assim como aqueles reconhecidos para diversas outras estruturas urbanas (tubulação, fiação, pavimentação, etc). Nota-se então a necessidade do reconhecimento de níveis de risco das árvores urbanas, para melhor manejá-las a níveis de risco aceitáveis, considerando sempre que a opção pelo “risco zero” pode não ser possível, pois envolve maiores custos ao longo do tempo pela remoção precoce de árvores, pela maior reposição de árvores e pela perda dos benefícios que as árvores adultas oferecem (ALBERS; POKORNY; JOHNSON, 2003).

Ressalta-se que nos centros urbanos as possibilidades do “risco zero” são praticamente nulas, pois maiores são as interações entre as árvores, as pessoas e as propriedades. No entanto, essas interações variam enormemente ao longo da paisagem urbana.

Vale lembrar que: para existir risco, um alvo em potencial deve existir.

3.1 A avaliação visual

A avaliação visual é aquela que se baseia na identificação dos padrões estruturais favoráveis ou desfavoráveis ao equilíbrio estrutural da árvore.

Como está baseada na identificação visual a mesma é subjetiva, mas para tornar esse processo menos subjetivo podem ser adotados protocolos e critérios para avaliação mais rigorosa, além do uso de alguns aparelhos.

No entanto, deve-se lembrar que a experiência e o treinamento agilizam a avaliação e ponderam melhor as situações, pois quando o avaliador possui conhecimento dos fatores que afetam, criam e aceleram os defeitos em árvores a avaliação se torna mais rigorosa.

A avaliação é melhorada quando a mesma é diferenciada para árvores em locais diferentes, por exemplo, em grandes maciços florestais os alvos inexistem ou são raros, já para árvores em ruas os alvos existem, são muito diferentes e constantes, portanto propiciam maior probabilidade de atingimento e danos. Nesse último local, o critério de manutenção da árvore não deveria ser baseado na longevidade da espécie, mas sim no “prazo de validade” expresso pela relação entre os benefícios gerados e o custo de manutenção ou de reparo de problemas.

Deve-se ter em mente que sempre haverá algum grau de risco, cabendo então diminuí-lo ou extingui-lo. Hoje em dia, segundo Brazolin (2009) ainda faltam critérios para a determinação do risco de ruptura de uma árvore e qual o melhor manejo a ser adotado.

No entanto, como forma de contornar a falta de critérios detalhados e definidos pode-se lançar mão da avaliação de defeitos estruturais que a árvore possa apresentar, sempre associada a informações sobre a espécie (sua ecologia e características da madeira), do entorno e alvos potenciais e das condições de tempo predominantes no local.

3.1.1 Defeitos estruturais

Albers, Pokorny e Johnson (2003) reconheceram sete tipos principais de defeitos que podem gerar situações de maior risco de ruptura e queda de árvores. Tais defeitos são descritos a seguir e podem ser detectados através da avaliação visual:

✓ **Declínio da madeira:** resulta da interação contínua da árvore com fatores causais (falta de madeira por danos diversos e ação de fungos apodrecedores), propiciando menor força estrutural e redução da estabilidade. Árvore com danos no tronco precisa ter no mínimo 60% de sua circunferência estabelecida com madeira sadia, a fim de manter sua estabilidade estrutural. Indicadores de declínio avançado são: madeira apodrecida, corpos de frutificação de fungos, cavidades, buracos, rachaduras abertas ou protuberâncias na madeira.

✓ **Rachaduras:** são profundas separações da madeira ao longo do tronco, as quais resultam da incapacidade do mesmo em suportar cargas excessivas. Geralmente, as rachaduras são causadas pelo cicatrizamento inadequado de danos, pela rachadura de galhos com adesão fraca ao tronco (brotação epicórmica) ou devido a podas incorretas. São quatro os tipos de rachaduras:

a) **Fissura:** formada a partir da união fraca de galhos, se prolonga pelo tronco e separa os galhos provenientes da bifurcação;

b) **Inclusa:** ocorre quando as margens da rachadura curvam-se para dentro do tronco danificado e não compartimentalizado adequadamente. A fissura formada pode aparecer aberta ou fechada;

c) **Saliente**: é indicada por uma protuberância no tronco a partir da qual surge a rachadura, que pode estar aberta ou fechada, podendo estar associada a algum mecanismo de fratura;

d) **Horizontal**: surge quando a rachadura segue a direção da grã da madeira e se forma quando a carga da copa da árvore tenciona as fibras da madeira.

✓ **Problemas nas raízes**: referem-se ao inadequado ancoramento pelo sistema radicular, raízes danificadas ou enovelamento de raízes. As árvores mantêm um equilíbrio dinâmico entre a copa viva e sadia e o sistema radicular e quando esse equilíbrio é interrompido devido a doença nas raízes, perda ou declínio delas os sintomas de declínio aparecem nos galhos da copa. Para fins de manutenção da integridade da árvore e de sua estabilidade não se deve interferir em mais do que 40% do RCR, da borda para o tronco, porém situações de canteiro restrito ou solo compactado também comprometem a vitalidade e estabilidade;

✓ **União fraca de galhos**: são imperfeições naturais das árvores que propiciam situações de maior risco. Os dois tipos de união fraca são as brotações epicórmicas e as bifurcações em “V”, com casca inclusa e sem crista. Geralmente, são provenientes de regeneração após injúrias mecânicas ou stress ambiental e podem propiciar situações de alto risco quando associadas a rachaduras ou podridões;

✓ **Cancros**: são áreas no tronco, galhos ou raízes onde a casca e/ou o câmbio estão mortos. Podem ser causados por fungos, insetos, raios ou injúrias mecânicas (danos provocados por veículos, vandalismo, cortador de grama ou roçadeiras). Cancros grandes ou vários cancros pequenos muito próximos podem predispor a árvore à queda porque não há madeira suficiente para gerar resistência mecânica no local. Esse tipo de defeito pode potencializar o risco de queda da árvore se abrange mais de 40% da circunferência do tronco ou se está associado a outros processos de desvitalização do lenho;

✓ **Alteração da arquitetura**: são alterações da arquitetura típica da espécie (forma, contorno, área e volume da copa) causadas por alterações passadas nas condições ambientais da árvore, da direção de crescimento ou de danos causados. Podem resultar na mudança da direção de crescimento e conseqüente desequilíbrio e fraqueza estrutural de galhos, do tronco ou de toda árvore;

✓ **Galhos, ponteiros ou árvore morta**: são situações estruturalmente ruins por causa dos defeitos pré-existentes ou devido à rápida decomposição da madeira. Propiciam maior risco de queda e probabilidade de danos materiais.

3.1.2 Regiões de avaliação

Coder (1990) definiu seis regiões na árvore para fins de avaliação visual de sua condição. Tal divisão teve como objetivo tornar a avaliação mais rápida, confiável e objetiva. Devido ao maior suporte mecânico, a base do tronco (até 1,30m de altura) e raízes de sustentação (até 1,30m além do tronco), bem como, a base da copa ou porção de maior inserção dos galhos ao tronco são as duas regiões de maior importância estrutural onde a avaliação deve ser cuidadosa. Porém, para a segunda região existem técnicas corretivas para melhorar o suporte e estabilidade estrutural. As demais regiões possuem menor importância estrutural, porém defeitos existentes nessas partes podem interferir também na estabilidade da árvore (por exemplo: remoção de grande volume da copa e configuração da mesma como copa unilateral).

3.1.3 Fatores que influenciam o risco de queda

Segundo Harris (1992) uma árvore é considerada perigosa se está estruturalmente debilitada e se há um alvo em potencial, não sendo possível separar, com certeza, entre aquelas perigosas e aquelas não perigosas, pois toda árvore tem algum potencial para causar injúria. De acordo com o autor, são sete os fatores que podem influenciar a estabilidade da árvore e influenciar o risco de queda:

➤ **Defeitos estruturais:** a influência desses depende do tipo, do tamanho e da localização. Podridão, perda ou corte de raízes e declínio severo do tronco são mais perigosos do que a morte da ponteira da árvore ou cancro nos galhos;

➤ **Espécie:** algumas espécies possuem condições estruturais e mecânicas da madeira mais fraca que outras. Geralmente as folhosas suportam mais o estress do que as coníferas, devido ao habito de crescimento, pois espalham mais os galhos e possuem características anatômicas diferentes. As folhosas, em geral, possuem maior resistência mecânica para se sustentar, devido a suas características de arquitetura. Em geral, os pontos mais frágeis nas coníferas são a base do tronco e as raízes (as quais não se expandem muito) e nas folhosas são a base dos galhos e os galhos (os quais tendem a ser tão grandes quanto o tronco);

➤ **Tamanho e idade:** para uma mesma espécie, aquelas maiores e mais velhas possuem maior probabilidade de queda do que aquelas menores e mais jovens. As árvores mais velhas são menos aptas a se adaptar a condições desfavoráveis e são mais sujeitas a desvitalização e outras desordens. Árvores de crescimento acelerado tendem a ser estruturalmente mais fracas e devido a isso podem ser mais susceptíveis a danos, mesmo quando jovens;

➤ **Localização e entorno:** as árvores em maciços arbóreos se protegem mutuamente da ação dos ventos, porém quando se abrem clareiras para fins diversos, aquelas árvores remanescentes, nas bordaduras, sofrem mais intensamente a ação de ventos mais intensos devido à sua condição de equilíbrio estrutural afetado. Árvores em canteiros de pequenas dimensões ou com barreiras às raízes tendem a sofrer maiores impactos pela ação do vento intenso. Árvores em solos rasos, compactados e mal drenados possuem raízes superficiais e devido a isso podem ter maior probabilidade de queda pela ação do vento, principalmente quando o solo está saturado;

➤ **Condições do tempo:** ventos predominantes e aqueles de direções opostas são fatores importantes a considerar. Uma árvore é mais perigosa se está localizada a barlavento do alvo. O vento exerce uma força de compressão na madeira, a sotavento, e uma força de tensão, a barlavento. Por isso, frequentemente uma árvore que adquiriu estrutura para suportar ventos predominantes quando atingida por ventos de direção contrária, mesmo menos intensos, tendo a cair;

➤ **Práticas de manutenção:** práticas de manejo inadequadas ou excessivas, tais como poda de raízes, poda de galhos de grandes dimensões, poda de condução para elevação excessiva da copa, poda unilateral, etc, alteram a estabilidade da árvore e a arquitetura dela, favorecendo condições de risco de ruptura e queda. Em alguns casos, de acordo com James (2003) alteram o suporte de carga e amortecimento de massa favorecido pela disposição e balanço natural de ramos e folhas;

➤ **Alvos potenciais:** afetam o risco de queda o tipo, densidade e frequência, pois em áreas com maior fluxo de pessoas, carros ou adensamento de residências, maior será a probabilidade de atingimento pela queda da árvore e maiores serão os custos de indenização. Fatores como possibilidade de isolamento do local e de remoção do alvo também influenciam.

3.1.4 Locais de maior preocupação

Albers, Pokorny e Johnson (2003) através da criação de zonas de risco fizeram perceber que os diferentes setores e zonas de uma cidade têm importâncias relativas e específicas na definição de regiões e situações de risco. De modo geral, os principais locais onde se deve tomar maior atenção e agir com maior critério e ponderação são:

- ✓ Rotas de acesso de emergência (hospitais, unidades de saúde, creches);
- ✓ Proximidade a estruturas permanentes (casas, área de recreação);
- ✓ Vias principais: nas intersecções, placas de trânsito;
- ✓ Parques, playgrounds e áreas com uso intenso;
- ✓ Estacionamentos em áreas de uso intenso;
- ✓ Acessos de veículos e de pedestres;
- ✓ Pontos de ônibus ao longo das vias de uso intenso;
- ✓ Canteiros centrais de avenidas estruturais.

3.2. A avaliação por aparelhos

Em algumas situações pode-se e se faz necessário o uso de aparelhos para avaliação das condições do interior do tronco para o estabelecimento de critérios de ruptura para determinação de limites a partir dos quais a estabilidade de árvores estaria comprometida. Esse tipo de avaliação, mais rigorosa, mas ainda subjetiva, melhora a adoção de práticas de manejo mais adequadas evitando-se a remoção de árvores que ainda poderiam contribuir com os diversos benefícios proporcionados pela arborização urbana. Ressalta-se que em algumas situações, tais como grandes demandas para avaliação de árvores de rua através de expedientes gerados pela população, a utilização deste tipo de equipamento torna-se impraticável. Vale lembrar que para cada espécie os critérios de ruptura, adotados após amostragens com aparelhos, deveriam ser adaptados face as diferenças anatômicas, de resistência da madeira, de arquitetura de copa e de distribuição de cargas, além de outros fatores relativos às condições locais (tipo de solo, compactação, estruturas urbanas, ventos predominantes, etc).

Rollo (2009) dissertou sobre diversos aparelhos passíveis de utilização e que auxiliam a análise visual e a tomada de decisão, tais como: martelo, trado de incremento, penetrômetro, fractômetro, resistógrafo, tomógrafo de impulso, etc.

4. As ações de manejo

Após a avaliação da condição estrutural e fitossanitária da árvore pode ou não ser dispensada alguma ação de manejo. Dentre as possíveis ações técnicas, cita-se:

✓ **Poda:** de acordo com a AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (2001), que estabeleceu a Norma A300 para aplicação pelos arboristas Americanos, existem quatro tipos básicos de poda. Tais tipos são: poda de limpeza (remoção de galhos secos, quebrados ou infestados por pragas e/ou doenças), poda de raleamento (remoção de galhos sadios internos para redução da densidade da copa e melhoria da ventilação e iluminação), poda de elevação (condução da copa acima de certo limite para evitar conflito com estruturas) e poda de rebaixamento (para redução equilibrada da altura e expansão da copa, atendendo à arquitetura da espécie e capacidade de suporte a esta prática);

✓ **Corte:** remoção de toda a árvore atendendo critérios de segurança e técnica de corte adequada a cada situação;

✓ **Dendrocirurgia:** intervenções feitas na árvore a fim de estagnar a ação de algum dano ou defeito estrutural, como forma de potencializar a melhoria da estabilidade estrutural e manutenção da árvore. Tais práticas podem ser: cabeamento, suturas, estruturas de madeira para suporte, atendendo critérios técnicos para suporte da carga envolvida e melhor material;

✓ **Controle de pragas e/ou doenças:** muitas pragas e doenças podem ser toleradas como parte natural do ambiente urbano, por terem parte do ciclo de vida nas árvores, mas sempre dependendo da tolerância às mesmas e do grau de infestação, do prejuízo ao vigor das árvores e sua funcionalidade e da aceitação por parte da população (MILANO; DALCIN, 2000). Em determinados casos há necessidade de controles mecânicos (poda ou corte de árvores), químicos ou biológicos, sempre apoiados em avaliação local e critérios técnicos de uso, além do atendimento à legislação específica.

5. As estratégias de ação

As estratégias para reduzir os riscos oferecidos pelas árvores incluem:

✓ **Remoção do alvo:** a adoção desta medida depende da ponderação de fatores como tipo de alvo (casa, banco de praça, acesso, etc), da relevância do alvo e do custo da operação;

✓ **Isolamento do local:** a adoção desta medida depende da existência de alternativa ou de possibilidade para se impedir o acesso de pessoas e de veículos ao local;

✓ **Transplântio:** a adoção desta medida depende da existência de maquinário apropriado à execução da tarefa, da adaptabilidade da espécie, da importância da árvore ou espécie e do custo da operação;

✓ **Correções na árvore (podas, dendrocirurgia):** a adoção desta medida depende da necessidade de execução, da relevância da operação e da viabilidade técnica e financeira;

✓ **Corte:** esta medida é adotada quanto não se dispõem de alternativas viáveis tecnicamente e financeiramente, pois os prejuízos e problemas gerados são maiores que os benefícios proporcionados.

6. Protocolos de avaliação

Protocolos de avaliação são roteiros que descrevem procedimentos de observação na árvore. Para cada região de avaliação (copa, tronco, raízes, etc), seja estrutural ou fitossanitária, pode-se adotar uma escala de pesos para ponderar a avaliação conforme as condições apresentadas e observadas se distanciam de situações padrões estáveis. Os protocolos, além de ponderar a condição da árvore, deveriam considerar também o entorno imediato onde a mesma se insere (condições do solo, da estrutura urbana, fluxo de pessoas e de veículos, etc), a localização da mesma (arborização de ruas, arborização de parques, interior ou borda de florestas, rodovias, estacionamento, etc) e aspectos histórico-paisagísticos (árvores declaradas imunes de corte pelo poder público).

Existem diversos exemplos de protocolos adotados internacionalmente, podendo-se citar os mais clássicos propostos por Mattheck e Breloer (1994), Matheny e Clark (1994), Lonsdale (1999) e Albers, Pokorny e Johnson (2003).

No Brasil existem algumas tentativas de criação e aplicação de protocolos, ainda incipientes e em alguns casos pouco práticos. Dentre os trabalhos existentes cita-se aqueles de Gonçalves, Stringheta e Coelho (2007), Brazolin (2009), Sampaio et al. (2010) e Schallenberger et al. (2010).

Referências

- ALBERS, J.S.; POKORNY, J.D.; JOHNSON, G.R. How to detect and assess hazardous defects in trees. In: POKORNY, J. D. (Coord.). **Urban tree risk management: a community guide to program design and implementation**. St. Paul: USDA, Forest Service, Northeastern Area, State and Private Forestry, 2003. chap. 3, p. 41-116. (Technical Paper, NA-TP-03-03).
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. **ANSI A300: American national standard for tree care operations – tree, shrub and other woody plant management – Standard Practices. Part I: Pruning**. Manchester, 2001.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005.
- BRAZOLIN, S. **Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP**. 265p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- CODER, K. D. **Tree risk assessment: systematic evaluation process (Field Assessment Form)**. Athens: University of Georgia, 1990. Disponível em: <<http://www.urbanforestrysouth.org/resources/library/Citation.2004-06-2.4219/view?searchterm=None>>. Acesso em: 20/09/2009.
- GONÇALVES, W.; STRINGHETA, A. C. O.; COELHO, L. L. Análise de árvores urbanas para fins de supressão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 02, n. 04, p. 01-19, 2007.
- HARRIS, R. W. **Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs and vines**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.
- JAMES, K. Dynamic loading of trees. **Journal of Arboriculture**, Champaign, IL, v. 29, n. 03, p. 165-171, 2003.
- LONSDALE, D. **The principles of tree hazard assessment and management (Research for Amenity Trees)**. London: The Stationery Office, 1999.
- MATHENY, N. P.; CLARK, J. R. **A photographic guide to the evaluation of hazard trees in urban areas**. 2ª ed. Savoy, Ill., International Society of Arboriculture, 1994.
- MATTHECK, C.; BRELOER, H. **The Body Language of Trees: a handbook for failure analysis**. London: The Stationery Office, 1994.
- MILANO, M. S.; NUNES, M. L.; SANTOS, L. A.; SARNOWSKI FILHO, D.; ROBAYO, J. A. M. Aspectos quali-quantitativos da arborização de ruas de Curitiba. In: Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...**, Vitória: SBAU, 1992. 199-210p.
- MILANO, M. S.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206p.
- NUNES, M. L. Metodologias de avaliação da arborização urbana. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana, 1., 1992, Vitória. **Anais...**, Vitória: SBAU, 1992. 133-135p.

ROLLO, F. M. A. **Identificação de padrões de resposta à tomografia de impulso em tipuanas (*Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze)**. 123p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SAMPAIO, A. C. F.; DUARTE, F. G.; SILVA, E. G. C.; DE ANGELIS, B. L. D.; BLUM, C. T. Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 02, p. 82-104, 2010.

SCHALLENBERGER, L. S.; ARAUJO, A. J.; ARAUJO, M. N.; DEINER, L. J.; MACHADO, G. O. Avaliação da condição de árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 05, n. 02, p. 105-123, 2010.

SEITZ, R. A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: Fupef, 1995. 56p.