

O futuro da cidade

Floresta urbana planejada

Cidade de Araraquara,
estado de São Paulo,
Brasil

Diagnóstico e
planejamento por
meio de inventário e
deteccção remota da
floresta urbana

ABRIL

Ano 2023



O PROGRAMA

Conheça o Programa Município VerdeAzul

Lançado em 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, atual Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, o Programa Município VerdeAzul – PMVA tem o inovador propósito de medir e apoiar a eficiência da gestão ambiental com a descentralização e valorização da agenda ambiental nos municípios.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade tem a finalidade de planejar e executar as ações de proteção, educação ambiental e preservação da qualidade de vida do ambiente urbano no âmbito municipal, bem como formular, dirigir e fornecer as atividades relativas a racional utilização do solo urbano e rural e a preservação ambiental, para contribuir com a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes, mediante a preservação e recuperação dos recursos naturais.

Secretário

José Carlos Porsani

Coordenadoria de Áreas Verdes e Combate à Poluição

Luciana Fernandes

Gerencia de Conservação, Arborização e Biodiversidade

Fernando de João Braga

Gerencia de Áreas de Proteção Ambiental

João Henrique Barbosa

Técnicos

Rennan Cesar Galitese

Wellinton Bruno Gonçalves da Silva

Rodrigo Manuel Batiçalhia Aparecido

Prefeito: Edson Antônio Edinho da Silva



ESALQ

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.

Janeiro de 2023

Conteúdo

| | |
|---|----|
| Introdução | |
| Qual o sentido de pensar em florestas urbanas? | 4 |
| Objetivos | 5 |
| Pequena Revisão | 6 |
| Aspectos históricos da cidade de Araraquara Importância das árvores no tecido urbano e do planejamento | 8 |
| Métodos e materiais usados nesse trabalho Imagens de satélites e Amostragem estratificada | 25 |
| Resultados e direções | |
| Dados oriundos do inventário amostral | 29 |
| DIRETRIZES PARA A GESTÃO | 35 |
| Mapa de cobertura arbórea nas Zonas | 37 |
| Mapa de temperatura de superfície da cidade | 39 |
| Metas e totais de plantios de árvores médias e grandes | 41 |
| Conclusão | |
| O que a cidade ganhará em valores com as direções apontadas aqui? | 44 |
| Escolha de espécies arbóreas Anexo A – Espécies | 45 |

Introdução

Qual o sentido de pensar em florestas urbanas?

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.

Araraquara, dezembro de 2022



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.

Objetivos

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

- Extrair e quantificar a cobertura arbórea dos bairros e vias da Cidade de Araraquara;
- Planejar a arborização urbana por meio da quantificação do potencial de arborização nas vias públicas dos bairros da cidade e analisar o inventário em vias públicas;



Rua Voluntários da Pátria coberta com Oitis em março de 2023

- Mapear as áreas prioritárias para a arborização nas áreas urbanas da cidade

Além disso, o plano é o início das atividades que visam **conhecer, ampliar, enriquecer e qualificar a cobertura arbórea da cidade**; conferir excelência ao plantio e ao manejo da arborização em Araraquara; ampliar e integrar a participação social na arborização; conferir base científica nas ações de planejamento, implantação e manejo da arborização; promover a integração institucional e um novo instrumental para a gestão da arborização municipal.

Pequena Revisão

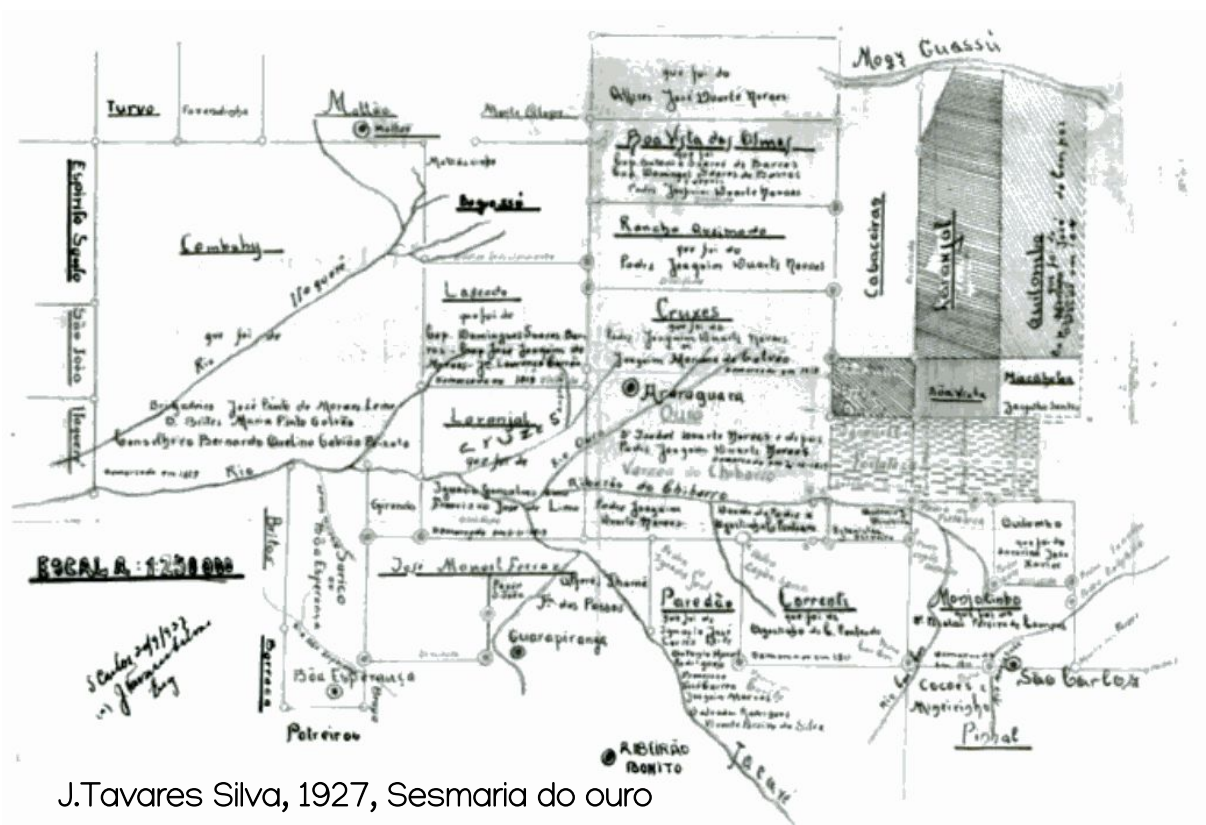
Aspectos históricos da cidade Araraquara

Originalmente, a região era povoada pelos índios guaianás.

O senhor Pedro José Neto, considerado o fundador de Araraquara, era fluminense, nasceu em 1760, no Bispado do Rio de Janeiro, na localidade Nossa Senhora da Piedade de Inhomirim, . Com vinte anos de idade, mudou-se para a freguesia de Piedade da Borda do Campo, hoje Barbacena, em Minas Gerais. Nessa freguesia, a 12 de Agosto de 1784, casou-se com Ignácia Maria, também fluminense. Teve, com ela, dois filhos: José da Silva Neto e Joaquim Ferreira Neto, que faleceram em Araraquara.

Após ser condenado ao desterro na freguesia de Piracicaba, em São Paulo, conseguiu fugir para os Campos de Araraquara e com seus filhos, construiu uma capelinha dedicada a São Bento (padroeiro) nos Campos de Aracoara (lugar onde mora a luz do dia, a "Morada do Sol"), na região habitada pelos indígenas da tribo Guayanás. Estabeleceu posse das regiões do Ouro, Rancho Queimado, Cruzes, Lageado, Cambuy, Bonfim e Monte Alegre (FOLLIS, 2016)

A 22 de agosto de 1817, foi criada a Freguesia de São Bento de Araraquara pela Resolução 32 - Reino -Resolução de Consciência e Ordens, então subordinada ao município de Piracicaba . A 30 de outubro de 1817, a freguesia foi elevada à categoria de distrito e, a 10 de julho de 1832, passou à de município, o qual foi instalado a 24 de agosto de 1833. A 20 de abril de 1866, passou à categoria de comarca pela Lei Provincial 61 e, a 6 de fevereiro de 1889, foi elevada à categoria de município, pela Lei Provincial Sete. No século 19 plantava-se a cana-de-açúcar, milho, ao lado de outros cereais, o fumo e o algodão. Os rebanhos eram constituídos em sua maioria por suínos e bovinos. A maior parte da produção servia para abastecer as "casas de secos e molhados". Por volta de 1850, a plantação de café substituiu a de cana-de-açúcar e cereais, tornando-se o produto de maior importância na economia local. Em 1885, a chegada da ferrovia estimula o crescimento da cidade, que foi considerada a "Cidade Mais Limpa das Três Américas", além de ser a primeira no interior a ser servida por linhas de ônibus elétricos (trólebus). A Estrada de Ferro Araraquara foi fundada por um grupo de fazendeiros da região, liderados por Carlos Baptista de Magalhães, pai de Carlos Leôncio de Magalhães, ambos importantes proprietários de terras da cidade (ARARAQUARA, 2017).



J.Tavares Silva, 1927, Ssesmaria do ouro

De acordo com a divisão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística vigente desde 2017, Araraquara é um dos dezessete municípios da Região Imediata de Araraquara, sendo o mais populoso deles. A Região Imediata de Araraquara, por sua vez, é uma das duas regiões que integram a Região Intermediária de Araraquara, com 26 cidades, que totalizavam uma população estimada de 1 133 061 habitantes em 2018.

A cidade possui um distrito: Bueno de Andrada a noroeste do distrito-sede, e do subdistrito de Vila Xavier, este conurbado com o distrito-sede. O município possui uma área total de 1 006 quilômetros quadrados, sendo 77,37 quilômetros quadrados de área urbana. Destes, aproximadamente 39 quilômetros quadrados são relativos à área urbana consolidada. A cidade geograficamente apresenta deficiências em sua estrutura urbana, tendo nas últimas décadas crescido sem planejamento. Muitos prefeitos preferiram alocar a classe operária em bairros distantes e isso acabou acarretando vultosos investimentos em infraestrutura. Como resultado, a cidade se espalhou em meio a inúmeros vazios urbanos. O novo Plano Diretor aprovado pretende dirimir estes problemas. Atualmente, o município está conurbado com Américo Brasiliense (ARARAQUARA, 2017), (Região Geográfica Imediata de Araraquara, 2023, April 14).



https://www.facebook.com/media/set/?set=a.645959738799231.1073741988.171695459558997&type=1&utm_source=chalu&utm_medium=blog&utm_term=especial&utm_content=foto&utm_campaign=Araraquara_antiga

A cidade atual

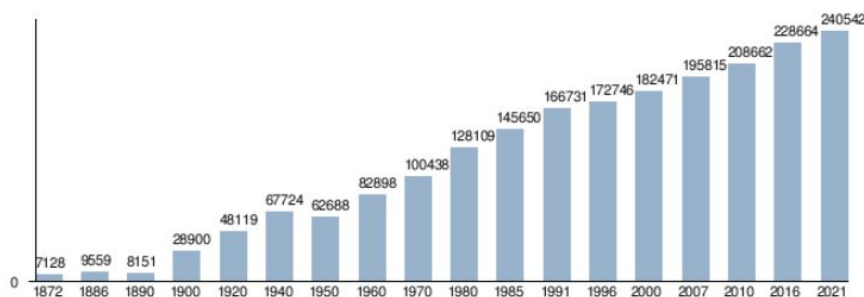
Em 2021, a população do município foi estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 240.542 habitantes, sendo o 37º mais populoso do estado e apresentando uma densidade populacional de 239,67 habitantes por quilômetro quadrado. Segundo o censo de 2010, 100 733 habitantes eram homens e 107 992 habitantes eram mulheres. Ainda segundo o mesmo censo, 202 802 habitantes viviam na zona urbana e 5 923 na zona rural.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Araraquara, considerado elevado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é de 0,815, sendo o 14º maior do Brasil, em igualdade com Santo André/SP. Considerando apenas a educação o índice é de 0,915 (muito elevado), enquanto o do Brasil é 0,849; o índice da longevidade é de 0,786 (o brasileiro é 0,638); e o de renda é de 0,79 (o do país é 0,723).

O coeficiente de Gini, que mede a desigualdade social, é de 0,42, sendo que 1,00 é o pior número e 0,00 é o melhor.^[30] A incidência da pobreza, medida pelo IBGE, é de 9,92%, o limite inferior da incidência de pobreza é de 7,09%, o superior é de 22,14% e a incidência da pobreza subjetiva é de 12,76%.^[30]

Evolução populacional

Evolução populacional de Araraquara, compilada de censos e estimativas.^[31]



Araraquara. (2023, April 17). In Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Araraquara>

A preocupação atual é cuidar da melhoria da paisagem urbana

Importância elevada para participação da sociedade civil organizada no planejamento da cidade

A necessidade de integrar a cidade com o seu ecossistema

Importância das árvores no tecido urbano e do planejamento

O motivo para implantar um sistema de FLORESTA URBANA 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, as figuras ao lado mostram o experimento conduzido em Rio Claro com câmera termal que ilustra a temperatura do asfalto ao meio dia.

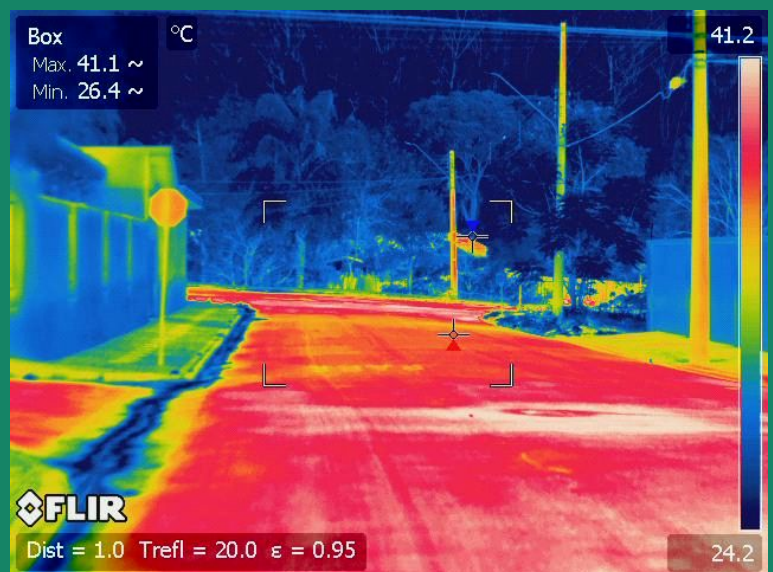
Qual seria o motivo para querer planejar um sistema eficiente de verde urbano?

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.





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 toda coberta 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 km² de tecido urbano, equivalente a uma cidade com 300 mil habitantes. Teríamos então, 18 km² de viário com aproximadamente 2/3 de asfalto, ou seja, 12 km², 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 infraestruturas 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.



Efeito das árvores para a conservação do asfalto.

Quantidade de reparos em 30 anos em área de 406 m² de asfalto em área não arborizada, com árvore de pequeno porte e com árvore de médio porte e economia pelo uso das árvores**.

| Cenário | Buracos concertados | Custo total R\$ | Economia R\$ | Economia R\$/m ² |
|--|---------------------|-----------------|--------------|-----------------------------|
| Sem cobertura arbórea | 6 | 10.787,00 | - | - |
| Árvore de pequeno porte (Resedá, Falsamurta) | 5 | 8.988,14 | 1799,00 | 4,43 |
| Árvore de médio porte (Pata-de-vaca, Oiti) | 2,5 | 4.494,07 | 6.293,00 | 15,47 |

** Mcpherson, E.G; Muchnick, J. EFFECTS OF STREET TREE SHADE ON ASPHALT CONCRETE PAVEMENT PERFORMANCE, *Journal of Arboriculture* 31(6): Novembro, 2005.

→ 58,34% de economia

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.

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

Aqui a iluminação procura clarear o caminho dos pedestres



Luminárias instaladas (seta vermelha) em postes nas calçadas de Maringá, PR. Esse sistema provocou a redução das podas na arborização de toda 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).

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.

Planejando a Floresta urbana

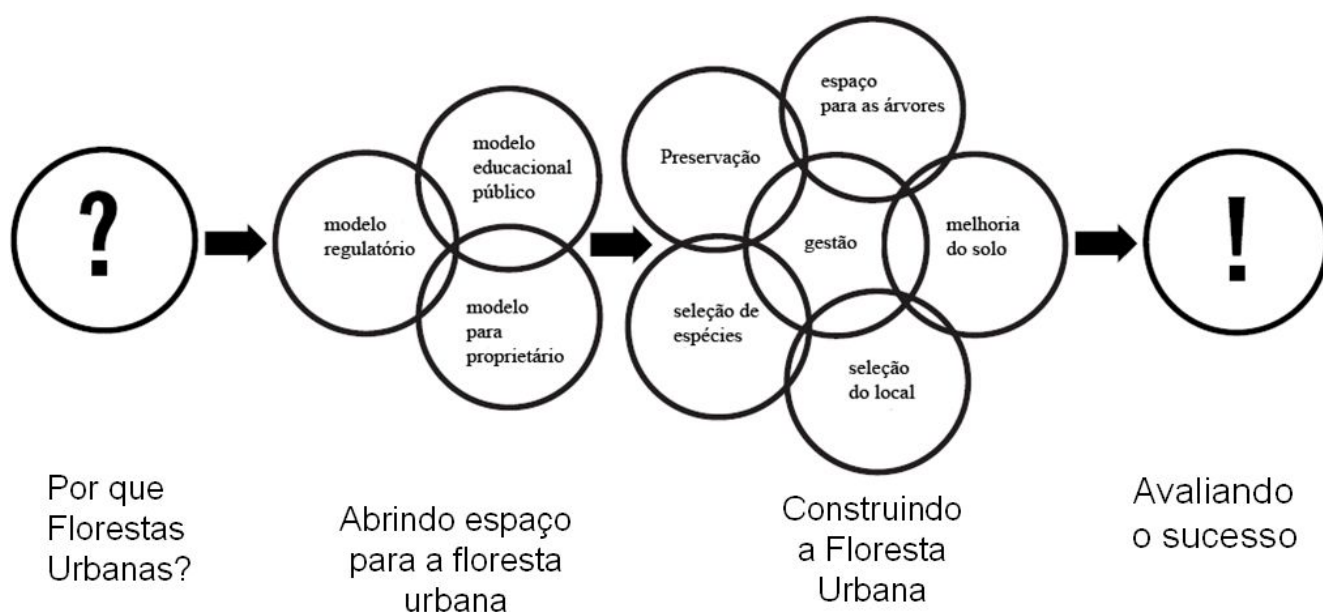


O planejamento da floresta urbana, em princípio, não precisa ocorrer no mesmo ambiente do planejamento urbano. Entretanto, é vantajoso quando isso ocorre. Quando a floresta urbana é planejada isoladamente, deve-se considerar o planejamento urbano já existente e todo o conjunto de normas específicas nesse sentido.

Existe proximidade entre iniciativas de arborização e "políticas urbanas" e "legislações municipais". 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 grupo estão os planos diretores urbanos, zoneamentos, diretrizes, códigos de obras e posturas municipais, assim como leis e normas ABNT específicas relativas ao ambiente e à floresta urbana.

O planejamento necessita ser considerado no conjunto de suas etapas: o plano em si; a sua prática ou proteção da arborização existente; e a gestão e cuidados dessa floresta urbana. A prática dos cuidados é a mais difícil e onerosa de todas. Além disso, o plano deve ser revisado com adequada frequência para os devidos ajustes. 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, nos Estados Unidos, 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.



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.

Para que um Programa de Certificação Ambiental de Municípios como Município Verde Azul da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ou mesmo o processo GEO adotado pela prefeitura de São Paulo, SP possa propor metas viáveis de arborização urbana para serem atingidas pelos municípios do Estado de São Paulo é necessário conhecer o quanto dessa cobertura deve existir minimamente e qual sua disposição espacial para que as cidades possam adotar critérios para melhorar sua qualidade ambiental pela redução da amplitude térmica e melhoria do conforto urbano.

Por isso o conceito de floresta urbana é importante no momento de estabelecer um referencial regulatório, definir políticas e de gerir a vegetação urbana, pois considera em sua definição aspectos ambientais e ecológicos, além dos sociais e de lazer, tratando toda a vegetação urbana de forma homogênea.

Clark et al (1997) propõe um modelo para o desenvolvimento Florestas Urbanas Sustentáveis. Os autores definem a floresta como “as árvores plantadas e de ocorrência natural em cidades que são manejadas para prover os habitantes com benefícios econômicos, sociais, ambientais e ecológicos, hoje e no futuro”. Discutem a noção de sustentabilidade tendo como ponto de partida a definição proposta pela comissão Brundtland, mas pontuando a necessidade de se considerar o papel do homem em sistemas sustentáveis. Para os autores, a aplicação desta definição de Floresta Urbana requer que se aceite três idéias:

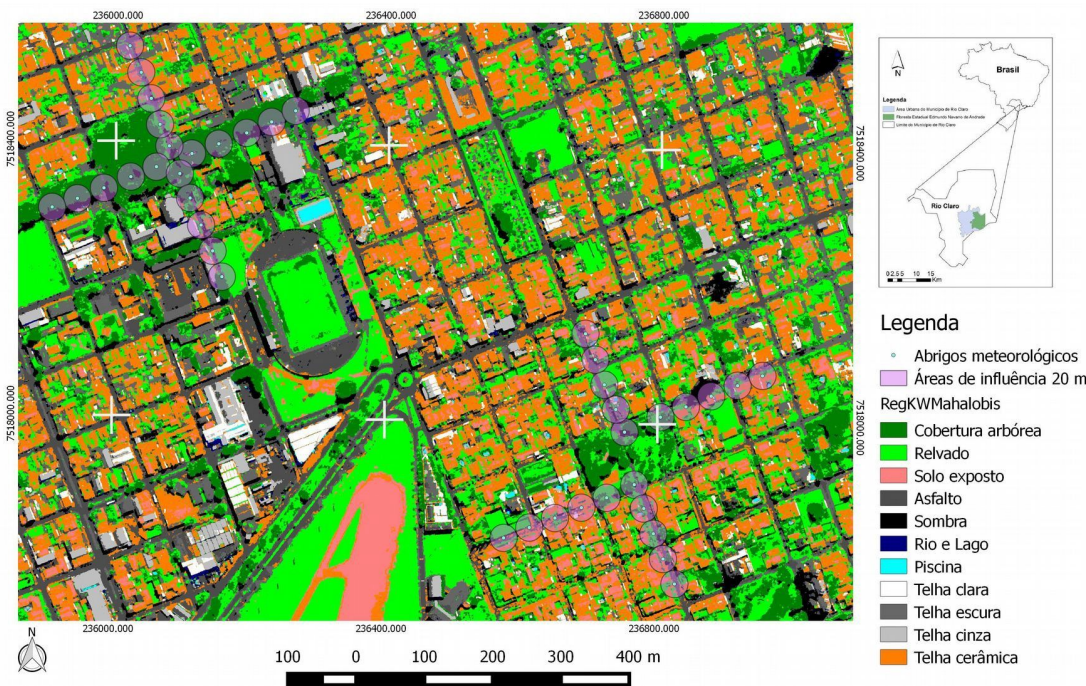
- que a comunidade reconheça que a Floresta Urbana provê uma ampla variedade de benefícios,
- que a floresta Urbana exige a intervenção humana para a sua regeneração e manutenção,
- que estas florestas existem dentro de fronteiras políticas e geográficas bem definidas.

Um plano de manejo de floresta urbana deve utilizar métodos adequados de avaliação e descrição dos recursos florestais existentes, um planejamento das operações e gerenciamento administrativo. Uma boa maneira de se reduzir custos é uma avaliação sistemática e um monitoramento combinado dos recursos existentes (Von Gadow, 2002). Todos os planos trazem a necessidade de uma visão comum a ser compartilhada por toda a comunidade em relação a floresta urbana, aí incluídos todos os setores da administração pública e privados que atuam sobre esta floresta. Existe a visão clara da floresta como prestadora de serviços, bem como a necessidade de ampliação desta ao patamar apropriado em relação aos benefícios que se pretende obter. Em todos eles, a estrutura comunitária é vista como importante no processo de definição de ações pelo fato de ser uma parte da floresta, se não a maior parte, propriedades privadas, ou porque a comunidade é, em última instância, quem determina a existência e o desenvolvimento dessa floresta.

O modelo está baseado em três componentes e cada critério está relacionado a um objetivo específico, assim é possível estabelecer indicadores de desempenho que apontam como a cidade caminha para a sustentabilidade de sua floresta urbana, Veja a figura a seguir, contendo esses componentes.

Por isso o conceito de floresta urbana é importante no momento de estabelecer um referencial regulatório, definir políticas e de gerir a vegetação urbana, pois considera em sua definição aspectos ambientais e ecológicos, além dos sociais e de lazer, tratando toda a vegetação urbana de forma homogênea. Clark et al (1997) propõe um modelo para o desenvolvimento Florestas Urbanas Sustentáveis

| Componente | Critério | Objetivo Específico |
|----------------------------------|--|---|
| Patrimônio Vegetal | Cobertura arbórea. | Atingir um grau de apropriado de cobertura arbórea na escala da cidade |
| | Distribuição de Idade | Atingir uma distribuição de idades variada |
| | Diversidade de espécies | Utilizar-se de diversidade de espécies |
| | Uso de espécies nativas. | Preservar a biodiversidade regional, manter a integridade biológica de remanescentes e conectividade dentro da cidade e para o seu redor. |
| Estrutura Comunitária | Cooperação entre os agentes e agências públicas | Garantir que todos os setores da administração pública trabalhem para os mesmos objetivos e metas |
| | Envolvimento de proprietários de áreas extensas | Adesão às metas e objetivos pelos grandes proprietários a através de recursos administrativos e financeiros específicos. |
| | Cooperação das empresas ligadas ao verde urbano | Empresas trabalham com alto grau de qualificação em consonância as metas e objetivos do plano. |
| | Ações em bairros | Na escala de bairros, os cidadãos entendem e participam da administração da floresta urbana |
| | Interação entre cidadãos, governo e setor privado | Todos os constituintes da comunidade interagem em benefício da floresta urbana. |
| | Cooperação regional | Prover a cooperação entre comunidades vizinhas e grupos regionais |
| | Conhecimento do público sobre o patrimônio vegetal | O grande público entende o valor das árvores para a comunidade. |
| Administração da Floresta Urbana | Plano de Manejo em escala municipal | Desenvolvimento e implementação de um plano de manejo da floresta urbana em áreas públicas e privadas |
| | Recursos financeiros | Manutenção de recursos em escala adequada para a implementação do plano |
| | Recursos humanos | Empregar e treinar equipe de maneira adequada para a implementação do plano |
| | Ferramentas de informação | Desenvolver métodos para a coleta de informação sobre a floresta em forma de rotina |
| | Proteção da vegetação existente | Conservar os recursos existentes, plantados e naturais para a obtenção de máximo de função. |
| | Escolha de espécies e de locais de plantio | Prover diretrizes e especificações para a uso das espécies, com mecanismos de avaliação de local. |
| | Normas de manejo | Adotar procedimentos profissionais e estandarizados para o manejo da floresta |
| | Segurança pública | Maximizar a segurança pública com respeito as árvores |
| | Gestão de resíduos | Criar um circuito fechado para os resíduos gerados pelo manejo. |



Um plano de manejo de floresta urbana deve utilizar métodos adequados de avaliação e descrição dos recursos florestais existentes, um planejamento das operações e gerenciamento administrativo. Uma boa maneira de se reduzir custos é uma avaliação sistemática e um monitoramento combinado dos recursos existentes (Von Gadow, 2002). Todos os planos trazem a necessidade de uma visão comum a ser compartilhada por toda a comunidade em relação a floresta urbana

A partir do trabalho de Clark *et al* (1997) pode-se estabelecer indicadores de performance para garantir a evolução no planejamento e gestão da floresta urbana de uma cidade. Aqui poderemos utilizar essa tabela para verificar o patamar de manejo e cuidados para a comunidade de Araraquara para com sua floresta urbana dentro dos objetivos descritos na última coluna como o item de objetivo 2 onde alcançar uma avaliação de alta resolução da cobertura existente e potencial para toda a cidade.

| | Gestão de Recursos | | | | | Objetivos |
|---|---|--|---|--|---|--|
| | Critérios | Indicadores de Performance | | | | |
| | | Baixo | Moderado | Bom | Ótimo | |
| 1 | Inventário de árvores | Não tem inventário | Tem inventário completo mas por amostragem | Tem inventário completo das áreas públicas e privadas | Tem inventário completo das áreas públicas e privadas, incluindo inventário GIS | Inventário completo dos recursos florestais para direcionar a gestão incluindo distribuição de idade, frequência de espécies, vigor das árvores e avaliação de risco |
| 2 | Inventário de cobertura vegetal | Sem inventário | Avaliação visual | Amostragem de cobertura vegetal usando fotografias aéreas ou imagens de satélite | Amostragem de cobertura vegetal usando fotografias aéreas ou imagens de satélite, incluindo GIS | Avaliação de alta resolução da cobertura existente e potencial para a cidade toda |
| 3 | Plano de gestão da cidade e implementação | Carência de dados para o plano de gestão, plantio de arvores em lugares indiscriminados | Projeto com limitações e pouco escopo, com plantio de árvores com características que se adequam as dimensões da cidade | Plano de gestão condizente de manejo de arvores em áreas publicas. Os árvores são plantadas em ambientes pré-estabelecidos adequados para tal finalidade | Plano de gestão condizente e eficiente de manejo de arvores em áreas publica e privada que atende as necessidades da cidade. A implementação das árvores com respauo de técnicos ambientais, cada um apropriado para cada local | Desenvolvimento e implementação de uma gestão de floresta urbana adequada para propriedades públicas e privadas |
| 4 | Financiamento municipal | Uso sem planejamento do financiamento | Uso do financiamento apenas para gestão de risco e urgências. | Planejamento do financiamento para otimizar as florestas urbanas existentes | Planejamento do financiamento publico e privado adequado para sustentar os máximos benefícios florestais urbanos | Desenvolver e manter um financiamento adequado para implementar a plano de gestão de floresta urbana |
| 5 | Funcionários públicos | Não tem funcionários na área | Funcionários não qualificados, sem treinamento e sem preparo | Funcionários com conhecimento básico, jardineiros e engenheiros florestais capacitados | Funcionários qualificados, com capacitação profissional para a realização dos projetos, Geralmente um time multidisciplinar | Empregar e treinar funcionários adequados para implementar o plano |
| 6 | Manutenção das árvores públicas | Quase nenhuma manutenção geral pertinente a área. | Manutenção reativa, por demanda, Não é sistemática | Manutenção sistemática de todos os arvores em um ciclo máximo de 3 anos | Manutenção sistemática anual de árvores maduras e em árvores imaturas manutenção de formação | As árvores públicas são mantidas para maximizar os benefícios atuais e futuros. |
| 7 | Gestão de Risco | Condições da floresta urbana são desconhecidas, não tem informações sobre risco de queda | Tem informações sobre o risco, mas só realiza ações quando solicitado, de modo reativo | Tem informações sobre a risco e realiza a ações preventivas em um prazo não tão rápido | Tem informações sobre o risco e realiza a ações preventivas de forma ágil com conhecimentos detalhados sobre risco de queda e eliminação desses riscos | Todas as árvores públicas são seguras. |
| 8 | Políticas de proteção de árvores | Não existe uma política de proteção | Políticas em vigor para proteger arvores publicas | Políticas em vigor para proteger arvores publicas e privadas com aplicação | Política municipais integradas que garanta em termos quantitativos e qualitativos a arborização urbana, prevendo a substituição, são consistentemente aplicadas e apoiadas por dissuasores significativos | Os benefícios derivados de árvores de grande porte são assegurados pela aplicação de políticas municipais |
| 9 | Planejamento, manutenção e implementação de áreas públicas naturais | Não há planejamento, manutenção e implementação nessas áreas | Há uma manutenção, mas não é planejada | A manutenção é feita de forma planejada e adequada | Tem um plano de administração em vigor para cada área natural de propriedade publica para facilitar o uso publico, inclusive a manutenção é feita para a proteção das áreas e integração na paisagem | A estrutura ecológica e função de todas as áreas naturais públicas são protegidas, e quando apropriado, melhorada |

Isso é exatamente o objetivo principal desse trabalho. Poder quantificar tanto a quantidade de árvores existente como também indicar os potenciais para sua ampliação, usando tecnologia acessível.



Araraquara. (2023, April 17). In Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Araraquara>

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 (dmin) necessária para garantir a sanidade do sistema florestal urbano. As variáveis qualitativas vão nortear o manejo das árvores existentes nos bairros e vias da 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.

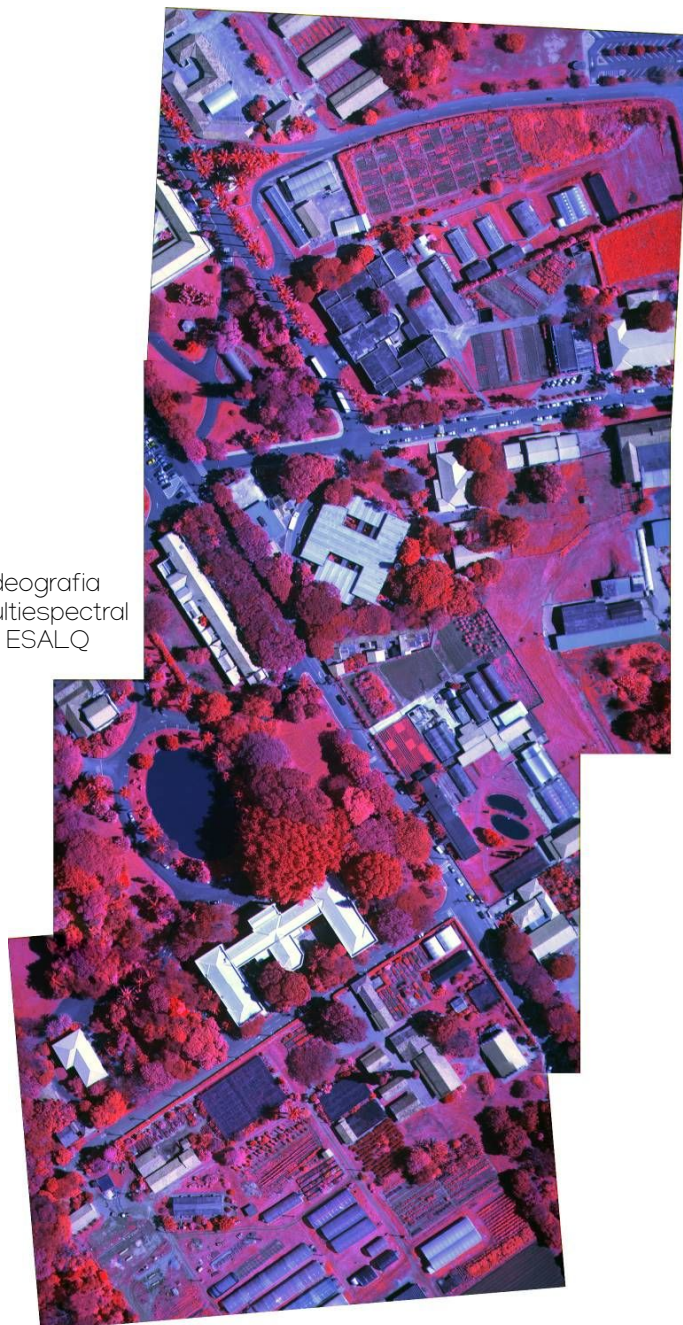
“Tal inventário deve ser feito quantitativamente por censo ou sensoriamento remoto e qualitativamente por amostragem, ou seja, para verificar a quantidade de espécies e espaços potencialmente arborizáveis deve-se andar em todas as vias e obter as quantidades de indivíduos de cada espécie e de posse do comprimento das vias calcular a quantidade de espécies e indivíduos, baseado na diversidade mínima (dmin) necessária para garantir a sanidade do sistema florestal urbano. As variáveis qualitativas vão nortear o manejo das árvores existentes nos bairros e cidade.”

Sensoriamento remoto para planejamento de florestas urbanas

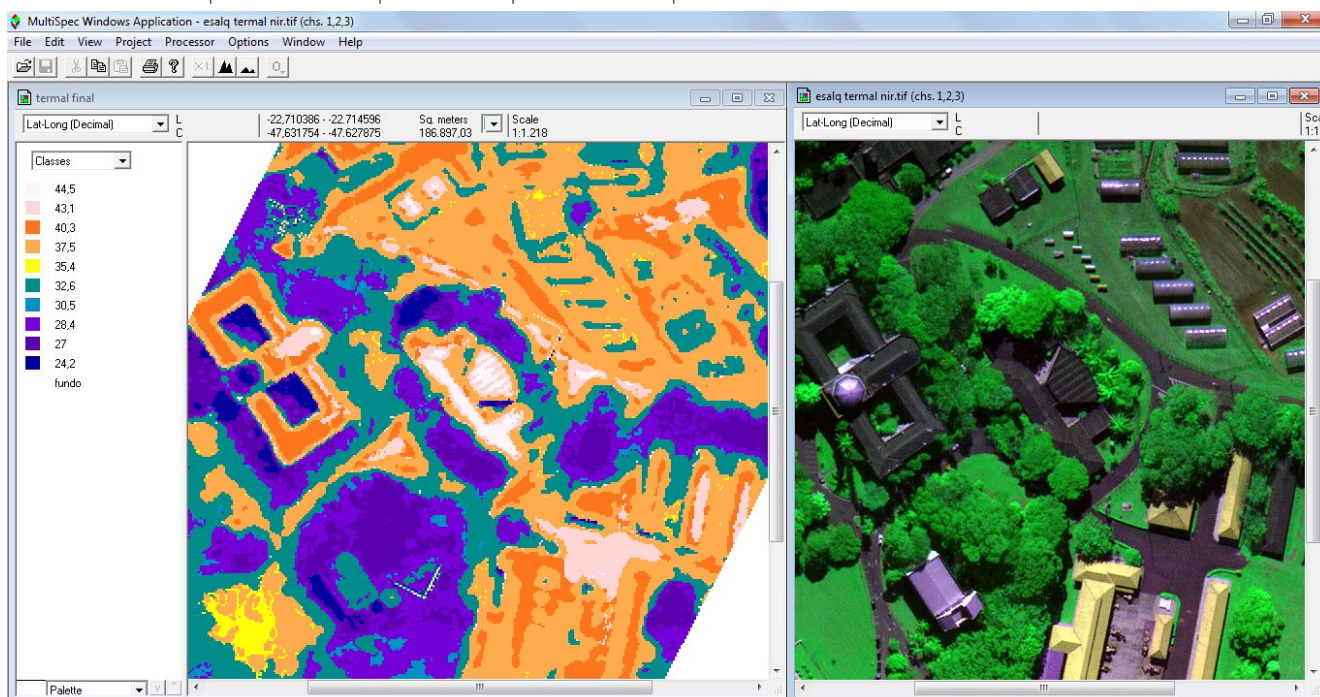
O uso de imagens provenientes de sensores remotos é atualmente o meio mais rápido e prático de obtenção de dados importantes para o planejamento de florestas urbanas.

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 ilustra um mapa temático de temperatura de superfície com as áreas frias pertencentes as copas das árvores.

Videografia multiespectral da ESALQ



Classes de temperatura de superfície em parte do Campus da USP em Piracicaba.



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:

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

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

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

$$s = \text{erro padrão} = \sqrt{s^2}$$

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

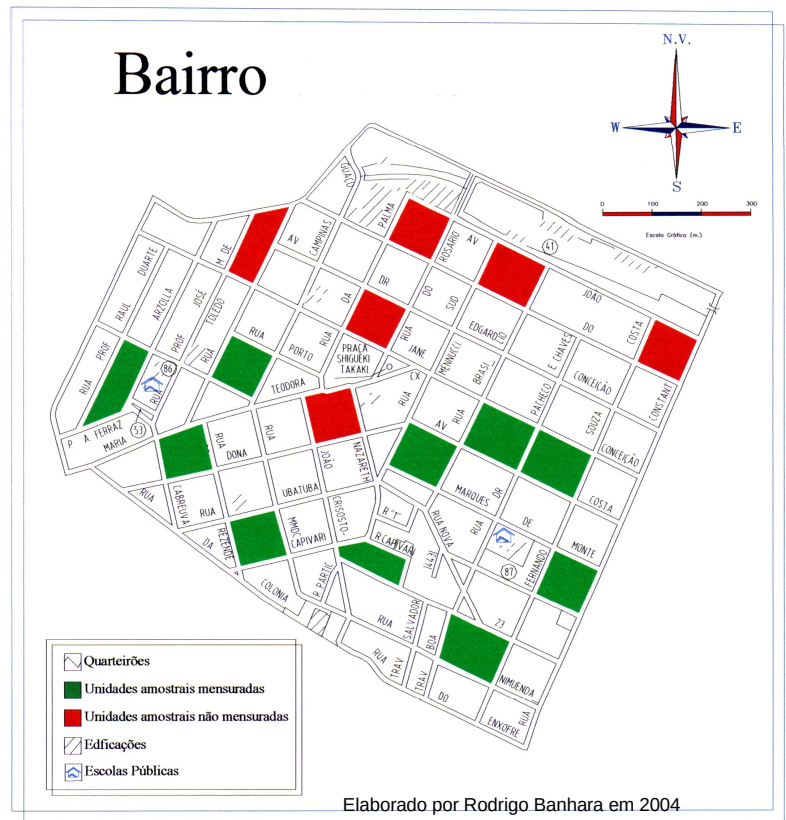
$$s_y = \text{erro padrão da amostra} = \sqrt{s_y^2}$$

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

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

n = quantidade de quadras inventariadas preliminarmente.

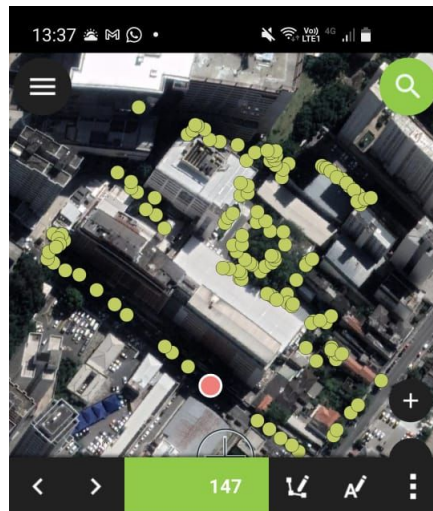
Deve-se, após retomar o inventário com a quantidade final de amostras para obter suficiência, refazer os cálculos caso as quadras recém inventariadas possuam mais uniformidade dentro da variável principal (arv/Km). Existe a possibilidade do n^* ser menor após mais algumas unidades amostrais terem sido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



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 como aparece a seguir:

Nessas imagens as telas do aplicativo Qfield com programação de variáveis para mapeamento e inventário de árvores nas cidades e sua valoração de patrimônio por meio da quantificação de seus serviços ambientais

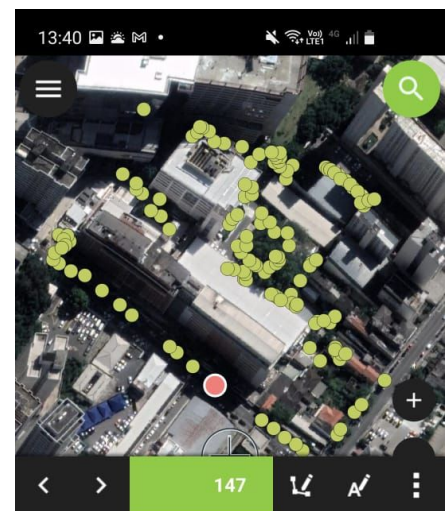


Nr placa
93

Calçada
Cimento

Altura (cm)
1800

Altura 1a Ram



Serviços_ecossistêmicos
5440.049999999999

Poder imobiliário estético
2611.2239999999997

Poder climático
1632.0149999999996

Poder hidrológico

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 autoexplicativos.

As variáveis podem ser agrupadas 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 injúrias 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 injúria 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 está localizada próximo do muro ou cerca do imóvel.

Tráfego: o grau de tráfego apresentado;

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

Médio – quando alguns veículos (10 a 20) veículos passaram na via pública, 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, Posteameto, 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 consequências graves para a árvore.

Estas 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 e "smartphones" 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

REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE ARARAQUARA. (2023, April 14). In **Wikipedia**. https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o_Geogr%C3%A1fica_Imediata_de_Araraquara

ARARAQUARA. (2023, April 17). In **Wikipedia**.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Araraquara>

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.

FOLLIS, F. Mito e história de um posseiro do Brasil Colonial nos Sertões de Araraquara. **Revista de História Regional**, v. 21, n. 1, p. 148–169, 2016. Disponível em:

<<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/rhr/article/view/7873/5264>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

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.

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.

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:

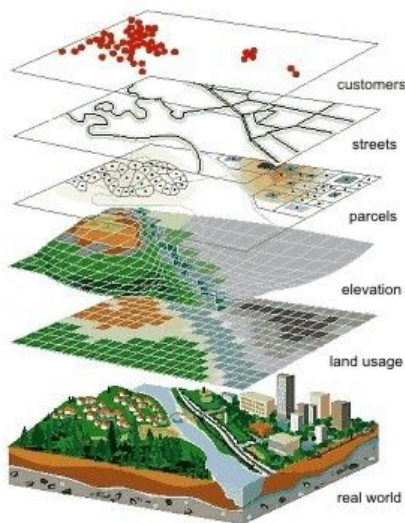
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-21092012-090145/>>. Acesso em: 2013-09-09.

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



Métodos e materiais usados

Imagens de satélites e Amostragem estratificada



Foram desenhados os polígonos (shapefiles) do limite da área urbana e das 31 zonas, da prefeitura de Araraquara, assim como o eixo de vias foi separado da base “open street map” e retificado, em cada bairro, para a obtenção do Máximo de precisão na individualização dos dados para as vias públicas em cada bairro, figura ao lado mostra os bairros com destaque para os bairros urbanizados.

Foram utilizadas imagens dos satélites CBERS4A (retificada com o eixo de logradouros da cidade) e Landsat 8, com resolução de 2 (metros) e 30 metros para o Landsat. As imagens utilizadas são datadas de agosto e setembro de 2022. Três classificações supervisionadas foram elaboradas tendo como referência um pacote de treinamento com 120 polígonos de verdade terrestre. A melhor foi escolhida dentre os algoritmos Random Forest e Support Vector Machines. A imagem termal foi processada usando ferramentas do SIG Qgis.

Além disso, foi utilizado um inventário por amostragem de 40 unidades, validado por meio de planilha estatística para determinação da quantidade de unidades amostrais necessárias e o erro encontrado (figura da planilha a seguir), feito em março de 2023. Mapas e estatísticas foram elaborados a partir desse trabalho, figura a seguir mostra o cálculo de suficiência amostral.

Amostragem com verificação de suficiência amostral e dados de densidade de árvores por quilômetro de calçadas.

| | | | | | | | |
|---|------------------|-------|--------|------------|----|----|--|
| 18 | 360,969307873999 | 74,80 | 31,14 | 969,573524 | 27 | 4 | |
| 19 | 385,834149391575 | 51,84 | 8,18 | 66,8325211 | 20 | 12 | |
| 20 | 564,245911581793 | 35,45 | -8,22 | 67,487693 | 20 | 0 | |
| 21 | 383,026903105652 | 23,50 | -20,16 | 406,5701 | 9 | 19 | |
| 22 | 383,540531206764 | 57,36 | 13,70 | 187,681031 | 22 | 6 | |
| 23 | 208,090806875276 | 33,64 | -10,02 | 100,429806 | 7 | 28 | |
| 24 | 360,410331222439 | 27,75 | -15,91 | 253,270516 | 10 | 25 | |
| 25 | 455,819373936516 | 35,10 | -8,56 | 73,2565517 | 16 | 20 | |
| 26 | 336,578882603579 | 41,60 | -2,07 | 4,26680016 | 14 | 24 | |
| 27 | 280,066797290938 | 71,41 | 27,75 | 770,112886 | 20 | 24 | |
| 28 | 267,854903993928 | 44,80 | 1,14 | 1,29902308 | 12 | 0 | |
| 29 | 374,506472718042 | 50,73 | 7,07 | 50,0246135 | 19 | 1 | |
| 30 | 471,309146395851 | 48,80 | 5,14 | 26,4156282 | 23 | 26 | |
| 31 | 320,239271139646 | 28,10 | -15,56 | 242,009095 | 9 | 10 | |
| 32 | 429,852218612736 | 20,94 | -22,72 | 516,343784 | 9 | 10 | |
| 33 | 993,245391141361 | 4,03 | -39,63 | 1570,80841 | 4 | 7 | |
| 34 | 284,782247024704 | 49,16 | 5,50 | 30,2471428 | 14 | 9 | |
| 35 | 480,75500225703 | 39,52 | -4,14 | 17,1351116 | 19 | 21 | |
| 36 | 361,336436209473 | 52,58 | 8,92 | 79,601134 | 19 | 19 | |
| 37 | 339,909094089349 | 67,67 | 24,00 | 576,226679 | 23 | 8 | |
| 38 | 331,770177773981 | 57,27 | 13,61 | 185,175799 | 19 | 18 | |
| 39 | 326,207585399792 | 33,72 | -9,94 | 98,798979 | 11 | 14 | |
| 40 | 484,285021211197 | 26,84 | -16,82 | 282,809178 | 13 | 32 | |
| gi (grau de liberdade) | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | |
| xi (média) | | | | | | | |
| 43,6006275258287 | | | | | | | |
| soma de (yi - Ym)² = 15432,0971 | | | | | | | |
| S² (variância da 395,694798 | | | | | | | |
| s'y 9,83149382289324 | | | | | | | |
| s*(total) 415380614,017239 | | | | | | | |
| s^y 3,135521 | | | | | | | |
| t(tabela t de student a 95% de pop. n-1) 2,02 | | | | | | | |
| S(erro padrão) 19,89 | | | | | | | |
| t,s/raiz(n) 6,36 | | | | | | | |
| e (erro encontrado) 0,15 | | | | | | | |
| e desejado (ED) 0,05 | | | | | | | |
| CV (coef. de variação) 0,0718157634854732 | | | | | | | |
| n* 339,70 | | | | | | | |
| (1-n/N) 0,993846153846154 | | | | | | | |
| t*(CV)² 137,155102873774 | | | | | | | |
| (CV)² + (ED%)² N 16,2711007850575 | | | | | | | |
| ao quadrado (1) 1618,90 | | | | | | | |
| n* (corrigido para pop. finita) 8 | | | | | | | |
| ao quadrado (2) 4,77 | | | | | | | |
| n(gg, de amostras inicial) 40 | | | | | | | |
| N(total de unidades amostrais) (quadras) 6500 | | | | | | | |
| qp+ para amostrar? -32 | | | | | | | |
| quadras esse é o dado importante!!!!!!! | | | | | | | |
| 1,95 | | | | | | | |
| Superior 50,0224229521509 | | | | | | | |
| intervalo de confiança 6,36 | | | | | | | |
| inferior 37,2988320995065 | | | | | | | |

Para avaliar estatisticamente a exatidão do mapeamento temático utilizou-se a estatística Kappa extraída de matriz de erro obtida pelo programa de geoprocessamento Deztsaka no Qgis, conforme descrito em LANDIS e KOCH (1977) e MOREIRA (2003). A estatística Kappa (K) pode ser obtida por meio das equações:

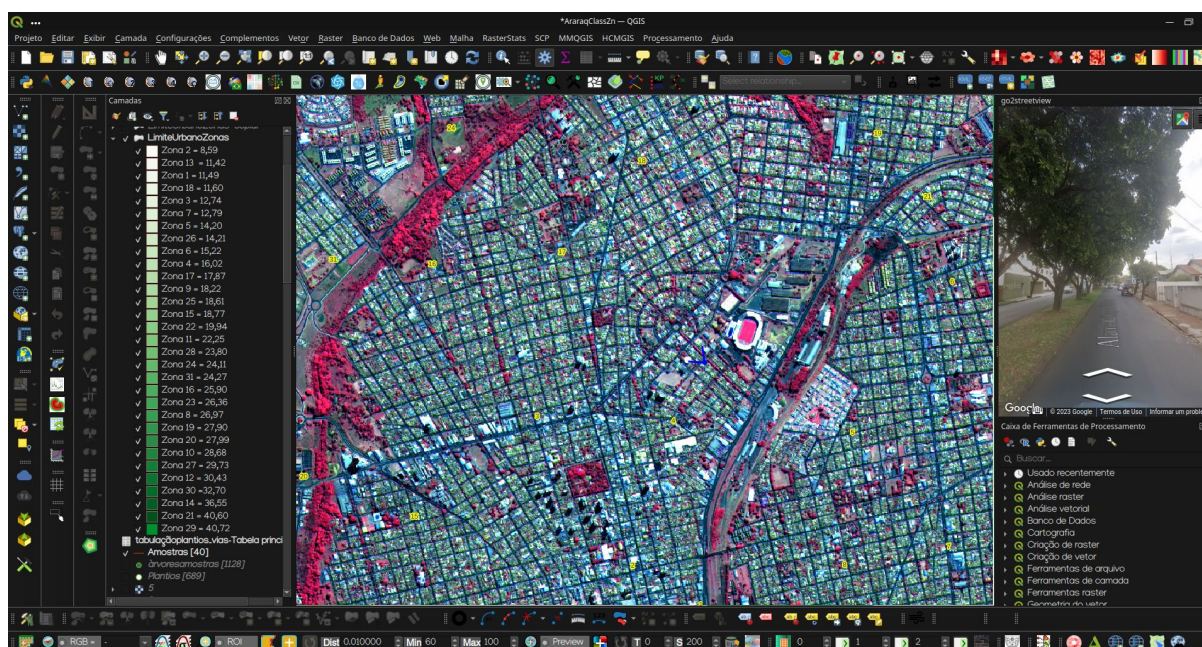
$$K = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \quad P_c = \frac{\sum_{i=1}^M n_{i+} n_{+i}}{N^2} \quad P_o = \frac{\sum_{i=1}^M n_{ii}}{N}$$

Sendo P_o a exatidão geral; P_c , a proporção de unidades que concordam por casualidade; M , o número de classes presentes na matriz de erro; n_{ij} , o número de observações na linha i e coluna j ; n_{i+} e n_{+i} , os totais marginais da linha i e da coluna j , respectivamente; e N , o número total de unidades amostrais contempladas pela matriz. O valor da estatística Kappa, determinado por meio da equação (1), é comparado em classes de acurácia sendo que de 80% a 100% a classificação é reconhecida como excelente (LANDIS e KOCH, 1977).



Exemplo de matriz de erro com cálculo do Kappa e detalhe do processamento em Araraquara, com a imagem de 2 metros do CBERS4A de setembro de 2022.

| Classes | Referência | Totais | Árvore | Relvado | Solo | Piso escuro | Sombra | Água rio lago | Piscina | Telha clara | Telha escura | Telha cinza | Telha cerâmica |
|----------------------------|------------|--------|--------|---------|--------|-------------|--------|---------------|---------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Árvore | 99,43% | 1576 | 1567 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Relvado | 99,70% | 17426 | 51 | 17373 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Solo | 96,99% | 3817 | 0 | 0 | 3702 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 |
| Piso escuro | 98,71% | 620 | 0 | 0 | 0 | 612 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| Sombra | 99,62% | 1045 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1041 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Água rio lago | 99,90% | 5251 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5246 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Piscina | 99,07% | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Telha clara | 99,90% | 958 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 957 | 0 | 0 | 1 |
| Telha escura | 98,84% | 1469 | 2 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1452 | 0 | 1 |
| Telha cinza | 99,20% | 994 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 986 | 3 |
| Telha cerâmica | 92,52% | 1083 | 1 | 1 | 78 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1002 |
| | | 34346 | 1621 | 17376 | 3780 | 627 | 1046 | 5247 | 111 | 957 | 1463 | 987 | 1131 |
| Predição | | 34346 | | | | | | | | | | | |
| % | | | 96,67% | 99,98% | 97,94% | 97,61% | 99,52% | 99,98% | 95,50% | 100,00% | 99,25% | 99,90% | 88,59% |
| $P_c =$ | 30,02% | | | | | | | | | | | | |
| $T =$ | 99,1178% | (TAU) | | | | | | | | | | | |
| Acurácia Geral (Po) | 99,12071% | | | | | | | | | | | | |
| KAPPA | 98,74357% | | | | | | | | | | | | |



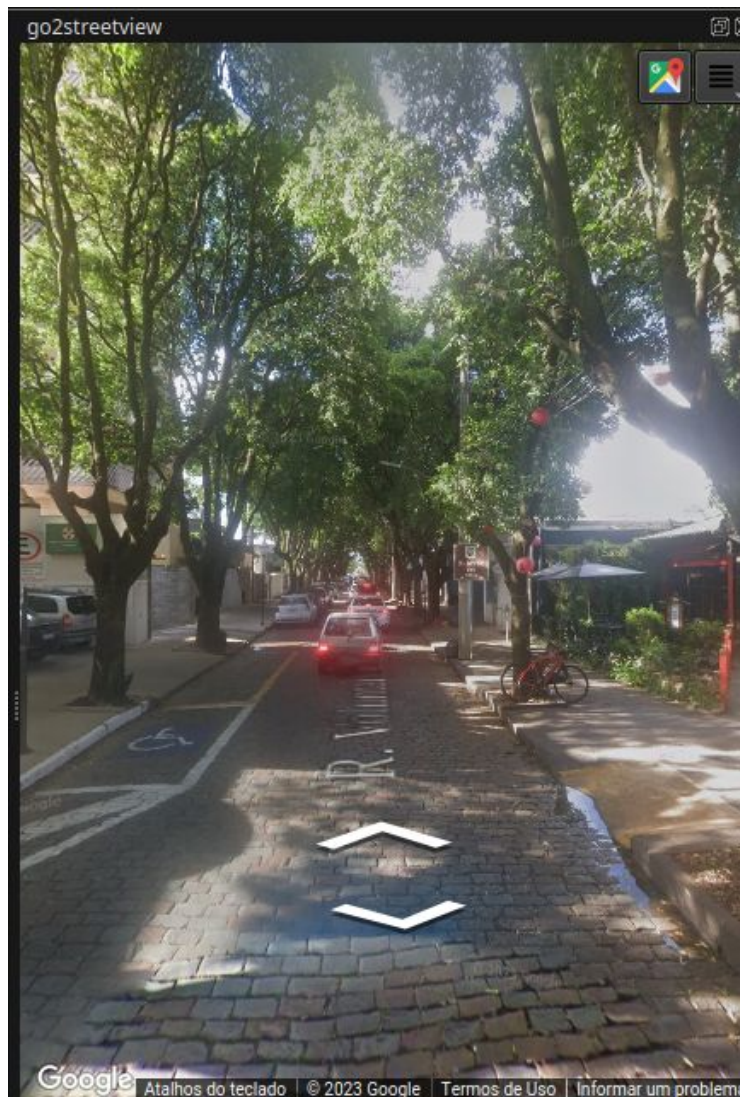
Indicação de plantio em via públicas

O mapeamento das áreas de plantio de árvores foi elaborado para a totalidade das vias das zonas da cidade de Araraquara e constitui um item singular entre todos os planos de florestas urbanas no mundo pela maneira com que foi obtido o dados de indicação de quantidades de árvores a serem plantadas. Foi usada a amostragem estratificada para obter a checagem das quantidades e pontos de plantio.

Indicação de áreas prioritárias para plantio de árvores no município

Foi usada e processada a banda termal do Landsat 8 para verificar superfícies mais quentes e locais onde a cobertura com árvores poderá fazer a diferença ao resfriar o ar e bloquear a radiação solar. O Imageamento termal foi feito no dia 27 de outubro de 2022 no período da manhã próximo de 10 horas.

Foi usado também o complemento do Quantum Gis chamado go2streetView para obter dados e visualizações (ano 2022) das vias públicas para auxiliar o planejamento desse inventário.



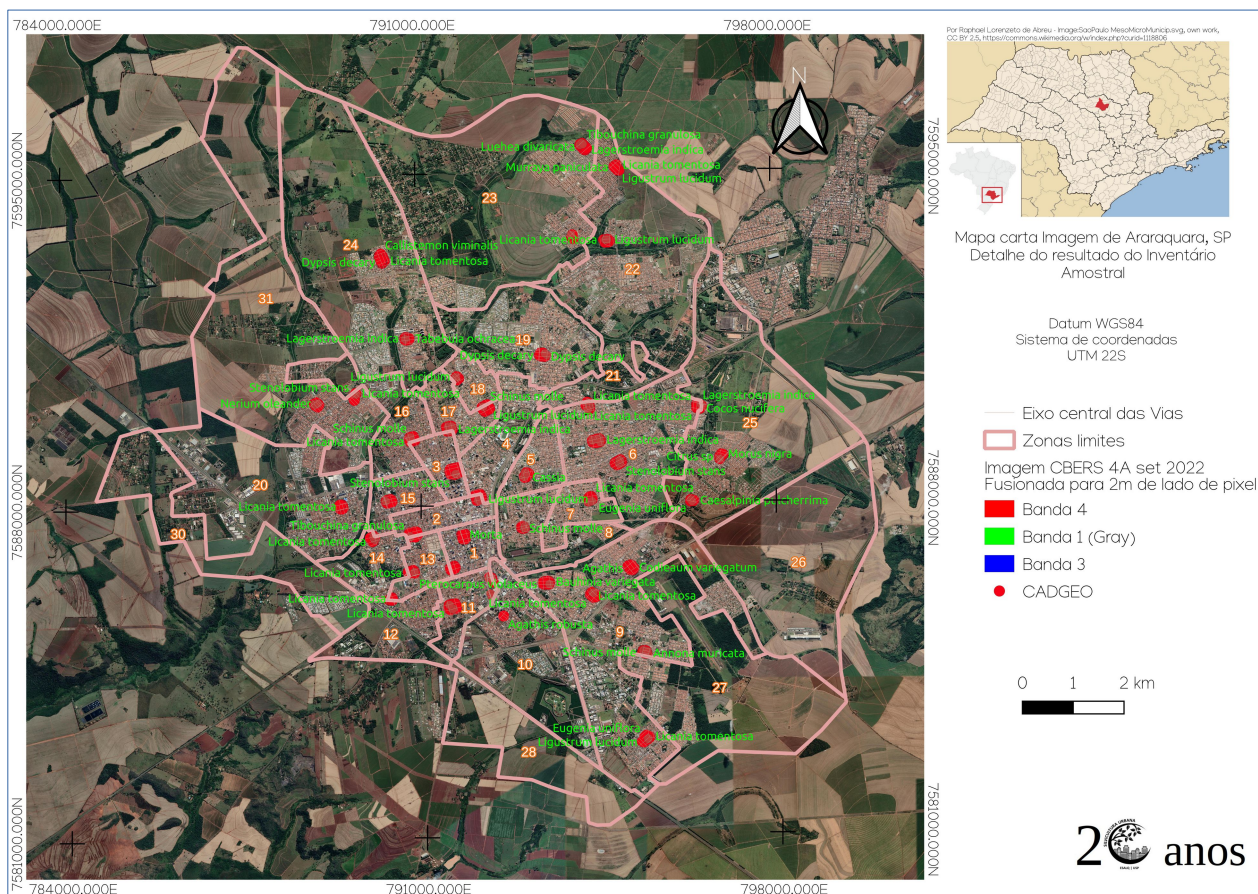
Um dos trechos amostrados, via pública sombreado por copas da espécie Oiti.

Amostragem estratificada

O mapeamento das áreas de plantio de árvores foi elaborado em conjunto com os dados de satélite. Foi usada a amostragem estratificada em espaços possíveis de plantio nos bairros da cidade. Isso foi pensado para adequar a variância amostral com a necessidade de diminuição das amostras sem perder a confiabilidade dos dados.

O plano amostral

Por meio da estratificação foram planejados sistematicamente 40 quarteirões distribuídos nas zonas com seu perímetro medido para efeito de cálculos estatísticos.

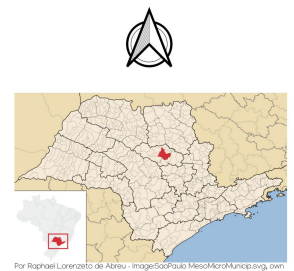
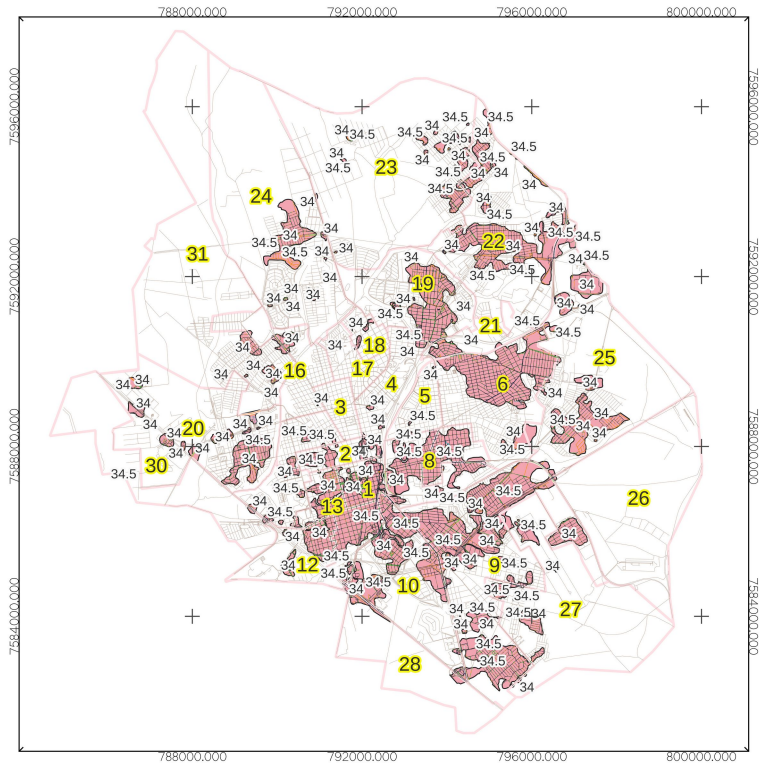


Resultados e direções

Dados oriundos do inventário das árvores

As estatísticas da cidade de Araraquara foram produzidas a partir dos dados de inventário, da extração das classes de cobertura do solo e das temperaturas de superfície. Mapas, gráficos e tabelas foram produzidos com intuito de obtenção de prioridades de implantação de árvores de médio e grande porte e demais estratégias de mitigação do efeito negativo do excesso de impermeabilização do solo da cidade.

As zonas urbanas e suas temperaturas de superfície indicando áreas para serem arborizadas onde existem maiores temperaturas



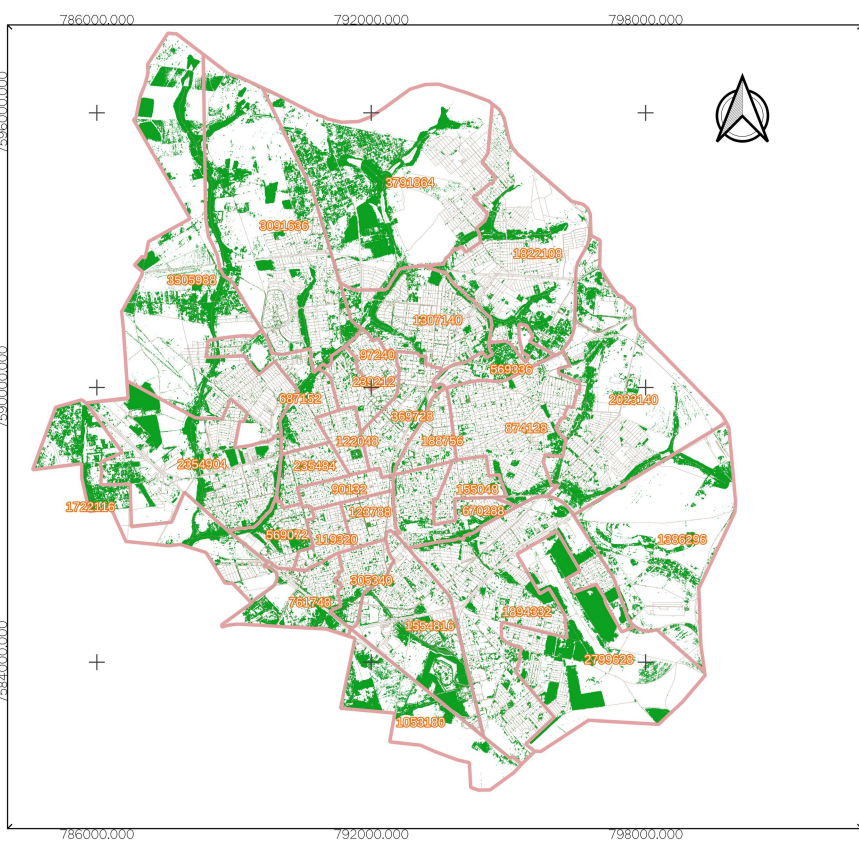
Mapeamento de regiões prioritárias para plantio de árvores em vias públicas de Araraquara, SP. Indicação de plantio de 28 mil árvores

- Prioridades de plantio
- Temperaturas entre 34 e 35 C
- Zonas urbanas de 1 a 31
- Numeração amarela

0 1 2 km

Datum WGS84
Sistema de coordenadas UTM 22S

20 anos



Mapeamento da cobertura arbórea total de Araraquara, SP. Dados em Vermelho estão em metros quadrados



Mapeamento da cobertura arbórea total de Araraquara, SP. Dados em Vermelho estão em metros quadrados

Datum WGS84
Sistema de coordenadas UTM 22S

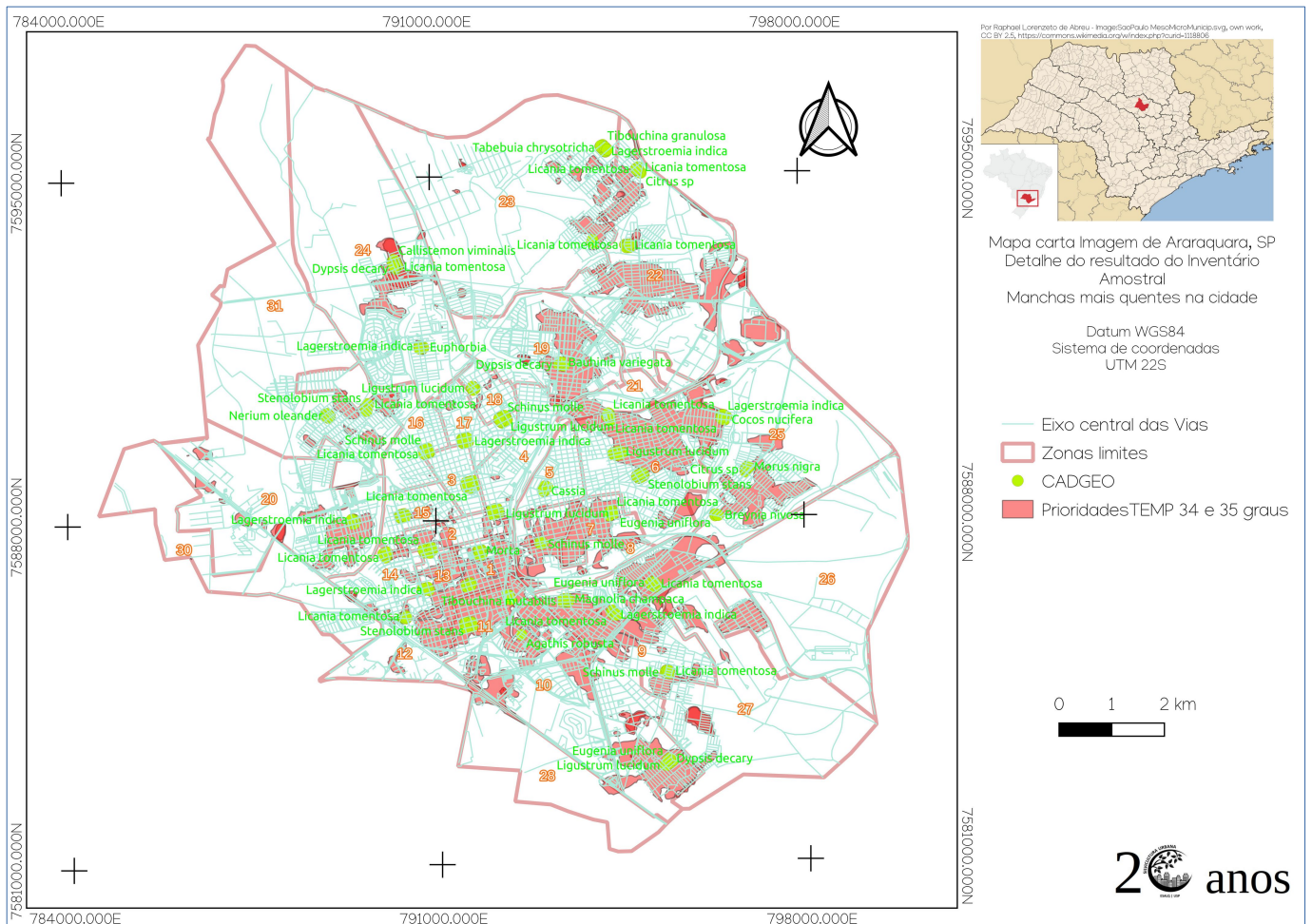
- Eixo central das Vias
- ClassifLimiteUrbano
- Banda 1 (Palette)
- Projecção de copa arbórea
- LimiteUrbanoZonas copiar

0 1 2 km

20 anos

Mapeamento temático da coberturas arbórea total do solo urbano de Araraquara no SIG Qgis 3.22.4

Imagem do SIG Qgis contendo regiões de mesma temperatura sobre as vias da cidade de Araraquara e as árvores inventariadas por amostragem mapeadas em todos as zonas da cidade no SIG Qgis 3.22.4.



As regiões mais quentes são áreas urbanizadas que podem ser “tratadas com árvores” que serão plantadas para produzirem sombra e amenizar o calor nesses locais. Tal atividade perfaz o plantio prioritário com árvores “de sombra” na quantidade de 28 mil árvores em vias públicas contidas dentro dos polígonos com temperaturas entre 34 a 35 graus.

Outra política pública que poderá ser adotada é o incentivo ao plantio de frutíferas de sombra em áreas públicas e privadas para provimento de umidade para a cidade, além da produção de alimentos para complementação nutricional da comunidade.

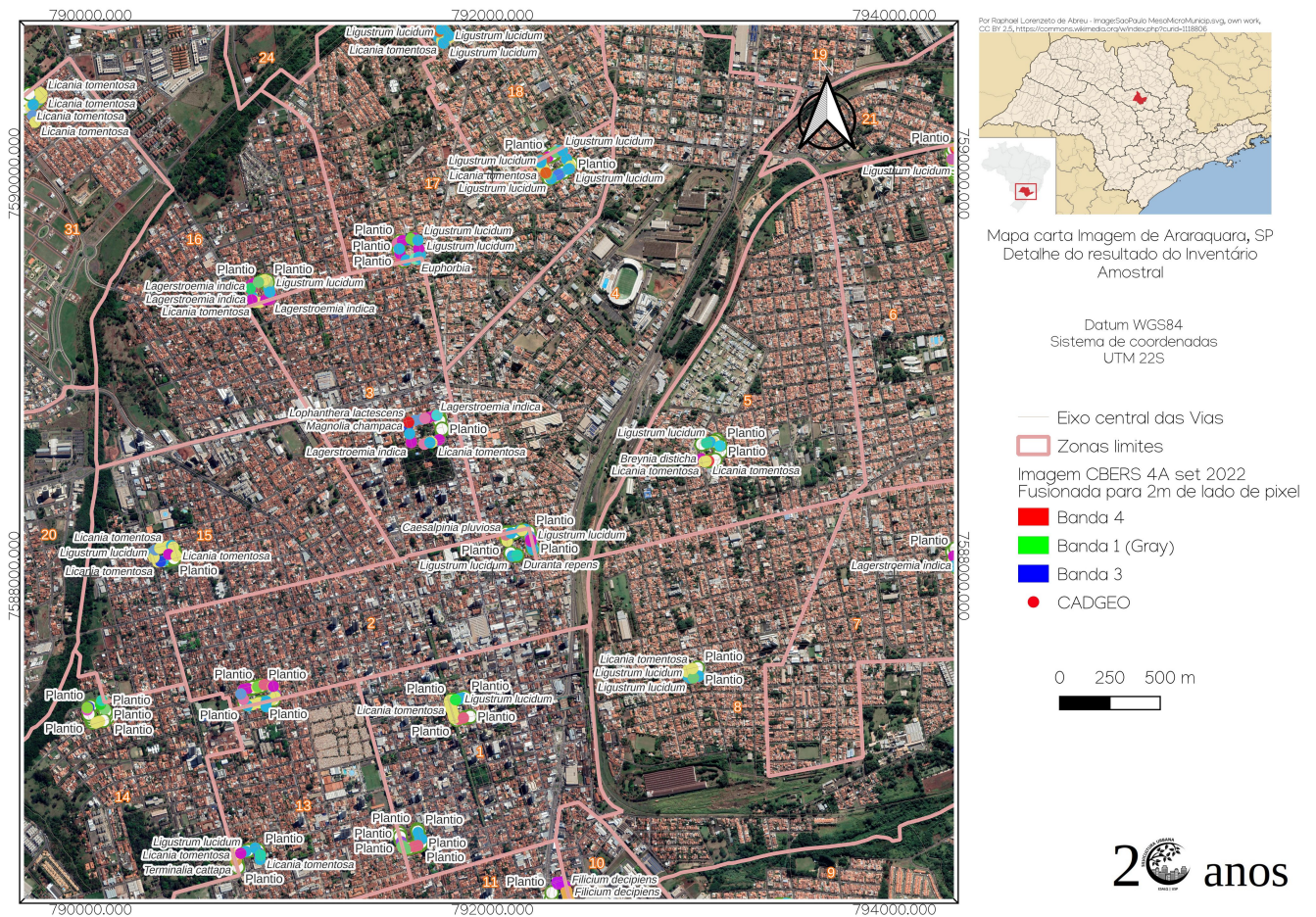


Avaliação do manejo por meio de amostragem

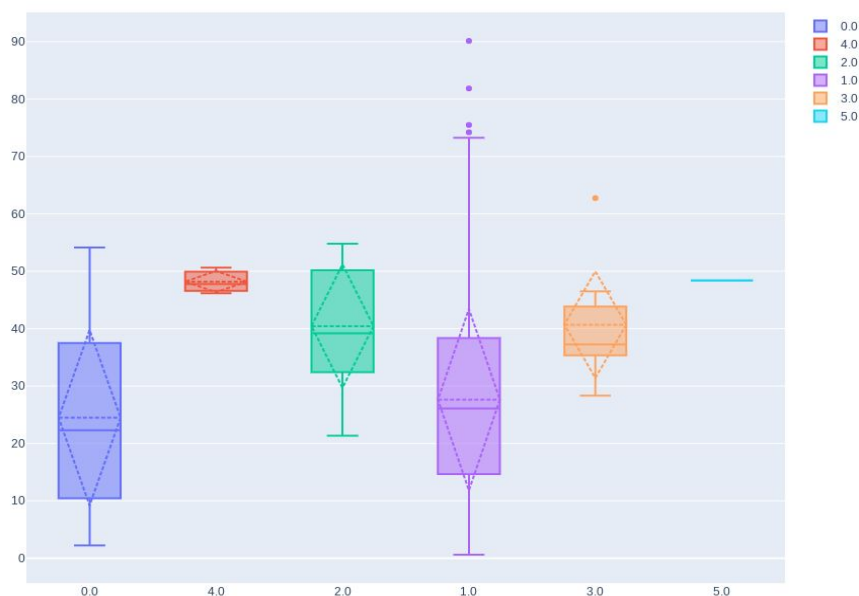
Foi elaborado em Fevereiro e Março de 2023 um inventário amostral para avaliação quali-quantitativa das árvores no espaço viário e sua valoração ecossistêmica.

Após essa atividade o objetivo desse diagnóstico é verificar a real diversidade e condição de manejo das árvores e avaliar a proposição de mudanças e adequações.

Inventário nas vias públicas com o mapa e a distribuição das amostras organizadas por bairro. Foram encontrados 622 árvores em 15 km de calçadas e foram mapeados 530 locais possíveis de receberem árvores com média de largura de calçadas de 248 cm. A suficiência amostral foi calculada e atingiu 95% de probabilidade da estimativa estar correta para a variável árvore por quilômetro de calçada pública. Foi encontrado uma árvore a cada 24 metros de calçada, dado médio. A seguir o mapa contendo um detalhamento das amostras de inventário.



Nessa fase final do trabalho de inventário nas vias públicas da cidade foi possível ver com maior precisão a “cara” da arborização da cidade de Araraquara. Um detalhe importante é a questão mecânica da sustentação das árvores por meio de suas raízes e base. Uma relação entra a presença de danos e ocos e o diâmetro da base está no gráfico a seguir. Quanto maior o diâmetro médio da base maior a ocorrência de ocos maiores também, a classe 4 de ocosidade de cor laranja mostra o intervalo onde os diâmetros também são elevados.



Por meio desse gráfico é possível obter dados estatísticos básicos em classes de “integridade da base da árvore” associado com o diâmetro dessas bases nas árvores amostradas em todos as regiões da cidade de Araraquara, a partir de 40 cm de diâmetro da base as árvores produzem ocos de maior risco. A seguir a distribuição das espécies no inventário amostral de março de 2023. Foram avaliadas 66 espécies em 622 indivíduos entre palmeiras, arbustos e principalmente árvores.



Foram avaliadas a condição geral ou vigor das copas para reconhecer problemas de adaptação ou declínio de espécies, assim como verificar as espécies que estão mais adaptadas as condições de vida nas vias públicas.

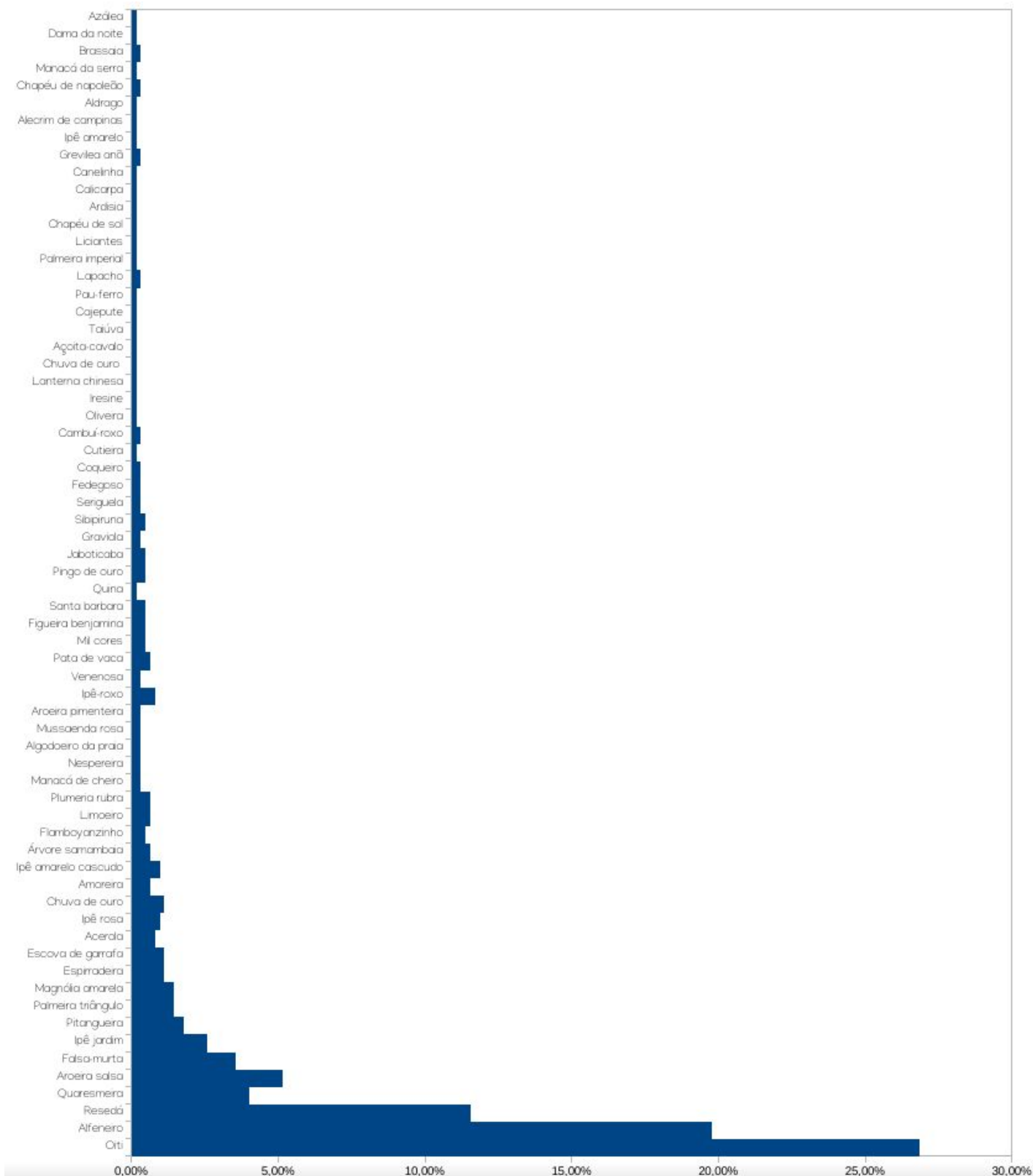
A tabela possui dados de quantidades de árvores mortas, péssimas, regulares, boas e ótimas.

| Nome Botânico | Condição geral | | Morta | Péssima | Regular | Boa | Ótima | | Total | Abundância | Estimado | | | | |
|---|---------------------|----------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|------------|----------|-------|--------|---------|--------|
| | Nome Comum | Hábito | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Moquilea tomentosa</i> (Benth.) Fritsch | Oiti | Árvore | | 3 | 1,80% | 20 | 11,98% | 139 | 83,23% | 5 | 2,99% | 167 | 26,85% | 45643 | |
| <i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton | Alfeneiro | Árvore | | 22 | 17,89% | 40 | 32,52% | 61 | 49,59% | | | 123 | 19,77% | 33617 | |
| <i>Lagerstroemia indica</i> (L.) | Resedá | Arbusto | | 3 | 4,17% | 7 | 9,72% | 60 | 83,33% | 2 | 2,78% | 72 | 11,58% | 19678 | |
| <i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn. | Quaresmeira | Árvore | | 1 | 4,00% | 2 | 8,00% | 22 | 88,00% | | | 25 | 4,02% | 6833 | |
| <i>Schinus molle</i> L. | Aroeira salsa | Árvore | | 3 | 9,38% | 10 | 31,25% | 17 | 53,13% | 2 | 6,25% | 32 | 5,14% | 8746 | |
| <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack | Falsa-murta | Arbusto | | 2 | 9,09% | 3 | 13,64% | 17 | 77,27% | | | 22 | 3,54% | 6013 | |
| <i>Tecoma stans</i> (L.) | Ipê jardim | Arbusto | | 2 | 12,50% | | | 14 | 87,50% | | | 16 | 2,57% | 4373 | |
| <i>Eugenia uniflora</i> L. | Pitangueira | Árvore | | | | 1 | 9,09% | 8 | 72,73% | 2 | 18,18% | 11 | 1,77% | 3006 | |
| <i>Dyopsis decipiens</i> (Becc.) Beentje & J.Dransf. | Palmeira triângulo | Palmeira | | | | | | 7 | 77,78% | 2 | 22,22% | 9 | 1,45% | 2460 | |
| <i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre | Magnólia amarela | Árvore | | | | 1 | 11,11% | 8 | 88,89% | | | 9 | 1,45% | 2460 | |
| <i>Nerium oleander</i> L. | Espirradeira | Arbusto | | 1 | 14,29% | | | 6 | 85,71% | | | 7 | 1,13% | 1913 | |
| <i>Callistemon viminalis</i> G. Don ex Loud. | Escova de garrafa | Arbusto | | 2 | 28,57% | | | 5 | 71,43% | | | 7 | 1,13% | 1913 | |
| <i>Malpighia glabra</i> L. | Acerola | Arbusto | | | | | | 5 | 100,00% | | | 5 | 0,80% | 1367 | |
| <i>Handroanthus pentaphyllus</i> (L.) Mattos. | Ipê rosa | Árvore | | | | | | 5 | 83,33% | 1 | 16,67% | 6 | 0,96% | 1640 | |
| <i>Cassia fistula</i> L. | Chuva de ouro | Árvore | | 2 | 28,57% | | | 5 | 71,43% | | | 7 | 1,13% | 1913 | |
| <i>Morus nigra</i> L. | Amoreira | Árvore | | | | | | 4 | 100,00% | | | 4 | 0,64% | 1093 | |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | Ipê amarelo cascudo | Árvore | | | | | | 4 | 66,67% | 2 | 33,33% | 6 | 0,96% | 1640 | |
| <i>Filicium decipiens</i> (Wight & Arn.) Thwaites | Árvore samambaia | Árvore | | | | | | 4 | 100,00% | | | 4 | 0,64% | 1093 | |
| <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. | Flamboyanzinho | Árvore | | | | | | 3 | 100,00% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Citrus limon</i> (L.) | Limoeiro | Árvore | 1 | 25,00% | | | | 3 | 75,00% | | | 4 | 0,64% | 1093 | |
| <i>Plumeria rubra</i> L. | Plumeria rubra | Árvore | | 1 | 25,00% | | | 3 | 75,00% | | | 4 | 0,64% | 1093 | |
| <i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl.) D. Don | Manacá de cheiro | Arbusto | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Eryobotria japonica</i> L. | Nespereira | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Hibiscus pernambucensis</i> Arruda (HpA) | Algodoeiro da praia | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Mussaenda alicia</i> Hort. | Mussaenda rosa | Arbusto | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Schinus terebinthifolia</i> var. <i>acutifolia</i> - Engl. | Aroeira pimenteira | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos | Ipê-roxo | Árvore | | | | 1 | 20,00% | 4 | 80,00% | | | 5 | 0,80% | 1367 | |
| <i>Jatropha gossipipholia</i> | Venenosa | Arbusto | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Bauhinia variegata</i> L. | Pata de vaca | Árvore | | | | 2 | 50,00% | 2 | 50,00% | | | 4 | 0,64% | 1093 | |
| <i>Breynia nivosa</i> L. | Mil cores | Arbusto | | | | 1 | 33,33% | 2 | 66,67% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Ficus benjamina</i> L. | Figueira benjamina | Árvore | | | | 2 | 66,67% | 1 | 33,33% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Melia azedarach</i> L. | Santa barbara | Árvore | | 2 | 66,67% | | | 1 | 33,33% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Myroxylum peruiferum</i> L.f. | Quina | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Duranta repens</i> L. | Pingo de ouro | Arbusto | | | | | | 3 | 100,00% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Plinia trunciflora</i> (O.Berg) Kausel | Jaboticaba | Árvore | | | | | | 3 | 100,00% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Annona muricata</i> L. | Graviola | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P. Lewis | Sibipiruna | Árvore | | | | 1 | 33,33% | 2 | 66,67% | | | 3 | 0,48% | 820 | |
| <i>Spondias purpurea</i> L. | Seriguela | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Cassia spectabilis</i> Schrad. | Fedegoso | Árvore | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Cocos nucifera</i> L. | Coqueiro | Palmeira | | | | | | 2 | 100,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Codiaeum variegatum</i> L. | Cutieira | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Eugenia candolleana</i> DC. | Cambuí-roxo | Arbusto | | 1 | 50,00% | | | 1 | 50,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Olea europaea</i> L. | Oliveira | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Iresine herbstii</i> L. | Iresine | Arbusto | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Koeleruteria paniculata</i> L. | Lanterna chinesa | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Lophanthera lactescens</i> Ducke | Chuva de ouro | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Luehea divaricata</i> Mart. | Açoita-cavalo | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud. | Taiúva | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Melaleuca leucadendra</i> L. | Cajepute | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Libidibia ferrea</i> var. <i>Leyostachia</i> (Benth.) | Pau-ferro | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Poecilanthe parviflora</i> (Benth.) | Lapacho | Árvore | | | | 1 | 50,00% | 1 | 50,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O. F. Cook | Palmeira imperial | Palmeira | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Lycianthes (Solanum) rantannetii</i> | Liciantes | herbáceo | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Terminalia catappa</i> | Chapéu de sol | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Ardisia elliptica</i> | Ardisia | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Callicarpa reevesii</i> | Callicarpa | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Nectandra megapota mica</i> (Spreng.) Mez | Canelinha | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Grevillea banksii</i> L. | Grevillea anã | Arbusto | | | | | | 1 | 50,00% | 1 | 50,00% | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Handroanthus ochraceus</i> | Ipê amarelo | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Holocailix balansae</i> Michele | Alecrim de campinas | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl | Aldrigo | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Thevetia peruviana</i> | Chapéu de napoleão | Arbusto | | | | 1 | 50,00% | 1 | 50,00% | | | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Tibouchina mutabilis</i> | Manacá da serra | Árvore | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Schefflera actinophylla</i> | Brassaia | Arbusto | | | | | | 1 | 50,00% | 1 | 50,00% | 2 | 0,32% | 547 | |
| <i>Cestrum nocturnum</i> L. | Dama da noite | Arbusto | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| <i>Rhododendron simsii</i> | Azálea | Arbusto | | | | | | 1 | 100,00% | | | 1 | 0,16% | 273 | |
| Total | TOTAL | | 1 | 0,16% | 45 | 7,23% | 93 | 14,95% | 465 | 74,76% | 18 | 2,89% | 622 | 100,00% | 170000 |

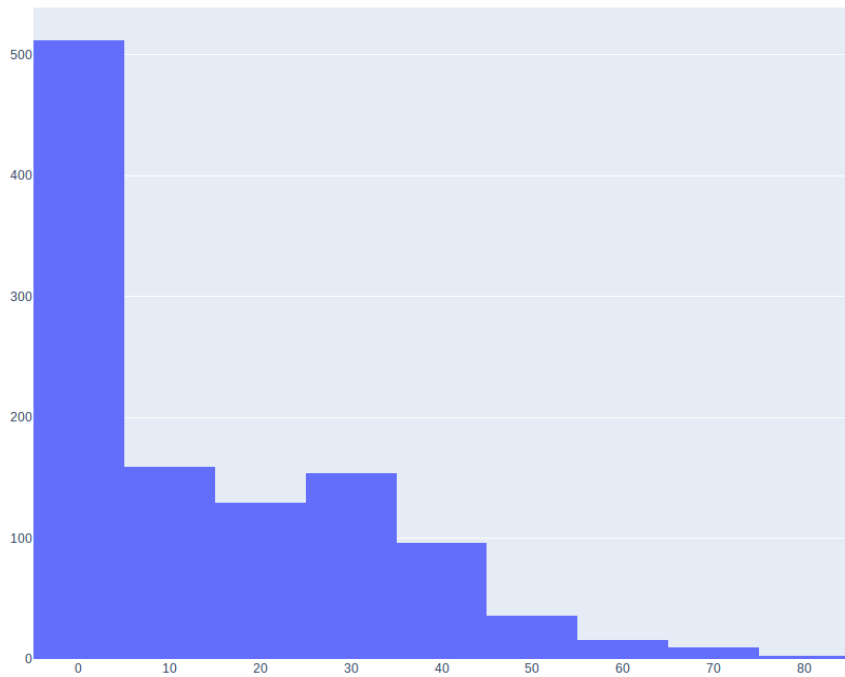
Podemos dizer que as árvores mortas e péssimas não podem mais ser recuperadas e seu declínio para a morte é uma questão de tempo. Já a partir da classe regular de vigor de copa é possível recuperar a árvore por meio de tratamentos culturais como podas, adubação, ampliações de canteiros e controles fitossanitários. O Alfeneiro, *Ligustrum lucidum* foi a espécie com maiores porcentagens dessas condições com aproximadamente 2 mil árvores em péssimas condições.

Quanto a riqueza de espécies apenas as espécies *Moquileia tomentosa* e *Ligustrum lucidum* apresentaram abundância acima de 10%, com 26,85% e 19,77% e superaram a indicação do geneticista de árvores Santamour Júnior para o máximo de abundância permitido para uma só espécie, enquanto que no livro Urban Forest de Grey & Denecke (1970) o máximo seria de 15%. Não foi encontrada nenhum gênero ou família superando as indicações de 20% e 30%, respectivamente, de abundância na cidade de Araraquara, o mesmo foi observado para Bragança Paulista e São Simão em seus respectivos inventários. Esses dados conferem ótima segurança fitossanitária para o conjunto de indivíduos arbóreos da cidade de Araraquara.

O Oiti, Alfeneiro e Resedá, os vegetais arbóreo-arbustivos com maior abundância na cidade de Araraquara..



Idades e porte das árvores.



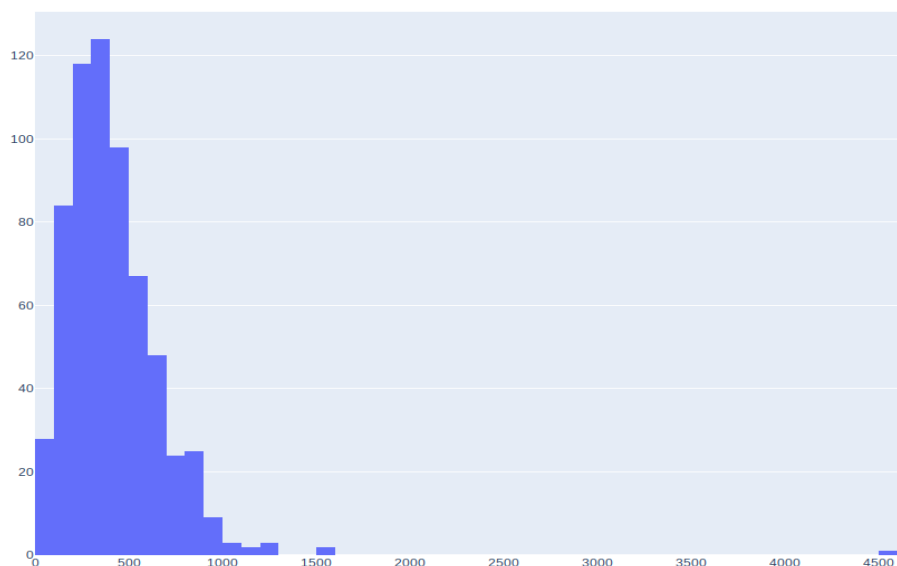
O DAP Diâmetro à Altura do Peito é uma importante variável associada a idade das árvores e pode-se ver acima a distribuição de 0 a 80 centímetros de DAP mostrando um maior número de DAP abaixo de 15 cm (800) e um menor número a partir de 15 a 80 cm (300 indivíduos).

Aqui podemos ver a quantidade de árvores em y e no eixo x os valores em reais de serviços ambientais que na maioria das plantas é pequeno (abaixo de 1000 reais) enquanto que uma quantidade menor de árvores são responsáveis por altos valores, acima de 2 mil reais



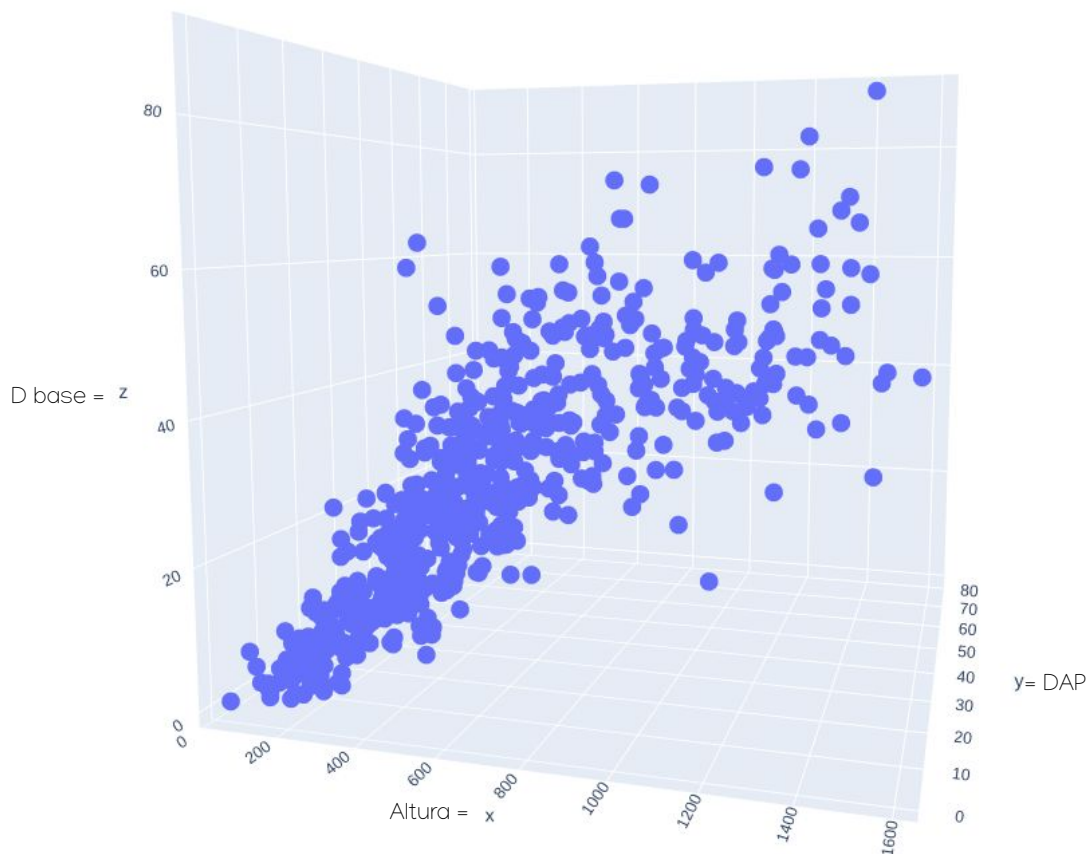
A questão piora quando a variável é altura ou área de copa que são duas variáveis muito associadas a quantidade de serviços ambientais ou ecossistêmicos proporcionados pelas árvores. Podemos ver que a poda afeta muito essas variáveis. A maioria das árvores estão abaixo de 800 centímetros de altura.

A maioria das árvores possui diâmetro de copa inferior a 500 centímetros



DIRETRIZES PARA A GESTÃO

A densidade de árvores na cidade de maneira geral é muito inferior ao que poderia ser caso o desenho urbano estivesse melhor estruturado para o plantio das árvores. As espécies de maior porte produzem um maior retorno econômico quanto a valoração dos serviços ambientais, conforme gráfico de barras a seguir.



Com base no inventário e cadastro das das árvores em vias públicas é possível concluir que:

O valor superior de densidade é de apenas 43 árvores por quilômetro de via, o que é muito inferior a uma árvore a cada 10 metros com 100 árvores por quilômetro. Atualmente é de no máximo uma árvore a cada 24 metros de calçada. Porém a quantidade ainda está abaixo da metade do potencial de plantio dessas vias.

A comunidade arbórea é composta por uma diversidade razoável mas é pouco expressiva para sustentar serviços ambientais para o meio urbano, tanto em quantidade quanto em porte individual de suas árvores, que devido aos dados apresentados no inventário, são árvores muito podadas.

A arborização de Araraquara necessita de urgentes esforços para uma mudança de conceitos de manejo e novos plantios para que a cidade tenha uma floresta urbana que manifeste todo seu potencial de serviços ecossistêmicos para melhoria da qualidade de vida de sua população.

Processamento de imagens orbitais - Resultados

Carta imagem com imagem composta infravermelha usada para extração da copa das árvores.

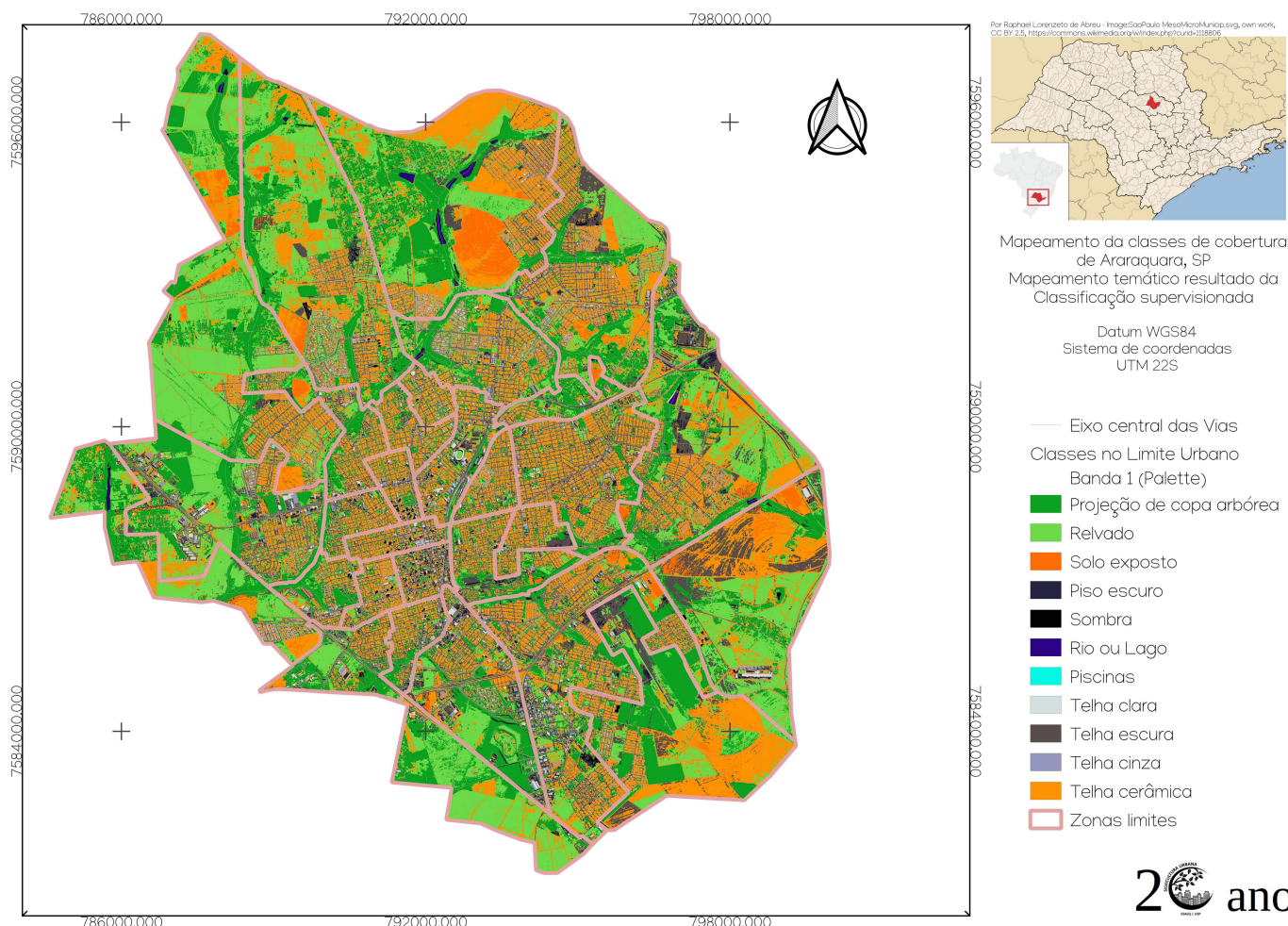
Existem outros condomínios no município, porém não fazem parte da área pública da cidade onde a arborização urbana é de responsabilidade do poder público municipal. Portanto o plano foi dedicado a estabelecer metas de plantio para essa extensão de viário por meio de quantificação das superfícies a serem sombreadas pelas futuras árvores.



A seguir os mapas e quantitativos de cobertura arbórea encontrados por meio das análises das imagens orbitais para as Zonas urbanizadas de Araraquara.

DIRETRIZES PARA A GESTÃO

Resultado da classificação supervisionada da imagem infravermelha com 2 metros de resolução. Cobertura arbórea geral de 23,06% e 34.487.128 de metros quadrados de cobertura arbórea total dentro do perímetro urbano de Araraquara.

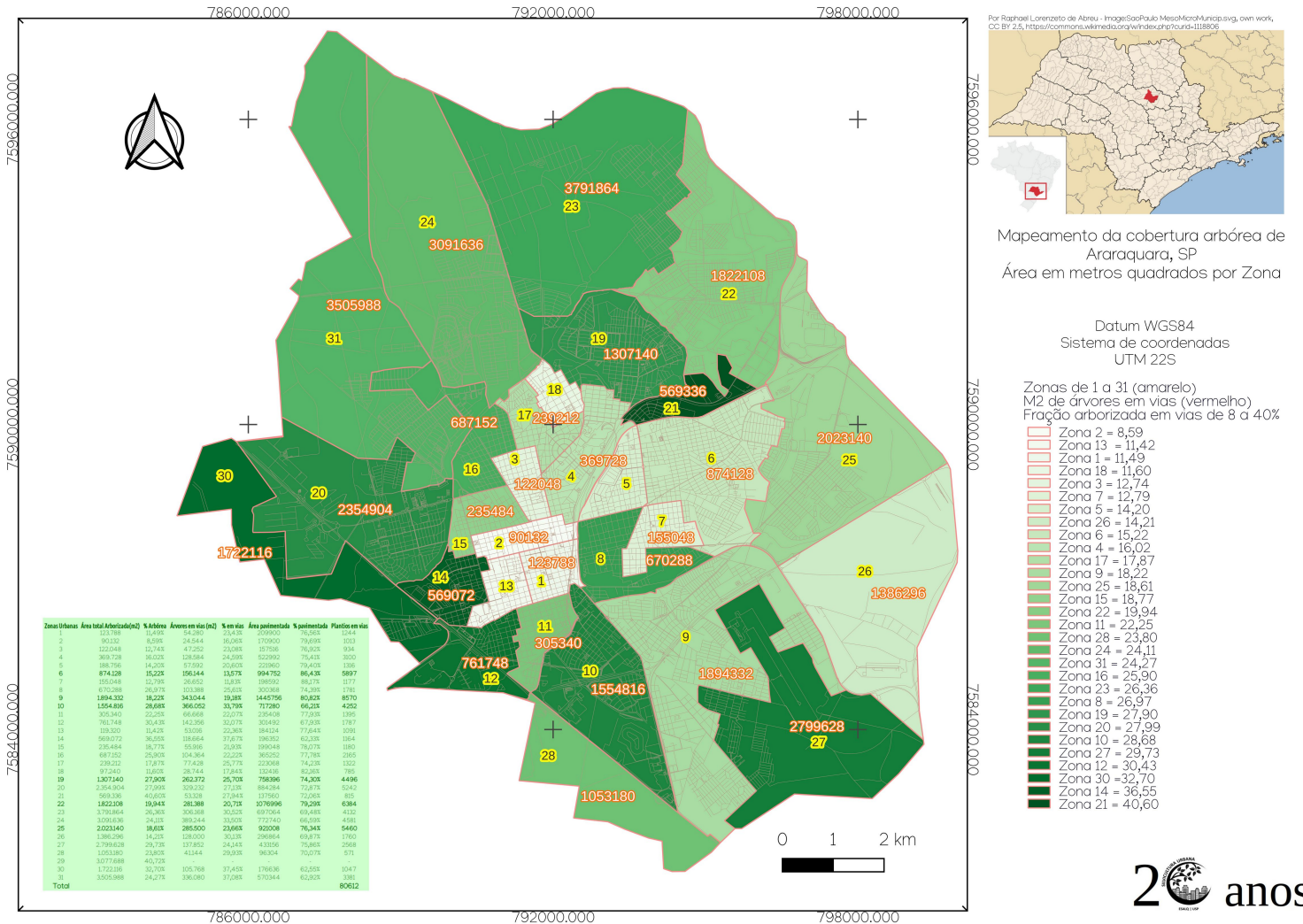


20 anos

| Classes | Referência | Totais | Árvore | Relvado | Solo | Piso escuro | Sombra | Água rio lago | Piscina | Telha clara | Telha escura | Telha cinza | Telha cerâmica |
|----------------------------|------------|--------|--------|---------|--------|-------------|--------|---------------|---------|-------------|--------------|-------------|----------------|
| Árvore | 99,43% | 1576 | 1567 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Relvado | 99,70% | 17426 | 51 | 17373 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Solo | 96,99% | 3817 | 0 | 0 | 3702 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 |
| Piso escuro | 98,71% | 620 | 0 | 0 | 0 | 612 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| Sombra | 99,62% | 1045 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1041 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Água rio lago | 99,90% | 5251 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5246 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Piscina | 99,07% | 107 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 106 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Telha clara | 99,90% | 958 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 957 | 0 | 0 | 1 |
| Telha escura | 98,84% | 1469 | 2 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1452 | 0 | 1 |
| Telha cinza | 99,20% | 994 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 986 | 3 |
| Telha cerâmica | 92,52% | 1083 | 1 | 1 | 78 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1002 |
| | | 34346 | 1621 | 17376 | 3780 | 627 | 1046 | 5247 | 111 | 957 | 1463 | 987 | 1131 |
| Predição | | 34346 | | | | | | | | | | | |
| % | | | 96,67% | 99,98% | 97,94% | 97,61% | 99,52% | 99,98% | 95,50% | 100,00% | 99,25% | 99,90% | 88,59% |
| Pc = | 30,02% | | | | | | | | | | | | |
| T = | 99,1178% | (TAU) | | | | | | | | | | | |
| Acurácia Geral (Po) | 99,12071% | | | | | | | | | | | | |
| KAPPA | 98,74357% | | | | | | | | | | | | |

Matriz de erro mostrando os erros e exatidões do mapeamento temático, a classificação obteve resultado excelente com 98,74 de Kappa.

Quando a classificação foi segmentada apenas para as vias públicas a área coberta por copas de árvore foi de apenas 4.610.764m² ou 25,32% da área do espaço viário coberto com árvores. Todas as zonas foram classificadas quanto a área de cobertura em vias públicas, a seguir.



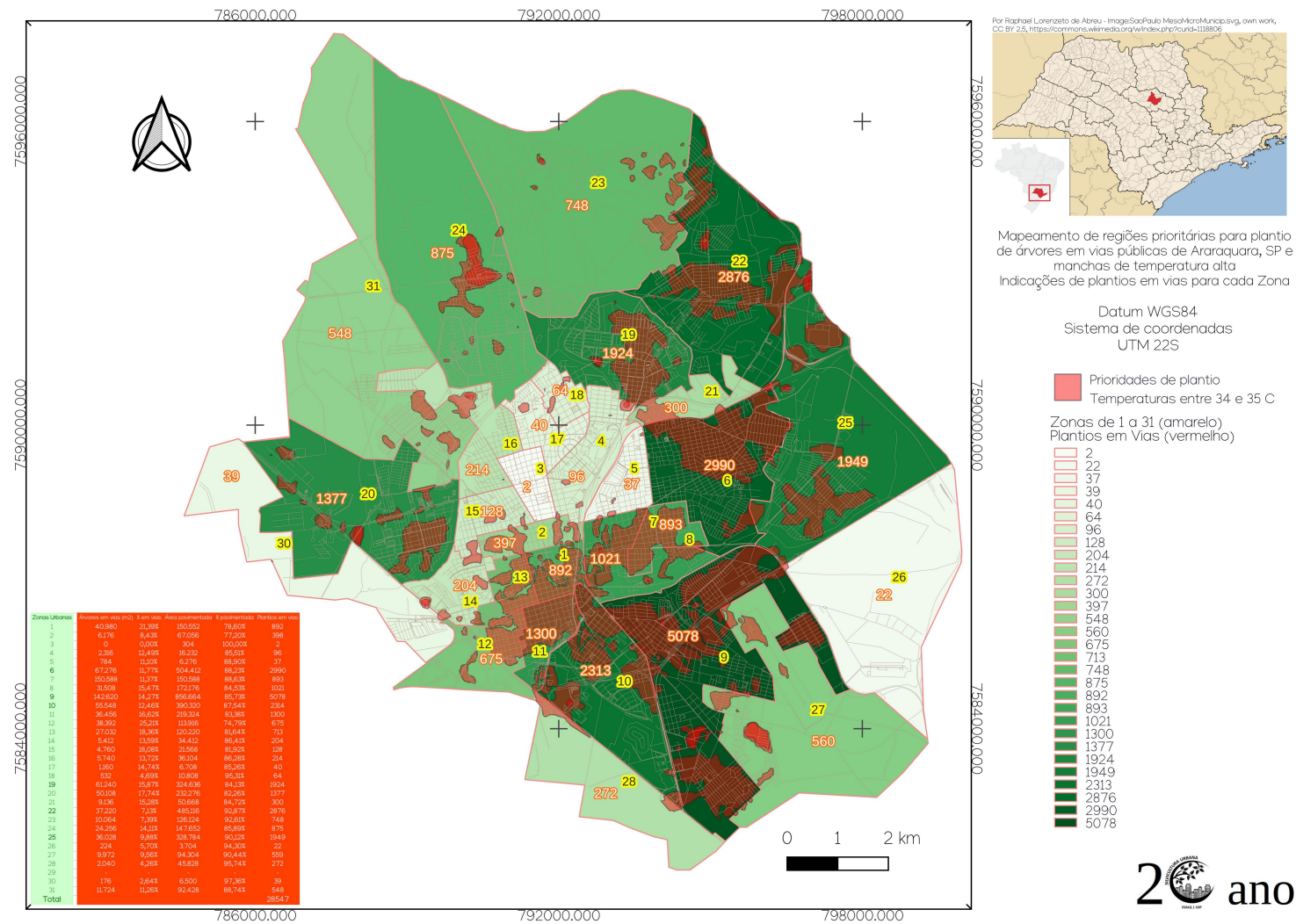
Esse valor é pequeno se pensarmos numa meta de cobrir 100% da área do espaço viário com sombra das árvores. Quantas árvores precisamos para fazer essa cobertura de 100%? A área calculada de viário que falta sombrear é de 13.598.528 metros quadrados.

Uma árvore de grande porte consegue sombrear aproximadamente 150 metros quadrados de via e portanto aproximadamente 80 mil árvores seria uma meta condizente para plantio.

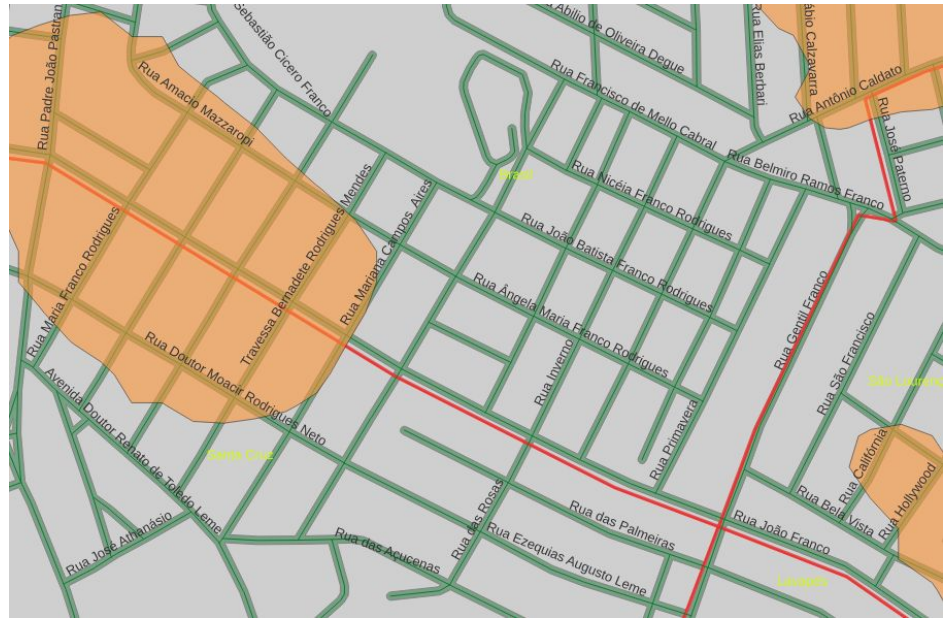
Mas como organizar esse plantio? Não deveríamos começar pelos locais mais carentes e quentes e com maiores problemas de escoamento de águas pluviais? Quais são esses lugares?



Uma das respostas são as áreas de maior calor na cidade. O mapa a seguir identifica essas áreas em cada bairro urbanizado. É um critério importante que está sendo utilizado também pela prefeitura do Rio de Janeiro para priorizar seus plantios.

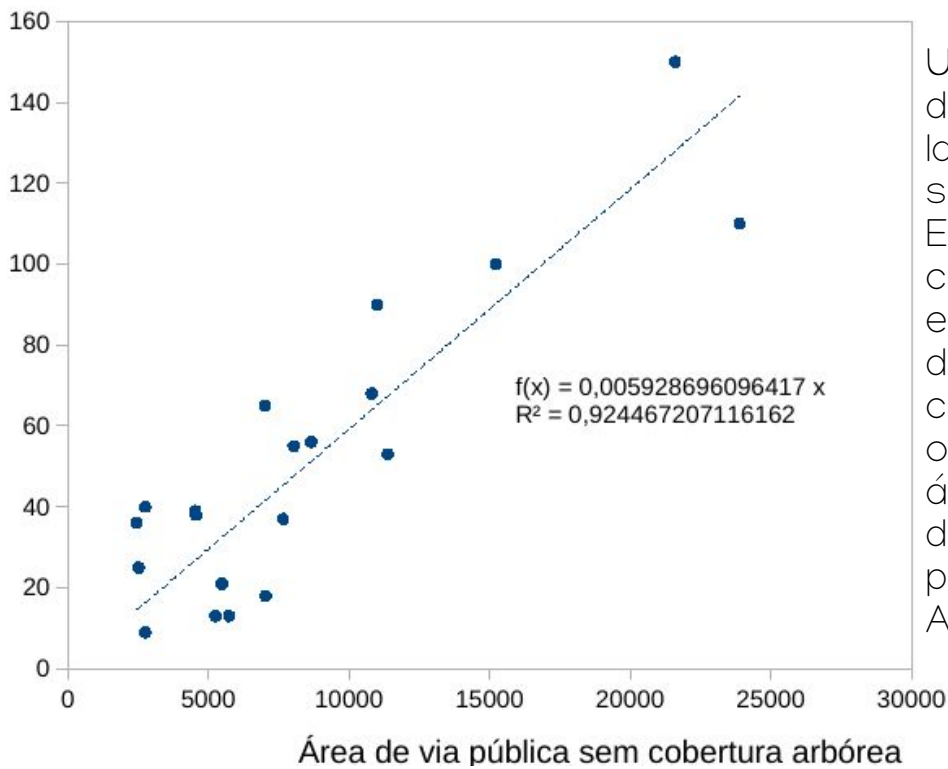
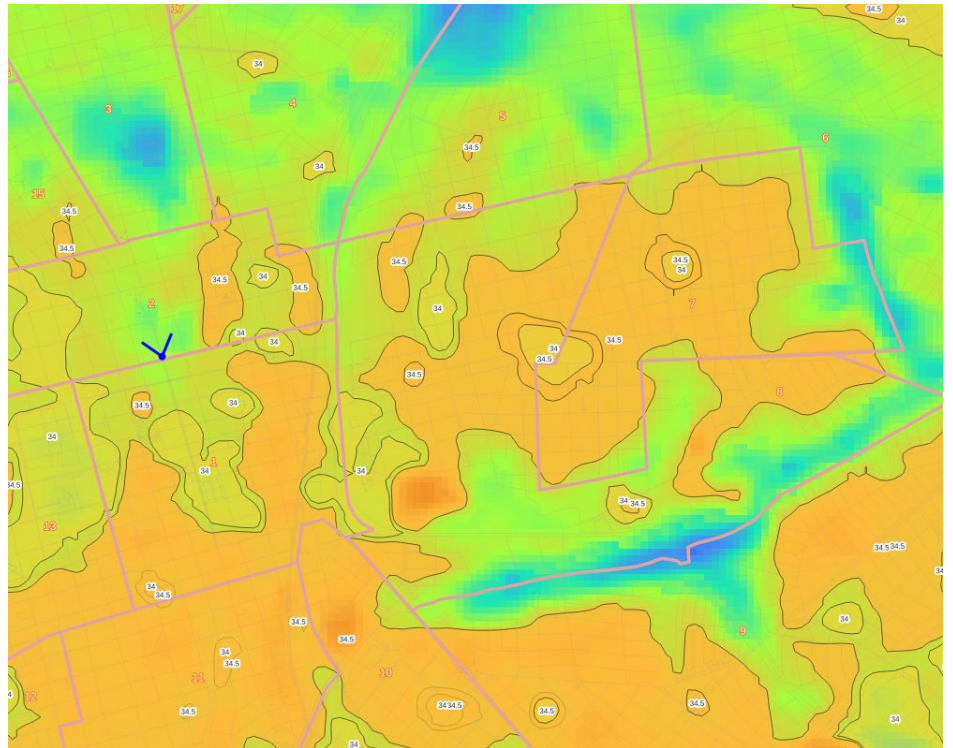


Um zoom no mesmo mapa dentro do mesmo SIG da cidade pode mostrar os trechos de vias mais importantes de serem arborizados pelo critério do ganho de calor pelas superfícies



Prioridades e tempo para os plantios

Um zoom no mesmo mapa dentro do SIG de Araraquara pode mostrar os trechos de vias mais importantes de serem arborizados pelo critério do ganho de calor pelas superfícies e a inclinação do relevo, são os polígonos coloridos ao lado. A priorização encontrou as regiões para plantios a serem desenvolvidos. Essas regiões estão presentes em todos os bairros da cidade.



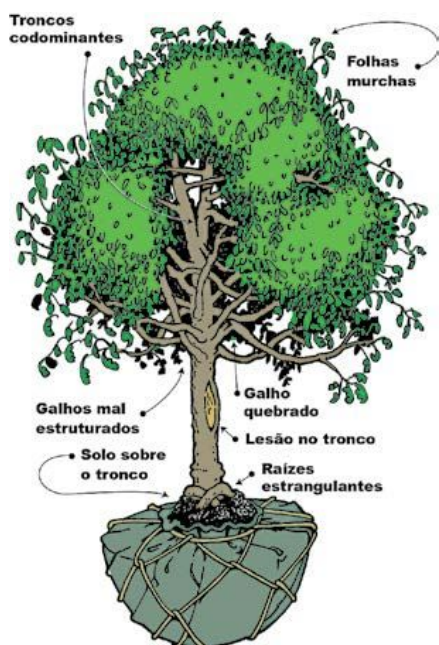
Utilizando a relação desenvolvida pelo laboratório de silvicultura urbana da ESALQ USP para a cidade de São Paulo e presente no plano de arborização da cidade nós obtemos o valor de 28.547 mil árvores para plantio dentro das áreas prioritárias de Araraquara.

Metas e totais de plantios de árvores médias e grandes

Atualmente, segundo informações da secretaria do meio ambiente de Araraquara o custo de plantio é de aproximadamente 200 reais. O custo total de plantio para as 80612 árvores futuras será de 16.132.400 reais. O tempo para plantio é de cinco anos.

A indicação de plantios nas vias em cada bairro urbanizado está a seguir, na coluna da extrema direita, junto com as coberturas encontradas no viário. Esse plantio, quando executado atingirá a meta de cobertura máxima nas vias do tecido urbano da cidade.

| Zonas Urbanas | Área total Arborizada(m2) | % Arbórea | Árvores em vias (m2) | % em vias | Área pavimentada | % pavimentada | Plantios em vias |
|---------------|---------------------------|---------------|----------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | 123.788 | 11,49% | 54.280 | 23,43% | 209900 | 76,56% | 1244 |
| 2 | 90.132 | 8,59% | 24.544 | 16,06% | 170900 | 79,69% | 1013 |
| 3 | 122.048 | 12,74% | 47.252 | 23,08% | 157516 | 76,92% | 934 |
| 4 | 369.728 | 16,02% | 128.584 | 24,59% | 522992 | 75,41% | 3100 |
| 5 | 188.756 | 14,20% | 57.592 | 20,60% | 221960 | 79,40% | 1316 |
| 6 | 874.128 | 15,22% | 156.144 | 13,57% | 994752 | 86,43% | 5897 |
| 7 | 155.048 | 12,79% | 26.652 | 11,83% | 198592 | 88,17% | 1177 |
| 8 | 670.288 | 26,97% | 103.388 | 25,61% | 300368 | 74,39% | 1781 |
| 9 | 1.894.332 | 18,22% | 343.044 | 19,18% | 1.445.756 | 80,82% | 8570 |
| 10 | 1.554.816 | 28,68% | 366.052 | 33,79% | 717.280 | 66,21% | 4252 |
| 11 | 305.340 | 22,25% | 66.668 | 22,07% | 235408 | 77,93% | 1395 |
| 12 | 761.748 | 30,43% | 142.356 | 32,07% | 301492 | 67,93% | 1787 |
| 13 | 119.320 | 11,42% | 53.016 | 22,36% | 184124 | 77,64% | 1091 |
| 14 | 569.072 | 36,55% | 118.664 | 37,67% | 196352 | 62,33% | 1164 |
| 15 | 235.484 | 18,77% | 55.916 | 21,93% | 199048 | 78,07% | 1180 |
| 16 | 687.152 | 25,90% | 104.364 | 22,22% | 365252 | 77,78% | 2165 |
| 17 | 239.212 | 17,87% | 77.428 | 25,77% | 223068 | 74,23% | 1322 |
| 18 | 97.240 | 11,60% | 28.744 | 17,84% | 132416 | 82,16% | 785 |
| 19 | 1.307.140 | 27,90% | 262.372 | 25,70% | 758.396 | 74,30% | 4.496 |
| 20 | 2.354.904 | 27,99% | 329.232 | 27,13% | 884284 | 72,87% | 5242 |
| 21 | 569.336 | 40,60% | 53.328 | 27,94% | 137560 | 72,06% | 815 |
| 22 | 1.822.108 | 19,94% | 281.388 | 20,71% | 1.076.996 | 79,29% | 6384 |
| 23 | 3.791.864 | 26,36% | 306.168 | 30,52% | 697064 | 69,48% | 4132 |
| 24 | 3.091.636 | 24,11% | 389.244 | 33,50% | 772740 | 66,59% | 4581 |
| 25 | 2.023.140 | 18,61% | 285.500 | 23,66% | 921.008 | 76,34% | 5460 |
| 26 | 1.386.296 | 14,21% | 128.000 | 30,13% | 296864 | 69,87% | 1760 |
| 27 | 2.799.628 | 29,73% | 137.852 | 24,14% | 433156 | 75,86% | 2568 |
| 28 | 1.053.180 | 23,80% | 41.144 | 29,93% | 96304 | 70,07% | 571 |
| 29 | 3.077.688 | 40,72% | - | - | - | - | - |
| 30 | 1.722.116 | 32,70% | 105.768 | 37,45% | 176636 | 62,55% | 1047 |
| 31 | 3.505.988 | 24,27% | 336.080 | 37,08% | 570344 | 62,92% | 3381 |
| Total | | | | | | | 80612 |



| | |
|--------------------------------|--------|
| Remoções no último ano | 80 |
| Sobrevivência após o plantio % | 70,00% |
| Tempo para plantio (anos) | 5 |



Totais de plantio para cada Zona

As árvores que vierem dos viveiros com Diâmetro à Altura do Peito DAP acima de 10 cm não devem ter as características do desenho ao lado.

Em cinco anos devem ser plantados cerca de 5709 árvores anualmente nessas áreas, com custo de 1.141.700 reais, com a sobrevivência de 70% devido ao possível vandalismo, principalmente.

Para as áreas prioritárias o custo estimado para implantar árvores de médio e grande porte é de 5.709.400 reais, com o plantio de 28.547 árvores.

| Zonas Urbanas | Árvores em vias (m2) | % em vias | Área pavimentada | % pavimentada | Plantios em vias |
|---------------|----------------------|-----------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | 40.980 | 21,39% | 150.552 | 78,60% | 892 |
| 2 | 6.176 | 8,43% | 67.056 | 77,20% | 398 |
| 3 | 0 | 0,00% | 304 | 100,00% | 2 |
| 4 | 2.316 | 12,49% | 16.232 | 85,51% | 96 |
| 5 | 784 | 11,10% | 6.276 | 88,90% | 37 |
| 6 | 67.276 | 11,77% | 504.412 | 88,23% | 2990 |
| 7 | 150.588 | 11,37% | 150.588 | 88,63% | 893 |
| 8 | 31.508 | 15,47% | 172.176 | 84,53% | 1021 |
| 9 | 142.620 | 14,27% | 856.664 | 85,73% | 5078 |
| 10 | 55.548 | 12,46% | 390.320 | 87,54% | 2314 |
| 11 | 36.456 | 16,62% | 219.324 | 83,38% | 1300 |
| 12 | 38.392 | 25,21% | 113.916 | 74,79% | 675 |
| 13 | 27.032 | 18,36% | 120.220 | 81,64% | 713 |
| 14 | 5.412 | 13,59% | 34.412 | 86,41% | 204 |
| 15 | 4.760 | 18,08% | 21.568 | 81,92% | 128 |
| 16 | 5.740 | 13,72% | 36.104 | 86,28% | 214 |
| 17 | 1.160 | 14,74% | 6.708 | 85,26% | 40 |
| 18 | 532 | 4,69% | 10.808 | 95,31% | 64 |
| 19 | 61.240 | 15,87% | 324.636 | 84,13% | 1924 |
| 20 | 50.108 | 17,74% | 232.276 | 82,26% | 1377 |
| 21 | 9.136 | 15,28% | 50.668 | 84,72% | 300 |
| 22 | 37.220 | 7,13% | 485.116 | 92,87% | 2876 |
| 23 | 10.064 | 7,39% | 126.124 | 92,61% | 748 |
| 24 | 24.256 | 14,11% | 147.652 | 85,89% | 875 |
| 25 | 36.028 | 9,88% | 328.784 | 90,12% | 1949 |
| 26 | 224 | 5,70% | 3.704 | 94,30% | 22 |
| 27 | 9.972 | 9,56% | 94.304 | 90,44% | 559 |
| 28 | 2.040 | 4,26% | 45.828 | 95,74% | 272 |
| 29 | - | - | - | - | - |
| 30 | 176 | 2,64% | 6.500 | 97,36% | 39 |
| 31 | 11.724 | 11,26% | 92.428 | 88,74% | 548 |
| Total | | | | | 28547 |

A coluna Prioritárias está intimamente relacionada com o objetivo de prover resiliência urbana para com as mudanças climáticas



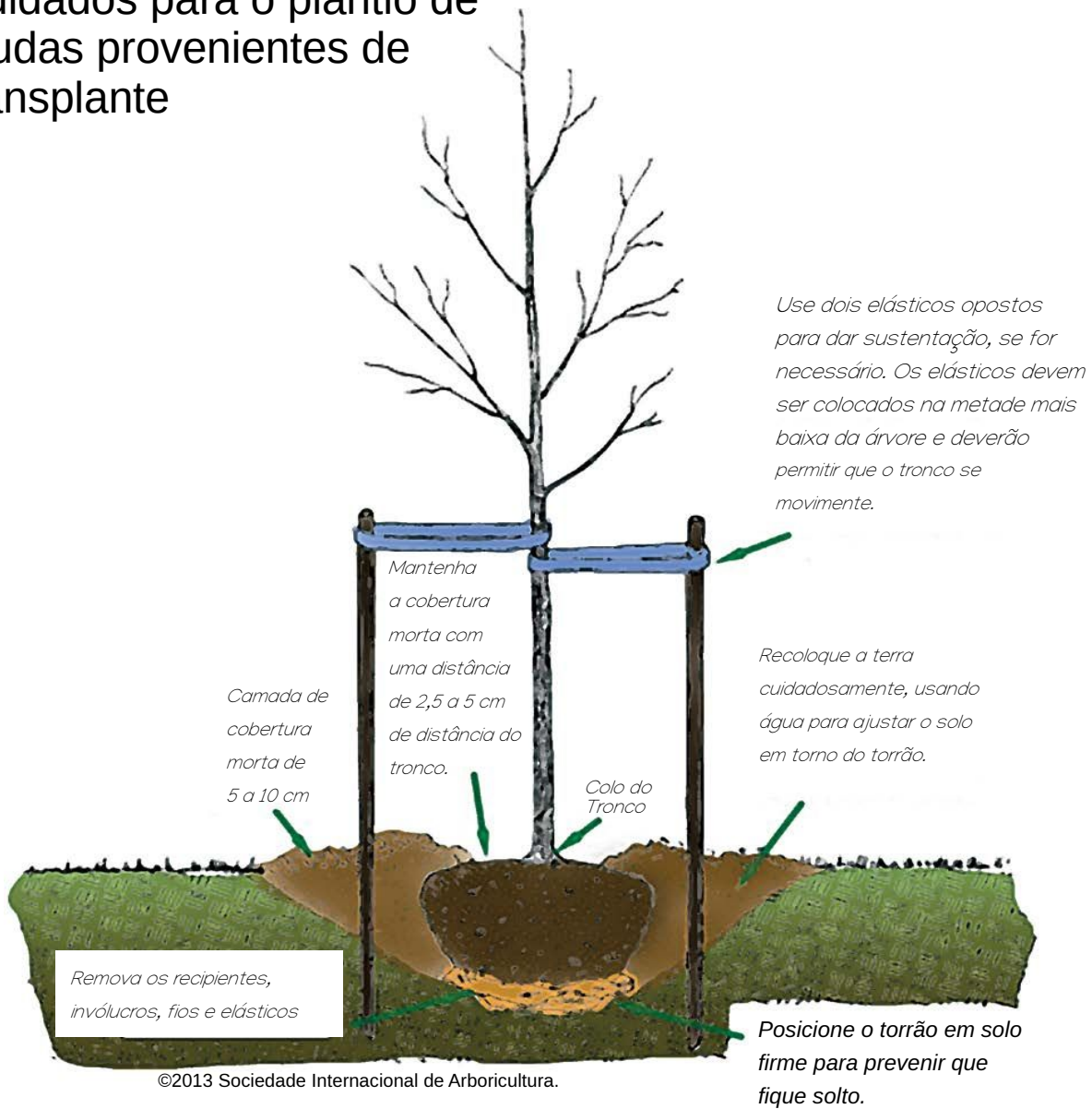
Ações de envolvimento da comunidade no plantio e manutenção das árvores podem vir a diminuir o vandalismo e facilitar a implantação das árvores, tais como fazer os plantios em conjunto com escolas e associações comunitárias.



Retrospectiva 2021: plantio de árvores e preservação do meio ambiente são políticas públicas em Jundiaí | Notícias

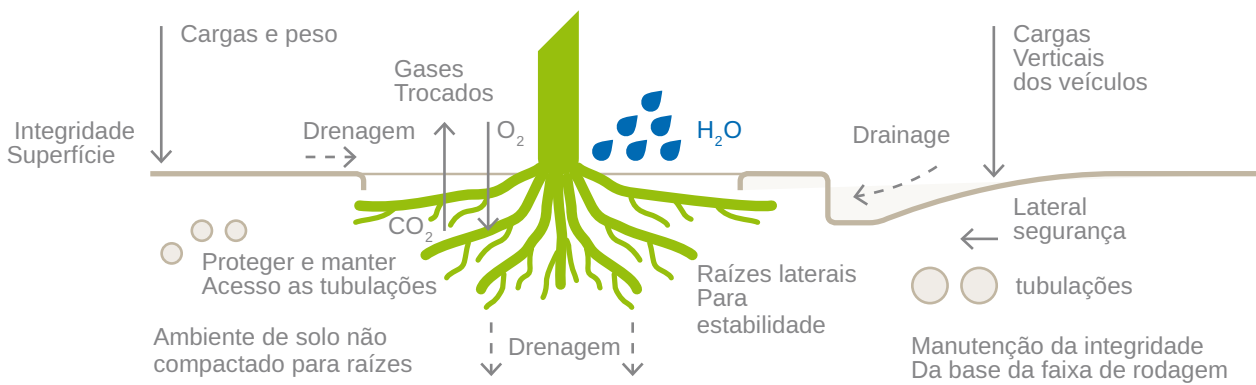
<https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2021/12/31/retrospectiva-2021-plantio-de-arvores-e-preservacao-do-meio-ambiente-sao-politicas-publicas-em-jundiai/>

Cuidados para o plantio de mudas provenientes de transplante



Existem locais para plantio de árvores fora da calçada quando essas calçadas são muito estreitas e possuem fios e postes que impedem um bom local de desenvolvimento para árvores de maior porte. Como alternativa é possível criar áreas de solo preparado bem junto onde os carros estacionam, entre uma vaga e outra. A seguir o que acontece na manutenção de calçadas com tubulações enterradas e ainda convivendo com as necessidades das raízes das árvores. As raízes de ancoragem (até 5 metros de raio entorno da árvore) devem sempre ser preservadas.

Resumindo o que deve acontecer numa calçada, um espaço "duro" para as raízes



Conclusão

O que a cidade ganhará em valores com as direções apontadas aqui?

A área urbana de Araraquara, com a implantação do novo Sistema de Informação Geográfica para as árvores e seu plano de arborização em execução irá valorizar a floresta urbana com novas árvores de sombra e a maior capacidade de diagnosticar as necessidades de manejo da floresta urbana. Com a participação dos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade a cidade terá a oportunidade de evoluir nas ferramentas digitais de gestão do verde urbano.

Tais árvores produzirão serviços ecossistêmicos da ordem de 20 mil reais durante toda sua vida o que poderá chegar a 73 milhões de reais em serviços para a comunidade traduzidos em melhoria microclimática, economia no uso de energia, limpeza do ar, microdrenagem, economia na manutenção do asfalto e saúde pública com a diminuição de internações e problemas psicológicos.

Escolha de espécies

O anexo A contém indicação de espécies para plantio em 6 tipos diferentes de via .

A indicação principal é para o uso de espécies nativas da região bioclimática da cidade de Araraquara mas existem árvores conhecidas e de “sombra” e que serão mais recomendadas.

Existem listagens de espécies nativas do instituto de Botânica porém muitas espécies não foram testadas.

Uma outra indicação seria utilizar a chave arborizar do manual de arborização da prefeitura de São Paulo e incluir algumas espécies do anexo A.

ANEXO A

Espécies indicadas para tipologias definidas de via pública

Espécies recomendadas

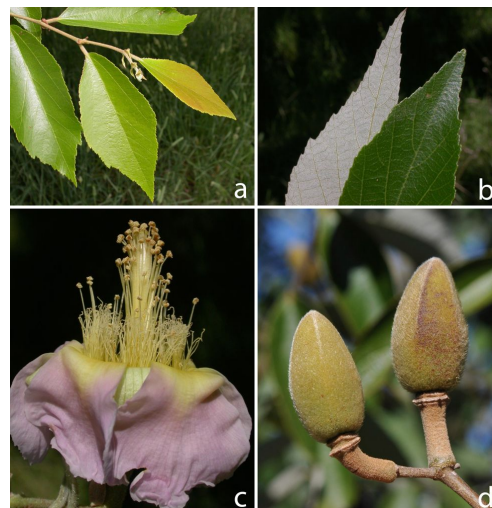
- [01 – Açoita-cavalo](#) (*Luehea divaricata*)
[02 – Alecrim-de-campinas](#) (*Holocalyx balansae*)
[03 – Mirindiba rosa](#) (*Lafoensia glyptocarpa*)
[04 – Araucaria colunar](#) (*Araucaria columnaris*)
[05 – Aroeira-pimenteira](#) (*Schinus terebinthifolius*)
[06 – Braquiquito](#) (*Brachychiton acerifolium*)
[07 – Cheflera](#) (*Schefflera actinophylla*)
[08 – Cipreste italiano](#) (*Cupressus sempervirens*)
[09 – Escovinha-de-garrafa](#) (*Callistemon viminalis*)
[10 – Grevilha](#) (*Grevillea robusta*)
[11 – Ingá](#) (*Inga* sp.)
[12 – Ipê branco](#) (*Tabebuia roseo alba*)
[13 – Ipê rosa](#) (*Handroanthus rosea*)
[14 – Ipê-amarelo](#) (*Tabebuia alba*)
[15 – Louro-pardo](#) (*Cordia trichotoma*)
[16 – Jambo vermelho](#) (*Syzygium jambos*)
[17 – Lofântera](#) (*Lophanthera lactescens*)
[18 – Magnólia-amarela](#) (*Magnolia champaca*)
[19 – Melaleuca](#) (*Melaleuca leucadendra*)
[20 – Pau mulato](#) (*Calycophyllum spruceanum*)
[21 – Sabão-de-soldado](#) (*Sapindus saponaria*)
[22 – Quaresmeira](#) (*Tibouchina granulosa*)
[23 – Quereuteria](#) (*Koelreuteria bipinnata*)
[24 – Coração de negro](#) (*Poecilanthe parviflora*)
[25 – Pata-de-vaca](#) (*Bauhinia* sp.)
[26 – Falso-barbatimão](#) (*Cassia leptophylla*)
[27 – Dedaleiro](#) (*Lafoensia pacari*)
[28 – Falso-chorão](#) (*Schinus molle*)
[29 – Guatambu](#) (*Aspidosperma parvifolium*)
[30 – Paineira](#) (*Chorisia speciosa*)
[31 – Caroba](#) (*Jacaranda cuspidifolia*)
[32 – Albizia](#) (*Albizia lebeck*)
[33 – Aldrigo](#) (*Pterocarpus violaceus*)
[34 – Sena](#) (*Senna multijuga*)
[35 – Sibipiruna](#) (*Caesalpinia pluviosa*)
[36 – Samanea](#) (*Samanea saman*)
[37 – Algodão-da-praia](#) (*Hibiscus pernambucensis*)
[38 – Canela sassafrás](#) (*Ocotea odorifera*)
[39 – Pau-de-tucano](#) (*Vochysia tucanorum*)
[40 – Araribá](#) (*Centrolobium tomentosum*)
[41 – Cabreúva](#) (*Myrocarpus frondosus*)
[42 – Resedá-gigante](#) (*Lagerstroemia speciosa*)
[43 – Mulungú](#) (*Erythrina verna*)
[44 – Macadamia](#) (*Macadamia integrifolia*)
[45 – Tamanqueira](#) (*Aegiphila sellowiana*)
[46 – Nogueira de iguape](#) (*Aleurites moluccana*)
[47 – Canela verdadeira](#) (*Cinnamon zeylanicum*)
[48 – Cordia ou baba de boi](#) (*Cordia superba*)
[49 – Pau-pereira](#) (*Platycyamus renellii*)
[50 – Guaxupita](#) (*Esenbeckia grandiflora*)
[51 – Mutambu](#) (*Guazuma ulmifolia*)
[52 – Pau marfim](#) (*Balfourodendron riedelianum*)
[53 – Tipuana](#) (*Tipuana tipu*)

01 - Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



02 - Alecrim-de-campinas (*Holocalyx balansae*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

03 - Mirindiba rosa (*Lafoensia glyptocarpa*)



Necessita de canteiro largo e matéria orgânica abundante.

Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

04 - Araucaria colunar (*Araucaria columnaris*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga



05 - Aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



06 – Braquiquito (*Brachychiton acerifolium*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga



07 - Cheflera (*Schefflera actinophylla*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

08 - Cipreste italiano (*Cupressus sempervirens*)



Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

09 – Escovinha-de-garrafa (*Callistemon viminalis*)



Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

10 – Grevilha (*Grevillea robusta*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga
Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita



11 - Ingá (*Inga sp.*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

12 - Ipê branco (*Tabebuia roseo alba*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

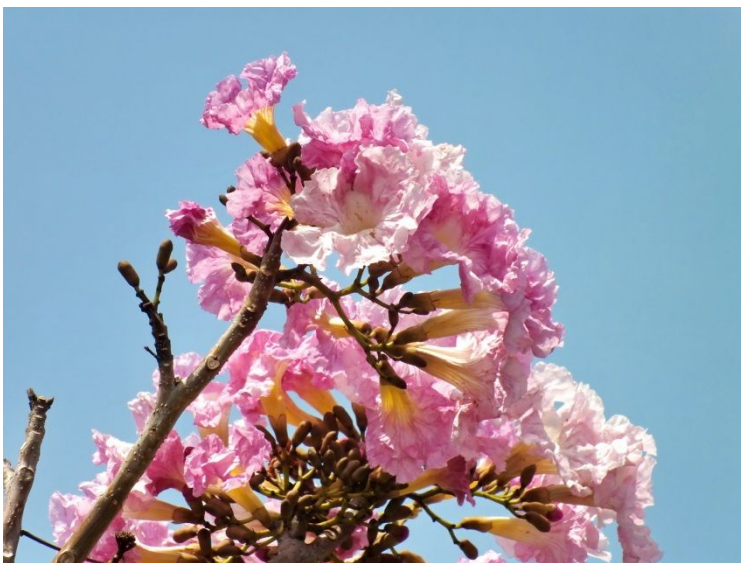
Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita



13 – Ipê rosa (*Handroanthus rosea*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga



14 - Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

15 - Louro-pardo (*Cordia trichotoma*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

16 - Jambo vermelho (*Syzygium jambos*)



Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



17 - Lofântera (*Lophanthera lactescens*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

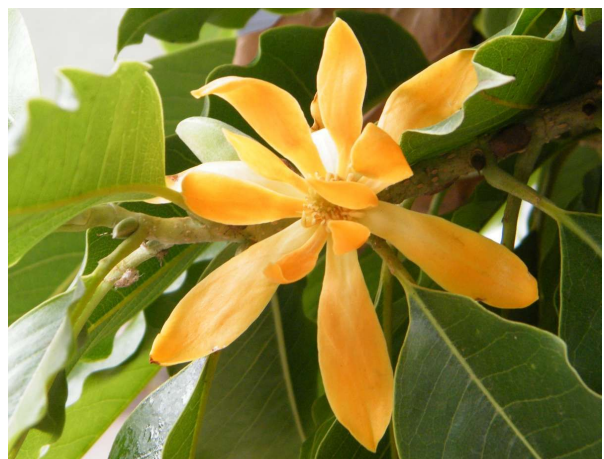


18 – Magnólia-amarela (*Magnolia champaca*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga





Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga
Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita
Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



20 – Pau mulato (*Calycophyllum spruceanum*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



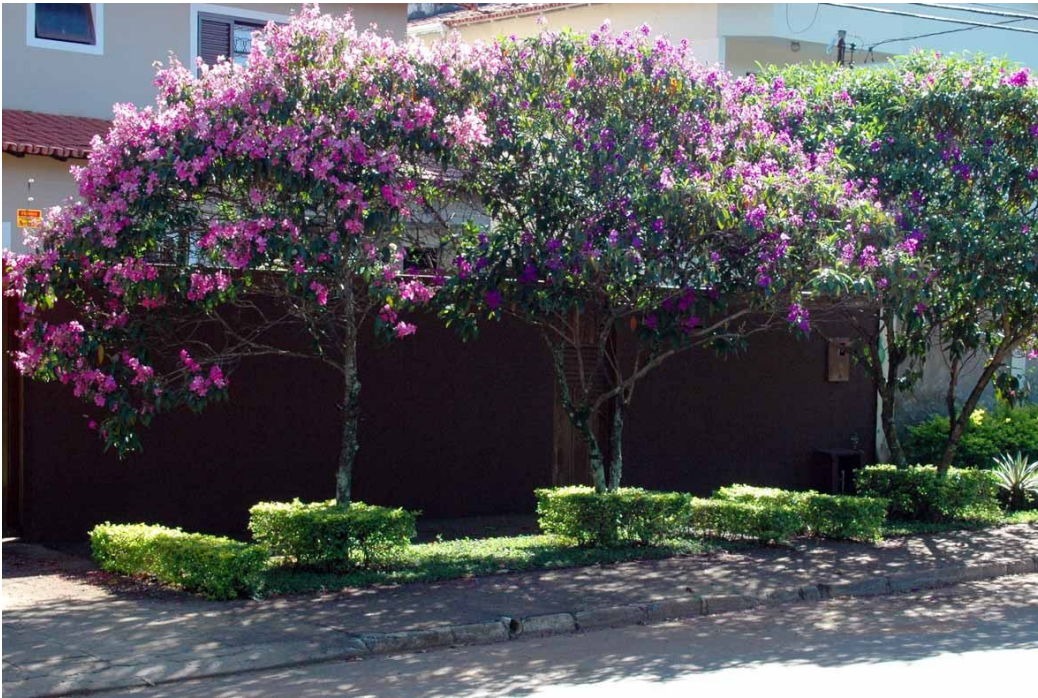
21 - Sabão-de-soldado (*Sapindus saponaria*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

22 - Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



23 - Quereuteria (*Koelreuteria bipinnata*)



By Mário Franco
Fev. 2012



By Mário Franco
Fev. 2012

Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)



ÁRVORE DA CHINA
(*Koelreuteria bipinnata*)
by Mário Franco
Daruma - 20 mar 2010

24 - Coração de negro (*Poecilanthe parviflora*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

25 – Pata-de-vaca (*Bauhinia* sp.)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

26 - Falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)

27 - Dedaleiro (*Lafoensia pacari*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



28 - Falso-chorão (*Schinus molle*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

29 - Guatambu (*Aspidosperma parvifolium*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



30 – Paineira (*Chorisia speciosa*)



Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)

Recomendar o plantio e a substituição após 20 anos.

31 – Caroba (*Jacarandá cuspidifolia*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



32 – Albizia (*Albizia lebeck* (L.) Benth.)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



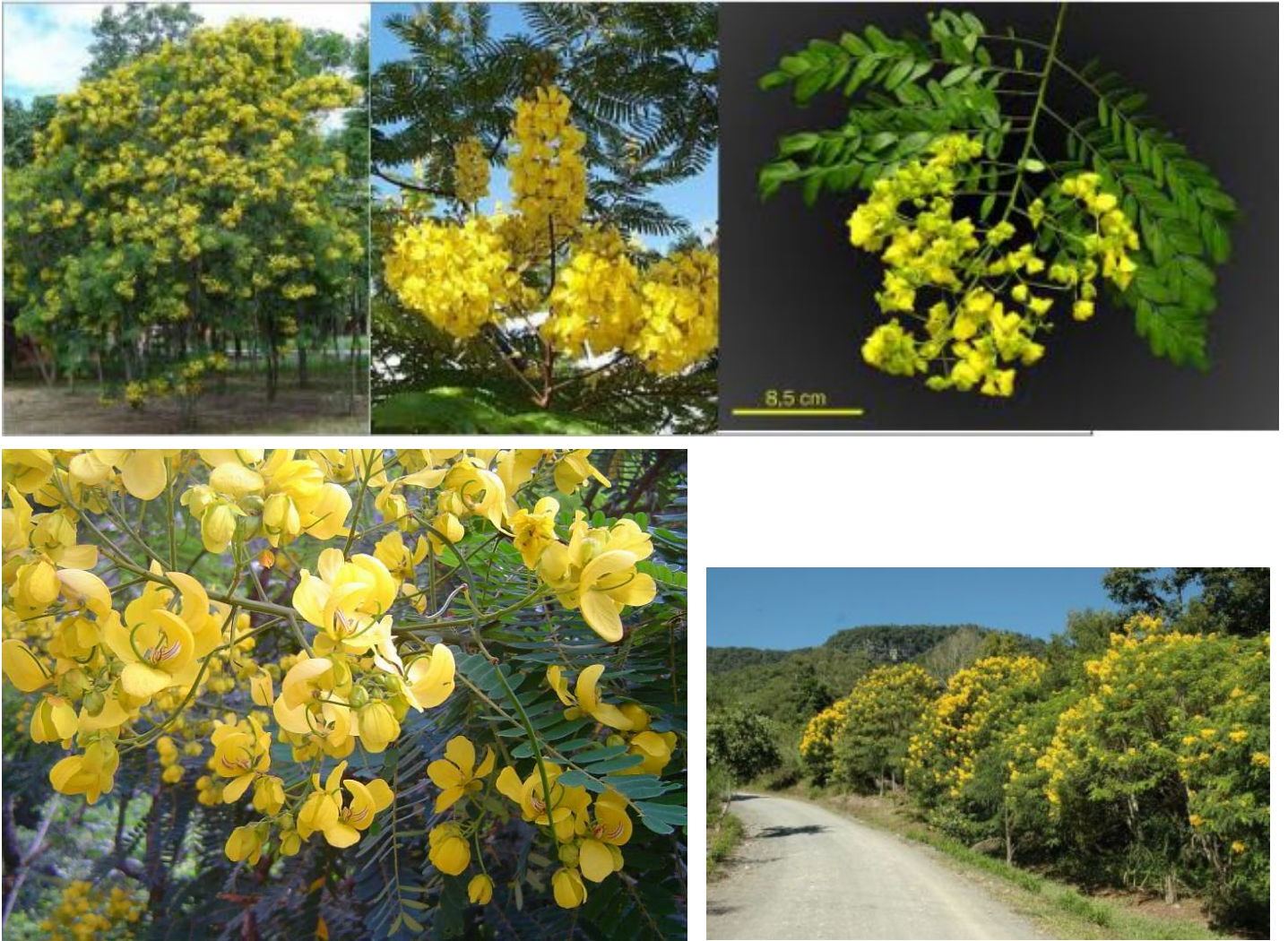
33 – Aldrigo (*Pterocarpus violaceus*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)



34 - Sena (*Senna multijuga*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

35 – Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*)



Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)



36 – Samanea (Samanea saman)



Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)



37 – Algodão-da-praia (*Hibiscus pernambucensis*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

38 – Canela sassafrás (*Ocotea odorifera*)



Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)



39 – Pau-de-tucano (*Vochysia tucanorum*)



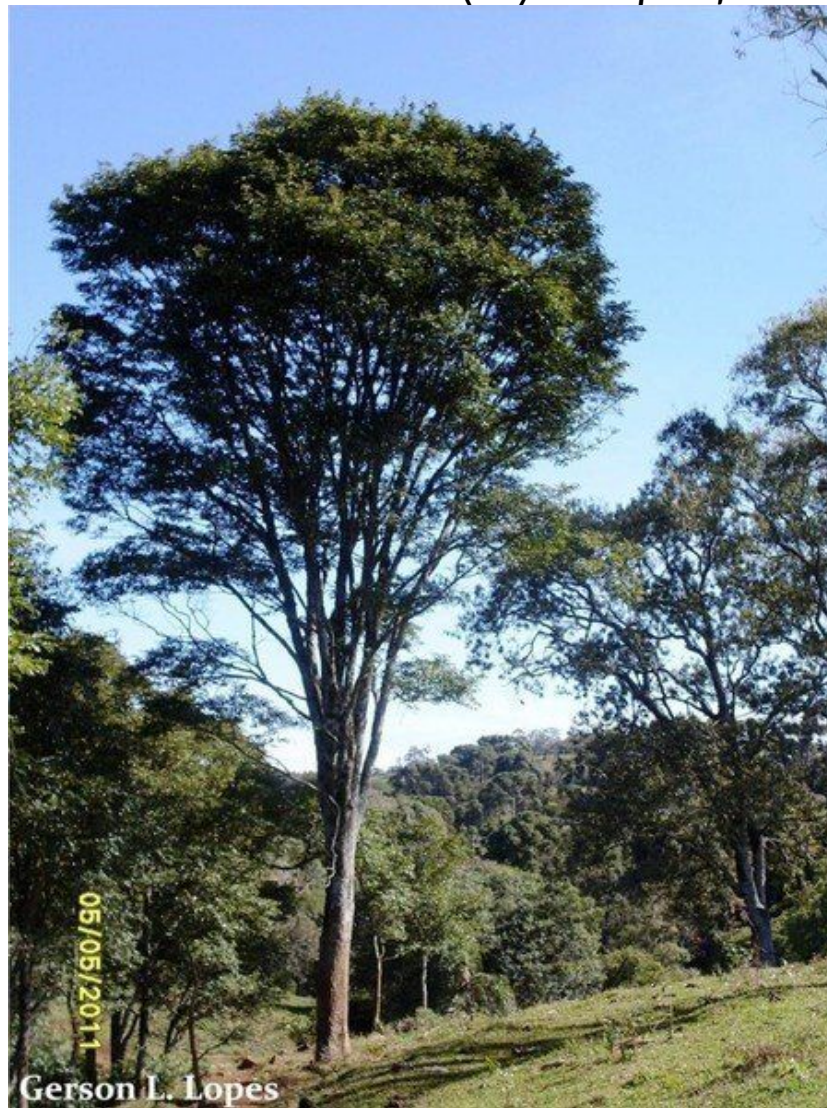
Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)

40 – Araribá (*Centrolobium tomentosum*)



Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)

41 - Cabreúva (*Myrocarpus frondosus*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)

42 - Resedá-gigante (*Lagerstroemia speciosa*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)



43 – Erythrina (*Erythrina verna*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)



44 – Macadamia (*Macadamia integrifolia*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

45 - Tamanqueira (*Aegiphila sellowiana*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

46 – Nogueira de iguape (*Aleurites moluccana*)



Tipologia 6: Bairros com lotes padrão, calçadas largas (acima de 3 m)



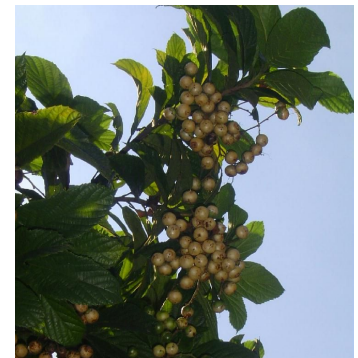
47 – Canela verdadeira (*Cinnamomum zeylanicum*)



Desenho de Anderson Porto

Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

48 – Cordia ou baba de boi (*Cordia superba*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

49 – Pau-pereira (*Platycyamus renellii*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)



50 – Guaxupita (*Esenbeckia grandiflora*)



Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

51 - Mutambu (*Guazuma ulmifolia*)



Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita



52 – Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*)



Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)



53 - Tipuana



Tipuana tipu



Tipuana produces a natural gas (ethylene) from



