I SEAFLOR - Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal

UFPR

FLORESTA URBANA: PLANEJAMENTO, IMPLANTAÇÃO E MANEJO

ALLAN RODRIGO NUNHO DOS REIS
JEFFERSON DIAS DE OLIVEIRA
TAMARA RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO MARIA
TATIANE LIMA HO

CURITIBA
2017

1 FLORESTAS URBANAS

1.1 CONCEITOS E TIPOLOGIAS

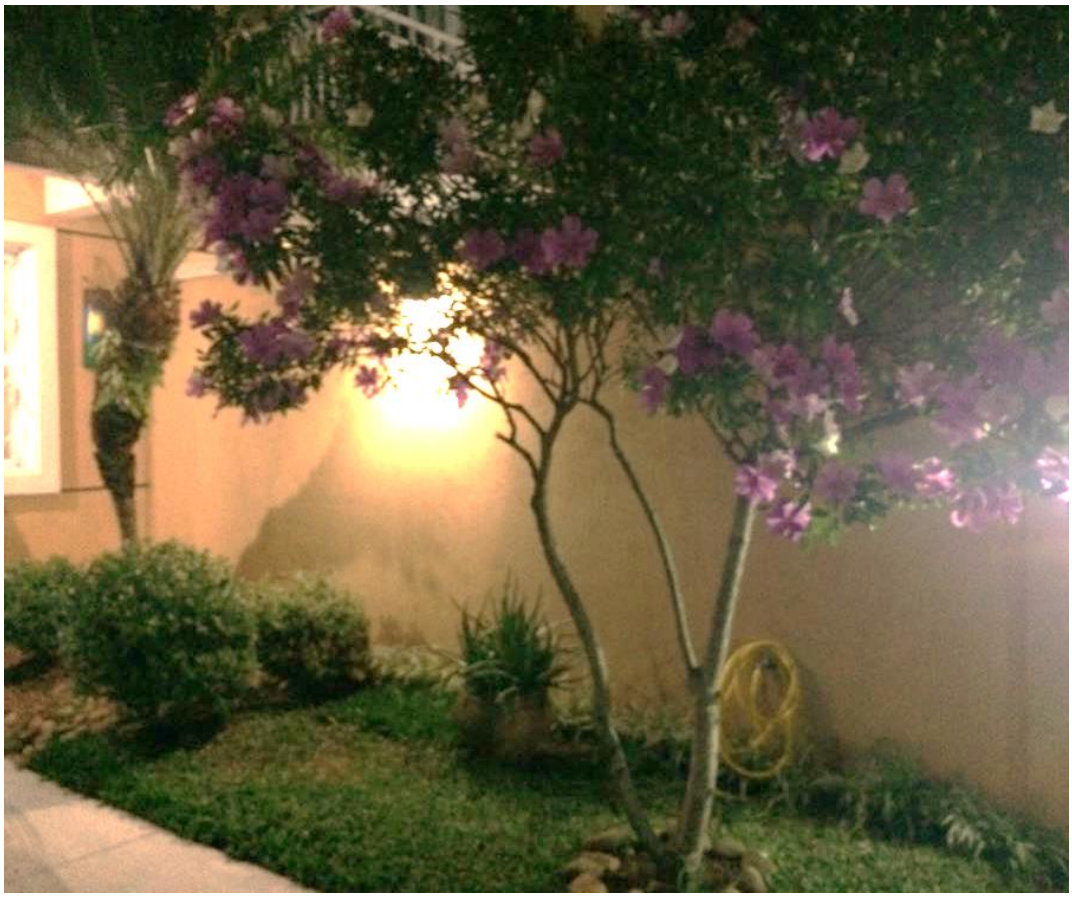
A presença de árvores nas áreas urbanas surgiu juntamente com a evolução das cidades e tornou-se comum nas vias e parques públicos no final do Renascimento. Aos poucos as árvores foram tomando espaço, necessitando de profissionais capacitados para inferir no seu planejamento e gestão. Com vistas aos aspectos ecológicos e econômicos e a gestão colaborativa das árvores no meio urbano, o termo floresta urbana começou a ser utilizadona década de sessenta por canadenses e americanos (MAGALHÃES, 2006; MCBRIDE, 2017).

O conceito “floresta urbana” ainda é controverso, pois alguns autores acreditam que as árvores e as florestas nas cidades deviam ser tratadas diferentes e entendidas como componentes distintos. Inicialmente o termo “*Urban Forest*” utilizado no Canadá e Estados Unidos da América foi traduzido no Brasil como “Arborização Urbana”, mas diversos pesquisadores já adotavam o termo floresta urbana.O uso desse termo envolve quebra de paradigmas, tendo em vista que no meio urbano a vegetação pode ser encontrada isolada ou em grupo, pode conter uma única espécie ou várias espécies, fugindo do conceito tradicional de floresta (MAGALHÃES, 2006; BIONDI, 2015).

Para Konijnendijk et. al. (2005) a utilização do termo floresta urbana se dá pela sua localização e pela função no meio urbano, que gera uma gama de benefícios para a sociedade.

A floresta urbana é caracterizada como toda a cobertura vegetal, tais como árvores, arbustos, herbáceas, plantas de forração, aquáticas entre outros, presente no perímetro urbano. Dentre as tipologias existentes podemos classifica-las em floresta urbana particular que contempla bosques e jardins residenciais (Figura 1) e floresta urbana pública que contempla a arborização viária (Figura 2) e as áreas verdes, podendo estes serem áreas verdes culturais (Figura 3) ou fragmentos florestais urbanos (Figura 4) (BIONDI, 2015).

FIGURA 1 - FLORESTA URBANA PARTICULAR



FONTE: Os autores (2017).

FIGURA 2 - ARBORIZAÇÃO VIÁRIA



FONTE: Os autores (2017).

FIGURA 3 - ÁREAS VERDES CULTURAIS



FONTE: Os autores (2017).

FIGURA 4 - FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS



FONTE: Os autores (2017).

1.2 BENEFÍCIOS

As florestas urbanas vêm sendo tópico de crescente importância na realização dos planejamentos municipais, devido a associação dos benefícios proporcionados pelas árvores e a melhoria da qualidade de vida da população (MAYER, 2012).

Segundo Bobrowski (2015) os múltiplos benefícios da arborização abrangem benefícios ambientais, estéticos, econômicos e psicossociais (Figura 5).

FIGURA 5 - RELAÇÃO DOS MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS PROPORCIONADOS PELAS FLORESTAS URBANAS

	BENEFÍCIOS	
Ambientais	- Regulação microclimática; - Melhoria do conforto ambiental; - Redução do escoamento superficial; - Redução da poluição atmosférica e sonora;	- Sequestro de carbono; - Controle da claridade e reflexão da luz; - Preservação da flora e fauna; - Manutenção de estoque e qualidade da água.
Estéticos	- Adição de linhas, formas, texturas e cores; - Adição de movimento à paisagem;	- Ampliação ou redução da escala; - Uniformização de linhas.
Econômicos	- Regulação do consumo de energia; - Preservação da qualidade do asfalto; - Valorização de propriedade e imóveis;	- Estímulo ao consumo de bens e serviços; - Estímulo ao turismo.
Psicossociais	- Auxílio na recuperação da saúde física e mental; - Promoção do convívio social; - Promoção da recreação e redução do estresse;	- Promoção da qualidade de vida; - Regulação da segurança pública.

FONTE: ZAMPRONI (2017).

Para Rossetti, Pellegrino e Tavares (2010), dentre os benefícios ecológicos proporcionados pela vegetação, os mais importantes envolvem a melhoria do microclima urbano, onde a vegetação provoca mudanças nas temperaturas, nas correntes de ar, na umidade relativa do ar e na radiação solar.

Martini (2016) corrobora o exposto, onde confirmou que 65% da variação de temperatura na área urbana de Curitiba – PR é justificada pela quantidade de cobertura arbórea.

A floresta urbana desempenha também a melhoria da qualidade do ar, já que apresenta função purificadora do ar pela fixação da poeira e dos materiais residuais, absorve gases tóxicos durante a fotossíntese, além de auxiliar na depuração de micro-organismos (PEPER; MCPHERSON; MORI, 2001). Coccoza et al. (2016) corrobora o expostoe afirma que as árvorespodem acumular poluentes pela deposição nas folhas, através da absorçãopelas raízes do material deposto no solo ou até mesmo pela casca.

Com relação aos valores econômicos e políticos, as florestas urbanas proporcionam um aumento da especulação imobiliária, proporcionando significativa importância na promoção das cidades (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Escobedo et al. (2010) consolida o exposto, pois afirma que as árvores podem, além de aumentar o valor das propriedades da área urbana, também reduzir os níveis de estresse dos moradores da área urbana, devidos às conexões emocionais que a arborização pode trazer.

Quanto aos benefícios sociais, Biondi (2008) cita a educação ambiental como principal ferramenta, pois permite à população perceber as diferenças entre as áreas arborizadas e construída, auxiliando na percepção e entendimento do meio ambiente e dos processos naturais que ali ocorrem.

1.3 PROBLEMAS COMUNS NA FLORESTA URBANA

Os principais problemas relacionados às florestas urbanas estão condicionados à falta de planejamento ou conhecimento técnico adequado para o manejo das árvores.

Neste sentido, Bobrowski (2014) classifica os problemas da arborização em duas categorias: danos causados às árvores e danos causados pelas árvores.

Santos et al. (2015) citam como problemas causados pela arborização, a interferência aos equipamentos da estrutura urbana como, encanamentos, fiação elétrica, lixeiras e bancos, postes de iluminação e de sinalização. Estes são problemas físicos comuns ocasionados pela falta de planejamento, onde ocorre o afloramento das raízes das árvores (SPADOTTO; DELMANTO JÚNIOR, 2009).

Para Bobrowski (2011), os problemas da arborização podem surgir como consequência da implantação inadequada, com falhas ou falta de planejamento prévio, relativos a seleção das espécies, de ordem estrutural, estética e fitossanitária além da aceitação da população e das condições ambientais locais.

Ainda nesse sentido, Coleto, Müller e Wolski (2008) citam que entre os problemas encontrados são causados pelo plantio de espécies inadequadas, com espaçamento inadequado, que acabam por sofrer com podas incorretas, principalmente àquelas que estão localizadas sob a fiação elétrica.

Biondi e Lima Neto (2011) afirmam que a arborização em calçadas pode apresentar problemas relacionados ao afloramento das raízes, como consequência das ações antrópicas, como a compactação do solo urbano ou da área de canteiro

muito pequena e insuficiente para o desenvolvimento da arborização.Mcpherson e Peper (1996) também afirmam que os danos causados pelas raízes, são responsáveis, em média, por 25% dos custos com a manutenção das árvores urbanas.

Outro fator intrínseco à qualidade da arborização é a tortuosidade do tronco e dos Galhos, que podem interferir no fluxo de pedestres, sendo preferível que as árvores de ruas apresentem fuste reto (BIONDI; LIMA NETO, 2011).

Ainda quanto à qualidade do tronco, Lima Neto et al. (2012), cita que a altura de bifurcação, inferior a 1,8 metros, também pode representar um problema ao trânsito livre de pedestres, principalmente àqueles que apresentam mobilidade reduzida.

Já os danos causados às árvores variam desde danos físicos, como poda inadequada, mutilação e colisões mecânicas, à danos fitossociológicos, como a ocorrência de pragas e doenças, e apodrecimento do tronco (VELASCO, 2003).

Tanto os problemas causados às árvores quanto os causados pelas árvores podem ser diminuídos quando considerado o planejamento adequado da vegetação no meio urbano (MARIA, 2017).

1.4 CONDIÇÕES IDEAIS DA ARBORIZAÇÃO

Segundo Biondi e Althaus (2005), planejar a arborização de ruas é escolhera árvore certa para o lugar certo e fazer o uso de critérios técnico-científicos para oestabelecimento da arborização, sem desprezar as funções ou o papel que asárvores desempenham no meio urbano.

Porém, escolher a árvore certa para o lugar certo requer conhecimento amplo, que abranja as condições biológicas das árvores e físicas do local onde estas serão implantadas.

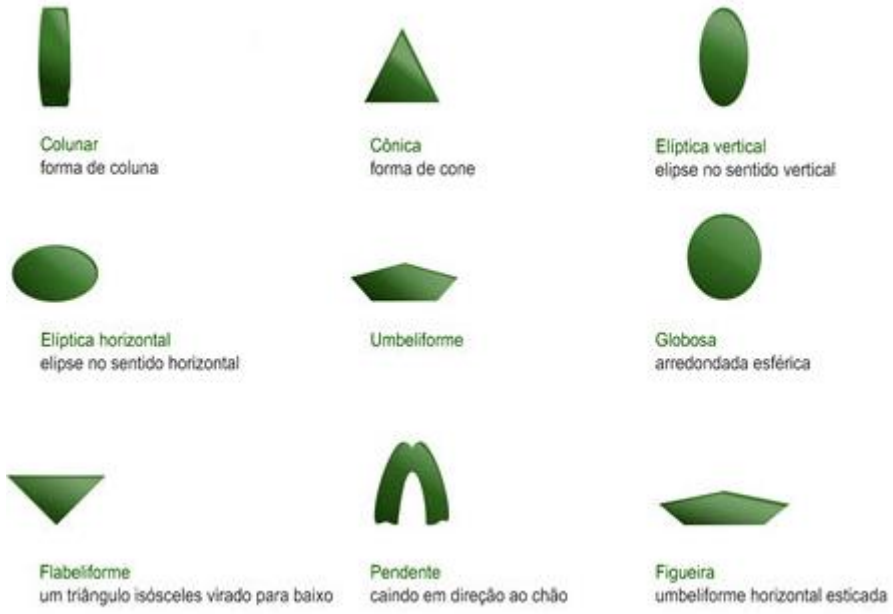
Informações quanto ao tipo de raiz, copa e tronco, irão auxiliar a seleção adequada da espécie para determinado ambiente, para que esta tenha seus benefícios otimizados e conflitos reduzidos.

A seleção da árvore que irá compor o meio urbano deve considerar as características de copa, de acordo com o efeito que se deseja com a arborização.

Em regiões de inverno rigoroso é recomendado que as espécies selecionadas sejam caducifólias (perdem as folhas no inverno), visando diminuir o sombreamento e a umidade em períodos mais frios, enquanto que nas regiões tropicais, convém utilizar espécies perenifólias (que não perdem a folhagem) e de copa densa (COPEL, 2009).

A forma de copa é fator determinante para prevermos a interferência da espécie no meio urbano (Figura 6). Espécies de copas colunar, pendente, umbeliforme e cônicas, devem ser evitadas no meio urbano, já que estas demandam maior manutenção e conflitos.

FIGURA 6 - FORMATOS DE COPA DAS ÁRVORES



FONTE: COPEL (2009).

Deve-se priorizar espécies de copas globosas e elípticas, que apresentam fácil manutenção, e de maneira geral, aceitam o tratamento com podas, sem causar patologias a arborização.

Quanto à utilização de árvores frutíferas, deve-se considerar o tamanho dos frutos e período de frutificação, devendo ser evitado o uso de espécies que produzam frutos pesados, volumosos, deiscentes (que se soltam das árvores), a fim de evitar acidentes.

Deve-se evitar espécies arbóreas com potencial toxicológico e/ou alergênico a fim de preservar a saúde da população, bem como espécies que apresentam espinhos ou acúleos, ou com raízes tubulares e superficiais.

Além das condições inerentes à seleção das espécies arbóreas, deve-se considerar a adequação do meio físico onde estas serão implantadas. A área livre do canteiro, em caso de áreas verdes, e a largura da calçada, em caso de arborização viária, são fatores determinantes para o bom desenvolvimento da árvore.

Deve-se priorizar o uso da arborização em calçadas com largura mínima aceitável de 2,30 metros, considerando-se a promoção da arborização e também da acessibilidade, respeitando as diretrizes de faixa de circulação livre e faixa de serviços (Quadro 1), atendendo aos critérios básicos para promoção da acessibilidade dispostos na Lei Federal 10.098/2000 e considerando as diretrizes dispostas pela ABNT, sob a NBR 9050.

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS FAIXAS LIVRE, DE SERVIÇO E DE ACESSO

FAIXA	**DESCRIÇÃO DAS FUNÇÕES**	**LARGURA**
Circulação livre	Área do passeio ou calçada destinada exclusivamente à circulação de pedestres	1,20 m (mínima aceitável) 1,50 m (mínima recomendável)
Serviços	Destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiências, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano como bancos, floreiras, telefones, caixa de correio e lixeiras	> 0,8m
Acesso	Área em frente a imóvel ou terreno, onde pode estar a vegetação, rampas, toldos, propaganda e mobiliário móvel como mesas de bar e floreiras, desde que não impeçam o acesso aos imóveis. É considerada uma faixa de apoio à sua propriedade	> 0,7m

Vale ressaltar que a correta implantação da arborização urbana depende do planejamento de uma equipe multidisciplinar, disposta a atuar de maneira assertiva na qualidade da arborização, visto o grande número de conflitos que a arborização pode ter no meio urbano, principalmente, relacionados aos conflitos com a rede de distribuição de energia elétrica.

1.5 BASES PARA O PLANEJAMENTO

Os principais problemas relacionados às florestas urbanas, estão condicionados à falta de planejamento ou conhecimento técnico adequado para o manejo das mesmas.

Muitas vezes, os responsáveis pelo planejamento e/ou gestão das florestas urbanas não detêm informações necessárias sobre o patrimônio arbóreo existente, sendo que a forma mais eficiente e segura de se obter essa informação é através do inventário florestal urbano (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).Rocha, Leles e Oliveira Neto (2004) também afirmam que o inventário é fundamental para o planejamento da arborização, pois fornece informações quanto as condições da floresta urbana, prioridades de intervenção, necessidade de manutençãoe remoção.

Os inventários reúnem informações fundamentais, em coletas sistemáticas, como as relacionadas a arborização e também as características da relação desta com meio urbano, como condições de raiz, tronco e copa, existência de pragas ou doenças, distância da árvore ao meio fio, construções, muros e espaçamentos entre as árvores (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

Desta forma, o inventário possibilita a obtenção de informações exclusivas sobre o patrimônio arbóreo, capazes de identificar os erros e acertos da relação entre a floresta urbana e o meio em que esta está inserida.

2 GESTÃO DA FLORESTA URBANA

2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

As mudas para uso em arborização urbana são denominadas de mudas altas e geralmente possuem aspecto ornamental, já apresentando feições de árvore adulta (BIONDI; ALTHAUS, 2005; ARAUJO; ARAUJO, 2011). Elas devem permanecer, dependendo da espécie, por pelo menos quatro ou cinco anos no viveiro e sua forma e perfil adequados são trabalhados por meio de tratos culturais específicos (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

2.1.1 Condução em viveiro

As mudas para a arborização de ruas podem ser produzidas a partir de diversas técnicas, porém, nos últimos anos, as mais utilizadas são por sementes e pelo método da estaquia (BIONDI; ALTHAUS, 2005).

Segundo Biondi e Althaus (2005), as mudas no viveiro necessitam de cuidados especiais para se manterem saudáveis e vigorosas, para isso, devem passar por algumas fases em diferentes locais, tais como:

a) Viveiro de semeadura: local com proteção onde se realiza a semeadura, sendo que neste ambiente as mudas permanecem por um ano ou mais, dependendo da espécie;

b) Viveiro de espera: local aberto onde se realiza o transplante das mudas para recipientes maiores ou no solo mesmo, devendo as mudas permanecerem neste espaço até o plantio definitivo.

Na fase de viveiro de espera, deve-se realizar podas em algumas partes da planta, que geralmente são as brotações, os galhos, as raízes e até mesmo as flores e frutos (BIONDI, 2011). Também nesta fase, recomenda-se realizar a rustificação das mudas, onde procura-se eliminar os principais tipos de proteção, como o sombreamento e a diminuição da rega, porém, não deve-se diminuir os cuidados com o vigor das plantas, principalmente quando são produzidas em recipientes, devido à limitação de espaço para o desenvolvimento das raízes (BIONDI, 2011).

2.1.2 Características das mudas

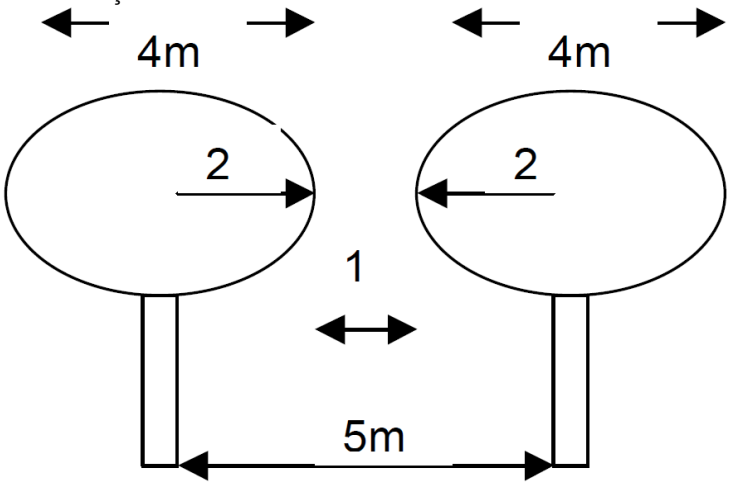
As mudas devem apresentar boa formação, tronco reto, altura total de no mínimo 2,00 m; altura de bifurcação em torno de 1,80 m; ramificação e folhagem reduzidas na época de plantio, bom estado nutricional e fitossanitário, já apresentarem forma de árvore e não possuírem danos no sistema radicular (MILANO; DALCIN, 2000; PIVETTA, SILVA FILHO, 2002; BIONDI; ALTHAUS, 2005). As mudas para a arborização de ruas podem ser produzidas em viveiros municipais ou adquiridas de viveiros comerciais (ARAUJO; ARAUJO, 2011).

2.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE PLANTIO EM RUAS E CALÇADAS

2.2.1 Espaçamento

Para o espaçamento entre as árvores e a sua localização nas calçadas, deve-se considerar, principalmente, o porte e as necessidades de cada espécie (MILANO; DALCIN, 2000). Quando se deseja uma sombra contínua, recomenda-se um espaçamento igual ao diâmetro máximo que a copa da árvore pode alcançar e, nos demais casos, pode-se utilizar como distância mínima entre os indivíduos arbóreos, o diâmetro de copa médio da árvore adulta acrescido de 1m (Figura 7) (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002).

FIGURA 7 -ESPAÇAMENTO ENTRE ÁRVORES PLANTADAS EM CALÇADAS



FONTE: PIVETTA; SILVA FILHO (2002).

2.2.2 Coveamento

Segundo Pivetta e Silva Filho (2002), as dimensões das covas variam de acordo com o tipo de solo, o tamanho da muda e o recipiente utilizado. Recomenda-se que a cova possua dimensões superiores às do recipiente onde está a muda, ou que esta seja maior que o torrão juntamente com as raízes, devido às condições adversas do solo, como a compactação (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

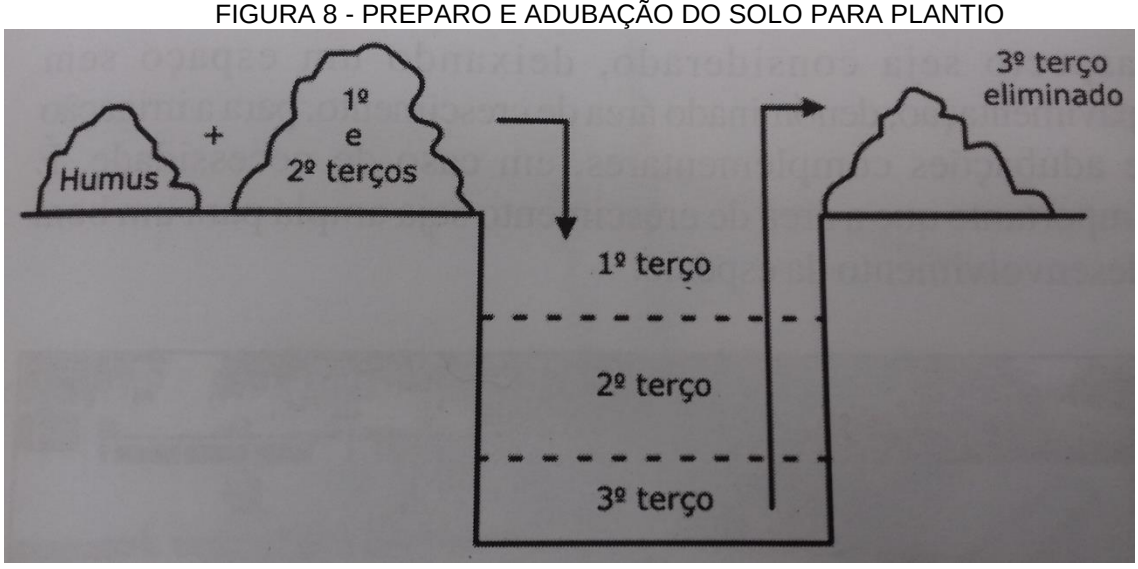
O tamanho ideal da cova deve ser de 0,50 x 0,50 x 0,50 m, em locais onde as características físicas e químicas do solo são mais favoráveis ao desenvolvimento da planta, porém, onde não se constata boas condições, as dimensões devem ser

maiores, com até 1,0 x 1,0 x 1,0 m, a fim de se facilitar a incorporação de insumos que melhorem tais características (PAIVA; GONÇALVES, 2012). Gonçalves e Paiva (2013) explicam que estas dimensões são empregadas devido ao contato direto da raiz recém-plantada com solo compactado atrasar o desenvolvimento da muda, sendo necessário que as raízes estejam bem-formadas antes de ter contato direto com este.

2.2.3 Preparação do solo e adubação

Segundo Paiva e Gonçalves (2012), nos locais onde o solo for ácido deve-se aplicar 200 g de calcário dolomítico por cova e, em geral, recomenda-se a aplicação de pequenas doses de nutrientes básicos (NPK). Ainda segundo estes autores recomenda-se aproveitar dois terços da terra retirada da cova para o seu preenchimento, com acréscimo de um terço de material orgânico (Figura 8). A fertilização do solo é importante, pois as árvores urbanas, de maneira geral, crescem em solos completamente desprovidos de nutrientes (QUITO, 2014). Segundo Milano e Dalcin (2000), a aplicação de fertilizantes contendo N-P-K é satisfatória, pois não exige equipamentos específicos ou sofisticados, além de permitir a otimização de recursos por simultaneamente serem feitas a irrigação e a adubação.

FIGURA 8 - PREPARO E ADUBAÇÃO DO SOLO PARA PLANTIO



FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).

Após o preparo da cova, deverá se proceder ao plantio em cerca de 15 dias, para que ocorra o devido acamamento do substrato preparado, caso contrário, a muda poderá descer e, com isso, pode acontecer o afogamento do seu coleto (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

2.2.4 Plantio das mudas

A época ideal para o plantio é o início do período chuvoso, preferencialmente em dias nublados e úmidos, porém isso é variável em cada região, sendo que quando há equipamentos disponíveis para irrigação, esta atividade pode ser realizada em qualquer estação do ano (PIVETTA, SILVA FILHO, 2002; PAIVA; GONÇALVES, 2012).

Deve-se atentar para que o coleto da muda fique no mesmo nível da superfície do solo, a fim de evitar que as raízes fiquem expostas ou que as mudas fiquem suscetíveis ao afogamento do coleto, o que pode, dependendo da espécie, levar a sua morte (PAIVA; GONÇALVES, 2012). Após a colocação da muda na cova, deve-se evitar que a mesma tombe, aplicando-se uma leve compactação do solo ao seu redor (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

Ao término do plantio, é importante que se faça uma irrigação abundante e, se possível, recomenda-se que se coloque uma cobertura inerte entorno da muda visando manter o local úmido por algum tempo (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

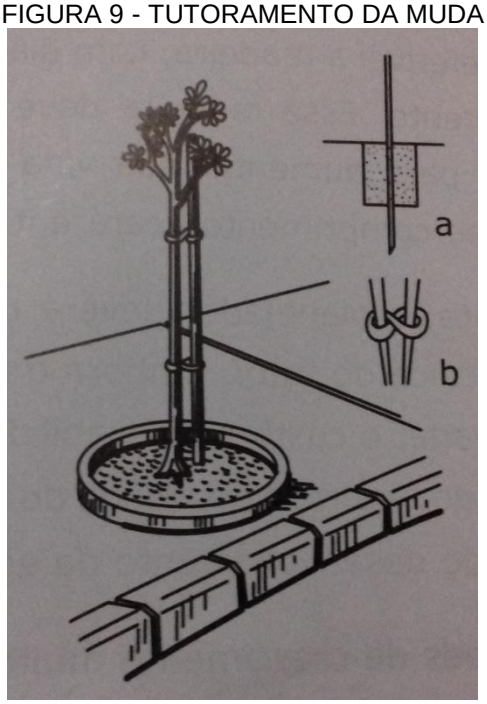
2.2.5 Tutoramento

Deve-se instalar tutores nas mudas, que pode ser estacas roliças de madeira ou bambu com aproximadamente 6 a 8 cm de diâmetro e 3 m de comprimento, que são enterradas a uma profundidade de 50 cm a 1 m e 15 cm de distância do tronco da planta, visando-se o seu crescimento da forma mais retilínea possível e sem inclinações (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002; PAIVA; GONÇALVES, 2012; GONÇALVES; PAIVA, 2013).

Segundo Paiva e Gonçalves (2012), deve-se fincar o tutor de modo que ele fique bem firme dentro da cova (Figura 9a), antes de se proceder ao plantio, então

prende-se a muda a ele por meio de um material que se desfaça ao longo do tempo, podendo ser barbante, sisal ou borracha (Figura 9b). O amarrilho deve ser feito em dois ou três pontos ao longo do caule, formando um oito deitado (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002; GONÇALVES; PAIVA, 2013).

FIGURA 9 - TUTORAMENTO DA MUDA



FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).
NOTA: a) Fixação do tutor; b) Amarrio.

2.3 MANUTENÇÃO

2.3.1 Adubação e irrigação

A adubação também deve ser realizada após a implantação da arborização, mesmo após as árvores atingirem a fase adulta, pois estas plantas necessitam de compostos minerais específicos para o seu crescimento e desenvolvimento (QUITO, 2014).

Segundo Paiva e Gonçalves (2012), a irrigação para as árvores de rua é um fator que pode ser solucionado no planejamento da arborização, quando a escolha da espécie deverá contemplar o seu porte e o balanço hídrico da região.

2.3.2 Podas

Dentre as práticas de manejo da arborização urbana, a poda apresenta o maior significado e importância (MILANO; DALCIN, 2000). Geralmente, realiza-se a poda em casos onde há conflitos entre a árvore e os equipamentos urbanos, tais como a interferênciade partes desta com a rede elétrica, com a iluminação pública, coma sinalização de trânsito ou mesmo com as fachadas de edificações, podendo-se também utilizá-la nas raízes, devido a danos às redessubterrâneas de serviços (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG), 2011).

Se bem conduzida, a poda não prejudica o desenvolvimento da planta, pois influencia a distribuição da seiva pelo vegetal, direcionando o seu crescimento e estabelecendo, assim, o equilíbrio que a árvore possivelmente tenha perdido (PAIVA; GONÇALVES, 2012). Paiva e Gonçalves (2012) salientam que, mesmo a poda sendo necessária em alguns momentos, trata-se de uma agressão a um ser vivo, que possui estrutura e funcionamento bem definidos e que, nos casos em que a árvore tiver sido bem escolhida em função do local, não há a necessidade de se realizar esta atividade.

2.3.3 Época de poda

Segundo Fortaleza (2013), a época ideal para a realização de poda varia com o padrão de repouso de cada espécie, sendo que nas espéciesutilizadas na arborização urbana, podem ser reconhecidos três diferentes padrões:

a) Espécies com repouso real: são decíduas que entram em repouso após a perda das folhas e, nestas, a melhor época para apoda é compreendida entre o início do período vegetativo e o início do florescimento;

b) Espécies com repouso falso: são caducifólias que não entram em repouso após a perda das folhas; a melhor época para a poda é o período entre o final do florescimento e o início do período vegetativo;

c) Espécies sem repouso aparente: são perenifólias, que apresentam manifestações externas de repouso de difícil observação; recomenda-se que a poda seja realizada entre o final doflorescimento e o início da frutificação.

De maneira geral, quanto mais ativo for o metabolismo da árvore, mais rapidamente se ocorrerá a compartimentalização, deste modo, o início do período vegetativo é um momento favorável para realização da poda (SÃO PAULO, 2012).

2.3.4 Ferramentas e equipamentos

As ferramentas e equipamentos utilizados na prática da poda devem estar em bom estado de conservação e dentro das normas técnicas e, além disso, as ferramentas de corte devem estar bem afiadas e limpas paraa realização de cortes de boa qualidade que favoreçam a compartimentalizaçãoe evitem contaminação (SÃO PAULO, 2012).

As ferramentas utilizadas para as operações de poda em árvores urbanas normalmente são as tesouras de poda, serras manuais e motosserras, dependendo da complexidade da operação (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

Ainda segundo estes autores, os equipamentos recomendados são os Equipamentos de Proteção Individual (EPI): capacete, óculos com proteção lateral, luvas, cinto de segurança, botas, etc; Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC): cone de sinalização, cordas, bandeirolas de sinalização, placas de alerta, etc.; além de andaimes, escadas, plataformas elevatórias, gruas, entre outros.

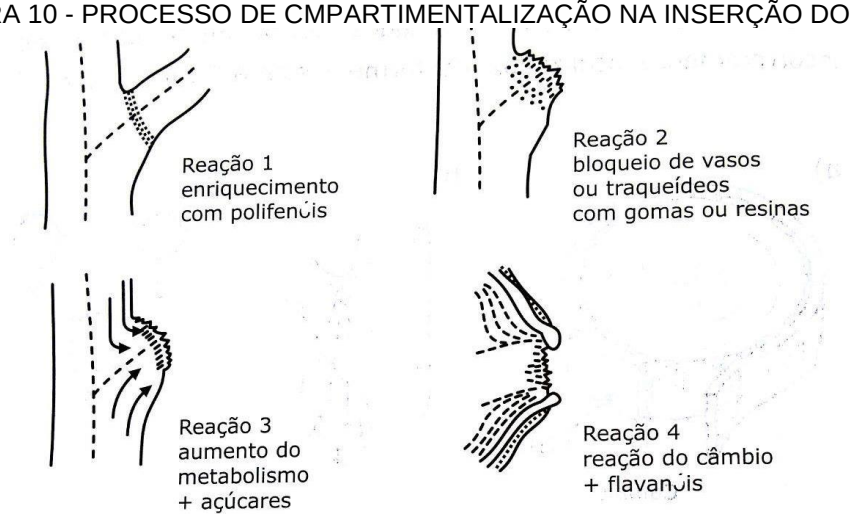
2.3.5 Execução da poda

Antes de se executar uma poda é necessário que se conheça os processos de multiplicação das células de crescimento do tronco (PAIVA; GONÇALVES, 2012).

Segundo os mesmos autores, após uma lesão, a árvore tenta restabelecer o equilíbrio do seu sistema vital, realizando um processo chamado de compartimentalização, corresponde à cicatrização que ocorre nos organismos animais. No processo de compartimentalização ocorre a substituição de células injuriadas pela formação de novas células, dessa forma a estrutura afetada é

recomposta parcialmente (PAIVA; GONÇALVES, 2012). Este processo apresenta quatro fases e pode ser verificada na Figura 10.

FIGURA 10 - PROCESSO DE CMPARTIMENTALIZAÇÃO NA INSERÇÃO DO GALHO

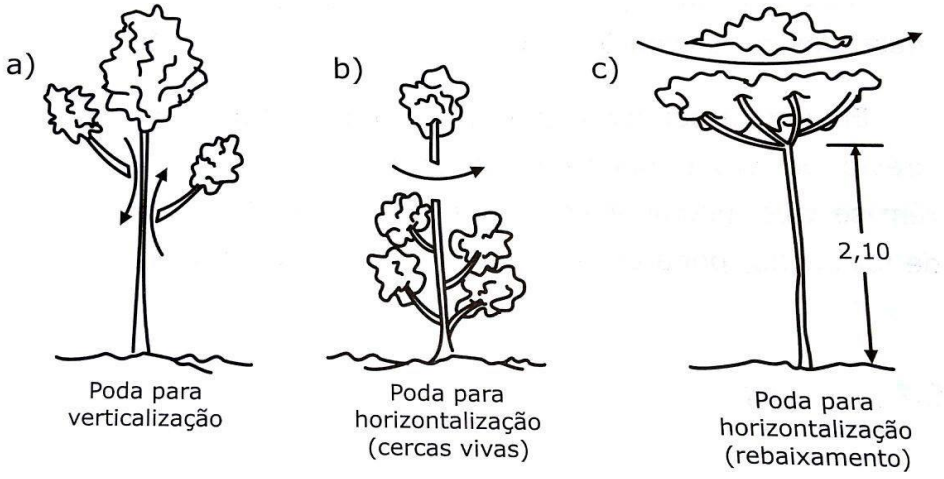


FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).

2.3.6 Tipos de poda

Segundo Paiva e Gonçalves (2012), existem dois tipos básicos de poda em árvores urbanas, são elas: a poda visando a verticalização do indivíduo e a poda que visa a horizontalização deste, ambas são classificadas como poda de formação (Figura 11).

FIGURA 11 - TIPOS MAIS COMUNS DE PODA



FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).

2.3.7 Técnicas de poda

Segundo Paiva e Gonçalves (2012), durante o planejamento da poda, faz-se necessário a preservação das estruturas de proteção do galho, localizadas na sua inserção: “crista da casca”, na porção superior e o “colar’, na região inferior da base do galho (Figura 12). Ainda segundo estes autores, estas estruturas possuem a função decisiva nos processos de compartimentalização da lesão ocasionada pela poda, embora o corte não deva ser feito muito além destas, pois, quando isso ocorre, deixa-se um toco de galho, conhecido como “cabide”, que irá apodrecer e dificultar a compartimentalização.

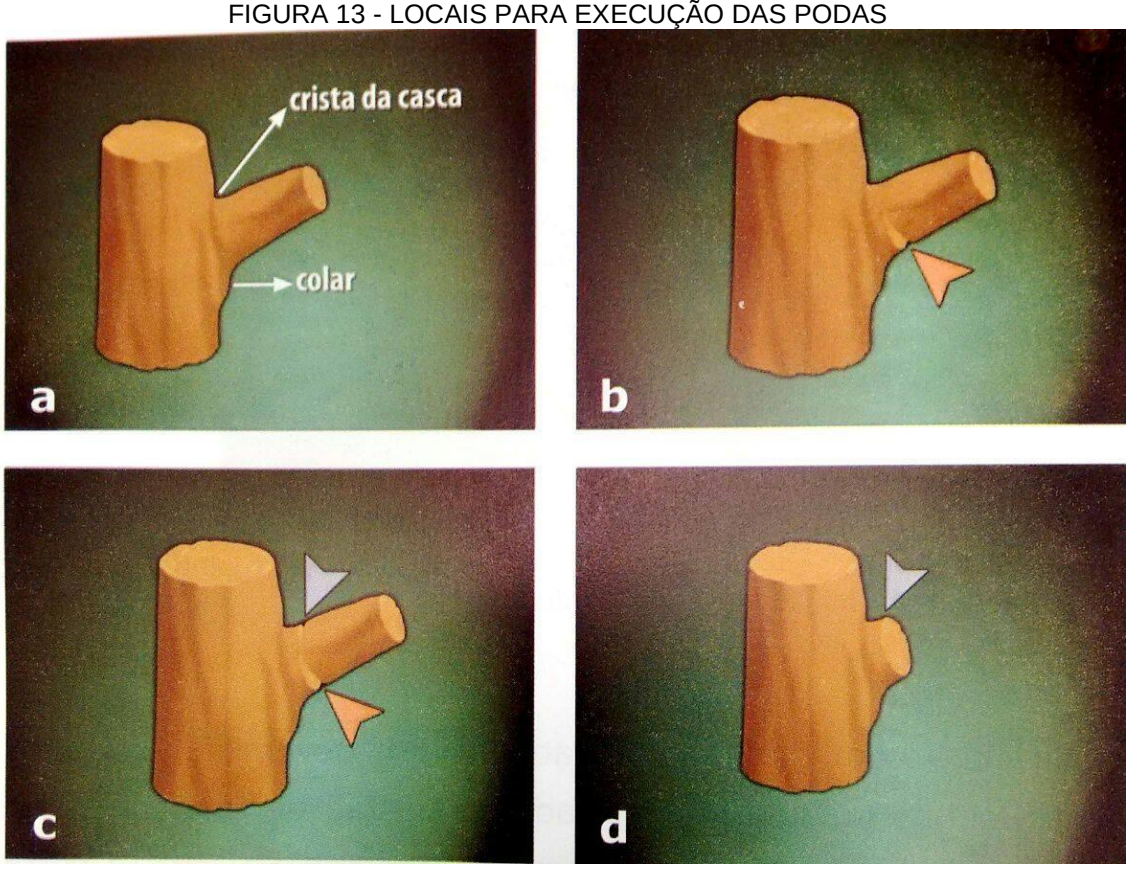
FIGURA 12 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA BASE DOS GALHOS



FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).
NOTA: Crista de casca (seta superior); colar (seta inferior).

Nos ramos com diâmetro inferior a 2,0 cm deve-se realizar o corte com tesoura manual ou acoplada ao bastão de manobras e, no caso da supressão de galhos com diâmetro de até 5,0 cm, o corte deve ser feito em três fases: o primeiro realizado de baixo para cima e o segundo de cima para baixo, desalinhado com o primeiro e, por fim, o terceiro será o corte de acabamento (Figura 13).

FIGURA 13 - LOCAIS PARA EXECUÇÃO DAS PODAS



FONTE: PAIVA; GONÇALVES (2012).

NOTA: a) Corte distante para diminuição do peso;
b) Primeiro corte, de baixo para cima;
c) Segundo corte, de cima para baixo;
d) Corte de acabamento, na região do colar.

2.3.8 Tratamentos pós-poda

Nãose recomenda o tratamento da lesão ocasionada pelo corte com produtos corrosivos como piche, tintas,graxas ou alcatrão, pois destroem o tecido celular da árvore, em vez destes materiais, sugere-seum tratamento à base de calda bordalesa, parafina, mastique ou pastasfúngicas; porém, como estes tratamentos nem sempre cessam a decomposição ouparalisam o apodrecimento, há pesquisadores que defendem que estes tratamentossão inócuos, pois dependem das condições de vigor e genética da planta, além das condições do ambiente (PIVETTA; SILVA-FILHO, 2002).

3 INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO

3.1 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Meneghetti (2003) expõe que o critério de seleção da abrangência, precisão, detalhamento e do tipo de inventário, depende do tamanho da cidade, recursos disponíveis e a finalidade da avaliação, podendo este ser realizado por censo ou amostragem.

O censo é justificável para populações arbóreas inferiores a 4 mil árvores, acima desta quantidade o mais indicado é um inventário feito pelo método de amostragem que é eficiente e barato para conhecimento de critérios de manejo (CRESTANA et al., 2007).

Para os casos em que o inventário ocorra por censo, deve-se realizar uma amostragem piloto, onde amostra-se aproximadamente 10% da população, a fim de basear os cálculos quanto a intensidade amostral para que a amostragem seja capaz de representar a população.

A intensidade amostral “n”, dos inventários florestais urbanos, geralmente são calculados com o nível de confiança de 95%, com erro de 15%, a partir da variância amostral (MARIA, 2017; ZAMPRONI, 2017).Para determinar a intensidade amostral, a partir da amostragem piloto, utiliza-se a seguinte expressão:

$$n = \frac{Nt^2s^2}{NE^2 + t^2s^2}$$

$$E = (LE.\overline{X})^2$$

Em que:

n = tamanho da amostra;

N = tamanho da população;

t = valor tabelado da distribuição t de Student (α%, n-1 gl);

s^2 = estimativa da variância;

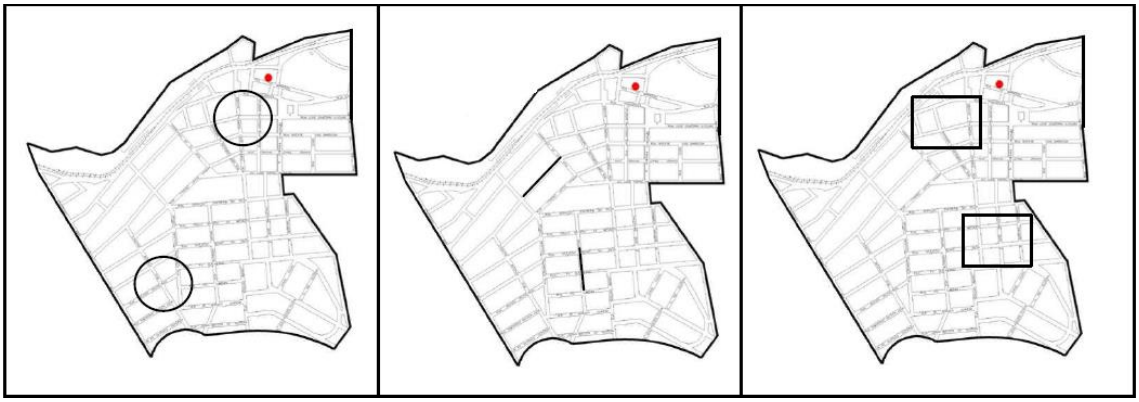
E^2 = erro de amostragem admitido;

LE = limite máximo do erro de amostragem admitido;

X= média estimada.

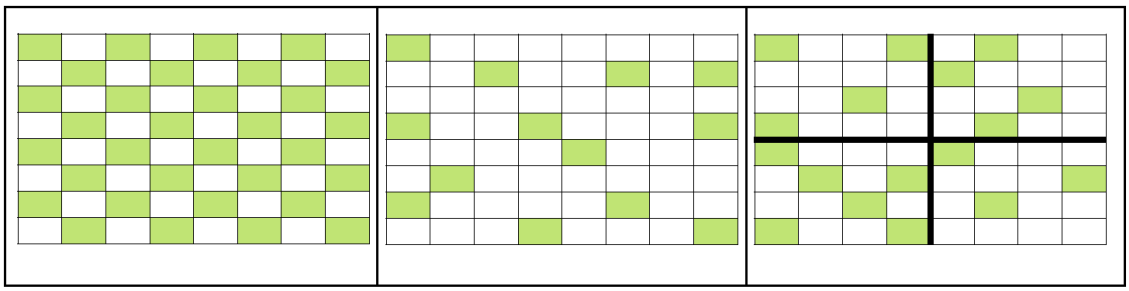
Quanto ao formato da unidade amostral, esta pode ser circular, quadrada ou linear (Figura 14), devendo-se escolher o formato que apresente maior uniformidade quanto aos elementos avaliados.

FIGURA 14 - TIPOS DE FORMATOS PARA UNIDADES AMOSTRAIS DO INVENTÁRIO FLORESTAL URBANO



Já quanto ao tipo de amostragem, esta pode ocorrer de maneira sistemática, aleatória ou estratificada (Figura 15), devendo ocorrer aquela que abranja a maior diversidade de dados.

FIGURA 15 - TIPOS DE AMOSTRAGEM DO INVENTÁRIO FLORESTAL URBANO



A população inventariada ainda pode ser definida através das características biológicas, como por exemplo, o inventário de uma única espécie ou família ou de um porte específico (árvores maiores que 3 metros). A população também pode ser definida de acordo com as características do meio físico, como por exemplo, avaliação dos indivíduos em vias urbanizadas (com calçamento e meio fio), em vias não urbanizadas (sem calçamento e sem meio fio) ou em todas as vias.

3.2 FORMULÁRIOS E CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

A criação dos formulários utilizados a campo deve ser estudada previamente para que sejam coletados dados suficientes para atender aos objetivos do inventário, como por exemplo, número total de árvores, número de árvores por habitantes, índice de plena ocupação, entre outros.

As informações básicas obtidas no inventário, vão desde as características dendrométricas, até as características do meio físico como exemplificado na Figura 16.

FIGURA **16** - PLANILHA DE CAMPO UTILIZADA PARA O INVENTÁRIO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DE ITANHAÉM – SP

Inventário da Arborização viária de Itanhaém - SP																	
Regional:								Rua:									
Lado:								Número da Parcela:									
SP	Posiçao na calçada				H	HF	CAP	Copa				Hbif	ALC	R	C	NT	*
	Guia	Casa	Fiação	D.A.				d	e	r	c						

NOTA: D.A. (distância entre árvores); H (altura total); HF (altura da fiação); CAP (Circunferencia à altura do peito); Copa d (direita), e (esquerda), r (rua), c (casa); Hbif (altura de bifurcação); ALC (área livre do canteiro); R (condição de raiz); C (condição estrutural e fitossanitária); NT (necessidade de tratamento).
FONTE: MARIA, 2017 (Adaptado de MILANO, 1984).

Ainda podem ser coletas informações específicas, como por exemplo, observação de interações bióticas, presença de fauna, período fenológico, condições das sementes (em caso de seleção de árvores matrizes), entre outras informações relevantes ao objetivo do inventário.

É recomendado que os dados sejam coletados por equipes com conhecimento técnico na área ou que apresentem treinamento prévio em grupo, para sanar a possibilidade de ocorrência de erros sistemáticos.

3.3 ÍNDICES ESPACIAIS E DE BIODIVERSIDADE

Para determinar a espacialização da Floresta urbana são utilizados alguns índices, como por exemplo, Índice de Cobertura Arbórea (ICA), Índice de Densidade

Arbórea (IDA), Índice de Plena Ocupação (IPO), Índice de Ocupação Atual (IOA), Índice de Árvores por Quilômetros de Calçadas (IAQC) e Déficit da Arborização.

O Índice de Cobertura arbórea (ICA) têm a função de fornecer a porcentagem de cobertura da arborização viária e é dada pela seguinte equação (LIMA NETO; SOUZA, 2009):

$$ICA = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} AC}{\sum_{i=1}^{n} AR}\right] * 100$$

Em que:

ICA= Índice de Cobertura arbórea;

n = número de ruas amostradas;

AC= Área de copa das árvores (m²);

AR= Área de calçada (m²).

Lima Neto (2014) atribui ao Índice de Densidade Arbórea (IDA) a quantidade de indivíduos arbóreos para cada 100 m² de calçada, definido pela seguinte equação:

$$IDA = \left[\frac{Na}{\sum_{i=0}^{n} AR}\right] * 100$$

Em que:

IDA = Índice de Densidade Arbórea;

n = Número de ruas da amostra;

Na = Número de árvores da amostra;

AR = Área de Calçada (m²).

O Índice de Plena ocupação (IPO) indica o número ideal de indivíduos a serem encontrados, considerando a plena ocupação das calçadas (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007). O Índice de Plena Ocupação é definido pela seguinte equação:

$$IPO = NIA * QC$$

Em que:

IPO = Índice de Plena Ocupação;

NIA = Número ideal de árvores por quilômetro;

QC = quilômetros de calçada.

Silva, Paiva e Gonçalves (2007) expõe que o número ideal de árvores por quilômetro é baseado pelo espaçamento médio desejado entre árvores (Quadro 2).

QUADRO 2 - NÚMERO IDEAL DE ÁRVORES POR QUILOMETRO DE CALÇADAS DE ACORDO COM O ESPAÇAMENTO

Espaçamento (m)	**Nº de árvores por Km de calçada(NIA)**
4	250
6	167
8	125
10	100
12	83
15	67

O Índice de Ocupação Atual (IOA) revela qual a porcentagem de ocupação atual da arborização de ruas levando em consideração o índice de ocupação plena (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007). O IOA é definido pela seguinte equação:

$$IOA = \frac{Narv * 100}{IPO}$$

Em que:

IOA = Índice de Ocupação Atual;

Narv = Número de árvores da população;

IPO = Índice de Plena Ocupação.

O índice de árvores por quilômetro de calçadas (IAQC) visa responder se a cidade é muito ou pouco arborizada, pois relaciona o número de árvores encontradas na arborização com o Índice de Plena Ocupação e é definido pela seguinte equação:

$$IAQC = \frac{Narv}{QC}$$

Em que:

IAQC = Índice de Árvores por Quilometro de Calçada;

Narv = Número de árvores;

QC = Quilômetros de calçadas.

A partir dos resultados obtidos pelo IPO é possível determinar o déficit da arborização pela seguinte equação:

$$Déficit = IPO - Narv$$

Em que:

IPO = Índice de Plena Ocupação;

Narv = Número de árvores da amostra.

Quanto a análise da estrutura da arborização viária por meio de índices de descrição fitossociológica, devem ser avaliados, de acordo com as orientações descritas por Bobrowski (2014):

a) Frequência Absoluta e Relativa:

$$FAe = \frac{Pe}{Pt} * 100$$

$$FRe = \frac{FAe}{FAt} * 100$$

Em que:

FAe = Frequência absoluta para a espécie "e";

Pe = Número total de unidades amostrais em que foi observada a espécie "e";

Pt = Número total de unidades amostrais utilizadas no trabalho;

FRe = Frequência relativa para a espécie "e";

FAt = Somatória da frequência absoluta de todas as espécies amostradas.

b) Densidade Absoluta e Relativa:

$$DAe = \frac{Ne}{A}$$

$$DRe = \frac{DAe}{DAt} * 100$$

Em que:

DAe = Densidade absoluta da espécie "e";

Ne = Número total de indivíduos da espécie "e";

A = Área total amostrada (em hectares);

DRe = Densidade relativa da espécie "e";

DAt = Somatória da densidade absoluta de todas as espécies amostradas.

c) Dominância Absoluta e Relativa:

$$DoAe = \frac{\sum ge}{A}$$

$$DoRe = \frac{ge}{gt} * 100$$

Em que:

DoAe = Dominância absoluta da espécie "e";

ge = Área transversal do DAP (m²) de todos os indivíduos da espécie "e";

A = Área total amostrada (em hectares);

DoRe = Dominância relativa da espécie "e";

gt = Somatória da área transversal do DAP de todas as espécies amostradas.

d) Índice de Valor de Importância:

$$IVI = \frac{(FRe + DRe + DoRe)}{3}$$

Em que:

IVI = Índice de Valor de Importância;

FRe = Frequência relativa da espécie "e";

DRe = Densidade relativa da espécie "e";

DoRe = Dominância relativa da espécie "e";

Também é recomendao a utilização do Índice de Performance da espécie, baseado na adaptação de Bobrowski (2014), para indicar quais as espécies estão melhores adaptadas ao meio que estão inseridas, considerando espécies bem adaptadas aquelas com IPE maior que um.

e) Índice de Performance da Espécie:

$$IPE = \frac{naB + naS}{\left(\frac{NaB+NaS}{N}\right)} * 100$$

Em que:

IPE = Índice de Performance da Espécie;

naB = Número de árvores da espécie "e" que estão na classe de condição Boa;

naS = Número de árvores da espécie "e" na classe de condição Satisfatória;

NAB = Número total de árvores amostradas na condição Boa;

NAS = Número total de árvores amostradas na condição Satisfatória;

N = Número total de árvores amostradas no trabalho.

Também são comumente utilizados o cálculo dos índices ecológicos para determinar a diversidade biológica da arborização, a riqueza, a equidade e a existência da dominância (Quadro 3).

QUADRO 3-ÍNDICES ECOLÓGICOS COMUMENTE APLICADOS A FLORESTA URBANA

Classe do índice	Nome do Índice	Equação
Diversidade	Shannon	$H' = -\sum p_i(\ln p_i)$
Dominância	Simpson	$\lambda = \Sigma p_i^2$
Riqueza específica	Margalef	$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$
Equidade	Pielou	$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$

Em que:

S = Número total de espécies amostradas;

N = Número total de indivíduos amostrados;

p i = Proporção de indivíduos de uma mesma espécie no total amostrado;

H'max = ln (S)

4 O CONFORTO NAS ÁREAS VERDES

4.1 ÁREAS VERDES: O EXEMPLO DE CURITIBA

As áreas verdes são uma tipologia de floresta urbana que provem de um processo paisagístico com diferentes níveis de interferência urbana ou antropização (BIONDI, 2015).

Em Curitiba, existem1.173 áreas verdes, destas 1.164 apresentaram algum tipo de cobertura de vegetal, contemplando uma área total de 14.024.982,43 m² (GRISE, BIONDI, ARAKI, 2016). Da áreatotal das áreas verdes (Avs), 80,99% são compostas por parques, seguido de 11,41% de praças, já as demais tipologias representam apenas 7,60% (VIEZZER et al., 2012).

Em relação à área de cobertura vegetal presente em cada tipologia de área verde encontrada em Curitiba é apresentado na Tabela 1, dos quais o centro poliesportivo apresentou o maior percentual de área coberto por vegetação (95,29%) e a categoria praça ou jardinete o menor índice, com 39,39% do total.

TABELA 1 - TIPOLOGIA DE ÁREAS VERDES E RESPECTIVAS QUANTIDADES, ÁREA DE COBERTURA TOTAL, ÁREA DE COBERTURA DE VEGETAÇÃO E ÁREA DE CORPOS D'ÁGUA SEM COBERTURA DE VEGETAÇÃO

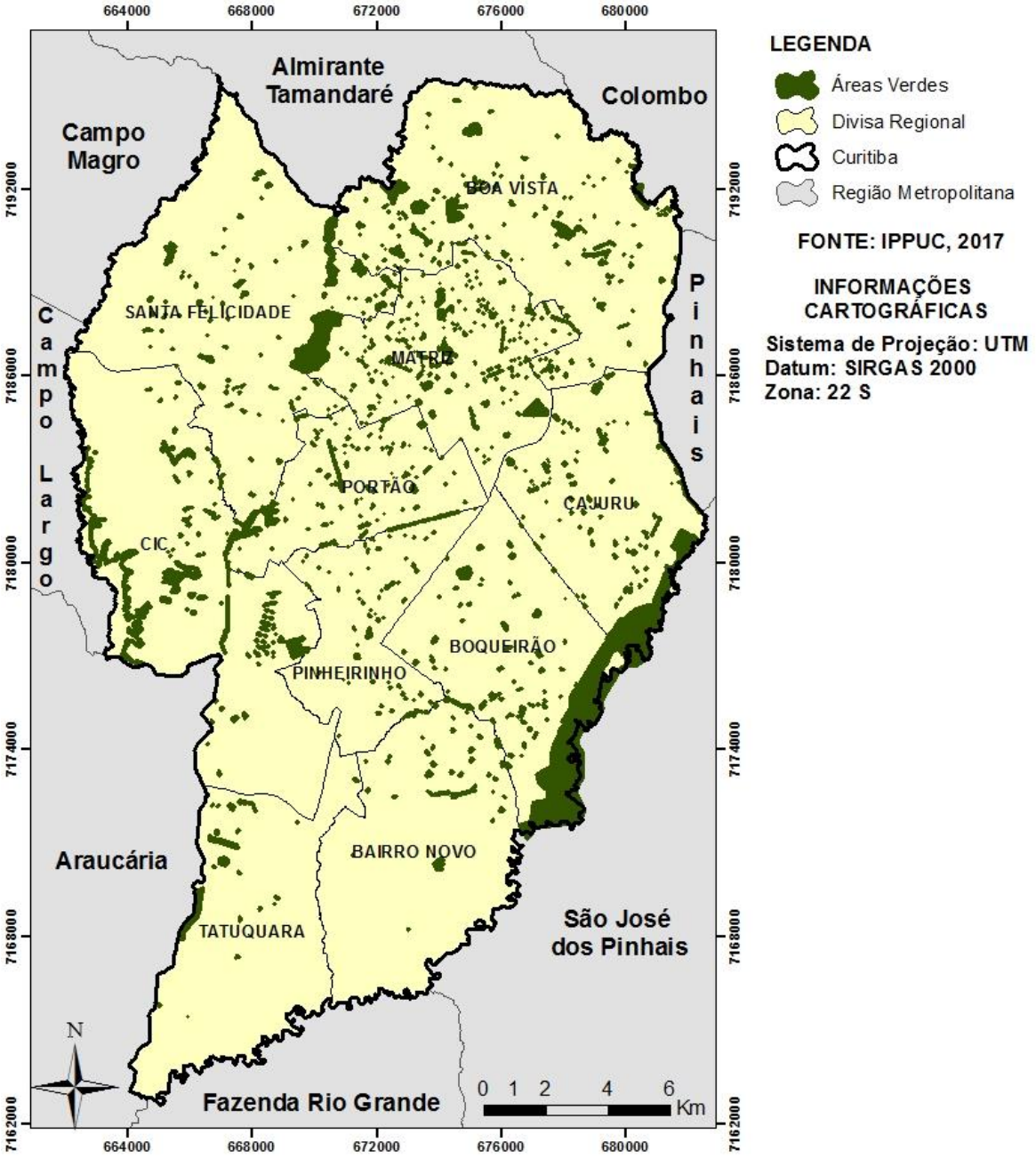
Tipologia de áreas verdes	Nº	Nº (%)	Área total (m²)	Área coberta por vegetação (m²)	Área coberta por vegetação (%)	Corpos d'água sem cobertura de vegetação (m²)	Área coberta por vegetação e hidrografia (m²)
Centro Poliesportivo	1	0,09	341.841,31	325.746,22	95,29	0,00	325.746,22
Jardim Ambiental	2	0,17	21.879,05	14.993,09	68,53	0,00	14.993,09
Bosque	16	1,36	894.907,33	777.014,71	86,83	5.499,94	782.514,66
Parque	21	1,79	10.544.488,73	7.892.277,79	74,85	1.134.908,56	9.027.186,36
Eixo de Animação	22	1,88	358.338,46	266.258,63	74,30	150,95	266.409,57
Núcleo Ambiental	29	2,47	18.301,23	10.137,88	55,39	0,00	10.137,88
Largo	53	4,52	57.477,31	35.689,68	62,09	0,00	35.689,68
Praça ou Jardinete	67	5,71	159.135,77	62.684,37	39,39	4.052,81	66.737,18
Área verde diversa	147	12,53	2.892.286,79	2.347.793,36	81,17	4.075,01	2.351.868,38
Jardinete	388	33,08	533.381,93	322.326,44	60,43	26,91	322.353,35
Praça	418	35,64	3.215.284,92	1.972.181,92	61,34	2.997,15	1.975.179,07
AVs sem vegetação	9	0,77	3.289,23	0,0	0	0,0	0
Total	**1173**	**100**	**19.040.612,07**	**14.027.104,10**	**73,68%**	**1.151.711,34**	**15.178.815,44**

FONTE: GRISE, BIONDI, ARAKI (2016).

Curitiba está dividida em 10 regionais, unidades administrativas para melhorar a administração da cidade e aproximar os serviços públicos da população (IPPUC, 2016). Dentre as regionais a que apresenta a maior diversidade de áreas verdes é a regional matriz, mas em relação ao percentual de vegetação em suas áreas verdes, a regional que apresentou o maior índice foi a cidade industrial (CIC)

com 80,62% da área total. Destacando apenas as principais categorias de AVs (parques e bosques), 54% estão localizados nas regionais Boa Vista, Santa Felicidade e Matriz, região norte da cidade e 24% na regional CIC, região oeste (GRISE, BIONDI, ARAKI, 2016). A proporção de áreas verdes por regional pode ser observado na Figura 17.

FIGURA 17 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS VERDES DE CURITIBA POR REGIONAL



FONTE: Osautores (2017).

4.2 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO CONFORTO

A arborização presente no ambiente urbano pode proporcionar diferentes funções ecológicas, tais como: redução da poluição do ar, elevação da umidade relativa, amenizar ruídos, servir como referencial urbano, valorização estética e, ainda, satisfazer os requisitos sociais e econômicos (OLIVEIRA et al., 2017). Tais funções são definidas como serviços ecossistêmicos e foram classificados em quatro tipos: serviços ecossistêmicos de fornecimento, serviços de suporte, serviços de regulação e serviços culturais (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESMENT, 2003). Dentre estes, os serviços de regulação são os que fornecem de forma direta o conforto para os seres humanos.

A **regulação da temperatura** urbana está relacionada ao Índice de Área Foliar onde a diminuição da temperatura (°C) ocorre principalmente pela área de cobertura da copa da árvore, onde estas fornecem sombra, criam umidade, bloqueiam o vento (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). Outro fator relacionado a regulação da temperatura é a evapotranspiração, que utiliza a energia solar para evaporar a água, e assim evita que essa energia seja usada para produzir calor e aquecer a cidade, mantendo as temperaturas do ar mais baixas durante o dia (GARTLAND, 2010).

Chaparro e Terradas (2009) comentam que a **purificação do ar**, ocorre pela remoção e fixação de poluentes, O3, SO2, NO2, CO pela vegetação urbana, principalmente pelas folhas, caules e raízes. O que traz enormes benefícios para a população que vive em grandes centros com alta concentração de poluentes no ar.

A **redução de ruído** dB (A), ocorre pela absorção de ondas sonoras por barreiras de vegetação, especialmente espessa, e está relacionada pela Área foliar (m^2) e distância entre a vegetação e as estradas (m) (AYLOR, 1972; ISHII, 1994; KRAGH, 1981). Nas faixas de vegetação, por exemplo, as ondas sonoras são refletidas e refratadas, dispersando a energia sonora pelos ramos e árvores (CHAPARRO; TERRADAS, 2009). Entretanto apesar de saber que a arborização pode trazer a diminuição da poluição sonora (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002; BIONDI; ALTHAUS, 2005; ROPPA et al., 2007; MASCARÓ; MASCARÓ, 2009;

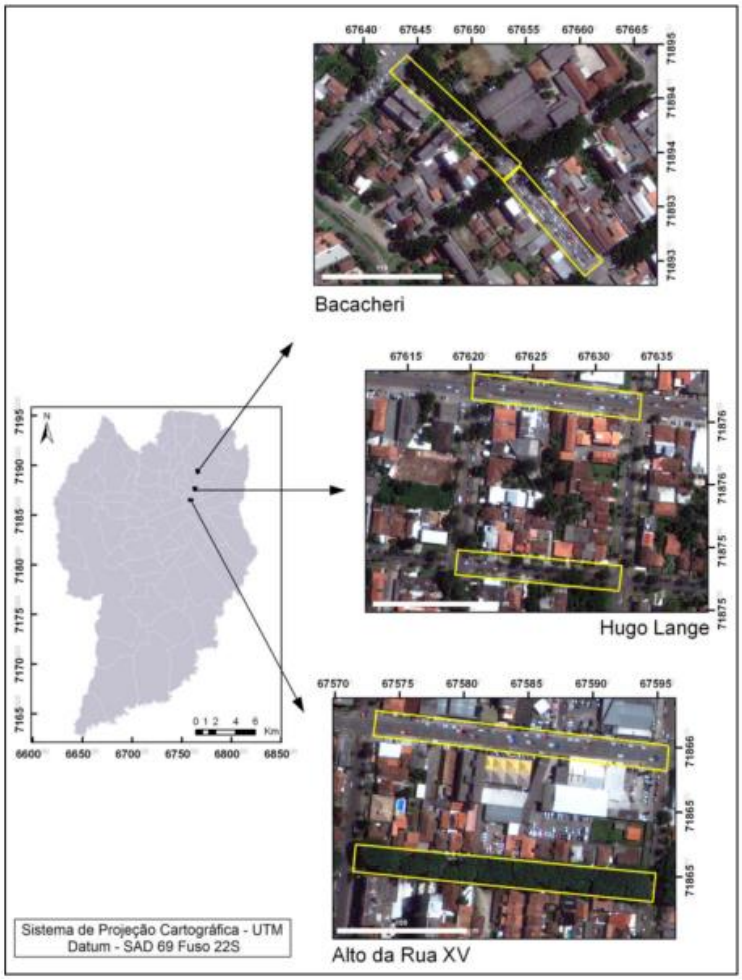
EMER et al., 2014; BASSO; CORRÊA, 2014), não há nenhuma pesquisa sobre o assunto no Brasil.

Existem inúmeros métodos de monitoramento e de coleta de dados relacionados aos serviços prestados pela floresta urbana, dentre eles podem ser utilizados pontos de monitoramento temporários específicos ou em transectos.

4.2.1 PONTOS TEMPORÁRIOS ESPECÍFICOS

Nesta metodologiaos equipamentos são geralmente fixados em um tripé a 1,50 m de altura e posicionados nos locais específicos de monitoramento. Como exemplo podemos citar a metodologia de Martini, Biondi e Batista (2013) onde a pesquisa objetivou analisar os valores extremos das variáveis meteorológicas entre ruas(Figura 18) arborizadas e sem arborização em cada estação do ano.

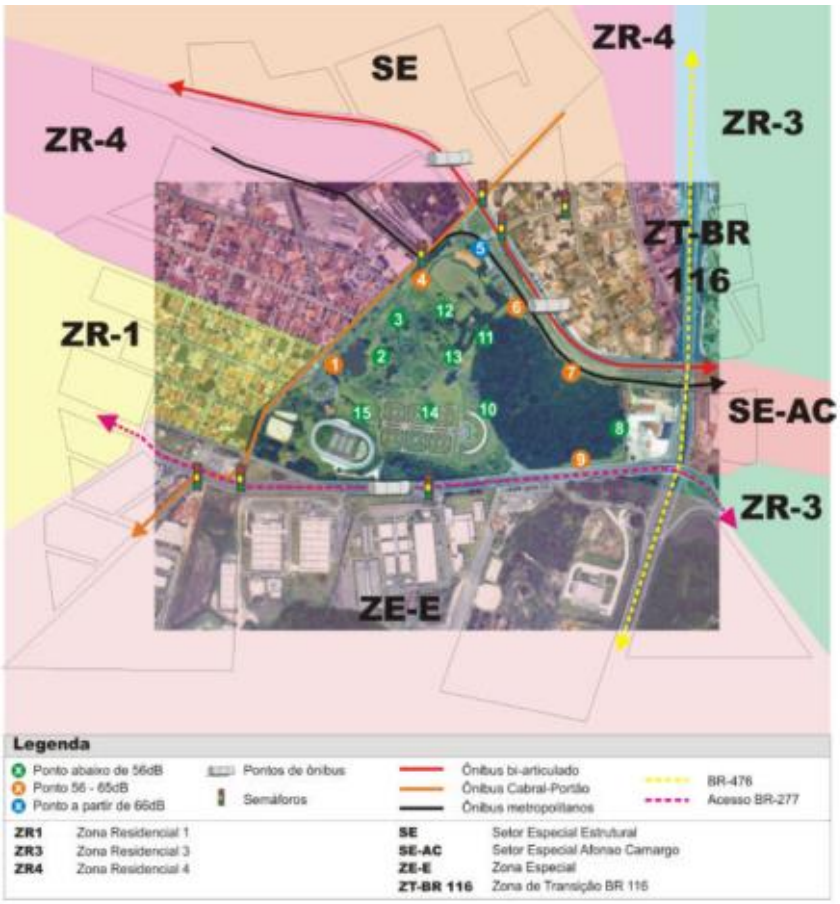
FIGURA 18 - LOCAIS ESPECÍFICOS DE MONITORAMENTO, NAS RUAS DOS BAIRROS BACACHERI, HUGO LANGE E ALTO DA RUA XV EM CURITIBA - PR



FONTE: MARTINI (2013).

Outro exemplo podemos citar a metodologia de Szeremeta (2007) onde um dos objetivos da pesquisa foia avaliação dos locais que se apresentavam acusticamente poluídos (Figura 19) no Jardim Botânico de Curitiba, no qual se baseou na Lei municipal nº 10.625.

FIGURA 19 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO E CARATERÍSTICAS ESPACIAIS DO JARDIM BOTÂNICO, CURITIBA – PR

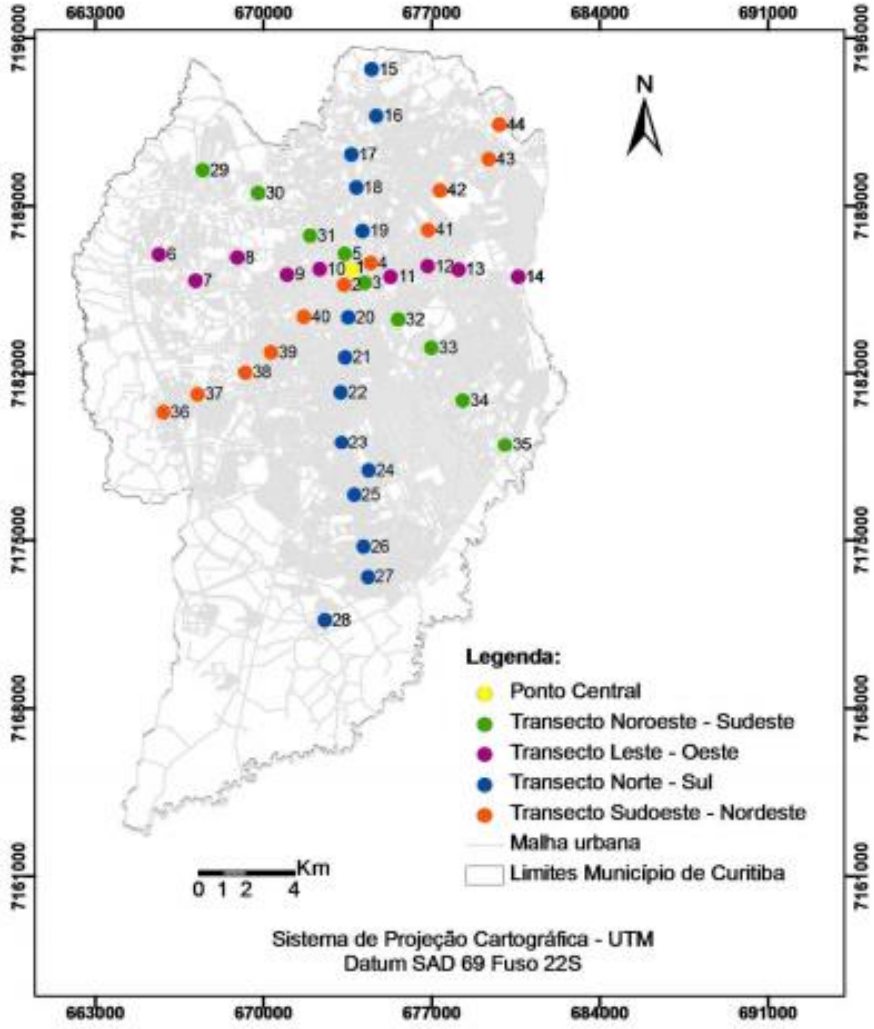


Fonte: SZEREMETA (2007).

4.2.2 PONTOS TEMPORÁRIOS EM TRANSECTOS

Nesta metodologiaos equipamentos são geralmente posicionados em linha ou secção por meio de uma faixa de terreno, ao longo da qual são registados e contabilizados os dados do fenômeno que está a ser estudado. Como exemplo desta metodologia podemos citar a pesquisa realizada por Leal (2012)cujo estudo objetivou avaliar a influência da floresta urbana no clima da cidade de Curitiba onde foram instalados 44 pontos de monitoramento temporários para coleta de dados a partir de quatro transectos cruzando um ponto central, a Praça Tiradentes (Figura 20).

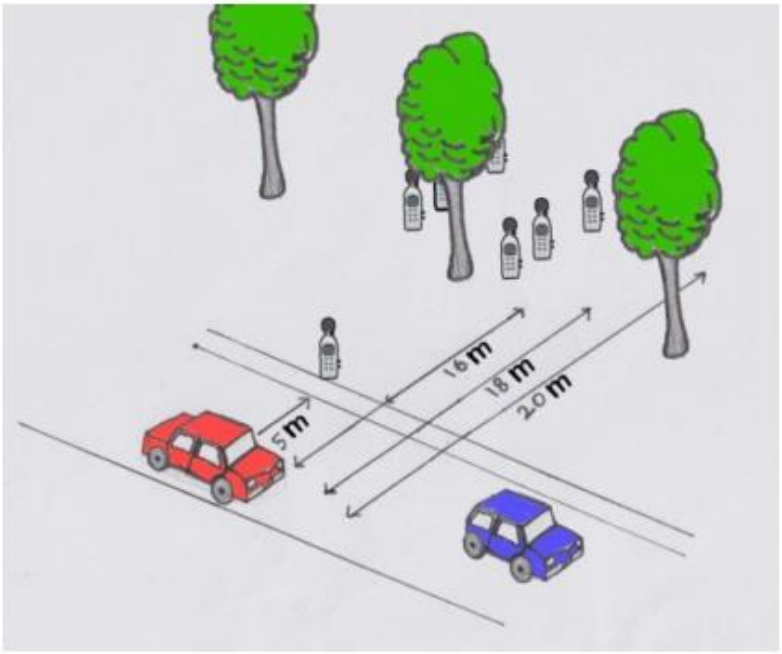
FIGURA 20 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO EM QUATRO TRANSECTOS NA ÁREA INTRAURBANA DE CURITIBA - PR.



FONTE: LEAL (2012).

Outro exemplo podemos citar a metodologia de Pudjowati et al. (2013) que teve por objetivo estimar o efeito de redução de ruído pela vegetação ao lado da rodovia ao longo do Waru-Sidoarjo. A pesquisa foi realizada com a alocação de sete medidores de pressão sonora em 4 pontos diferentes, a uma distância de 5 m (1 unidade), 16 m (2 unidades), 18 m (2 unidades) e 20 m (2 unidades) do centro da estrada, a 1,5 m acima do solo (Figura 21).

FIGURA 21 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO EM TRANSECTOS NA FAIXA DE VEGETAÇÃO EM RELAÇÃO A ESTRADA



FONTE: PUDJOWATI et al. (2013).

4.2.3 APARELHOS DE MONITORAMENTO

Para analisar a influência da floresta urbana no clima local podem ser utilizadosregistradores modelo Hobo® Data Logger RH &Temp (Figura 22). O registrador modelo Hobo® Data Logger RH &Temp, da marca Onset, mede as variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Registrando temperaturas de 20 a 70 °C e umidade relativa de 25 a 95%, com capacidade de armazenar 7944 dados, em intervalos de 0,5 segundos a 9 horas. Este equipamento possui precisão de ±5 unidades para umidade relativa do ar e ±0,7 unidades para temperatura (MARTINI, 2016).

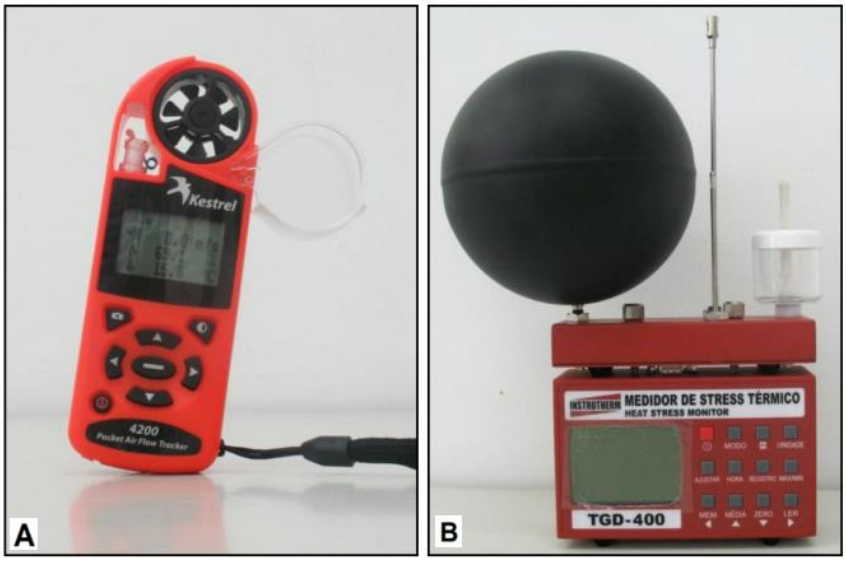
FIGURA 22 - EQUIPAMENTO: REGISTRADOR MODELO HOBO® DATA LOGGER RH & TEMP



FONTE: MARTINI (2016)

Para analisar a influência das árvores de ruas, no microclima urbano econforto térmico da cidade, podem ser utilizadosmini-estaçõesKestrel® e “medidores de stress térmico”, modelo TGD-400 (Figura 23). A mini-estaçãoKestrel® 4200 Pocket Air FlowTrackerNielsenKellerman, apresenta função Data Logger e registra até 3600 dados, em intervalos de 2 segundos a 12 horas, apresenta precisão no valor datemperatura de ± 1 °C, abrangendo um intervalo de medição de -29 °C a 70 °C (MARTINI, 2013).

FIGURA 23 - EQUIPAMENTOS: A - MINI-ESTAÇÃO KESTREL® 4200 POCKET AIR FLOW TRACKER; B – “MEDIDOR DE STRESS TÉRMICO”, MODELO TGD-400



FONTE: MARTINI (2013).

O “medidor de stress térmico”, modelo TGD-400, da marca Instrutherm,também apresenta função Data Logger e registra até 65000 dados, em intervalos de 1 segundo a 1 hora. As variáveis medidas pelo aparelho são: temperatura do globo, temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, IBUTGin (interno), IBUTGout (externo), índice de aquecimento e velocidade do vento (MARTINI, 2013).

Para analisar a influência da floresta urbana na amenização do ruído sonoro, podem ser utilizados miniestações Kestrel® e medidores de pressão sonora/decibelímetros. O aparelho Decibelímetro DEC-470 (Figura 24) apresenta

precisão de ± 1,5 dB, e intervalo de medição de 30,0 dB (A) a 130,0 dB (A). Possui ponderação de frequência A e C com tempo de resposta *Fast*/*Slow*(rápida e lenta).

FIGURA 24 - EQUIPAMENTOS: MINIESTAÇÃO KESTREL® 4200 POCKET (À ESQUERDA) E DECIBELÍMETRO INSTRUTHERM, MODELO DEC-470 (À DIREITA)



FONTE: Os autores (2017).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M. N.; ARAUJO, A. J. **Arborização Urbana**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. CREA/PR, 2011. 40 p.

AYLOR, D. Noise reduction by vegetation and ground. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 51, p. 197–205, 1972.

BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, n. 34, p. 129-148, 2014.

BIONDI, D. **Arborização Urbana aplicada à educação ambiental nas escolas**. Curitiba, Ed. A autora, 2008.

BIONDI, D. **Floresta Urbana: Conceitos e Terminologias**. In: BIONDI, D. Floresta urbana. Curitiba, O autor. 2015.

BIONDI, D. Produção de Mudas para Arborização de Ruas. In: BIONDI, D. (Ed.); LIMA NETO, E. M. **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba: O Autor, 2011. p. 49 - 68.

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

BIONDI, D.; LIMA NETO, E.M. **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba, O Autor, 150p. 2011.

BOBROWSKI, R. **Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984 - 2010**. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BOBROWSKI, R. **Gestão da arborização de ruas: ferramentas para o planejamento técnico e participativo**. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Influência das espécies exóticas invasoras na expressão da diversidade da arborização de ruas de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.10, n.2, p.27-39, 2015.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **EcologicalEconomics**, v. 29, p. 293–301, 1999.

BRASIL, LEI 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, Eletrônico, Seção 1, 11 de julho de 2001.

CHAPARRO, L.; TERRADAS, J. **Ecologicalservicesofurbanforest in Barcelona**. Institut Municipal de Parcs i Jardins Ajuntament de Barcelona, Àrea de Medi Ambient. 2009.

COCCOZA.C.; RAVERA, S.; CHERUBINI, P.; LOMBARDI, F.; MARCHETTI, M.; TOGNETTI, R. Integrated biomonitoring of airborne pollutants over space and time using tree rings, bark, leaves and epiphytic lichens. **Urbanforest&Urbangreening**, Amsterdã, v.17, n.1, p. 177-191, 2016.

COLETO, E.P.; MÜLLER, N.G.; WOLSKI, S.S. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro – RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.3, n.2, p. 110-122, 2008.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). **Manual de arborização**.Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011.112 p.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Características importantes para uma boa integração das árvores com o meio ambiente urbano**. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F0%2F7AFDF6DFC4160F320325742000473AC4>. Acesso em 22 de junho de 2017.

CRESTANA, M. S. M.; SILVA FILHO, D. F.; BERTONI, J. E. A.; GUARDIA, J. F. C.; ARAÚJO, R. T. **Árvores & cia**, Campinas - SP: CATI, 2007. 132 p.

EMER, A. A.; CADORIN, D. A.; SILVA, L. da; MELLO, N. A. Arborização Dos Bairros Veneza E Aeroporto Em Pato Branco – Pr. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v. 9, n. 2, p. 88, 2014.

ESCOBEDO, F.; VARELA, S.; ZHAO, M.; WAGNER, J. E.; ZIPPERER, W. Analyzing the efficacy of subtropical urban forests in offsetting carbon emissions from cities. **Environmental scienceandpolicy**, Flórida, v.3, p. 362-372, 2010.

FORTALEZA. **Manual de Arborização**: Procedimentos Técnicos para Plantio, Transplantio, Poda e Corte. Fortaleza: SEUMA, 2013. 37 p.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. Implantação da Arborização Urbana: especificações técnicas. Viçosa: UFV, 2013. 53 p.

GRISE, M. M.; BIONDI, D; ARAKI, H. Distribuição espacial e cobertura de vegetação das tipologias de áreas verdes de Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 498 - 510, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Curitiba em dados.** Curitiba, 2016. Disponível em: <http://curitibaemdados.ippuc.org.br/>. Acesso em: 22 jun. 2017.

ISHII, M. Measurement of road traffic noise reduced by the employment of low physical barriers and potted vegetation. **Inter-noise**, v. 29 n. 31, p. 595–597, 1994.

KONIJNENDIJK, C. C.; NILSSON, K.; RANDRUP, T. B.; SCHIPPERIJN, J. **Urban forests and trees: a reference book**. Springer Science & Business Media: Berlin Heidelberg New York, 2005.

KRAGH, J. Road traffic noise attenuation by belts of trees. **Journal of Sound and Vibration**, v. 74, p. 235–241, 1981.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR**. 2012. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LIMA NETO, E. M.; SOUZA, R.M. Índices de Sombreamento e Densidade arbórea das áreas verdes públicas de Aracaju-SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 4, n. 4, p. 47 - 62, 2009.

LIMA NETO, E.M**. Índices e métricas para a gestão das árvores de ruas de Boa Vista-RR a partir de cadastro espacial**. 169f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LIMA NETO, E.M.; BIOND, D.; ARAKI, H.; BOBROWSKI, R. Fotografias aéreas para mensuração da área de copa das árvores de ruas de Curitiba – PR. **Floresta,** Curitiba, v. 42, n. 3, p. 577 - 586, jul./set. 2012.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanasterminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. **Série Técnica Floresta e Ambiente,** Seropédica, v. 1, p. 23 - 26, 2006.

MARIA, T.R.B.C. I**nventário quali-quantitativo de arborização viária do município de Itanhaém – SP.** 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba- PR**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MARTINI, A. **Análise quantitativa das variáveis meteorológicas em diferentes tipologias de Floresta Urbana de Curitiba – PR.** 132f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Influência da arborização de ruas na atenuação dos extremos meteorológicos no microclima urbano. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1685, 2013.

MASCARO, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência Urbana**. 3. Ed. Porto Alegre: Masquatro, 2009.

MAYER, C. L. D. **Análise de conflitos da arborização de vias públicas utilizando sistemas de informações geográficas: caso Irati, Paraná**. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2012.

MCBRIDE, J. R. **The World's Urban Forests**. Springer International Publishing: Cham, 2017.

MCPHERSON, E.G.; PEPER P.P. Costs of street tree damage to infrastructure. **ArboriculturalJournal**, Londres, v.2, p.143-160, 1996.

MENEGHETTI, G.I.P. **Estudo de dois métodos de amostragem para inventário da arborização de ruas dos bairros da orla marítima do município de Santos, SP. Piracicaba**, 100f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

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

MILANO, M S. **Avaliação e Análise da Arborização de Ruas de Curitiba-PR**. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), UFPR, Curitiba, Paraná, 1984.

Millenium EcosystemAssesment. (2003). **Ecosystemandhumanwell-being: A framework for assessment.**Island Press, Washington, DC. 245p.

OLIVEIRA, L. M.; SANTOS, A. F.; SOUZA, P. A.; ALVES, K. C. C. L.; GIONGO, M. Diagnóstico da arborização nas calçadas de Gurupi, TO. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana,** Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 105-121, 2017.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Silvicultura Urbana**: Implantação e manejo. 2. ed. Viçosa: AprendaFácil, 2013.

PEPER, P. J.; MCPHERSON, E. G.; MORI, S. M. Predictive equations for dimensions and leaf area of Coastal Southern California street trees. **JournalofArboriculture,** v.27, n.4, p.169-180, 2001.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. **Arborização Urbana**. Jaboticabal: UNESP, 2002. 74 p.

PUDJOWATI, U.R.; YANUWIYADI, B.; SULISTIONO, R.; SUYADI. Estimation of noise reduction by different vegetation type as a noise barrier: a survey in highway along Waru – Sidoarjo in East Java, Indonesia. **International Journal Of Engineering And Science**, v.2, n. 11, p. 20-25, 2013.

QUITO. **ManualesTecnicos de Arbolado Urbano**: mantenimiento. Quito: Secretaría de Ambiente de Municipiodel Distrito Metropolitano de Quito, 2014. 15 p.
ROCHA, R.T.; LELES, P.S.S.; OLIVEIRA NETO, S.N. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.4, p.599-607, 2004.

ROPPA, C.; FALKENBERG, J. R.; STANGERLIN, D. M.; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J. Diagnóstico da percepção dos moradores sobre a arborização urbana na Vila Estação Colônia – bairro Camobi, Santa Maria – RS. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v. 2, n. 2, p. 11-30, 2007.

ROSSETTI, A.I.N; PELLEGRINO, P.R.M.; TAVARES, A.R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.

SANTOS, C.Z.A.; FERREIRA, R.A.; SANTOS, L.R.; SANTOS, L.I.; GOMES, S.H.; GRAÇA, D.A.S. Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v.25, n.3, p. 751-763, 2015.

SÃO PAULO. **Manual técnico de poda de árvores**. São Paulo: SVMA, 2012. 64 p.
SILVA, A. G.; PAIVA, H. N., GONÇALVES, W. **Avaliando a arborização urbana. Viçosa**: Editora Aprenda Fácil, 2007. 346 p. (Série Arborização Urbana - Coleção Jardinagem e paisagismo, Vol. 5).

SPADOTTO, L.G.F.; DELMANTO JÚNIOR, O. Planejamento e gerenciamento da arborização urbana utilizando técnicas de geoprocessamento. **Tékhne e Lógos**, Botucatu, v.1, p.34-52, 2009.

SZEREMETA, B. **Avaliação e percepção da paisagem sonora de parques públicos de Curitiba – Paraná. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

VELASCO, G.D.N. **Arborização viária X Sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos**. 117f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VIEZZER, J.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; ZAMPRONI, K. Tipologia das áreas verdes de Curitiba. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Congresso Florestal Paranaense, 2012. CD-ROM.

ZAMPRONI, K. **Diagnóstico e percepção da arborização viária de Bonito-MS.** 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.