

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Departamento de Ciências Florestais  
Laboratório de Silvicultura Urbana**

## **Planejamento de florestas urbanas com ênfase em vias públicas**

**Demóstenes Ferreira da Silva Filho**  
Professor Doutor do Departamento de  
Ciências Florestais da Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de São Paulo.

**Setembro de 2015**

## **Introdução**

A floresta urbana é definida por MOII (1995) como toda cobertura arbórea arbustiva contida dentro do perímetro urbano das cidades e próximas das aglomerações urbanas. Tal definição abrange as árvores e arbustos contidos no tecido urbano, em especial as árvores que acompanham as ruas e avenidas das cidades. A arborização destas vias constitui um dos maiores desafios para silvicultores urbanos e demais gestores da cidade.

As ruas e avenidas possuem características que dificultam o estabelecimento do sistema florestal da cidade. Os técnicos responsáveis pelo estabelecimento da floresta urbana, devem elaborar políticas públicas, normativas e conhecer quantitativamente as características do espaço urbano para poderem desenhar e estabelecer a mais eficiente cobertura arbórea para as cidades.

O espaço viário é por excelência o local de fluxo de pessoas e toda sorte de produtos e serviços associados à comunidade urbana, é a verdadeira cidade viva e geradora de fluxos dentro do ecossistema urbano. Tais fluxos são próprios e diferentes dos padrões naturais. São mais rápidos, veículos motorizados circulam em grande quantidade, mobilizam grande quantidade de energia, insumos e geram uma quantidade enorme de resíduos sólidos, líquidos, gasosos e sonoros.

Outra característica do espaço viário é a intensa impermeabilização do solo constituindo-se em superfícies feitas pelo homem como asfalto, calçadas de diversos tipos de pavimento. Os lotes, oriundos do parcelamento do solo das cidades também são impermeabilizados em casas uni - familiares, prédios de moradia, galpões de fabricas, mercados e prédios públicos e empresariais.

Além disso, existem áreas abertas para circulação do ar e atividades de lazer interligadas por vias públicas. Estas áreas são muito importantes para a qualidade de vida da comunidade urbana, porém geralmente são escassas, mal distribuídas no tecido urbano e muitas vezes degradadas pela manutenção

deficiente das administrações públicas e pouco ocupadas pela população, atraída pelas praças de mercado e lazer fechadas, os “shopping centers”.

O sistema viário é geralmente impermeável e, portanto o solo é compactado, sua função é a circulação de pessoas e demais veículos, porém é o espaço aberto que está presente em toda a cidade, possui distribuição uniforme e por esta razão constitui a melhor oportunidade para estabelecimento de uma eficaz floresta urbana.

Este texto objetiva explicitar métodos para quantificar os espaços potencialmente arborizáveis e planejar a implantação de floresta urbana, a arborização urbana com ênfase na arborização viária.

### **Importância das árvores no tecido urbano**

Qual o motivo para querer planejar um sistema eficiente de verde urbano? Onde se quer chegar com isso? Qual o custo/benefício desta iniciativa? Como será feito esse planejamento?

Todas essas perguntas devem ser feitas e o planejamento deve responder todas elas.

### **Qual o motivo para querer planejar um sistema eficiente de verde urbano?**

O motivo para implantar um sistema de verde urbano baseado no estabelecimento de árvores bem distribuídas no tecido urbano está calcado nos benefícios das árvores para o ecossistema urbano e nas necessidades humanas para obter qualidade de vida.

Tal qualidade passa pelo conforto higrotérmico e psicológico, ou seja, o ambiente urbano deve possibilitar o estar, ir e vir das pessoas sem causar prejuízos para o bem estar fisiológico humano.

Os raios solares atingem as superfícies urbanas. Tais superfícies ao receberem esta radiação absorvem, refletem e irradiam esta energia na forma de calor e trocam esse calor com o ar circundante esquentando e reduzindo a umidade do ar adjacente ao solo. Ao longo do dia materiais com diferentes calores específicos vão transmitir calor por convecção em intensidades diferentes

e possibilitar distintas temperaturas do ar na cidade com algumas áreas mais quentes do que outras.

Por exemplo, o asfalto possui cor negra e absorve muita radiação, transmitindo radiação em ondas longas para objetos e pessoas próximos, troca calor com o ar por convecção esquentando a camada atmosférica superficial que chega a ter durante o verão temperatura acima de 35°C e a umidade relativa abaixa também causando intenso desconforto para as pessoas que estão passando a pé ou em veículos motorizados. O próprio asfalto volatiliza seus componentes mais rapidamente e devido a elevada amplitude térmica acaba degradando mais rapidamente. Assim os gastos públicos com saúde da população e manutenção de buracos no asfalto são elevados, a figura 1 mostra experimento conduzido em Rio Claro com câmera termal que ilustra a temperatura do asfalto ao meio dia.

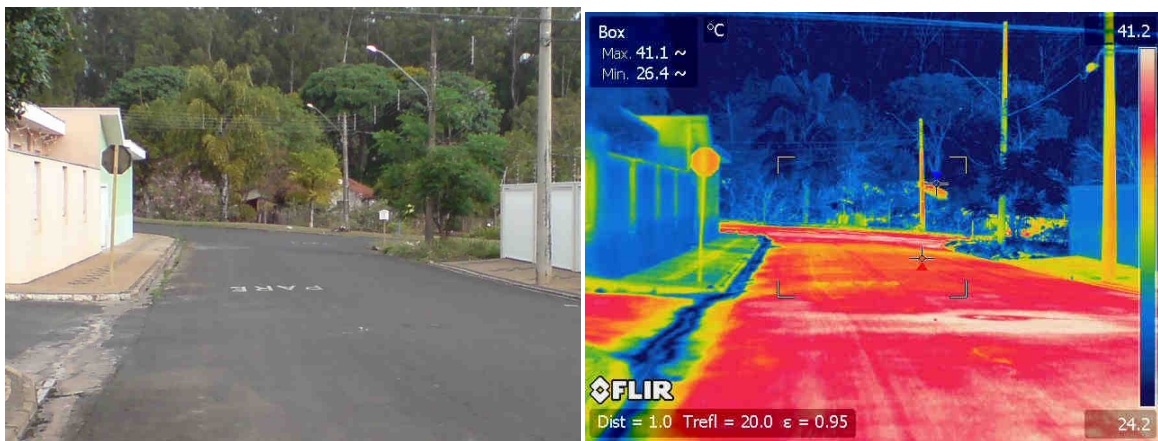


Figura 1. Imagem fotográfica comum (esquerda) e termal (direita) de via pública ao meio dia na cidade de Rio Claro, SP. A barra de temperatura na direita mostra valores em graus Celsius.

As copas das árvores são como caixas de água. Além de proporcionarem sombra evitando que o asfalto e demais superfícies “esquentem”, estão, por meio da transpiração, liberando água para o ar e auxiliando na manutenção da umidade relativa e temperatura dentro da zona de conforto humano. Portanto, uma cobertura asfáltica de via pública todo coberto por copas de árvores vai proporcionar maior conforto e diminuir demanda de energia e insumos que

poderão ser traduzidos em redução do consumo de água pela população, diminuição da necessidade de instalação e uso de condicionadores de ar e diminuição das rachaduras em pisos e buracos no asfalto.

Além disso, as árvores auxiliam na amenização de danos causados por excessos de chuvas como as enchentes nas cidades. Isso é proporcionado pela interceptação da água de chuva pelas copas das árvores.

Muitas vezes percebemos que quando a chuva começa e o piso das ruas já está todo molhado e escorrendo água, já embaixo das árvores, nas calçadas ainda está seco ou apenas com poucos respingos de água. As superfícies das folhas, frutos, galhos e demais estruturas aéreas das árvores retêm parte da água da chuva em quantidades razoáveis que podem chegar até 70% do volume de água que cai sobre a árvore (XIAO e McPHERSON, 2003), porém as estimativas são em média de 19%. Mesmo assim, reter 19% da água da chuva e principalmente reter um grande volume nos primeiros minutos quando, geralmente, as intensidades de precipitação são maiores, é fundamental para o equilíbrio hidrológico urbano e controle do escoamento superficial nas cidades. Então quanto maior for a cobertura de copa de árvores na cidade e melhor for sua distribuição, menores problemas com enchentes nas cidades as populações urbanas poderão ter. Em cidades bem arborizadas foi estimado que a redução total do escoamento superficial chegou a 6%.

**Eis então, um bom motivo, uma boa explicação para arborizar as cidades. A saúde da população será melhorada, os custos públicos poderão diminuir e, além disso, a cidade vai ficar mais bonita.**

A beleza é um fator psicológico. A beleza desperta a atenção espontânea e segundo pesquisadores a atenção espontânea abaixa a tensão nervosa permitindo recompor a função cerebral mais rapidamente de eventos estressantes. Essa beleza não é só visual é sonora também. As árvores proporcionam abrigo e alimentação para um grande número de seres vivos. Insetos, ácaros, líquens, pássaros e muitos outros seres que habitam as copas das árvores nas cidades enriquecendo o ecossistema urbano e produzindo sons

da natureza como o canto dos pássaros. Esses sons também proporcionam a chamada atenção espontânea redutora de pressão arterial em eventos estressantes.

A vegetação nas cidades pode, dependendo da composição e largura do conjunto de árvores e arbustos, reduzir ruídos de trânsito e demais fontes de poluição sonora em até dez decibéis. Isto se deve ao fato de que as folhas, galhos, caules e demais estruturas aéreas absorvem as ondas sonoras e também refratam e diluem sua propagação no ar. Desse modo avenidas com canteiros centrais largos e cercadas por canteiros, arborizados e ajardinados com espécies arbustivas de densa galhada exercem importante função de eliminação de danos à saúde causados pela poluição sonora.

Outra poluição muito comum e sentida nas grandes cidades e em cidades onde ocorre queima de biomassa com a cana-de-açúcar é a poluição do ar. Tal poluição deve ser minimizada pela redução de emissões, porém as árvores podem exercer efeito de filtro de poluentes do ar que atravessa suas copas, pois é na superfície úmida das folhas que as pequenas partículas de poluentes ficam aderidas. Na Alemanha, segundo pesquisas, maciços arbóreos em parques na cidade podem filtrar até 80,25% das poeiras e partículas que são depositadas na cidade.

Desse modo, as vantagens da presença da floresta urbana devem ser objetivos do planejamento.

### **Onde queremos chegar?**

Queremos chegar à máxima cobertura de copa possível para cada cidade planejada. Assim teremos o máximo de retorno da floresta urbana em proporcionar conforto, economia e equilíbrio para o ecossistema urbano.

### **Custo benefício**

Qual o custo benefício de plantar árvores na cidade?

Publicação do Serviço Florestal Norte Americano indicou que uma única árvore frondosa possui o efeito refrescante equivalente a 4 aparelhos de ar-condicionado ligados durante 20 horas. Outra pesquisa norte-americana obteve

dados que possibilitaram estimar uma economia de manutenção viária de aproximadamente R\$ 15,00 por metro quadrado de asfalto em trinta anos.

Portanto os benefícios podem ser quantificados em valores monetários para que se possa comparar com outros serviços públicos. Uma árvore frondosa como uma Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Dc) adulta cobre uma superfície de aproximadamente 120 metros quadrados, transfere cerca de 400 litros de água por dia para o ar resfriando seu entorno, influenciando o microclima em aproximadamente o dobro da área de cobertura. O espaço viário abrange aproximadamente 20% do tecido urbano. Quando cobrimos este sistema com copas de árvores estamos levando esse condicionador de ar para toda cidade e proporcionando conforto e economia para todos em área equivalente a 40% da área da cidade.

Podemos concluir que:

**- Implantar florestas urbanas deveria ser um objetivo estratégico para o Brasil.**

Imaginando uma cidade com 90 km<sup>2</sup> de tecido urbano, equivalente a uma cidade com 300 mil habitantes. Teríamos então, 18 km<sup>2</sup> de viário com aproximadamente 2/3 de asfalto, ou seja, 12 km<sup>2</sup>, o restante seria de calçadas. Multiplicando por quinze reais por metro quadrado de economia com manutenção (em trinta anos) devido a cobertura arbórea tem-se uma economia de R\$ 6.000.000 por ano. Nada mal para uma administração municipal poder economizar até 58% dos gastos com manutenção do asfalto.

Existem outros benefícios que necessitam de mais e mais pesquisas para melhor quantificação, porém pode-se ver que o serviço da floresta urbana é tão importante quanto outros serviços públicos como água, luz, transportes, etc.

### **Problemas com infra-estruturas urbanas**

As cidades, ao longo da história foram sendo modificadas para prover mais serviços e conforto para seus habitantes, porém seus espaços ao receberem equipamentos novos foram transformados e muitas vezes reduzidos e

o verde urbano acabou também sofrendo com esses avanços. Um exemplo é a fiação elétrica que inundou as cidades de postes e fios e tomou conta do espaço aéreo do sistema viário público e passou a concorrer com a copa das árvores pelo seu uso. Além disso, existem novos sistemas associados a rede aérea como telefonia e redes de cabo de informação e também redes subterrâneas tubos de drenagem e fornecimento de água que estão em conflito com raízes das árvores. Ainda existem equipamentos de controle de trânsito e sinalização como postes de semáforos, placas e radares fotográficos. No Brasil, com a estabilização da moeda, proporcionada pelo plano real, ocorreu um aumento da quantidade de veículos tendo como consequência a necessidade de maiores e largas garagens com guias rebaixadas. Essa prática elimina áreas potencialmente arborizáveis do espaço viário e a impossibilidade do chamado ritmo na arborização, pois existirá uma descontinuidade nos locais arborizáveis (MILANO e DALCIN, 2000).

Todos esses conflitos criam dificuldades para o estabelecimento de uma efetiva cobertura arbórea e exercem pressões sob as árvores existentes.

### **Como resolver essas questões?**

As prefeituras e a população não podem mais negligenciar a arborização de vias públicas e espaços livres de edificação em pró de outros equipamentos urbanos. Isto tem sido feito ao longo das últimas décadas e o resultado são cidades pobres em cobertura arbórea e uma população que geralmente não acredita nas vantagens de ter uma árvore de médio ou grande porte próxima de sua residência, preferindo plantar um arbusto no lugar.

O custo benefício de um arbusto deve ser comparado com o benefício de árvores maiores. A manutenção dos arbustos é mais cara, pois necessita de mais condução no local definitivo, devido a necessidade de liberação de espaço lateral para circulação de pedestres e veículos. Já as árvores não necessitam de tal condução. Com arbustos os benefícios já citados diminuem cerca de 80%. Mesmo que exista diversidade no plantio de arbustos e que ainda sejam espécies bem adaptadas, nativas e com efeito plástico significativo, não devem ser utilizadas para substituir árvores de médio e grande porte. Este pode ser



entendido como um serviço negativo do ponto de vista do planejamento urbano, pois não atingirá os objetivos já explicitados aqui.

Ainda assim muitas prefeituras aderem a programas patrocinados por companhias de energia elétrica que doam mudas de arbustos para arborização sob a rede com intuito de reduzir futuros problemas com sua manutenção. Este é um problema atual da arborização urbana brasileira e a solução de “arbustizar” as cidades trouxeram poucos benefícios para a qualidade de vida da população e empobreceu a floresta urbana de seu maior trunfo, a cobertura de copa arbórea.

As administrações municipais podem elaborar normativas para limitar o espaço de guia rebaixada para entrada em garagens em toda a cidade. Além disso, existem os demais equipamentos urbanos como as diversas fiações das redes aéreas e as redes subterrâneas que podem ser localizadas e serem constituídas com materiais de maneira a possibilitar o uso de espécies de grande e médio porte. Tal medida vai propiciar uma cobertura arbórea máxima para as vias públicas e o estabelecimento do novo sistema urbano, a floresta urbana.

Um exemplo de adaptação de equipamento para diminuir as podas e aumentar a área de cobertura é o rebaixamento da iluminação pública com duas fontes de luz abaixo das copas das árvores e ao longo da linha da calçada. Isso foi feito em toda a cidade de Maringá-PR, na década de 90. Ainda na mesma cidade toda a área urbana teve sua fiação primária (alta tensão) substituída por rede compacta que possibilita o plantio de espécies de grande porte sob a rede e a diminuição das podas drásticas nas árvores adultas. Claro que isso teve um custo, porém foi pago pela diminuição dos custos com manutenção da rede e das árvores que passaram a ter menor necessidade de podas.

Quanto às tubulações, estas podem ser implantadas além de 1,50 m de profundidade. Com essa prática será muito reduzida a chance de raízes atingirem e estragarem os dutos de fornecimento de água e esgotamento sanitário.

Para a gestão da arborização existente de uma cidade é preciso ter bom senso de que transformações estruturais de grande monta, como a mudança de redes subterrâneas podem ser feitas, porém não devem inviabilizar projetos e

arborizações de curto e médio prazo. Assim, deve-se conhecer cada local e suas restrições para ter sucesso na arborização.

É necessário educar no sentido da transformação do comportamento da sociedade para que mitos sobre arborização viária possam ser vencidos e a população possa estar mais integrada com os melhores ideais urbanísticos, pois afinal o urbano bem cuidado, sadio e de alta qualidade é o lugar de uma comunidade ambientalmente educada e participativa, a verdadeira cidade.

### **Condicionantes do Planejamento**

Chama-se planejamento o nome dado para a atividade formal de identificar atores sociais e meios em processos e tempo, necessários ao alcance de objetivos pré-definidos. É a produção de um documento escrito, o plano, contendo respostas a questões como o que?, onde?, quando?, como? e quem?. O planejamento trata de ações futuras, definidas, identificadas e com os atores nomeados no plano (Milano, 1987).

Segundo Milano e Dalcin (2000), existe uma pré-condição fundamental a um planejamento adequado, independentemente do setor a que se esteja aplicando o processo, deve-se ter claramente identificados e definidos os objetivos que se pretendem alcançar, se possível com a identificação de metas qualitativas e quantitativas. Acima de tudo, deve-se ter claro que o plano não se encerra nele próprio, mas que é, apenas e tão somente, o mecanismo utilizado para o alcance de objetivos superiores. Embora pareça óbvia, essa é uma questão relevante, principalmente quando é comum a contratação de serviços técnicos especializados para a elaboração de "planos". Nesse sentido, ainda, não é supérfluo recomendar que os processos de planejamento sejam conduzidos prioritariamente pelos próprios executores, mesmo que com alguma consultoria externa. Isto se deve ao maior conhecimento estrutural e conjuntural e comprometimento com a questão do planejamento, a arborização do município.

Para os mesmos autores, o processo de planejamento é dinâmico. Isso significa que necessita ser constantemente atualizado para poder incluir as

constantes mudanças das áreas urbanas. Portanto, envolve a sistemática avaliação e análise dos resultados para melhoria em relação aos objetivos formalizados. Tais mudanças nos sistemas de transportes, comunicação, segurança e transmissão e distribuição de energia podem destinar um maior ou menor espaço para arborização e novas tecnologias podem aparecer modificando todo o cenário.

Processos conjunturais ligados à dinâmica do poder nas administrações públicas podem implicar em trocas nas ações e atores, nem sempre de maneira favorável. Um exemplo disso é o fato de que as administrações públicas estão sofrendo um forte processo de desmobilização do serviço público em várias áreas, entre as quais a arborização urbana. É importantíssimo que o planejamento da arborização seja dinâmico para acompanhar esse processo no sentido amplo, ou seja, entre muitos aspectos, em caso de terceirização de serviços, definir e exigir índices de eficiência e eficácia mínimos, assegurar aos terceirizados acesso às informações e capacitação necessárias, assim como atingir o necessário patamar de qualificação para poder monitorar e fiscalizar os processos em curso (MILANO e DALCIN, 2000)

Sem um plano a seguir o processo de arborização e manejo da floresta urbana seguirá procedimentos pontuais sem levar em consideração a estrutura que se quer atingir. Com a ausência de metas e procedimentos de monitoramento e avaliação não será possível obter os benefícios do conjunto das árvores no ecossistema urbano, a floresta urbana.

Mesmo cidades com florestas urbanas planejadas necessitam passar por avaliações e quando necessário, atualizações do plano estabelecido por meio de replanejamento (MILANO, 1987).

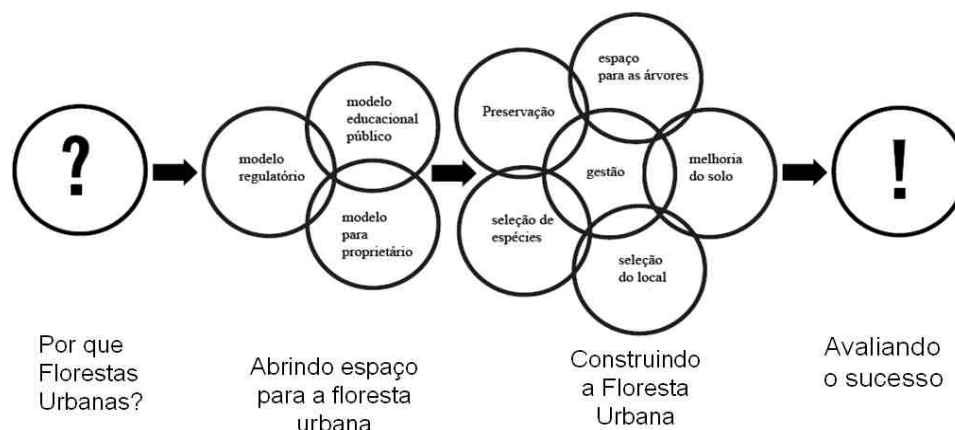
### **Planejando a Floresta urbana**

O planejamento da floresta urbana, em princípio, não precisa ocorrer no mesmo ambiente do planejamento urbano. Entretanto, é vantajoso quando isso ocorre. Quando a floresta urbana é planejada isoladamente, deve-se considerar

o planejamento urbano já existente e todo o conjunto de normas específicas nesse sentido. Existe uma relação muito próxima entre iniciativas de arborização e "políticas urbanas" e "legislações municipais" existentes, Estas são o conjunto de normas e ações praticadas com o mesmo objetivo: a qualidade de vida e o bem-estar da coletividade urbana. Nesse contexto estão os planos diretores urbanos, zoneamentos, diretrizes, códigos de obras e posturas municipais, assim como leis e normas específicas relativas ao ambiente e à floresta urbana.

Um plano necessita ser considerado no conjunto de suas etapas: o planejamento em si; a implementação ou proteção da arborização existente; e a gestão e manejo dessa arborização. Essa última fase, sem dúvida, é a mais difícil e onerosa de todas. Além disso, o plano deve sofrer periódica revisão para as devidas alterações. Para tal, é necessário formalizar os instrumentos para o adequado monitoramento dos procedimentos e resultados (Milano, 1996).

O modelo de floresta urbana do estado da Georgia indica estratégias para melhoria da floresta urbana pela ocupação de espaços residuais em rotatórias, recuos de prédios e plantios em caçadas e quintais (GEORGIA FORESTRY COMMISSION, 2001), figura 2.



Adaptado de: Georgia Model Urban Forestry, 2001

Figura 2 - Modelo ideal de gestão da floresta urbana segundo a comissão de florestas do estado da Georgia, EUA.

Um aspecto fundamental é a necessidade de saber a importância das árvores para as cidades e como avaliar a eficácia e eficiência dos planos executados. No mínimo, cada administração deve proceder um inventário ou diagnóstico para avaliar a efetividade de seu plano.

### **Como fazer?**

A etapa mais importante deste planejamento é conhecer o objeto do plano que é a cidade e seus espaços viários e as árvores existentes. Para isso é necessário um levantamento de informações por meio de inventário. Tal inventário deve ser feito quantitativamente por censo e qualitativamente por amostragem, ou seja, para verificar a quantidade de espécies e espaços potencialmente arborizáveis deve-se andar em todas as vias e obter as quantidades de indivíduos de cada espécie e de posse do comprimento das vias calcular a quantidade de espécies e indivíduos, baseado na diversidade mínima ( $d_{min}$ ) necessária para garantir a sanidade do sistema florestal urbano. As variáveis qualitativas vão nortear o manejo das árvores existentes nos bairros e cidade.

A etapa seguinte é explicitar critérios para escolha de espécies para a complementação dos espaços não arborizados e programar ações de manejo para conservação das árvores existentes tais como podas de limpeza, condução, adubações, transplantes e listagem de árvores para serem declaradas imunes de corte por serem importantes como matrizes ou por sua raridade e porte singular.

Portanto o plano deverá buscar aumentar a quantidade de indivíduos, espécies e manter as existentes e ainda obter um conjunto que possua qualidade estética de elevada expressão plástica. Após estas etapas deve-se também identificar quando serão feitas novas avaliações por meio de novo inventário quali-quantitativo.

O programa de arborização deve estabelecer para cada rua ou padrão de rua a espécie e o formato de árvore a utilizar, indicando se o plantio será de um ou de ambos os lados da rua. Deve definir paisagisticamente se o plantio será

regular, com uma única espécie por rua, intercalado por espécies diferentes a cada determinado número de quarteirões ou totalmente misto, dentro de padrões de porte aceitáveis.

Deve-se, por razões estéticas e também fitossanitárias, estabelecer o número de espécies a utilizar e a proporcionalidade de uso de cada espécie, em relação ao total de árvores a ser plantado.

A seguir será explicitado como calcular a quantidade de espécies e indivíduos a serem introduzidos em cada via pública. Após este importante item será visto como estabelecer inventário por amostragem para o manejo das árvores em vias públicas.

### **Índice de diversidade para definição de plano de arborização viária**

Os chamados índices de riqueza ou variedade são indicadores de diversidade úteis na análise, podendo ser usados nas decisões de manejo e planos diretores de arborização. São utilizados os índices de Shannon-Wiener (leva em consideração que as espécies têm abundâncias diferentes) (Rachid, 1999; Meneguetti, 2003; Bortoleto, 2004) e Odum (usa o número total de espécies e o somatório das abundâncias de indivíduos em uma comunidade) (Silva Filho, 2002; Bortoleto, 2004) (Coelho, 2000).

Segue a descrição do índice de Odum:

Para o cálculo do índice de diversidade de Odum citado por Coelho (2000), utilizou-se a função:

$$d_1 = (S-1) / \lg N \quad (1)$$

onde:

$d_1$  = índice de diversidade

S = número total de espécies

$\lg N$  = logaritmo da somatória de abundâncias

A importância do manejo da arborização levando em consideração o táxon, se deve a problemas já ocorridos em algumas cidades brasileiras e na

maioria das cidades norte-americanas; como exemplo disso, temos na cidade de Jaboticabal-SP-Br a alta incidência de *Ocotea pulchela* Martius atacada por coleobroca (Graziano et al., 1987), já nos Estados Unidos houve uma grande perda da arborização ocorrida pela alta quantidade de *Ulmus americana* L. com a doença "Dutch elm", causada pelo fungo *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. (Miller, 1997).

Dessa maneira temos:

### **Quantificação e definição de espécies**

#### **Quantificação**

Supondo a distância de espaçamento de 15m entre árvores, onde tem-se em um quilômetro a proporção de 133 árvores para os 2 lados da via; a partir desse dado, subtrai-se então, o número de indivíduos encontrados em cada via pública, obtendo-se o potencial para plantio ( $N_{pot}$ ), onde os itens positivos indicam essa possibilidade e os itens negativos indicam a possibilidade de substituição de indivíduos de porte indesejável, como os arbustos, por arbóreos com maior expressão ambiental (Silva Filho e Bortoleto, 2005)

#### **Definição da quantidade de espécies**

Por meio da densidade mencionada anteriormente, de 133 árvores por quilômetro, e seguindo a indicação de Santamour Junior (2002), onde é recomendado não exceder mais que 10% de uma espécie numa paisagem urbana; obteve-se, portanto, utilizando esses dados, um índice de Odum satisfatório mínimo de 2,45; obteve-se também, utilizando-se 1 espécie diferente para cada indivíduo, um índice de diversidade de Odum máximo de 26,99 (não desejável pela baixa plasticidade estética proporcionada pela heterogeneidade, assim como dificuldades de manejo); assim pode-se então calcular a necessidade de ajuste de diversidade por via, subtraindo-se os índices encontrados para cada via pública com o índice satisfatório mínimo e assim encontrar o número de espécies a adicionar, por meio da derivação da diversidade de Odum ( $d$ ), seguindo a fórmula:

$$S_{ad}=(d_{mim}-d_{atual}*\text{LN}(N_{exist.}+N_{pot.}))+fc \quad (2)$$

onde:

$S_{ad}$  = quantidade de espécies a serem adicionadas

$d_{mim}$  = índice de Odum teórico mínimo = 2,45

$d_{atual}$  = índice de Odum atual, calculado com dados do censo

$N_{exist.}$  = somatória de abundâncias existentes

$N_{pot.}$  = somatória de abundâncias potenciais

$fc = 5,5$  = fator de correção, utilizado para evitar que o índice resultante do novo plantio seja inferior ao  $d_{mim}$ .

Nota-se que o índice de Odum foi escolhido por ser de mais fácil visualização e possibilitar a criação de cenários. A nova diversidade ( $d_{fut.}$ ) é o cenário após a inclusão das espécies ( $S_{ad}$ ) e indivíduos indicados ( $N_{pot.}$ ).

Assim tem-se uma maneira quantitativa de definir tanto a quantidade de espécies a ser introduzida quanto o total de árvores a ser plantado para atingir o potencial em cada via pública. Esse procedimento evita o dado empírico ou subjetivo dessa escolha e obtém um dado importante para a definição do plano de arborização.

Quando a diversidade for alta e houver necessidade de dar ênfase para alguma espécie já presente com intuito de proporcionar um melhor atrativo plástico e estético, pode-se escolher uma espécie já existente tomando o cuidado da diversidade não atingir valor abaixo do recomendado  $d_{min} = 2,45$ . Falta ainda à escolha de quais espécies serão introduzidas.

Existe também uma indicação de plantio de MILLER (1998) que utiliza uma fórmula para fazer o cálculo de quantidade de plantios de árvores para atingir uma determinada meta em números de anos definido, Figura 3.



## Estoque desejado

$$N = \frac{R + (V/ED)}{S}$$

Locais Vazios = V

Remoções no último ano = R

Sobrevivência após plantio = S

Anos de estoque desejado ou Ideal = ED

Ex:

V = 1624

R = 120

S = 80%

ED = 8

$$= \frac{120 + (1624/8)}{0,80}$$

= 404 árvores

MILLER, 1998

Figura 3. Exemplo de cálculo de árvores a serem plantadas em calçadas anualmente.

### **Critérios para definição de espécies para plantio em vias públicas**

A seleção das espécies deve considerar, necessariamente, os seguintes itens: capacidade de adaptação, sobrevivência e desenvolvimento no local do plantio, além de características como porte, tipo de copa, folhas, flores, ausência de frutos grandes e carnosos, hábito de crescimento das raízes, ausência de princípios tóxicos, adaptabilidade climática, resistência a pragas e doenças, tolerância a poluentes e a baixas condições de aeração do solo. Além disso, a espécie não deve ser invasora de ecossistemas naturais, pois seu uso na cidade pode liberar sementes que poderão atingir fragmentos e comprometer sua estrutura.

Existem aproximadamente 5.000 espécies nativas que podem ser usadas em arborização, porém poucas foram testadas em ambiente urbano.

Conforme Biondi e Althaus (2005), para haver uma perfeita compatibilidade da árvore na calçada é necessário que ela apresente as seguintes características:

a) Desenvolvimento – esta característica está associada ao objetivo específico do plantio e às práticas de manutenção, portanto uma espécie de desenvolvimento rápido tem a vantagem de atingir em pouco espaço de tempo o objetivo desejado, e reduzindo a possibilidade de vandalismo, porém a desvantagem é possuir uma consistência frágil, e exigir serviços de manutenção mais frequentes. Enquanto que uma espécie de desenvolvimento lento possui a vantagem de ter um fuste mais resistente, porém mais sujeita aos danos por vandalismo, portanto a espécie de desenvolvimento moderado passa a ser mais recomendada.

Recomenda-se também que para a arborização de vias públicas (ruas) se evite espécies de cerne frágil, ou com caule e ramos quebradiços e que necessitem de poda frequente como: Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), Paineira (*Chorisia speciosa*), Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), Pinus (*Pinus sp.*) e Araucária (*Araucaria angustifolia*) (Prefeitura Municipal de São Paulo, 2007)

b) Forma, densidade e hábito de copa – A melhor forma de copa é aquela que pode ser mais preservada (forma específica) e recuperada quando eventualmente podada. Existem formas de copa que devido suas características tornam-se incompatíveis com a estrutura urbana como a forma de copa pendente (Salso-chorão (*Salix babilonica*)). As formas mais adequadas são a globosa e oval devido a facilidade ser retocada após algum dano. A densidade e o hábito de copa geralmente estão relacionados ao clima da cidade. Em locais de clima quente recomendam-se árvores de copa densa, que não percam folhas no inverno, e em locais de clima frio é preferível espécies de copa rala e de folhas caducas.

c) Flores e frutificação – As flores não devem exalar um perfume muito acentuado, a fim de não provocar alergias às pessoas. Os frutos devem ser pequenos e leves para evitar danos a pessoas e automóveis.

d) Raízes – o recomendado é evitar espécies com raízes superficiais agressivas para evitar rachaduras nas calçadas e construções próximas como as espécies do gênero **Ficus**. Em calçadas largas e canteiros grandes podem ser

usadas árvores de grande volume de raízes superficiais sem provocar danos às calçadas e nem as construções próximas.

Brandão (2002) cita que na cidade de Ouro Preto (MG), muitos indivíduos de *Ficus elastica* tiveram que ser cortadas dos quintais de casas de um bairro de um bairro bem arborizado pela ação do sistema radicular em tubulações de água e esgoto, bem como o levantamento de calçadas e rachaduras em paredes das casas.

Gonçalves e Paiva (2006) ressaltam o vigor do sistema radicular das espécies do gênero *Ficus* por danos mesmo após a remoção das árvores. Devido ao apodrecimento das raízes ao longo do tempo e com o peso do tráfego de veículos ou das construções podem ceder o terreno causando maiores danos.

e) Princípios tóxicos, espinhos e acúleos – As árvores não devem apresentar princípios tóxicos em nenhuma estrutura da planta (folha, flor, fruto e casca), mesmo que seja sazonal, durante a floração (pólen), não deve ser uma espécie recomendável devido ao contato com o público. O tronco também não pode conter espinhos ou acúleos para evitar acidentes com os pedestres.

Além disso, a questão do uso de espécies com potencial de invasão biológica, ou seja, seria a introdução e adaptação de espécies que não fazem parte naturalmente, de um dado ecossistema, mas que se naturalizam e passam provocar mudanças em seu funcionamento, pois se adaptam e passam a reproduzir-se a ponto de ocupar o espaço de espécies nativas, tendendo a tornarem-se dominantes na paisagem (ZILLER, 2001; SILVA, 2008), que devem ser evitadas, como: Uva-do-japão (*Hovenia dulcis*), Carobinha (*Tecoma stans*), Amoreira (*Morus nigra*), Amexeira (*Eriobotrya japonica*), Leucena (*Leucaena leucocephala*) entre outras.

A seleção de espécies para a utilização na arborização viária é indispensável na tentativa de obter um bom desenvolvimento das plantas, pois 90% dos problemas de doenças e insetos em árvores urbanas são causadas pelo homem, por meio da ausência de critérios em relação a escolha de espécies ou

até mesmo por danos causados por edificações, devido a redução do vigor das árvores (TAKAHASHI e MARTINS, 1992).

### **Desenho de canteiros e Plantio**

A implantação de árvores de ser precedida de um projeto que deve especificar a quantidade de árvores que será implantada em vias públicas determinadas em base cartográfica com cada espécie escolhida identificada no trecho da via onde será plantada. Alguns princípios devem ser observados para que não surjam problemas no futuro causados pelo plantio pouco criterioso de árvores nas calçadas. Não se deve plantar uma árvore nos seguintes casos: sobre encanamentos de água e esgoto ou em distância menor que um metro da tubulação; junto à garagens (guia rebaixada); e distâncias menores que cinco metros de esquinas, placas de sinalização, postes e orelhões. Quanto à localização específica do canteiro deve existir na calçada ou leito carroçável em frente ao lote um espaço entre a entrada de veículos e o outro lote ou caso esse espaço seja muito restrito (inferior a um metro) deve-se buscar alternativas de desenho. Tais alternativas devem estar integradas com o plano de circulação de veículos da cidade, pois certamente poderão influenciar no trânsito e seu sistema de sinalização.

Deve-se salientar que alguns loteamentos com lotes menores do que 6 metros de frente necessitarão de estruturas específicas para plantio de árvores, devido a ausência de espaço para coexistência de canteiro, garagem e pontos de água e fiação elétrica/telefônica. Tais estruturas não poderão ser instaladas na frente de todos os lotes, porém a cada dois ou três lotes uma estrutura com aproximadamente 4 m<sup>2</sup> pode ser instalada entre a calçada e o leito carroçável para comportar um canteiro e uma árvores de grande porte que atingirá raio de copa próximo de 12 metros e poderá garantir uma cobertura arbórea eficiente.

Deve-se prover espaço para o desenvolvimento de raízes. Neste quesito é importante ter em mente que 90% do sistema radicular das árvores está localizado nos primeiros 50 a 70cm de solo , ou seja, é mais importante um

canteiro largo e comprido do que profundo. Não se trata de padronizar dimensões, porém deve-se obter um formato que proporcione o máximo de área de solo livre para o crescimento radicular.

Dessa maneira, quando a árvore atingir a idade adulta estará bem mais segura, pois existe solo disponível para o desenvolvimento perfeito das raízes.

Outros desenhos existem para prover espaço suficiente para um sistema radicular seguro e que não danifique a calçada e demais infra-estruturas urbanas.

Sempre que surge um desenho novo existe a necessidade de adaptação da sinalização de piso e drenagem viária para que o desenho possa sair do papel e ganhar as ruas. Salienta-se ainda que o benefício vai além de simplesmente reduzir problemas com raízes. A sombra das árvores também vai abranger mais eficientemente o leito carroçável que é geralmente asfalto e assim estará sombreando as superfícies que possuem maior potencial para esquentar a cidade. Além dessa característica as árvores estarão fora do alinhamento dos postes de fios aéreos e assim poderão ser conduzidas para abrirem suas copas acima da fiação.

B

### **Inventário para manejo sustentável da floresta urbana em vias públicas**

Para conhecer as árvores existentes no espaço viário e avaliar suas condições para evitar a repetição de erros no planejamento e melhorar as ações de manejo deve-se proceder ao inventário quali-quantitativo. Esse inventário poderá ser feito por censo ou por amostragem. O censo é justificável para cidades com população arbórea inferior a 4.000 árvores. Acima dessa quantidade o inventário deve ser feito por amostragem. Além disso, a amostragem constitui método eficiente, mais rápido e barato para conhecimento de critérios de manejo.

### **Sensoriamento remoto para planejamento de florestas urbanas**

O uso de imagens provenientes de sensores remotos é atualmente o meio mais rápido e prático de obtenção de dados importantes para o planejamento de florestas urbanas.

Por meio de softwares específicos é possível calcular a quantidade de copa de árvores em bacias hidrográficas urbanas, bairros, regionais e até mesmo em cada via pública separadamente. Desse modo ainda é possível relacionar o dado de projeção de copa com outras superfícies urbanas para elaboração de índices de floresta urbana que poderão auxiliar na tomada de decisões sobre qual área é mais carente e deve receber investimentos e qual área possui mais árvores e deve receber investimentos para conservação e segurança.

A figura 4 ilustra um mapa temático da microbacia do córrego do Sapateiro na Cidade de São Paulo.



Figura 4. Classificação supervisionada da Bacia do Córrego do Sapateiro – SP, apresentando as diferentes classes de cobertura. Fonte: TOSSETI (2012).

## Como estruturar um inventário por amostragem?

Este texto sobre amostragem foi elaborado a partir das aulas de inventário do Professor Hilton Thadeu Zarate do Couto na ESALQ de 2003 a 2011.

Antes de tudo será necessário definir uma variável principal, ou seja, uma característica básica que é muito importante para o planejamento e que será medida quantitativamente. A mais indicada é a quantidade de árvores por quilômetro de via pública. Esta variável é importante, pois é uma medida da densidade do sistema em cada bairro e poderá ser usada para definir políticas públicas, ou seja, os bairros com menor densidade arbórea deverão ser priorizados com iniciativas de arborização. Sua variação de uma unidade amostral (quadra) para outra será importante para definir a quantidade de amostras para se ter um erro mínimo desejado para o inventário.

Deve-se fazer uso de uma base cartográfica de cada um dos bairros da cidade objeto de planejamento. De posse desse mapa, devem-se escolher de maneira sistemática 10 quadras bem distribuídas no tecido urbano do bairro e medir o perímetro de cada quadra no mapa com escala. Este será o inventário preliminar. De posse dos dados do inventário, a quantidade de árvores em cada quarteirão calculada para 1 km de via pública, deve-se definir qual a margem de erro amostral será desejada e aplicar uma estatística para saber se o levantamento preliminar teve suficiência amostral e quantas quadras serão necessárias para atingir a suficiência. O erro amostral desejado (ED%) máximo permitido é de 15%.

A equação para estimar o número de amostras total corrigido para população finita ( $n^*$ ):

$$n^* = \frac{t^2 N (CV)^2}{(CV)^2 t^2 + (ED\%)^2 N}$$

Onde:

t = tabela t de student a 95% de probabilidade, n-1 graus de liberdade.

N = quantidade de quadras do bairro a ser inventariado.

CV = Coeficiente de Variação. É calculado pelas seguintes equações:

$$\text{Variância} = s^2 = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{Y}_m)^2}}{(n - 1)}$$

onde:  $y_i$  = valor de árvores por quilometro de cada amostra.

$\bar{Y}_m$  = média de árvores por quilometro das amostras preliminares.

$s$  = erro padrão =  $\sqrt{s^2}$

$$\text{Variância da amostra} = s_y^2 = \frac{s^2}{n} \left( 1 - \frac{n}{N} \right)$$

$s_y$  = erro padrão da amostra =  $\sqrt{s_y^2}$

$$\text{CV} = \frac{s_y^2}{\bar{Y}_m}$$

ED% = Erro desejado em porcentagem. Entre 10 a 15%.

$n$  = quantidade de quadras inventariadas preliminarmente.

Deve-se, após retomar o inventário com a quantidade final de amostras para obter suficiência, refazer os cálculos caso as quadras recém inventariadas possuam mais uniformidade dentro da variável principal (arv/Km). Existe a possibilidade do  $n^*$  ser menor após mais algumas unidades amostrais terem sido adicionadas o que resultará no ajuste mais rápido para obtenção do erro desejado. A figura 5 ilustra um planejamento de inventário executado.



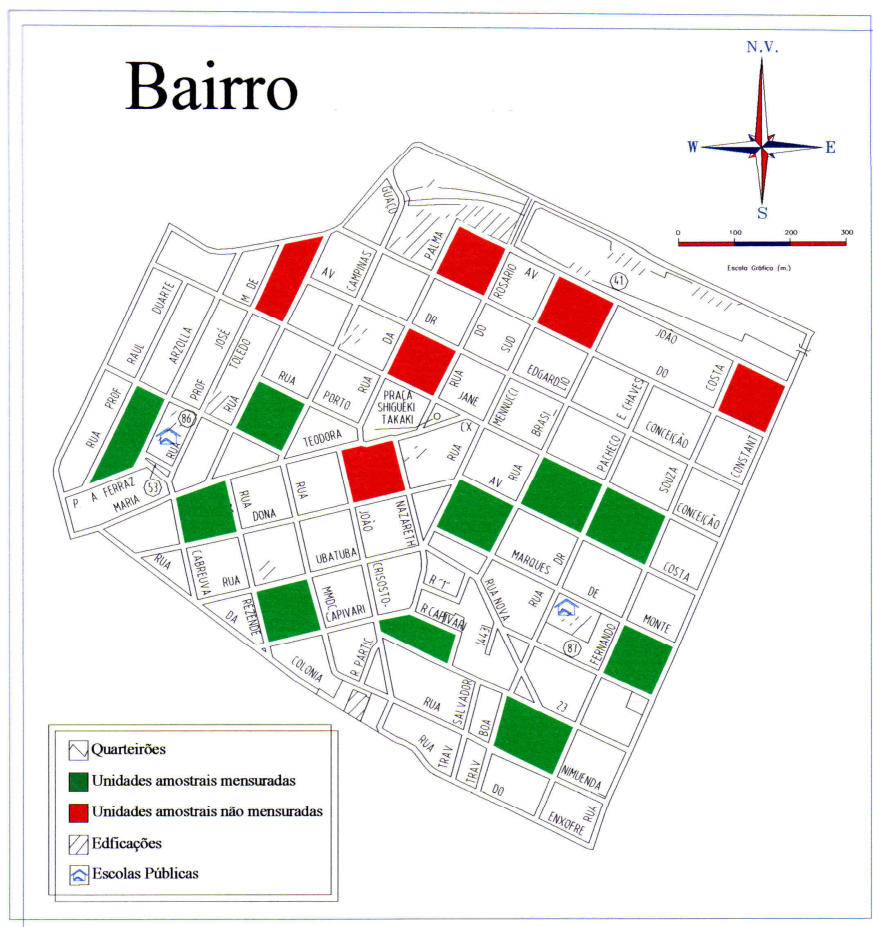


Figura 5. Base cartográfica contendo unidades amostrais dispostas sistematicamente sobre o tecido urbano. Existem unidades para serem inventariadas para atingir o erro desejado e a suficiência amostral.

**E a parte qualitativa do inventário? Quais informações deverão ser coletadas? Como poderão ser analisadas?**

Baseado em pesquisas e publicações sobre esse assunto as informações sobre cada espécime devem estar contidas em uma ficha de campo ou banco de dados em um coletor com aparece a seguir:

Quadro 1. Ficha de cadastro para inventário qualitativo.

I - LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO									
Data: / /		Via Pública:		Nº		Bairro:			
Nome Comum:		Gênero:		espécie:		Calçada: (m)	Rua: (m)		
II - DIMENSÕES (CM)									
Altura geral:		Alt. 1ª ramificação: V <input type="checkbox"/> ou U <input type="checkbox"/>		Diâmetro da Copa:		CAP ou CBasal:			
III - BIOLOGIA									
Estado geral	Equilíbrio geral	Parasitismos		Intensidade	Local/ataque	Injúrias	Interações	Fenofase	
ótimo <input type="checkbox"/> bom <input type="checkbox"/> regular <input type="checkbox"/> péssimo <input type="checkbox"/> morta <input type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>  Caule <input type="checkbox"/> Copa <input type="checkbox"/>	Pulgão <input type="checkbox"/> Broca <input type="checkbox"/> Cupim <input type="checkbox"/> Formiga <input type="checkbox"/> Lagarta <input type="checkbox"/> Cochonilha <input type="checkbox"/> Vaquinha <input type="checkbox"/>	Inseto <input type="checkbox"/> Bactéria <input type="checkbox"/> Vírus <input type="checkbox"/> Fungo <input type="checkbox"/> Acaro <input type="checkbox"/> Planta <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Pesado <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>	Caule <input type="checkbox"/> Raiz <input type="checkbox"/> Frutos <input type="checkbox"/> Flores <input type="checkbox"/> Ramos <input type="checkbox"/> Folhas <input type="checkbox"/>	Grave <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/> Vandalismo <input type="checkbox"/>	Insetos <input type="checkbox"/> Ninhos <input type="checkbox"/> Líquens <input type="checkbox"/> Epífitas <input type="checkbox"/> Parasitas <input type="checkbox"/> Árvore <input type="checkbox"/>	Folha <input type="checkbox"/> Flor <input type="checkbox"/> Fruto <input type="checkbox"/>	
IV - ENTORNO E INTERFERÊNCIAS									
Local geral	Localização relativa	Pavimento	Afloramento de raiz	Intensidade	Tipo fiação	Tráfego			
Canteiro central <input type="checkbox"/> Calçada <input type="checkbox"/> Praça <input type="checkbox"/> Via pública <input type="checkbox"/>	Junto a guia <input type="checkbox"/> Junto a divisa <input type="checkbox"/> Centrada <input type="checkbox"/>	Terra <input type="checkbox"/> Cimento <input type="checkbox"/> Pedra <input type="checkbox"/> Cerâmico <input type="checkbox"/> Gramma <input type="checkbox"/>	Calçada <input type="checkbox"/> Canteiro <input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> Leito carroçável <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Pesado <input type="checkbox"/>	Derivação <input type="checkbox"/> 1ª ria <input type="checkbox"/> 2ª ria <input type="checkbox"/> Tel <input type="checkbox"/>	Leve <input type="checkbox"/> Pesado <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/>			
Recuo? <input type="checkbox"/>		Situação adequada? <input type="checkbox"/>		Manilha <input type="checkbox"/>		Colo pavimentado <input type="checkbox"/>		Espécime isolado <input type="checkbox"/>	
Fiação	Posteamento	Iluminação	Sinalização	Muro/Construção					
Atual <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>	Atual <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/> Ausente <input type="checkbox"/>					
V - DEFINIÇÃO DE AÇÕES									
Ação executada				Ação recomendada					
Poda leve <input type="checkbox"/> Poda média <input type="checkbox"/> Poda pesada <input type="checkbox"/> Reparos de danos <input type="checkbox"/> Controle <input type="checkbox"/> Substituição <input type="checkbox"/> Ampliação de canteiro <input type="checkbox"/>				Poda leve <input type="checkbox"/> Poda pesada <input type="checkbox"/> Plantio <input type="checkbox"/> Reparos de danos <input type="checkbox"/> Controle <input type="checkbox"/> Substituição <input type="checkbox"/> Ampliar canteiro <input type="checkbox"/>					
Qualidade da ação: Ótima <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Péssima <input type="checkbox"/>				Outra: _____					

Todos os campos podem ser criados de maneira digital para que as análises possam ser feitas e armazenadas em banco de dados relacional.

Os itens considerados subjetivos, que podem mudar de acordo com cada observador, foram descritos a seguir. Os demais foram considerados auto-explicativos.

O quadro 1 foi dividido em cinco partes:

I – Localização e Identificação;

II – Dimensões;

III – Aspectos biológicos

IV – Entorno e Interferências;

V – Definição de ações

### **I – Localização e Identificação**

Nesta parte são marcados os nomes da rua e número do imóvel onde se encontra a árvore, bairro, o nome da árvore e largura da rua e calçada.

### **II – Dimensões**

São anotadas as medições da árvore. Altura geral, Altura da primeira ramificação, Diâmetro da copa, Perímetro à Altura do Peito (PAP). Junto do campo Altura da primeira ramificação existem duas alternativas V ou U. Trata-se da forma de inserção dos galhos primários co-dominantes que podem ser enviesados no caule ( V ) ou estarem inseridos de modo mais seguro em forma de ( U ).

### **III – Aspectos Biológicos**

Estado geral (condição ou vigor):

Ótimo – árvore vigorosa e sadia; sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças ou injurias mecânicas; pequena ou nenhuma necessidade de manutenção; forma ou arquitetura característica da espécie;

Bom – médias condições de vigor e saúde; necessita de pequenos reparos ou poda; apresenta descaracterização da forma: apresenta sinais de ataque de insetos, doença ou problemas fisiológicos;

Regular – apresenta estado geral de início de declínio (galhos secos nas extremidades); apresenta ataque severo por insetos, doença ou injúria mecânica descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos requerendo reparo;

Péssimo – avançado e irreversível declínio; apresenta ataque muito severo por insetos, doença ou injuria mecânica descaracterizando sua arquitetura ou desequilibrando o vegetal, problemas fisiológicos cujos reparos não resultarão em benefício para o indivíduo;

Morta – árvore seca ou com morte iminente.

Equilíbrio geral – quando a árvore possui caule reto e copa de mesmas proporções para todos os lados.

Fitossanidade – assinalando-se o nome vulgar do causador do ataque, são listados os tipos mais comuns;

Intensidade (de fitossanidade);

Leve – quando o organismo ou agente está presente, porém sem causar danos para a árvore;

Médio – quando o organismo ou agente está presente causando danos reparáveis para a árvore;

Pesado - quando o organismo ou agente está causando danos graves que podem levar a árvore a um declínio irreversível.

Local ataque: exhibe a parte da árvore afetada ou injuriada para ser assinalada.

**Injúrias:** assinalou-se o grau da injúria e se foi causada por vandalismo;

Lesão grave – quando a lesão compromete a sobrevivência da árvore;

Lesão média – quando a injúria é considerável mas a árvore pode ser recuperada mediante ações de controle;

Lesão leve – quando a injúria é de pequena proporção e a árvore pode promover a recuperação sem qualquer auxílio.

#### **IV – Entorno e Interferências**

Localização relativa:

Junto à guia – quando a árvore está localizada próxima da guia da calçada;

Centrada - quando a árvore está localizada no centro da calçada;

Junto à divisa – quando a árvore esta localizada próximo do muro ou cerca do imóvel.

Tráfego: o grau de trafego apresentado;

Leve – poucos veículos (0 a 10) passaram na via publica, durante o momento de cadastro na rua;

Médio – quando alguns veículos (10 a 20) veículos passaram na via publica, durante o momento de cadastro;

Pesado – quando mais de vinte veículos passaram na via pública durante o momento do cadastro.

### **Afloramento de Raízes:**

Possui o grau de afloramento em leve, médio e pesado.

Leve – quando a calçada apresenta pequenas rachaduras devido a presença de raízes superficiais, porém não irão causar risco para pedestres ou construções;

Médio – quando as rachaduras presentes estiverem causando algum risco para pedestres, porém sem danos para construções e via pública.

Pesado – quando o risco é evidente e os danos também com necessidade de refazer pisos e até mesmo eliminar parte das raízes a uma boa distância do colo da árvore.

### **Participação na paisagem**

Isolada – quando a árvore estiver isolada como representante único da espécie no local

Duas ou mais – quando existir um ou mais indivíduos da mesma espécie próximos.

Situação adequada? – quando a árvore está bem no local, em relação a conflitos com outros equipamentos ou construções.

Com relação aos itens Fiação, Posteamto, Iluminação, Sinalização e Muro/construção:

Atual – quando o equipamento urbano ou edificação está em contato com alguma parte da árvore;

Potencial – quando a espécie, pelo seu crescimento normal vai entrar em contato com algum equipamento ou edificação;

Ausente – quando não existir possibilidades de contato.

## **V – Definição de ações**

Quando foi observada alguma atividade de poda leve, poda pesada, reparos de danos, substituição ou ampliação de canteiro e a qualificação dessa ação ou quando existiu necessidade de recomendação de ação;

### **Qualidade da ação:**

Ótima – ação correta, necessária para a adequada manutenção da árvore, executada com técnica;

Boa – ação correta, porém sem técnica;

Regular – ação executada sem a observância de normas técnicas, porém sem causar danos graves;

Péssima – ação incorreta, com conseqüências graves para a árvore.

### **Considerações finais**

O uso de imagens de altíssima resolução espacial associada com imagens na faixa espectro eletromagnético do infravermelho próximo possibilita a quantificação da vegetação arbórea e auxilia o planejamento das cidades com relação a esse importante recurso. Bairros ou bacias hidrográficas urbanizadas podem ser avaliadas pela quantidade de cobertura arbórea e prioridades de plantio podem ser facilmente encontradas pela comparação entre bairros, regiões administrativas e bacias hidrográficas.

As variáveis contínuas, nominais e ordinais permitem pesquisas cruzadas de grande importância no estudo das espécies e seu comportamento em diferentes condições. É possível agrupar a população estudada em classes de diâmetro do caule, copa, altura. Por meio desses dados de classes de tamanho é possível saber quais espécies estão sendo plantadas e quais não. As espécies preferidas e detectar problemas de perda de diversidade ou dificuldades de manejo devido ao excesso de heterogeneidade. Definir os indivíduos com problemas de insetos e doenças visando prevenção e identificação das espécies mais susceptíveis. Saber quais espécies está levantando mais as calçadas com

raízes aflorando. Listar e programar correções e indicações de manejo para cada bairro e situação.

Dessa maneira o administrador poderá priorizar as piores árvores e os bairros com situações mais graves de manutenção do patrimônio arbóreo.

A informatização dos dados em microcomputadores possibilita o estudo do indivíduo arbóreo e seu entorno e também a visualização de características comuns à população arbórea, trazendo para o arboricultor situações particulares e gerais conforme a análise solicitada ao sistema.

Por meio desses índices, principalmente o índice de importância, pode-se eleger os melhores indivíduos e propor sua imunidade ao corte para servirem como porta-sementes ou matrizes. Deve-se, em área urbana, coletar sementes em 50 árvores de cada espécie distanciadas de aproximadamente 100m, com quantidades iguais de sementes de cada árvore. Isto irá garantir qualidade no processo de produção de mudas e plantio evitando endogamia e melhorando a sustentabilidade do manejo das árvores da cidade.

Outra medida que deve ser implementada e promoverá maior segurança genética é a troca de sementes e mudas entre prefeituras.

### **Referências Bibliográficas**

DALCIN, E.C. Índice de importância relativa (Iir) e valor da espécie (Ve): Proposta de uma fórmula para avaliar exemplares arbóreos na arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: CBAU, 1992. p. 291-305.

TOSETTI, Larissa Leite. Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana. 2012. **Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)** - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-21092012-090145/>>. Acesso em: 2013-09-09.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Silvicultura urbana: implantação e manejo**. Viçosa: Editora Fácil, 2006. 201 p.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de Curitiba: cultivo e manejo**, Curitiba: FUPEF, 2005, 182 p.

BRANDÃO, H. A. **Manual prático de jardinagem**, Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2002, 185 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual técnico de arborização urbana**. São Paulo: SVMA, 2ª Edição, 2005a, 48 p.

MILANO, M.S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. **Anais**, Maringá, 1987. p. 1-8.

MILANO, M.S. Arborização urbana no Brasil: mitos e realidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3. **Anais**, Salvador, 1996. p.1-11

MILANO, M.S. & DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226p.

MILLER, R. W. **Urban forestry: planning and managing urban greenspaces**. New Jersey: Prentice Hall, 1988, 404 p.

MOLL, G. Urban Forestry: A National Initiative. In: BRADLEY, G.A., (Ed.) **Urban Forest Landscapes: integrating multidisciplinary perspectives. Seattle and London**: University of Washington Press, 1995. p. 12-16.

SILVA, L. M. Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3,n. 3, 2008, p. 65 – 71.

TAKAHASHI, L. Y.; MARTINS, S. S. Desenvolvimento de mudas visando sua utilização na arborização de ruas. In: 2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. **Anais...** São Paulo: IEF, 1992, p. 553 – 557.

GEORGIA FORESTRY COMMISSION. Georgia model urban forest book. Washington, 2001, 78 p.

XIAO, Q.; McPHERSON, E.G. Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. **Urban Ecosystems**, Davis, v.6, p.291-302, 2003.

ZILLER, S. R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas invasoras. **Ciência Hoje**, n. 178, 2001.