

# Diagnóstico e planejamento da arborização urbana de Engenheiro Coelho, São Paulo



ESALQ

Setembro 2021



# 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.

Prefeito: ZEEDIVALDO ALVES DE MIRANDA  
Meio Ambiente de Engenheiro Coelho

A Secretaria que cuida do Meio Ambiente tem a finalidade de planejar e executar as ações de proteção, educação ambiental e preservação da qualidade de vida urbanística no âmbito municipal, bem como estabelecer parcerias com os governos estadual e federal e entidades não-governamentais, visando ao desenvolvimento sustentável da cidade.

Nome: Rossard Ribeiro de Oliveira  
Diretor do meio ambiente

Membro da equipe da Secretaria de Meio Ambiente:

- Francisca Pineiro da Silveira Costa, coordenadora do município verde azul em Engenheiro Coelho



# ESALQ

Planejamento de florestas urbanas com ênfase  
em vias públicas

Dr. Jefferson Polizel

Doutor em Geografia pela FFLCH USP

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo.

Agosto 2021

# Conteúdo

Introdução	
Qual o sentido de pensar em florestas urbanas?	4
Pequena Revisão	
Aspectos históricos da cidade de Engenheiro Coelho	6
Importância das árvores no tecido urbano e do planejamento	
Métodos e materiais usados nesse trabalho	
Imagens de satélites e dados de inventário	24
Resultados e direções	27
Dados das árvores	
Mapa de cobertura arbórea nos bairros	35
Mapa de temperatura de superfície da cidade	37
Mapeamento do relevo	38
Prioridades e tempo para os plantios	38
Escolha de espécies arbóreas	43
Próximas ações de gestão da floresta urbana	43
Conclusão	
O que a cidade ganhará em valores com as direções apontadas aqui?	44
Anexo A – Espécies	45

# Introdução

A floresta urbana é definida por MOll (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.

Rua Batatais, São paulo



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 Engenheiro Coelho;
- 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;
- Mapear as áreas prioritárias para a arborização no Município de Engenheiro Coelho.

Além disso o plano é o início das atividades que visam **conhecer, ampliar, enriquecer e qualificar a cobertura arbórea do Município**; conferir excelência ao plantio e ao manejo da arborização em Engenheiro Coelho; 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.



## Aspectos históricos da cidade

### História

Engenheiro Coelho era uma colônia situada na Fazenda do município de Mogi sendo inicialmente chamada de Guaiquica. O nome Engenheiro Coelho era inicialmente da estação de trem que passa pela localidade, em homenagem ao engenheiro José Luiz Coelho, responsável pela inspeção da estrada de ferro[7]. Com a construção da estrada (SP 147) que liga Limeira a Mogi Mirim em meados de 1939 a colônia começa a se desenvolver.

Por volta de 1930, Antonio Alves Cavalheiro empreendeu as construções da segunda sala de aula do Grupo Escolar e da Capela São Pedro, inaugurada em 29 de junho de 1936. Para essa última empreitada ele contou com a ajuda da comunidade. O genro de Pedro Hereman foi um incentivador da educação. Além de lecionar na escola da Guaiquica, seguindo o exemplo de seu sogro, Cavalheiro e sua esposa Helena se encarregavam de hospedar os outros professores contratados. Depois de muita luta, em 1937 ele conseguiu a implantação da energia elétrica na propriedade, benfeitoria que não pode usufruir, devido ao seu falecimento, em 21 de fevereiro de 1936. Até então, Engenheiro Coelho não passava de uma das colônias da Fazenda Guaiquica (São Pedro), sem nenhuma perspectiva de desenvolvimento. A partir de 1936, com a construção da estrada de Rodagem de Limeira a Mogi Mirim, que passava ao lado da colônia, e da Estrada de Rodagem de Engenheiro Coelho a Artur Nogueira, ligando-se com Cosmópolis (1937) esse quadro modificou-se. No cruzamento dessas rodovias e ferrovias foi construído um grupo de edificações por Amin José Flaifel. Em uma delas abriu uma casa de comércio com residência nos fundos, funcionando nas outras edificações o gabinete dentário do Dr. Lázaro da Silva (Lazinho) e a barbearia do Jacinto Leme. Além dessas construções havia o bar do Joaquim Olivério, às margens da estrada de Rodagem de Engenheiro Coelho a Artur Nogueira.

<https://www.pmec.sp.gov.br/historia/>



Hoje a cidade possui aproximadamente 21 mil habitantes e com uma economia e PIB per capita de 37.800 reais (2018).

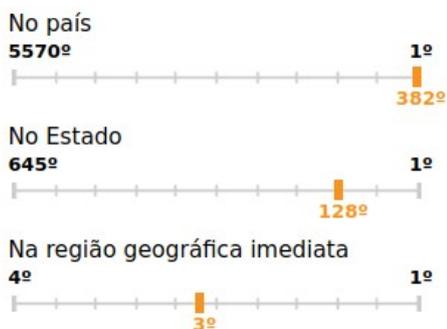
Possui Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) [2010] de 0,732 e conta com 23% da população ocupada com 2,6 salários mínimos per capita.

Eng.  
Coelho  
hoje  
segundo o  
IBGE

ECONOMIA	
PIB per capita [2018]	<b>32.701,36</b> R\$
Percentual das receitas oriundas de fontes externas [2015]	<b>75,5</b> %
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) [2010]	<b>0,732</b>
Total de receitas realizadas [2017]	<b>54.941,02</b> R\$ (×1000)
Total de despesas empenhadas [2017]	<b>50.224,98</b> R\$ (×1000)

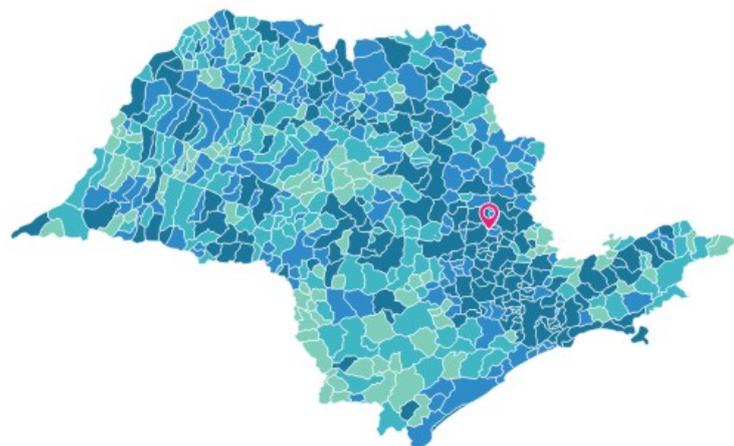
Salário médio mensal dos trabalhadores formais [2019]  
**2,6** salários mínimos

Comparando a outros municípios



[Acessar página de ranking](#)

Salário médio mensal dos trabalhadores formais



Legenda

até 2 salários mínimos    até 2,2 salários mínimos    até 2,5 salários mínimos    mais que 2,5 salários mínimos

■ Dado inexistente para este município

📍 Local selecionado

Pessoal ocupado [2019]  
**4.721** pessoas

População ocupada [2019]  
**22,7** %

Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo [2010]  
**31** %

# Pequena revisão

## 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%.



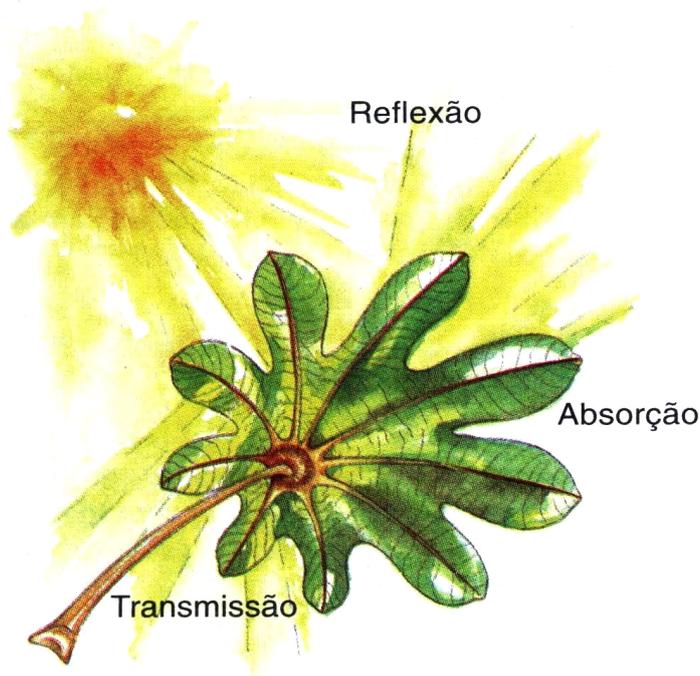
Eis então, um bom motivo, uma boa explicação para arborizar as cidades. A saúde da população será melhorada, os custos públicos poderão diminuir e, além disso, a cidade vai ficar mais bonita.

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 km<sup>2</sup> de tecido urbano, equivalente a uma cidade com 300 mil habitantes. Teríamos então, 18 km<sup>2</sup> de viário com aproximadamente 2/3 de asfalto, ou seja, 12 km<sup>2</sup>, o restante seria de calçadas. Multiplicando por quinze reais por metro quadrado de economia com manutenção (em trinta anos) devido a cobertura arbórea tem-se uma economia de R\$ 6.000.000 por ano.

Nada mal para uma administração municipal poder economizar até 58% dos gastos com manutenção do asfalto.

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

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 m<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup>
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

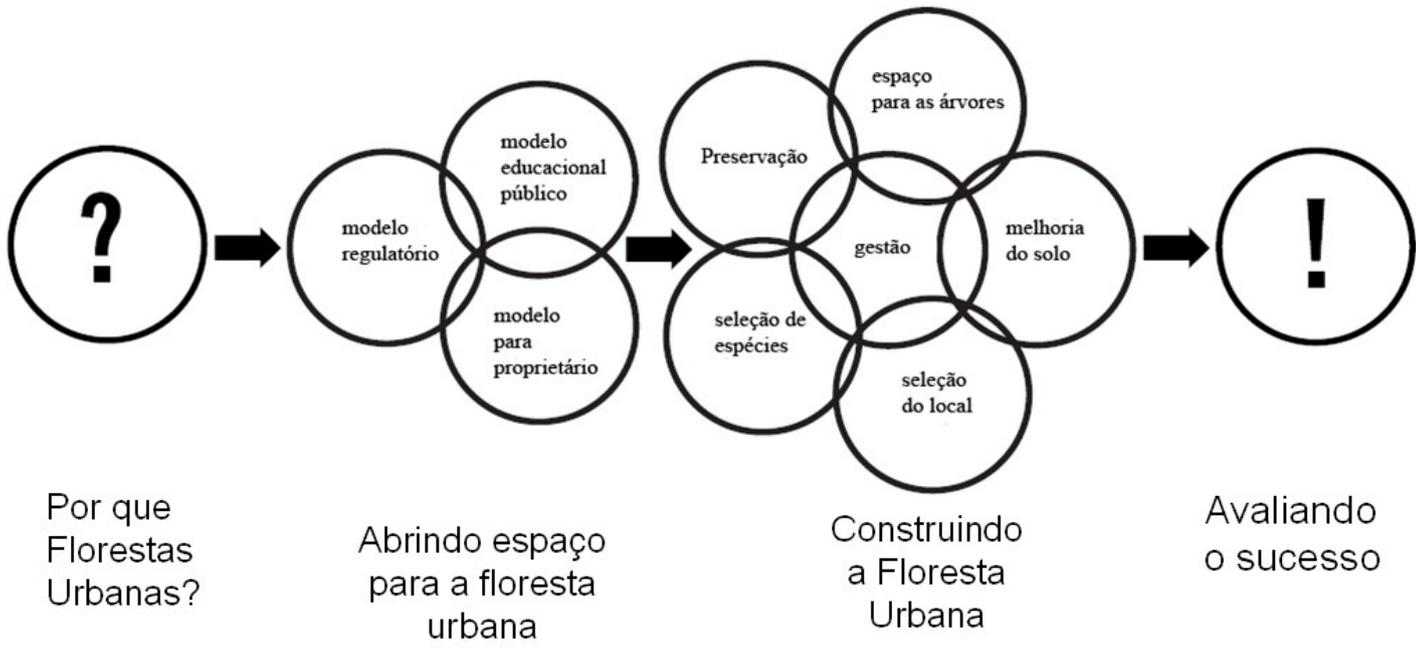


O planejamento da floresta urbana, em princípio, não precisa ocorrer no mesmo ambiente do planejamento urbano. Entretanto, é vantajoso quando isso ocorre. Quando a floresta urbana é planejada isoladamente, deve-se considerar o planejamento urbano já existente e todo o conjunto de normas específicas nesse sentido. Existe uma relação muito próxima entre iniciativas de arborização e "políticas urbanas" e "legislações municipais" existentes. Estas são o conjunto de normas e ações praticadas com o mesmo objetivo: a qualidade de vida e o bem-estar da coletividade urbana. Nesse contexto estão os planos diretores urbanos, zoneamentos, diretrizes, códigos de obras e posturas municipais, assim como leis e normas específicas relativas ao ambiente e à floresta urbana.



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

O modelo de floresta urbana do estado da Georgia, 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.



Adaptado de: Georgia Model Urban Forestry, 2001

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:

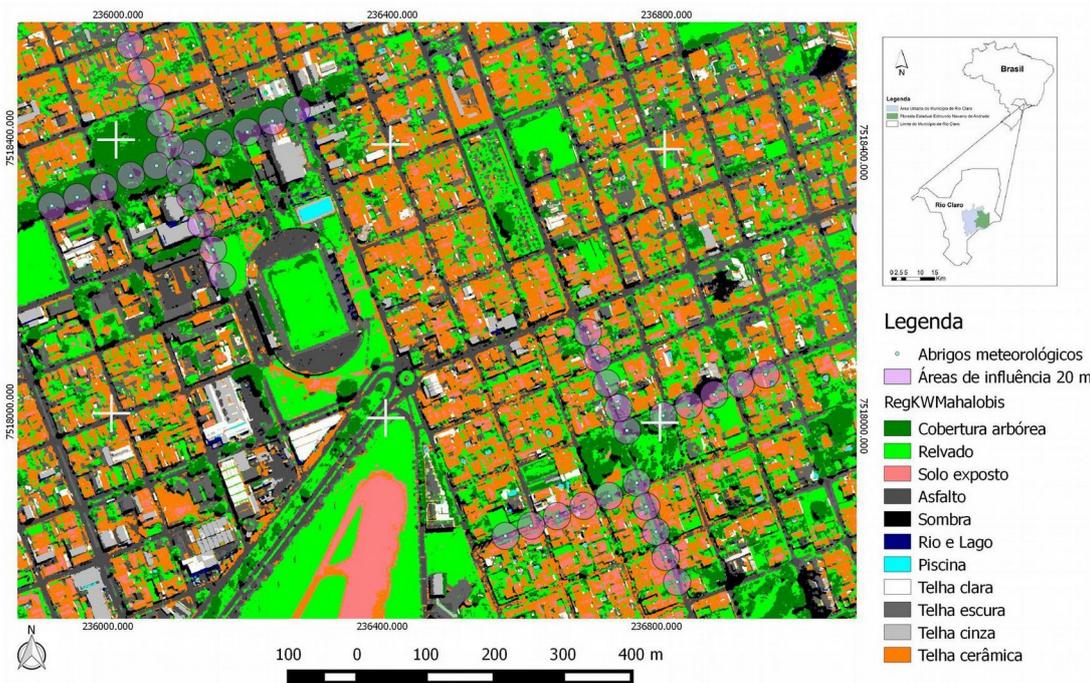
- que a comunidade reconheça que a Floresta Urbana provê uma ampla variedade de benefícios,
- que a floresta Urbana exige a intervenção humana para a sua regeneração e manutenção,
- que estas florestas existem dentro de fronteiras políticas e geográficas bem definidas.

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, de maneira que é possível se estabelecer indicadores de desempenho que apontam como a cidade caminha para a sustentabilidade de sua floresta urbana, Quadro 1.

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

# Como fazer?

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

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

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

O programa de arborização deve estabelecer para cada rua ou padrão de rua a espécie e o formato de árvore a utilizar, indicando se o plantio será de um ou de ambos os lados da rua. Deve definir paisagisticamente se o plantio será regular, com uma única espécie por rua, intercalado por espécies diferentes a cada determinado número de quarteirões ou totalmente misto, dentro de padrões de porte aceitáveis.

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

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

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 ( $d_{min}$ ) necessária para garantir a sanidade do sistema florestal urbano. As variáveis qualitativas vão nortear o manejo das árvores existentes nos bairros e cidade.

## Sensoriamento remoto para planejamento de florestas urbanas

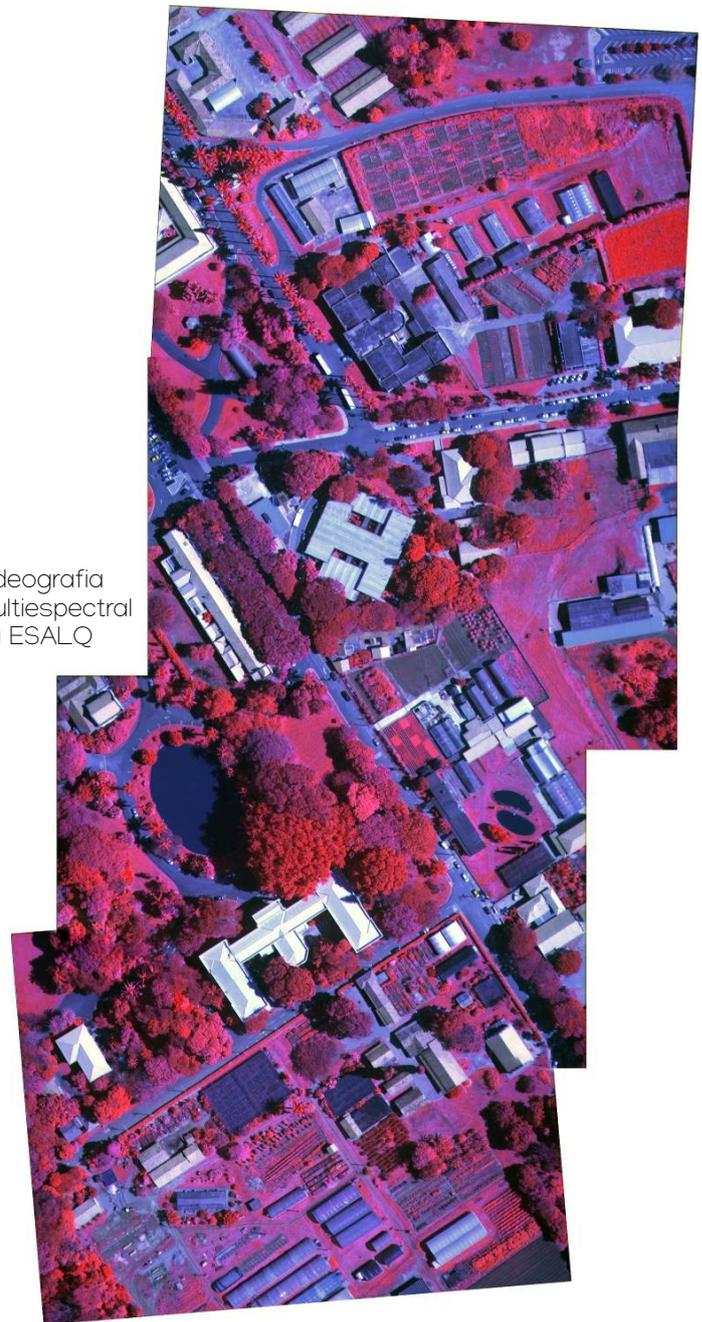
O uso de imagens provenientes de sensores remotos é atualmente o meio mais rápido e prático de obtenção de dados importantes para o planejamento de florestas urbanas.

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.

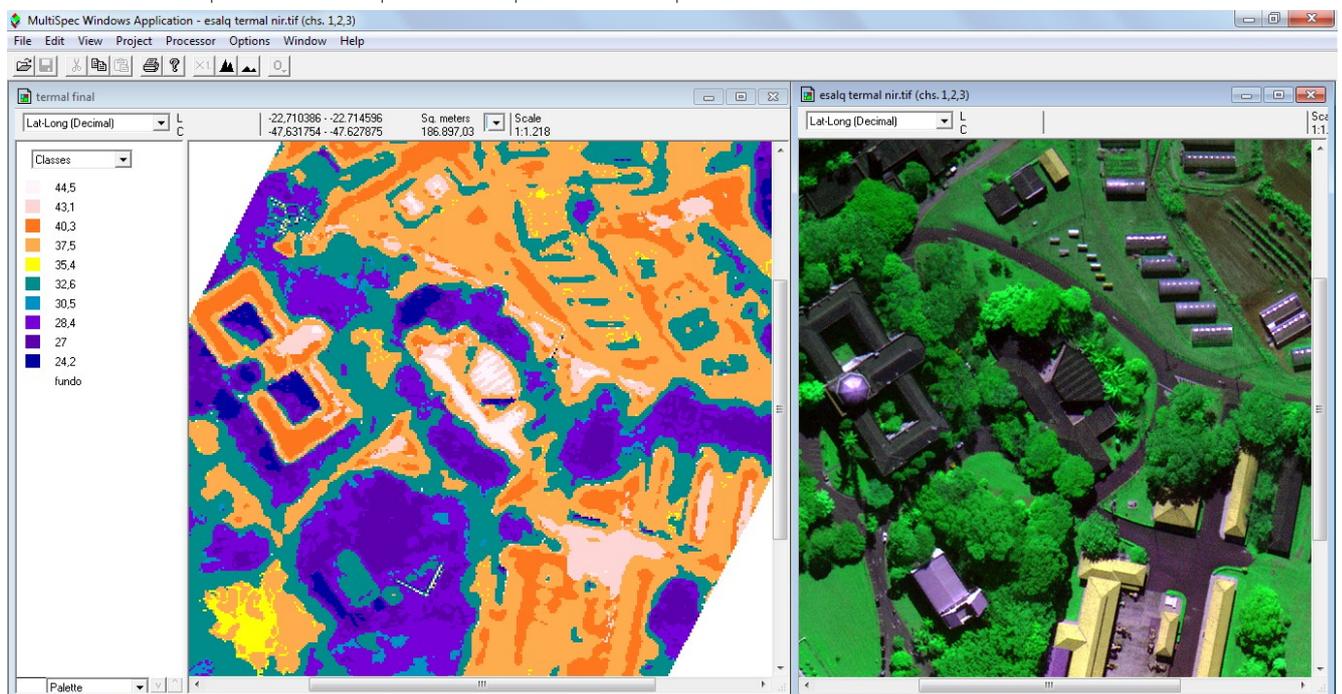
Desse modo ainda é possível relacionar o dado de projeção de copa com outras superfícies urbanas para elaboração de índices de floresta urbana que poderão auxiliar na tomada de decisões sobre qual área é mais carente e deve receber investimentos e qual área possui mais árvores e deve receber investimentos 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.

$s$  = erro padrão =  $\sqrt{s^2}$

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

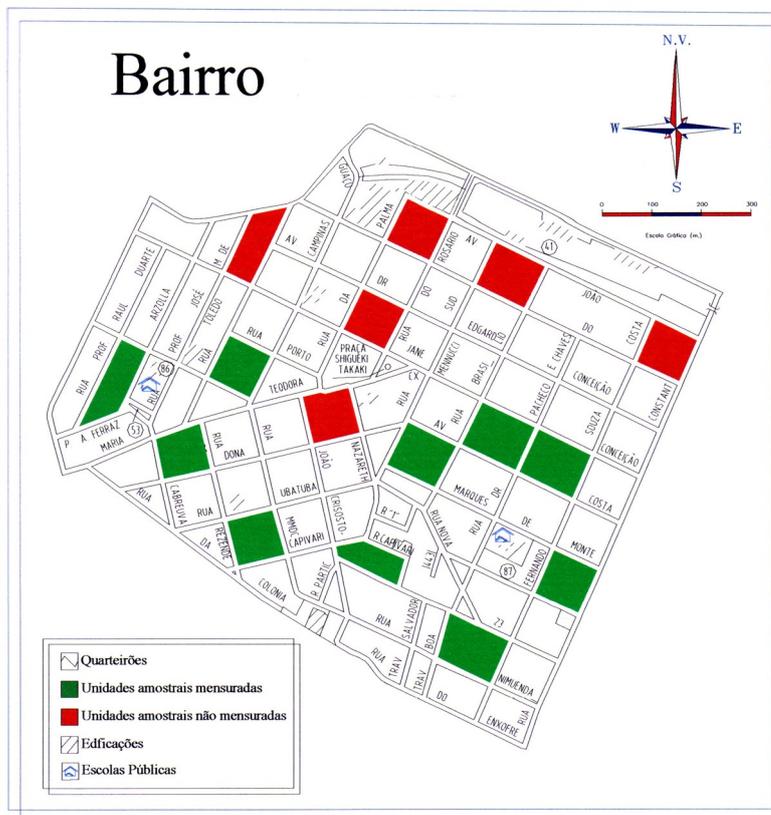
$s_y$  = erro padrão da amostra =  $\sqrt{s_y^2}$

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

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

$n$  = quantidade de quadras inventariadas preliminarmente.

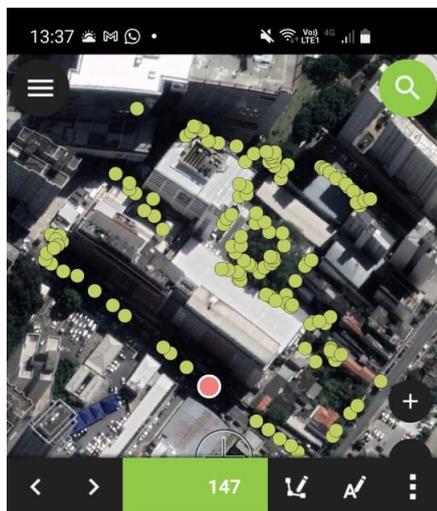
Deve-se, após retomar o inventário com a quantidade final de amostras para obter suficiência, refazer os cálculos caso as quadras recém inventariadas possuam mais uniformidade dentro da variável principal (arv/Km). Existe a possibilidade do  $n^*$  ser menor após mais algumas unidades amostrais terem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



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

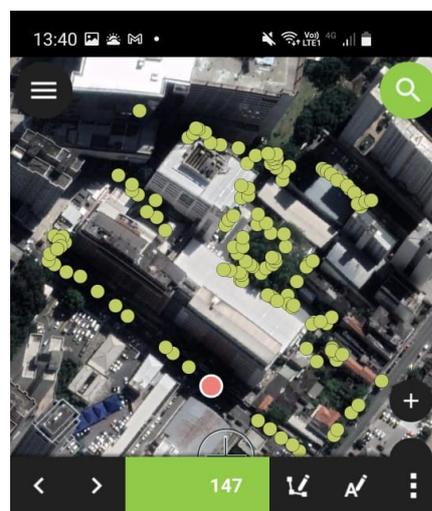


Nr placa  
93

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 esta 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, Posteamto, Iluminação, Sinalização e Muro/construção:

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

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

Ausente – quando não existir possibilidades de contato.

### V – Definição de ações

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

### Qualidade da ação:

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

Boa – ação correta, porém sem técnica;

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

Péssima – ação incorreta, com 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 possibilita o estudo do indivíduo arbóreo e seu entorno e também a visualização de características comuns à população arbórea, trazendo para o arboricultor situações particulares e gerais conforme a análise solicitada ao sistema.

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

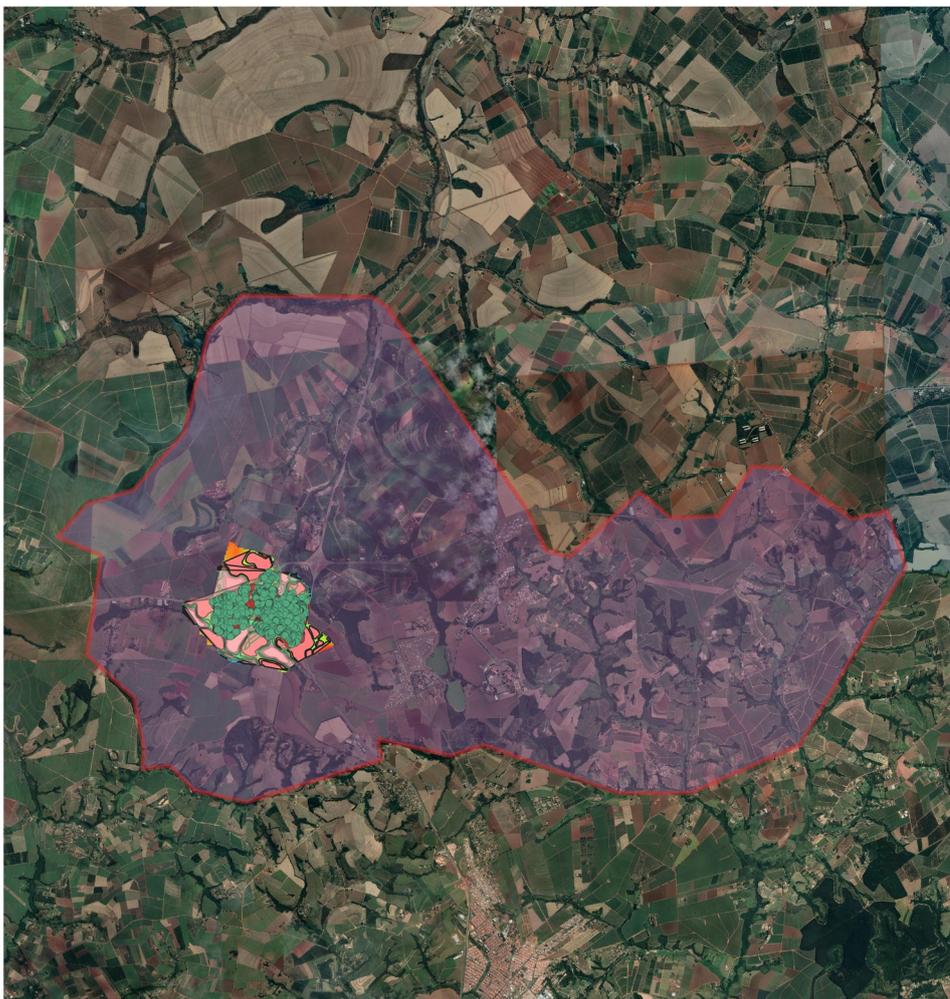
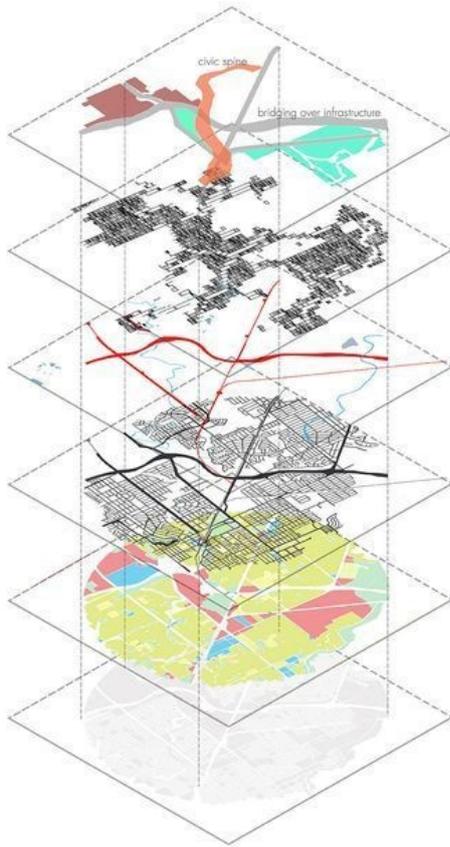
# Referências Bibliográficas

- DALCIN, E.C. Índice de importância relativa (Iir) e valor da espécie (Ve): Proposta de uma fórmula para avaliar exemplares arbóreos na arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1., 1992, Vitória. **Anais...** Vitória: CBAU, 1992. p. 291-305.
- TOSETTI, Larissa Leite. Valoração arbórea em bacia hidrográfica urbana. 2012. **Dissertação** (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em:  
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-21092012-090145/>>. Acesso em: 2013-09-09.
- GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. Silvicultura urbana: implantação e manejo. Viçosa: Editora Fácil, 2006. 201 p.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. Árvores de Curitiba: cultivo e manejo, Curitiba: FUPEF, 2005, 182 p.
- BRANDÃO, H. A. **Manual prático de jardinagem**, Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2002, 185 p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Manual técnico de arborização urbana**. São Paulo: SVMMA, 2ª Edição, 2005a, 48 p.
- MILANO, M.S. Planejamento e replanejamento de arborização de ruas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2. **Anais**, Maringá, 1987. p. 1-8.
- MILANO, M.S. Arborização urbana no Brasil: mitos e realidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3. **Anais**, Salvador, 1996. p.1-11
- MILANO, M.S. & DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000. 226p.
- MILLER, R. W. Urban forestry: planning and managing urban greenspaces. New Jersey: Prentice Hall, 1988, 404 p.
- MOLL, G. Urban Forestry: A National Initiative. In: BRADLEY, G.A., (Ed.) **Urban Forest Landscapes: integrating multidisciplinary perspectives**. Seattle and London: University of Washington Press, 1995. p. 12-16.
- SILVA, L. M. Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3,n. 3, 2008, p. 65 – 71.
- TAKAHASHI, L. Y.; MARTINS, S. S. Desenvolvimento de mudas visando sua utilização na arborização de ruas. In: 2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. **Anais...** São Paulo: IEF, 1992, p. 553 – 557.
- GEORGIA FORESTRY COMMISSION. Georgia model urban forest book. Washington, 2001, 78 p.
- XIAO, Q.; McPHERSON, E.G. Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, Davis, v.6, p.291-302, 2003.
- ZILLER, S. R. Os processos de degradação ambiental originados por plantas invasoras. *Ciência Hoje*, n. 178, 2001.



## Métodos e materiais usados nesse trabalho

Foram utilizados os polígonos (shapefiles) do limite da área urbana, da prefeitura de Engenheiro Coelho assim como o eixo de vias (“Open Street Map”) foi retificado para a obtenção do Máximo de precisão na individualização dos dados para as vias públicas, 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 de 2020. 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 Machine. A imagem termal foi processada usando ferramentas do SIG Qgis. Além disso, foi utilizado um inventário por censo em vias públicas, com 1.201 árvores do ano de 2021. Mapas e estatísticas foram elaborados a partir desse trabalho.



Carta Imagem com limite do Município de Engenheiro Coelho  
Área urbana

0 1 2 km

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 Engenheiro Coelho com a imagem de 2 metros do CBERS4A.

Nome	Árvore	Relvado	Solo	Piso escuro	Piso claro	Sombra	Rio ou Lago	Piscina	Telha clara	Telha escura	Telha cinza	Telha azul	Telha cerâmica	Total	Exatidão de utilização
Árvore	10174	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10177	99,97%
Relvado	1	17499	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17500	99,99%
Solo	0	0	34684	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	99,31%
Piso escuro	0	0	0	6972	0	5	0	0	0	219	0	0	0	7196	96,89%
Piso claro	0	0	0	4	7020	0	0	0	0	0	0	0	0	7024	99,94%
Sombra	0	0	0	14	0	1732	0	0	0	26	0	0	0	1772	97,74%
Rio ou Lago	0	0	0	0	0	188	101045	0	0	9	0	0	0	101242	99,81%
Piscina	0	0	0	0	0	0	0	1464	0	0	0	0	0	1464	100,00%
Piso claro	0	0	0	0	0	0	0	0	2925	0	0	0	0	2925	100,00%
Telha clara	0	0	0	129	0	10	0	0	0	6287	0	0	0	6426	97,84%
Telha escura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5376	0	0	5376	100,00%
Telha cinza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465	0	465	100,00%
Telha cerâmica	20	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4642	4673	99,34%
<b>Total</b>	<b>10195</b>	<b>17502</b>	<b>34695</b>	<b>7119</b>	<b>7020</b>	<b>1935</b>	<b>101045</b>	<b>1464</b>	<b>2925</b>	<b>6541</b>	<b>5376</b>	<b>465</b>	<b>4882</b>	<b>201164</b>	
<b>Exatidão de produção</b>	<b>0,9979</b>	<b>99,98%</b>	<b>99,97%</b>	<b>97,94%</b>	<b>###</b>	<b>89,51%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>96,12%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>95,08%</b>	
<b>Exatidão geral (Po)</b>	<b>99,56%</b>		<b>Kappa = 99,38%</b>											<b>variancia Po</b>	<b>0,06%</b>



Área urbana  
Engenheiro  
Coelho

CBAERS 4A 2m de  
resolução  
Composição CIR  
2021

- Cadastro arbóreo [1201]
  - Plantios [600]
- result2m
- Banda 4
  - Banda 3
  - Banda 2

0 250 500 m



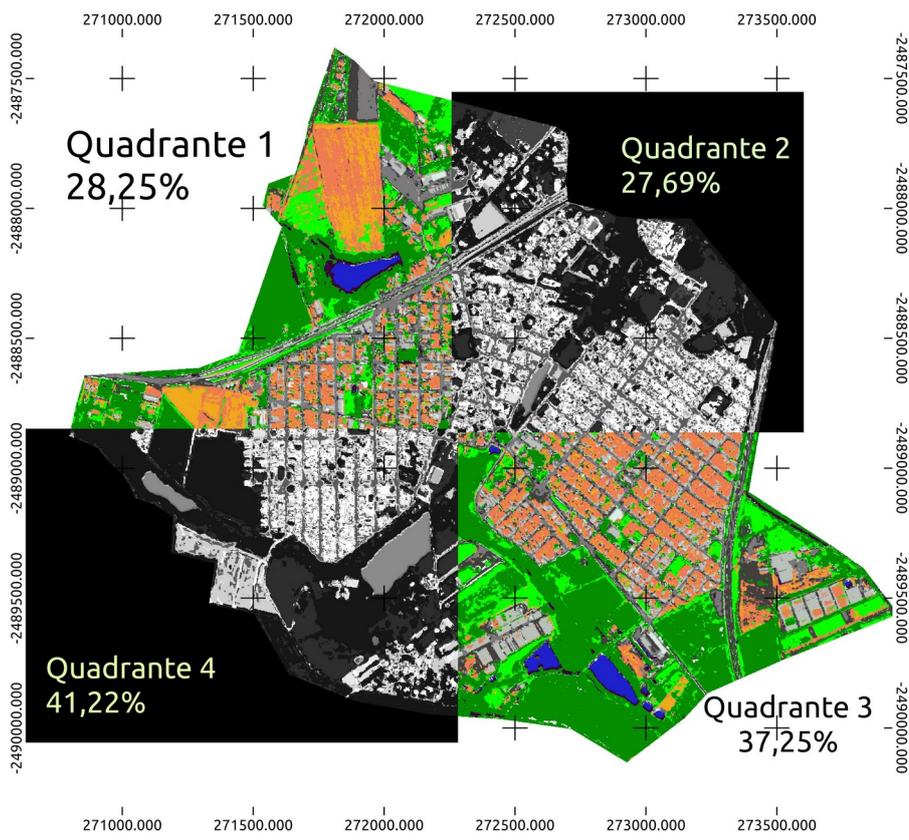
# Resultados e direções

## Dados oriundos do inventário das árvores

As estatísticas da cidade de Engenheiro Coelho foram produzidas a partir dos dados de cadastro, da extração das classes de cobertura do solo e das temperaturas do período de inverno. 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 de Engenheiro Coelho.



Engenheiro Coelho e suas temperaturas de superfície indicando áreas para serem arborizadas onde existem maiores temperaturas (cor quente)



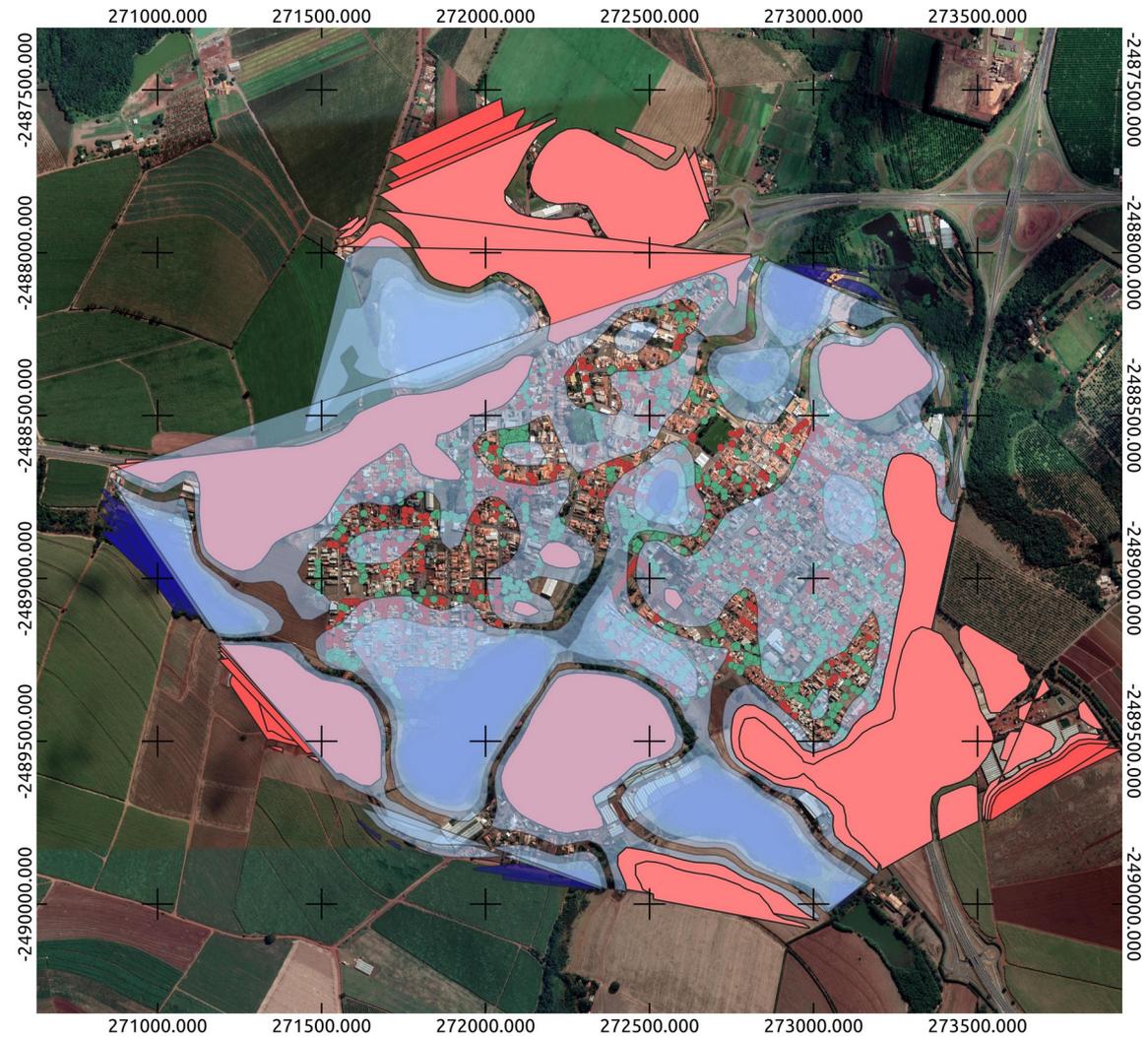
  
 Área urbana Engenheiro Coelho  
 Mapa com Classificação supervisionada Algoritmo Randon Forest  
 Projeção de copa arbórea  
 Quadrantes 1 a 4  
 CBERS 4 A 2m - 2021

Classes temáticas  
 Banda 1 (Gray)

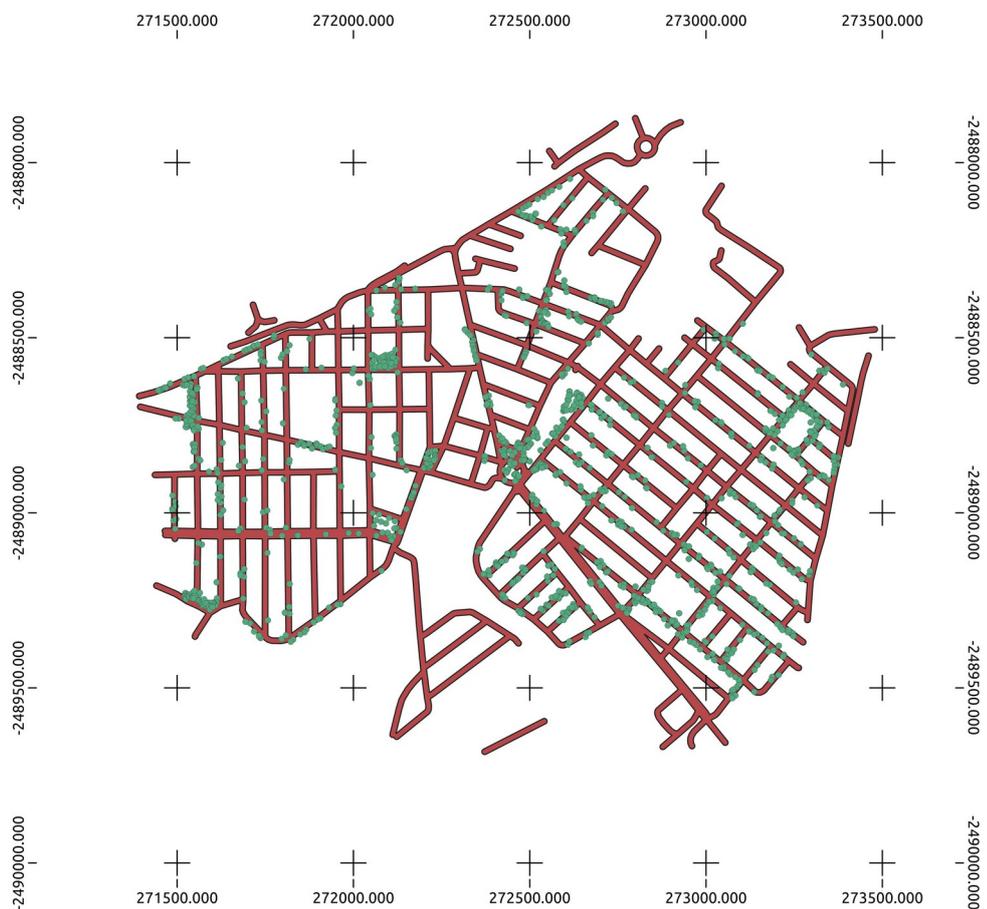
-  Fundo
-  Árvores
-  Relvado
-  Solo
-  Asfalto
-  Sombra
-  Rio Lago
-  Telha clara
-  Telha escura
-  Telha cinza
-  Telha cerâmica

0 250 500 m

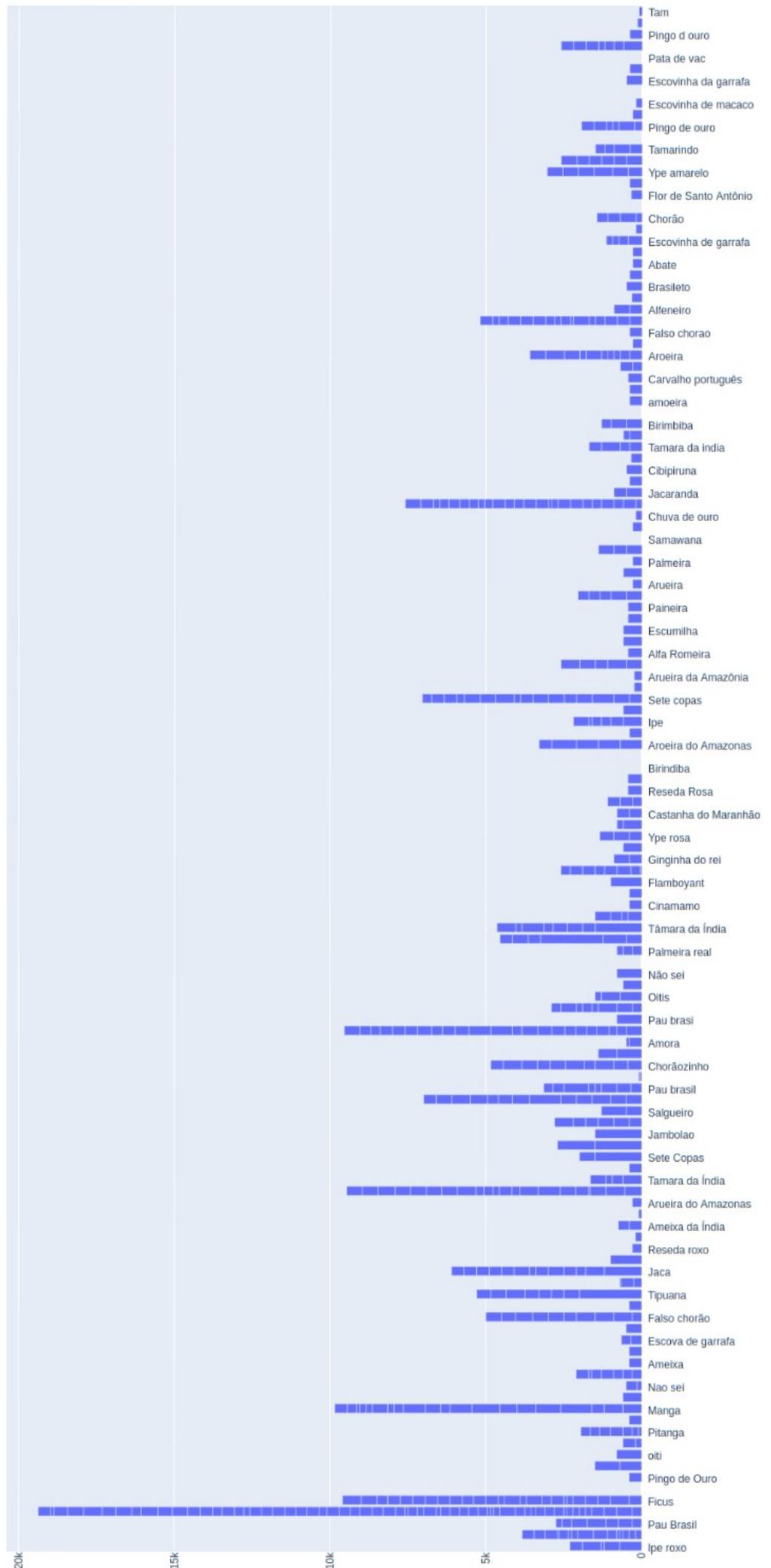
Mapeamento temático das coberturas do solo urbano de Engenheiro Coelho no SIG Qgis 3.20.1 Evidenciando os quadrantes e suas coberturas arbóreas



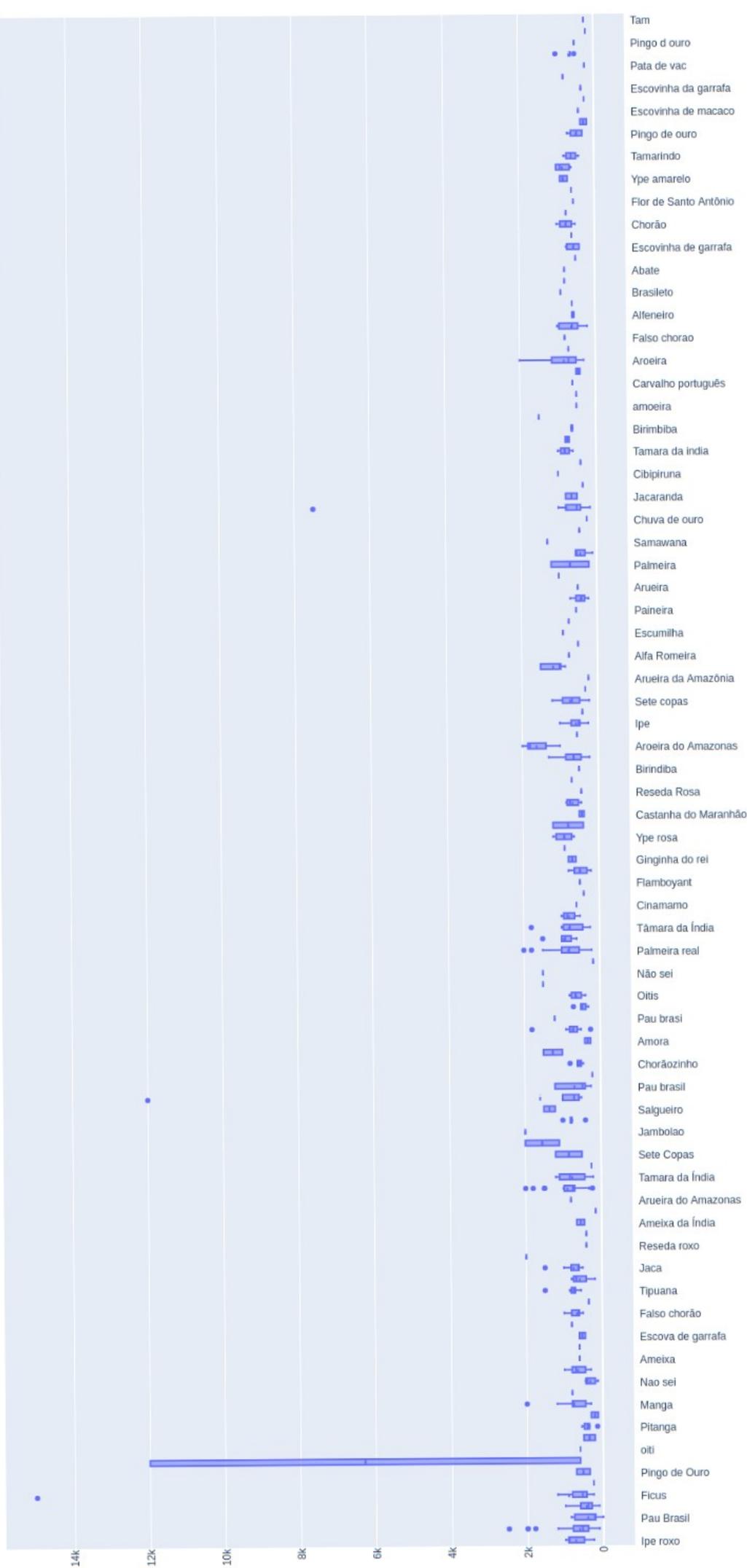
Foram encontradas 1201 árvores nas vias públicas e 600 espaços de plantio foram pontuados nas calçadas.



O somatório das copas de cada indivíduo de cada espécie, gráfico ao lado, produz uma visão das espécies mais importantes para a produção de serviços ambientais, mas também as espécies que potencialmente necessitarão de mais investimentos para redução dos conflitos com outro mobiliários urbanos como postes, fios e iluminação públicos. Destaque para as Oitis e Ficus assim como as mangueiras.



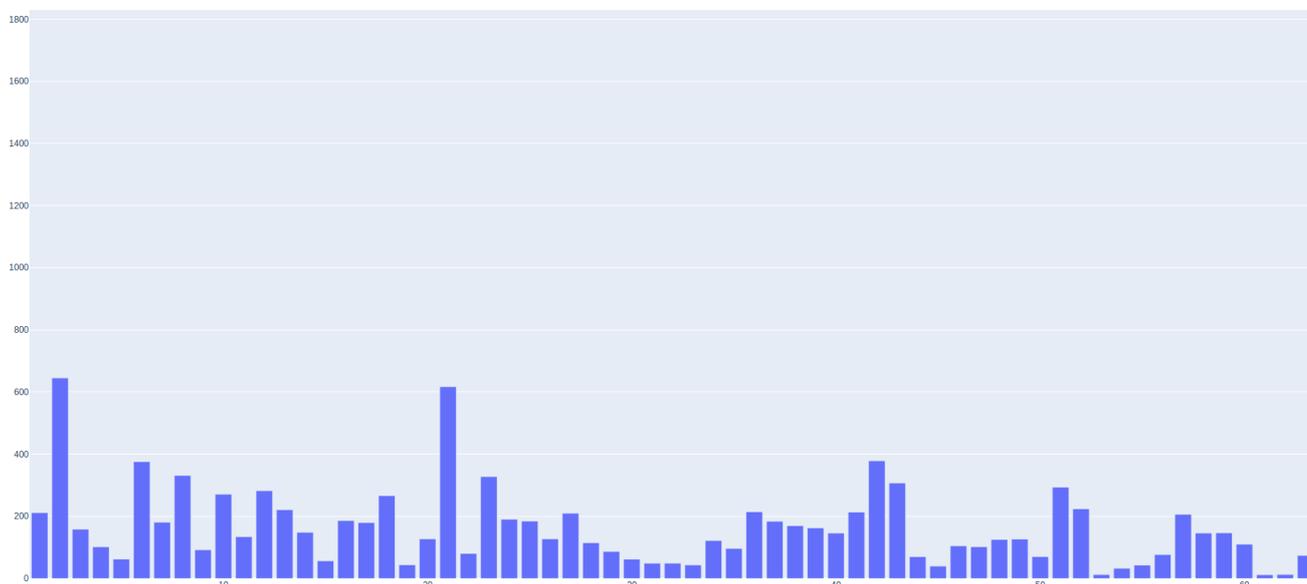
Ao lado o gráfico da distribuição das alturas das espécies, com médias abaixo de 9 metros de altura.



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

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. O gráfico a seguir mostra a densidade de árvores encontrada no inventário.

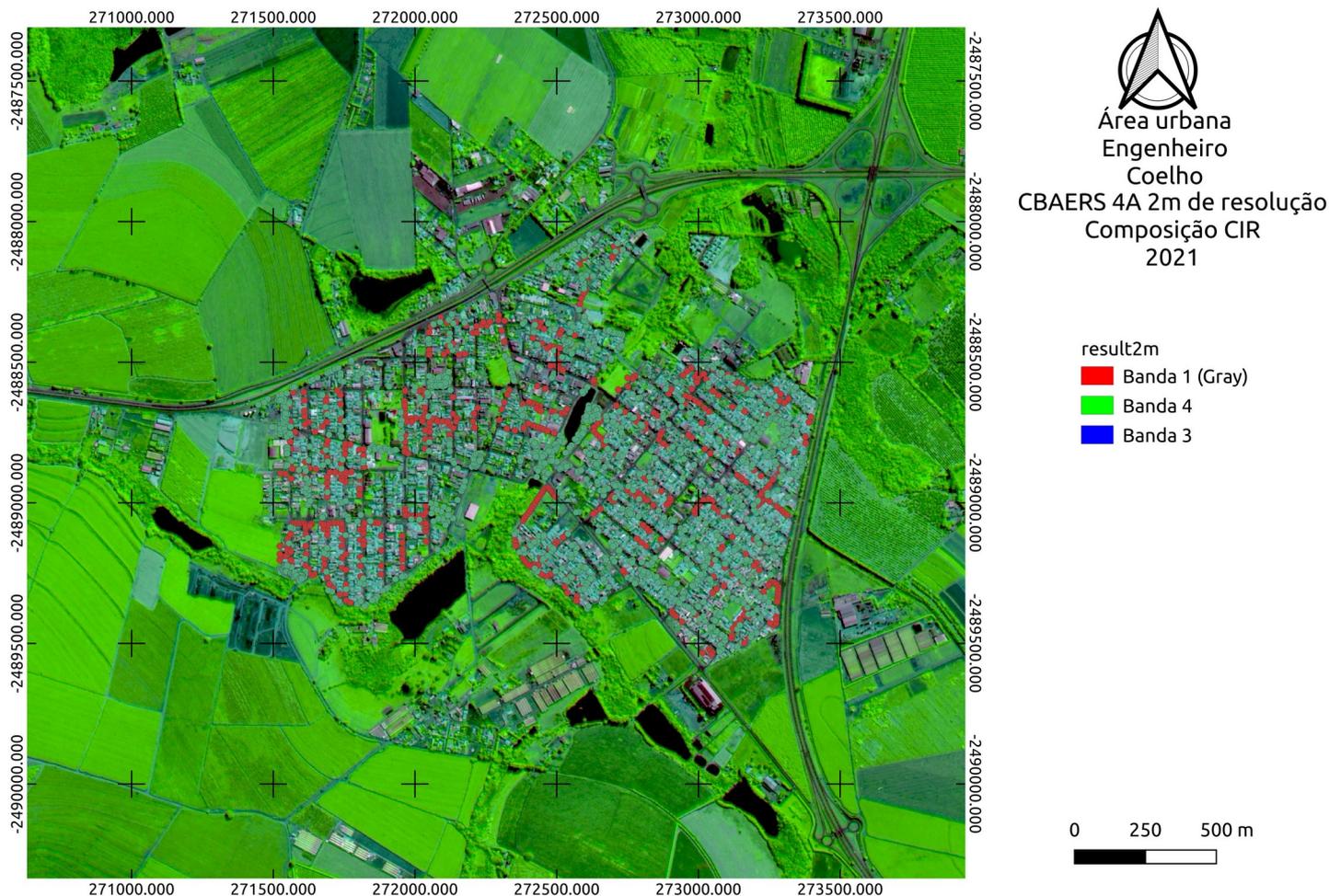
O valor superior de densidade é de apenas 14 árvores por quilômetro de via, o que é muito inferior a uma árvore a cada 10 metros com 100 árvores por quilômetro. Atualmente é de no máximo uma árvore a cada 71,4 metros de via pública. Porém a quantidade total deve ser perto do dobro porém ainda está abaixo da metade do potencial de plantio dessas vias. A comunidade arbórea é composta por uma diversidade razoável mas é inexpressiva 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 Engenheiro Coelho 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. A seguir dados de metragem das vias públicas.

# Processamento de imagens orbitais - Resultados

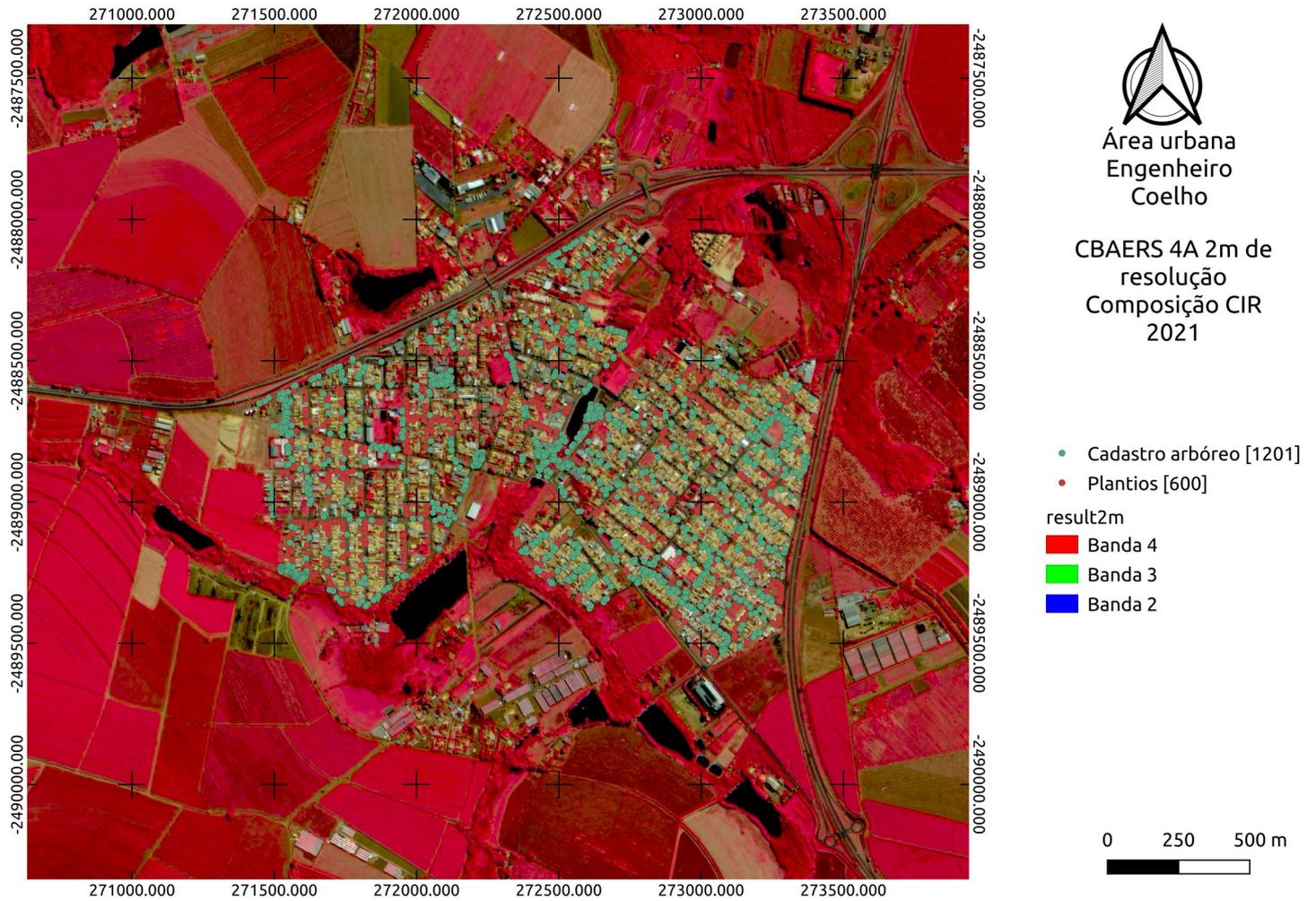
A imagem que foi objeto de extração dos dados de cobertura do solo e das árvores da cidade de Engenheiro Coelho.



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

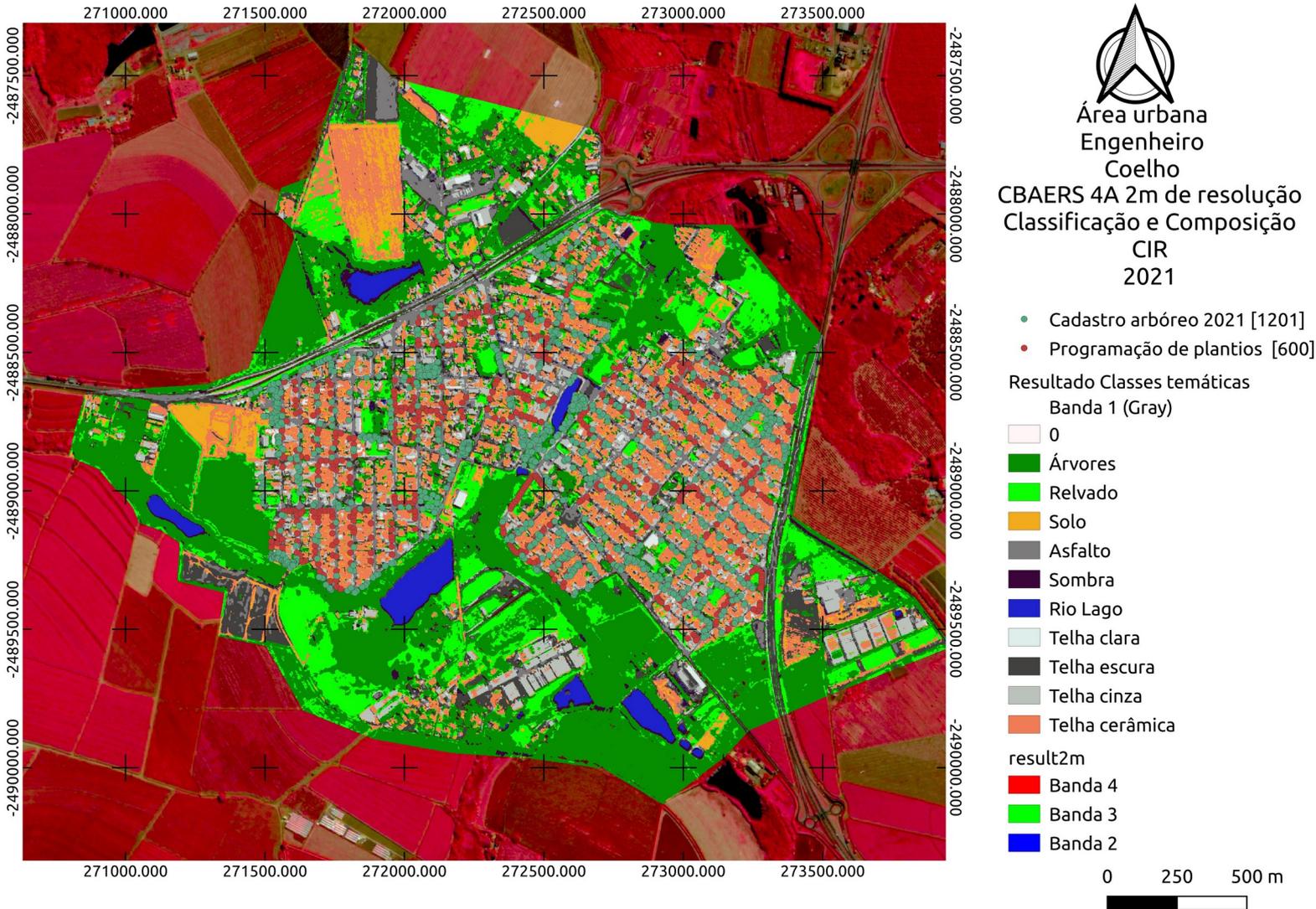


# Carta imagem com imagem composta infravermelha usada para extração da copa das árvores.



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.

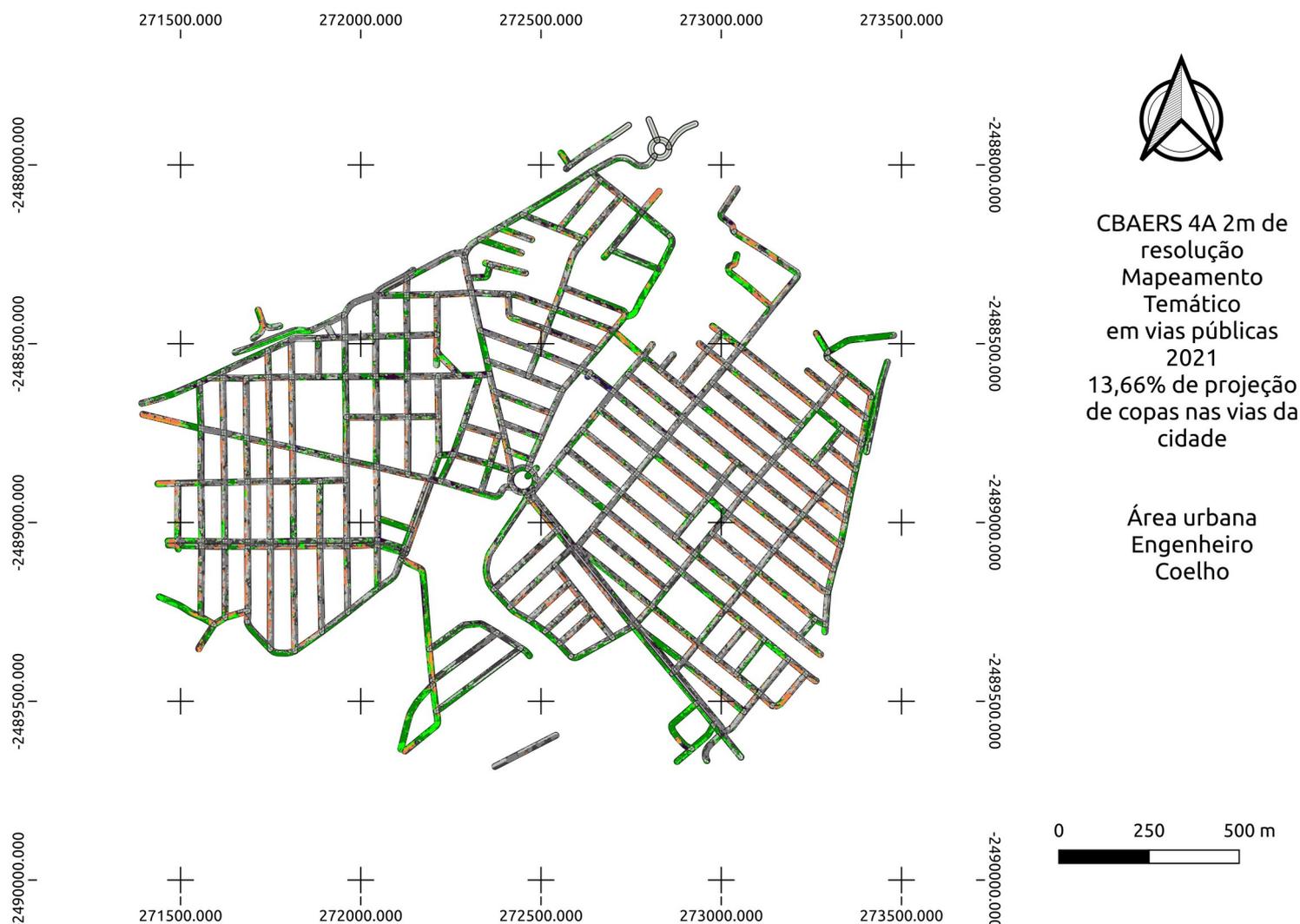
Resultado da classificação supervisionada da imagem infravermelha com 2 metros de resolução. Cobertura arbórea geral de 29,02%.



Classes	Referência	Totais	Árvore	Relvado	Solo	Piso escuro	Sombra	Piscina	Telha clara	Telha escura	Telha cinza	Telha cerâmica	Lago rio
Árvore	99,94%	1662	1661	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Relvado	99,02%	717	7	710	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solo	97,58%	124	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	3
Piso escuro	94,56%	294	0	0	0	278	0	0	0	11	5	0	0
Sombra	100,00%	112	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0
Piscina	100,00%	42	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0
Telha clara	100,00%	142	0	0	0	0	0	0	142	0	0	0	0
Telha escura	90,91%	176	0	0	0	12	0	0	0	160	4	0	0
Telha cinza	98,09%	419	0	0	0	4	0	3	0	1	411	0	0
Telha cerâmica	99,79%	477	0	0	1	0	0	0	0	0	0	476	0
Lago rio	99,96%	5468	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5466
Pasto	99,98%	4647	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		14280	1669	711	122	294	114	45	142	172	420	479	5466
Predição		14280	8,00	1,00	1,00	16,00	2,00	3,00	0,00	12,00	9,00	3,00	0,00
			99,52%	99,86%	99,18%	94,56%	98,25%	93,33%	100,00%	93,02%	97,86%	99,37%	100,00%
# Columns=prediction	Lines=reference.												
<b>Acurácia Geral (Po)</b>		<b>KAPPA</b>											
99,6148%		99,6134%											

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

Quando a classificação foi segmentada apenas para as vias públicas a área coberta por copas de árvore foi de apenas 13,66% da área do espaço viário coberto com árvores.



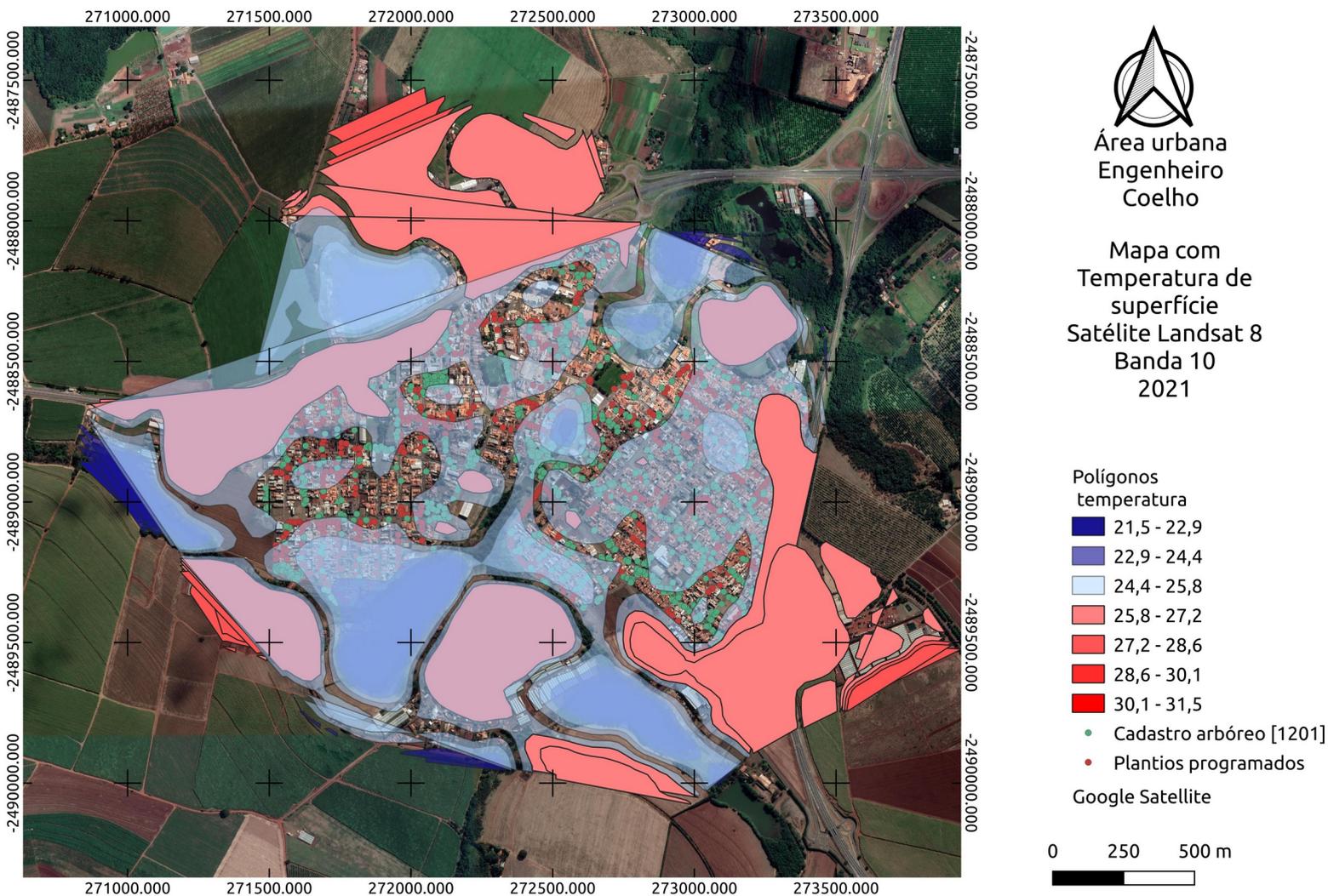
Esse valor é pequeno se pensarmos numa meta de cobrir 100% da área do espaço viário com sombra das árvores.

Quantas árvores precisamos para fazer essa cobertura de 100%?

Uma árvore de grande porte consegue sombrear aproximadamente 150 metros quadrados de via e portanto aproximadamente 800l 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.

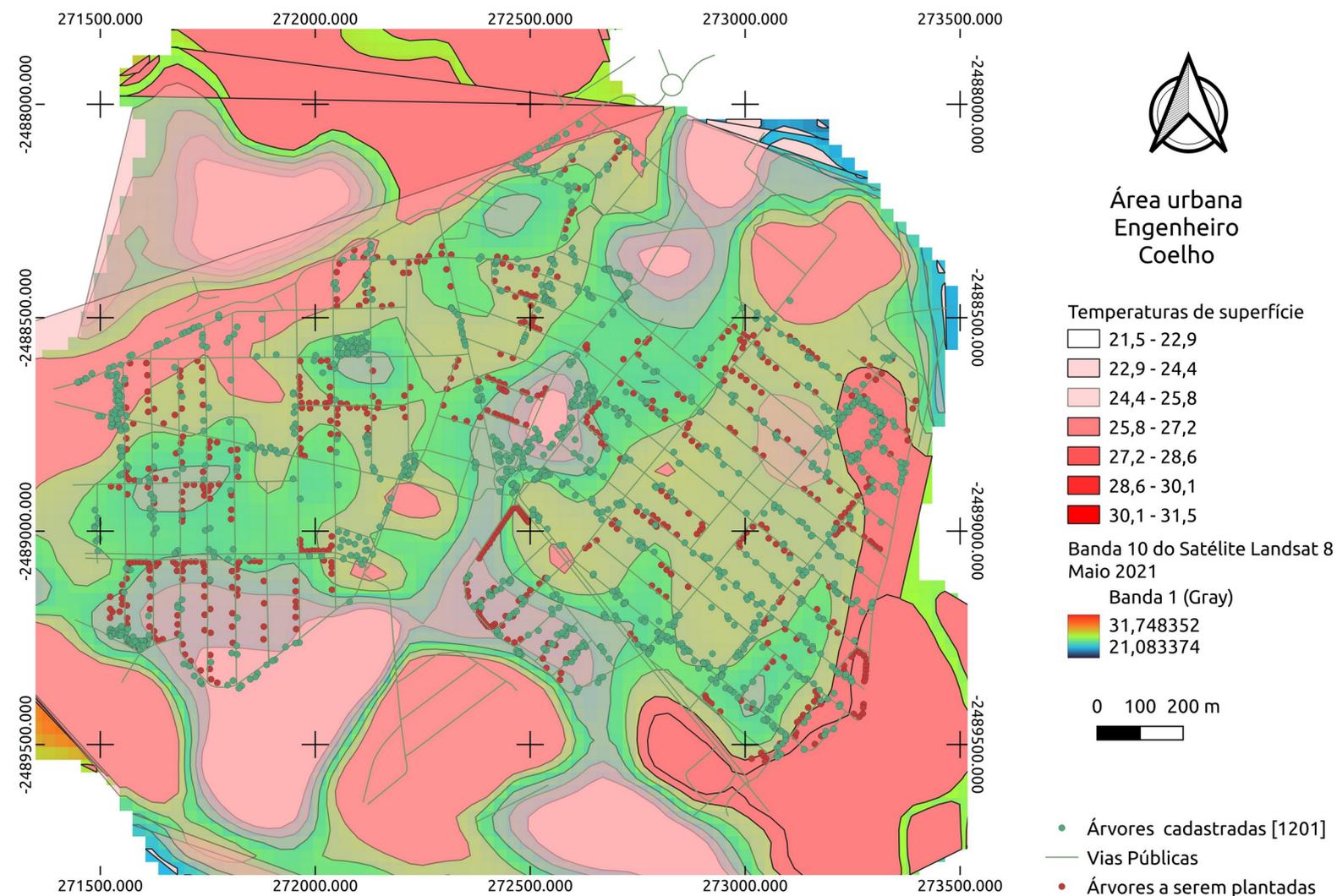


Um zoom no mesmo mapa dentro do SIG de Engenheiro Coelho pode mostrar os trechos de vias mais importantes de serem arborizados pelo critério do ganho de calor pelas superfícies

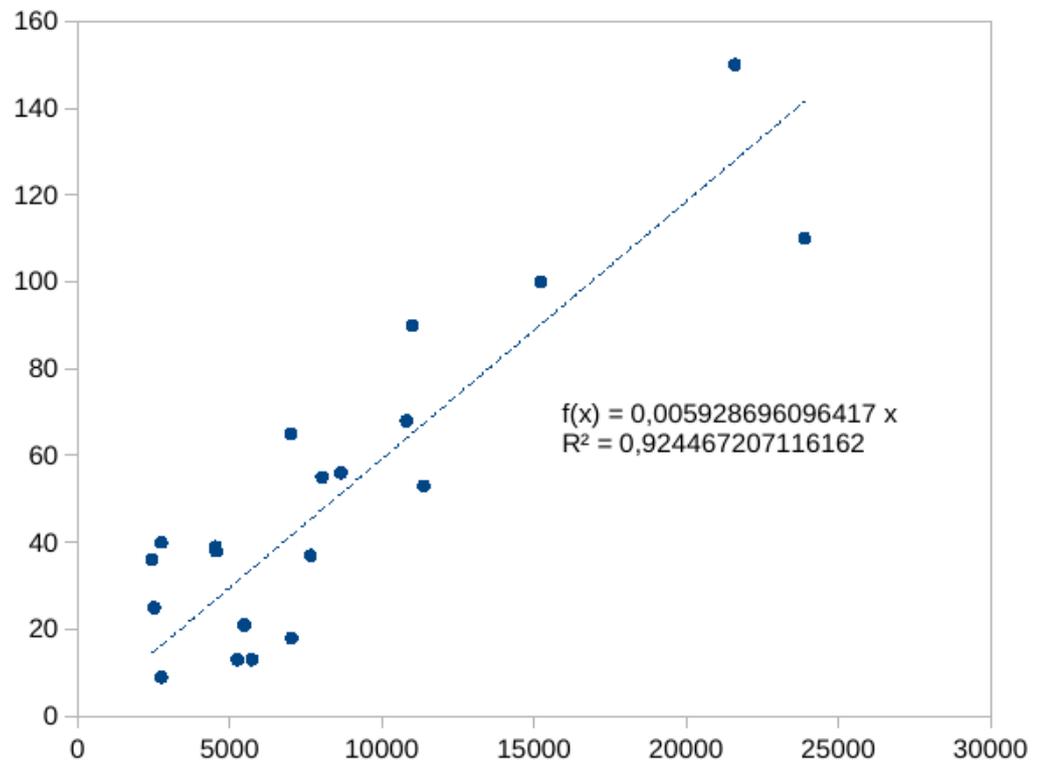


# Prioridades e tempo para os plantios

Um zoom no mesmo mapa dentro do SIG de Engenheiro Coelho pode mostrar os trechos de vias mais importantes de serem arborizadas pelo critério do ganho de calor pelas superfícies e a inclinação do relevo, são os polígonos em laranja e vermelho. A priorização encontrou 50 vias para plantios a serem priorizados na periferia da área urbanizada.



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 obteremos o valor de 600 árvores para plantio dentro das áreas prioritárias.



## Metas de plantio

Atualmente segundo informações da secretaria do meio ambiente de Engenheiro Coelho o custo de plantio é de aproximadamente 17,50 reais.

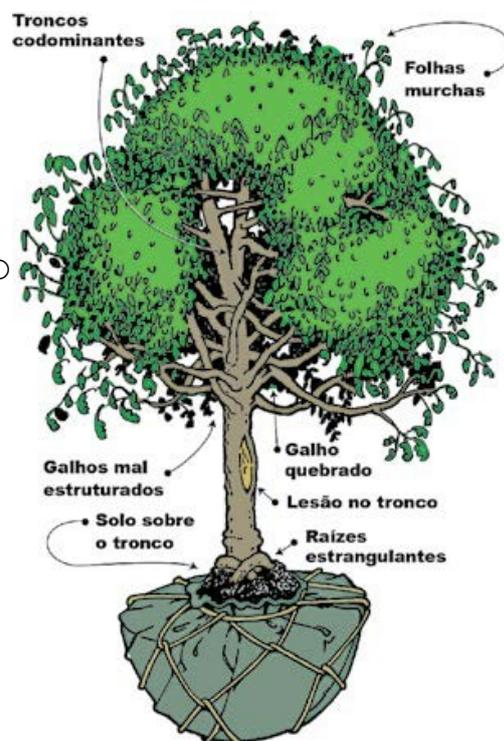
Para as áreas prioritárias o custo para implantar árvores de médio e grande porte é de 10,5 mil reais, com o plantio de 600 árvores. Em cinco anos devem ser plantados cerca de 156 árvores anualmente nessa área com a sobrevivência de 70% devido ao vandalismo, principalmente.

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

Vias	Nome	Árvore	Arvore2	Projeção arbórea	Piso não sombreado	área	Plantios
1	Rua Euzebio Batistela	15,43	6,31	21,73	78,27	3360,65	16
2	Rua Zacarias B. de Oliveira	2,67	4,23	6,90	93,10	3735,88	21
3	Rua Osmar da Cruz	3,36	1,54	4,91	95,09	8171,52	46
4	Rua Dionisio Berton	3,35	0,62	3,96	96,04	10021,74	57
5	Rua José Gazzoto Sobrinho	3,07	1,69	4,77	95,23	10440,21	59
6	Rua Sete de Setembro	16,13	2,18	18,32	81,68	9338,31	45
7	Rua Renean Hereman	7,88	1,53	9,41	90,59	1289,42	7
8	Rua Julio Cardoso de Moraes	12,57	5,29	17,86	82,14	9997,37	49
9	Rua João Berton	12,64	4,22	16,87	83,13	12813,40	63
10	Avenida Pedro Fornen	5,46	3,99	9,45	90,55	9835,50	53
11	Avenida Pedro Hereman	15,93	1,40	17,33	82,67	6591,50	32
12	Rua Quinze de Novembro	2,69	2,24	4,93	95,07	3020,91	17
13	Rua Antonio Benedicto	2,81	1,87	4,69	95,31	5070,19	29
14	Avenida Pedro Forner	33,51	4,47	37,98	62,02	15920,22	59
15	Rua Angelo Forner	12,80	5,87	18,67	81,33	15920,22	77
16	Rua Narciso Forner	7,99	2,39	10,39	89,61	523,03	3
17	Rua Antonio A. Cavalheiro	20,66	2,95	23,61	76,39	406,00	2
18	Rua Domingos B. de Oliveira	10,78	2,23	13,02	86,98	625,00	3
19	Rua Víctor Hereman	15,88	2,30	18,18	81,82	667,62	3
20	Estrada Municipal para Conchal V	18,80	1,66	20,47	79,53	12900,00	61
21	Rua José F. Guimaraes	31,71	1,89	33,60	66,40	207,00	1
22	Rua Amadeu Jorge Tresani	9,39	6,36	15,75	84,25	508,37	3
23	Rua Helena Hereman	5,22	1,68	6,90	93,10	256,00	1
24	Rua Treze de Maio	4,90	0,78	5,68	94,32	877,00	5
25	Rua Teophilo Haeck	23,25	11,47	34,72	65,28	317,00	1
26	Rua João de Lima	1,91	2,87	4,78	95,22	118,56	1
27	Rua Erico G. Nimtz	7,63	7,24	14,87	85,13	118,46	1
28	Rua Euvira Martinati Forner	7,25	6,84	14,09	85,91	171,90	1
29	Rua Jair Roberto Mulla	5,73	0,85	6,57	93,43	330,00	2
30	Rua Minas Gerais	6,39	1,79	8,18	91,82	1197,28	7
31	Rua Adolfo Ninptz	3,13	1,91	5,03	94,97	321,67	2
32	Rua Antonio F. de Oliveira	7,93	3,90	11,82	88,18	406,17	2
33	Rua Quatro	30,71	5,18	35,88	64,12	101,29	0
34	Rua Três	30,90	5,41	36,31	63,69	158,00	1
35	Rua Abelario Moraes	8,63	5,58	14,21	85,79	281,00	1
36	Rua Diego Martinez	3,17	1,98	5,15	94,85	220,00	1
37	Rua Eloy Nabarre	31,74	11,36	43,10	56,90	270,00	1
38	Rua Antonio Batistela	1,66	0,13	1,79	98,21	878,00	5
39	Rua Pedro F. Guimaraes	17,41	5,98	23,39	76,61	207,00	1
40	Rua Alfredo Correia da Rocha	3,91	1,41	5,32	94,68	724,48	4

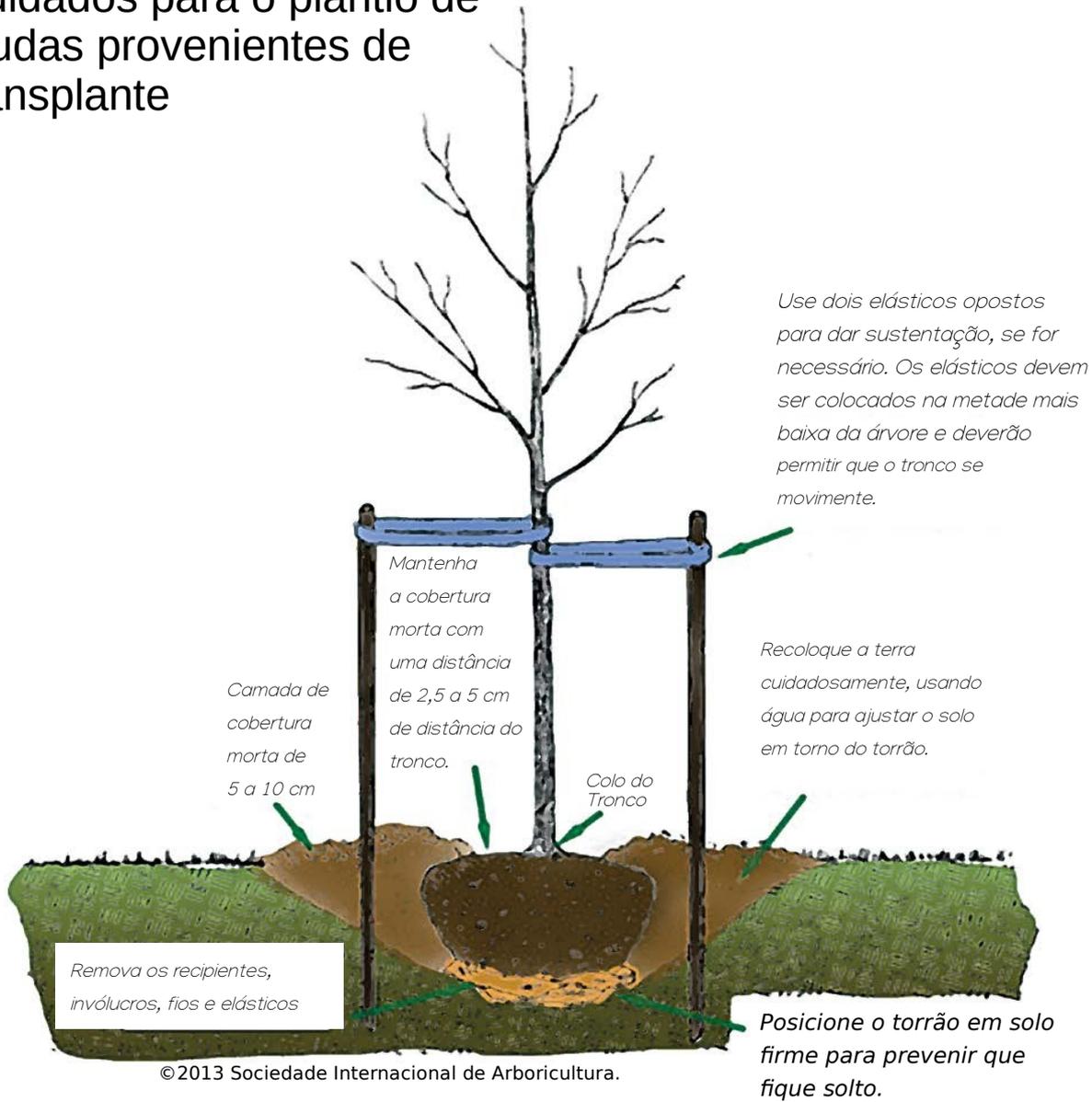
Vias	Nome	Árvore	Arvore2	Projeção arbórea	Piso não sombreado	área	Plantios
41	Rua Sebastião Lopes	3,08	2,54	5,62	94,38	760,25	4
42	Rua Minas Gerais	4,99	2,02	7,01	92,99	1197,00	7
43	Rua João Oliverio Moraes	6,34	3,01	9,34	90,66	815,28	4
44	Rua José Correia de Oliveira	5,45	3,12	8,57	91,43	388,67	2
45	Rua Alexandre Bonin	5,06	1,92	6,97	93,03	908,72	5
46	Rua Benedito da Cunha Guedes	10,72	5,76	16,47	83,53	944,48	5
47	Rua Cavaleiro Franscrett	7,18	0,51	7,69	92,31	327,00	2
48	Rua Alcides Fransisquetti	3,93	1,28	5,21	94,79	697,62	4
49	Rua Eufrosino Gomes	3,44	1,07	4,51	95,49	495,36	3
50	Rua Emilio Honhardt	3,04	3,38	6,42	93,58	266,00	1
51	Rua Um	40,79	15,92	56,71	43,29	606,16	2
52	Estrada Municipal para Conchal	6,33	3,35	9,68	90,32	615,00	3
53	Rua Dois	10,02	1,62	11,64	88,36	644,00	3
54	Rua Três	5,93	1,38	7,30	92,70	158,00	1
55	Rua Quatro	6,79	4,74	11,53	88,47	101,00	1
56	Rua Cinco	16,72	0,67	17,39	82,61	62,00	0
57	Rua Dois	11,36	0,19	11,55	88,45	127,00	1
58	Rua Oito	2,17	0,09	2,26	97,74	330,00	2
59	Rua Juvenal Rosa da Silva	3,28	1,91	5,19	94,81	265,00	1
60	Rua Benedito Neves de Oliveira	7,77	8,57	16,34	83,66	429,00	2
61	Rua Nova 4	0,66	1,03	1,69	98,31	128,00	1
62	Rua Nova 3	26,43	7,28	33,71	66,29	214,00	1
63	Rua Bairro 1	0,54	1,25	1,79	98,21	145,00	1
64	Rua Terreno 4	21,28	3,90	25,18	74,82	69,00	0
65	Rua do Terreno 2	1,09	10,51	11,59	88,41	101,00	1
66	Rua do Terreno	14,07	0,90	14,97	85,03	109,00	1
67	Rua Silvano F. Oliveira	3,82	2,70	6,53	93,47	364,00	2
68	Rua Vitorio Haeck	0,85	1,70	2,55	97,45	188,00	1
69	Rua Candido Malla Arnaldo	15,67	4,24	19,91	80,09	211,00	1
70	Rua Entrada	21,62	11,64	33,25	66,75	321,00	1
71	Rua da Rotatória	25,51	6,44	31,94	68,06	89,00	0
72	Rua Quinze de Novembro	6,60	11,17	17,77	82,23	252,00	1
73	Rua José Bueno de Oliveira	14,92	6,14	21,06	78,94	165,42	1
74	Rua José A. Batistela	33,39	10,89	44,28	55,72	126,36	0
75	Rua Alceu Caetano	10,09	2,69	12,78	87,22	101,82	1
76	Rua Terreno 3	7,10	9,51	16,60	83,40	292,00	1
77	Rua Nova 2	0,74	0,00	0,74	99,26	223,00	1
78	Rua Nova 1	4,95	3,18	8,13	91,87	375,00	2
79	Rua Secundino Guidom	11,61	3,17	14,78	85,22	166,60	1
Total							807

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.



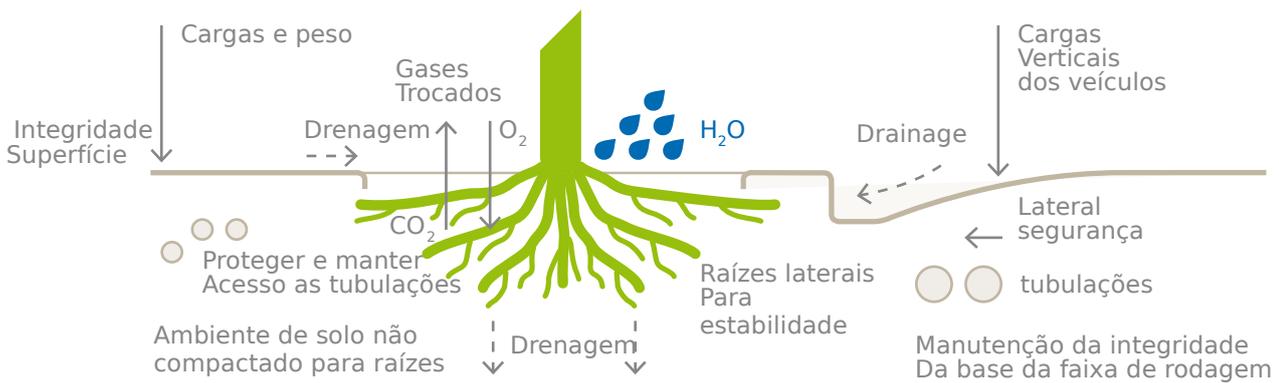
Ações de envolvimento da comunidade no plantio e manutenção das árvores podem vir a diminuir o vandalismo e facilitar a implantação das árvores tais como fazer os plantios em conjunto com escolas e associações comunitárias.

# 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





Existem alguns sistemas que sustentam o solo sem compactação para possibilitar o desenvolvimento pleno de raízes e ainda garantir uma excelente infiltração de água no local e garantindo uma excelente microdrenagem. Esses sistemas ainda não foram usados no Brasil.

Outra solução para microdrenagem são os jardins de chuva que podem ser associados aos canteiros com árvores



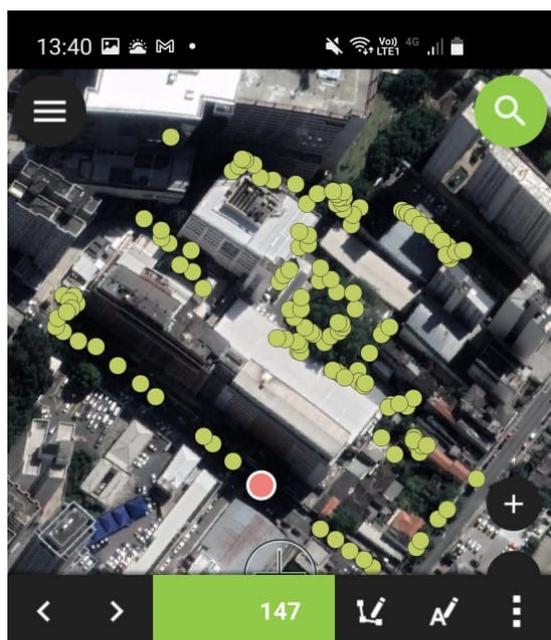
# Escolha de espécies

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 Engenheiro Coelho 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.

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



Serviços\_ecossistêmicos

5440.0499999999999

Poder imobiliário estético

2611.2239999999997

Poder climático

1632.0149999999996

Poder hidrológico

## Próximas ações de manejo e gestão da floresta urbana

Será feito em 2021 sua valoração ecossistêmica

Após essa atividade será possível verificar a real diversidade e condição de manejo das árvores e avaliar a proposição de mudanças e adequações.

Atualmente com o cadastro foi possível aferir o valor global das 1201 árvores cujo valor ambiental é de aproximadamente seis milhões em serviços ecossistêmicos

## Conclusão

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

A cidade de Engenheiro Coelho com a implantação do novo Sistema de Informação Geográfica para as árvores e seu plano sendo executado vai valorizar a floresta urbana com novas árvores de sombra.

Tais árvores produzirão serviços ecossistêmicos da ordem de 20 mil reais durante a vida de cada árvore o que poderá chegar a 18 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.

# **ANEXO A**

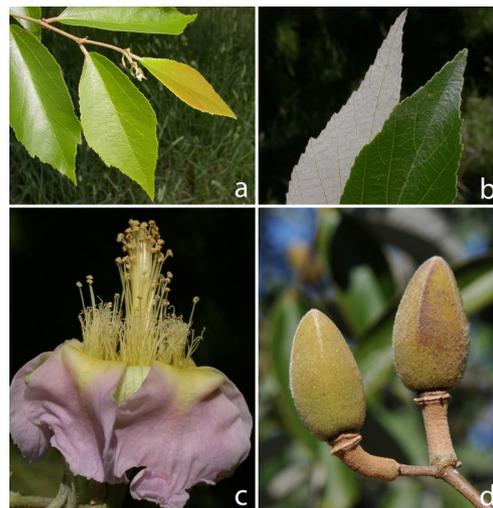
## **Espécies indicadas para tipologias definidas de via pública**

# 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 cant  
matéria orgânica a

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*)



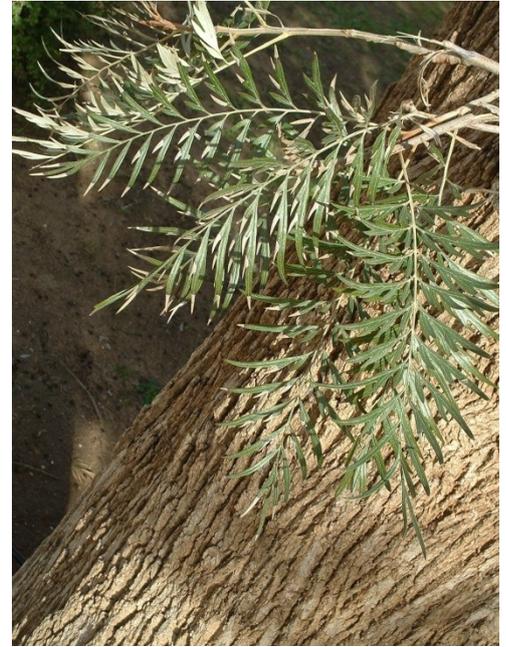
Tipologia 2: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua estreita

## 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.*)



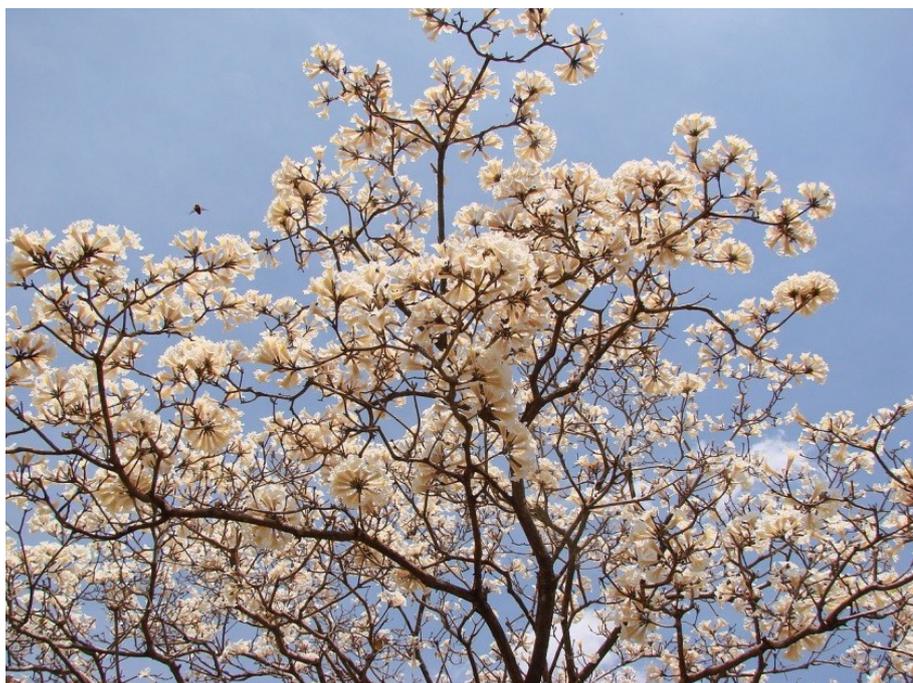
Tipologia 5: Bairros com lotes padrão, calçadas suficientes (entre 2 e 3 m)

## 12 - Ipê branco (*Tabebuia roseo alba*)

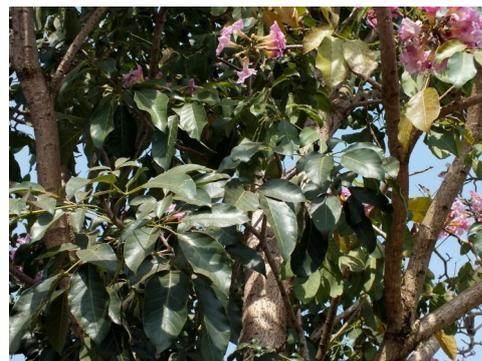


Tipologia 1: Bairros com lotes pequenos (testada de 5 a 7m), calçadas estreitas e rua larga

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

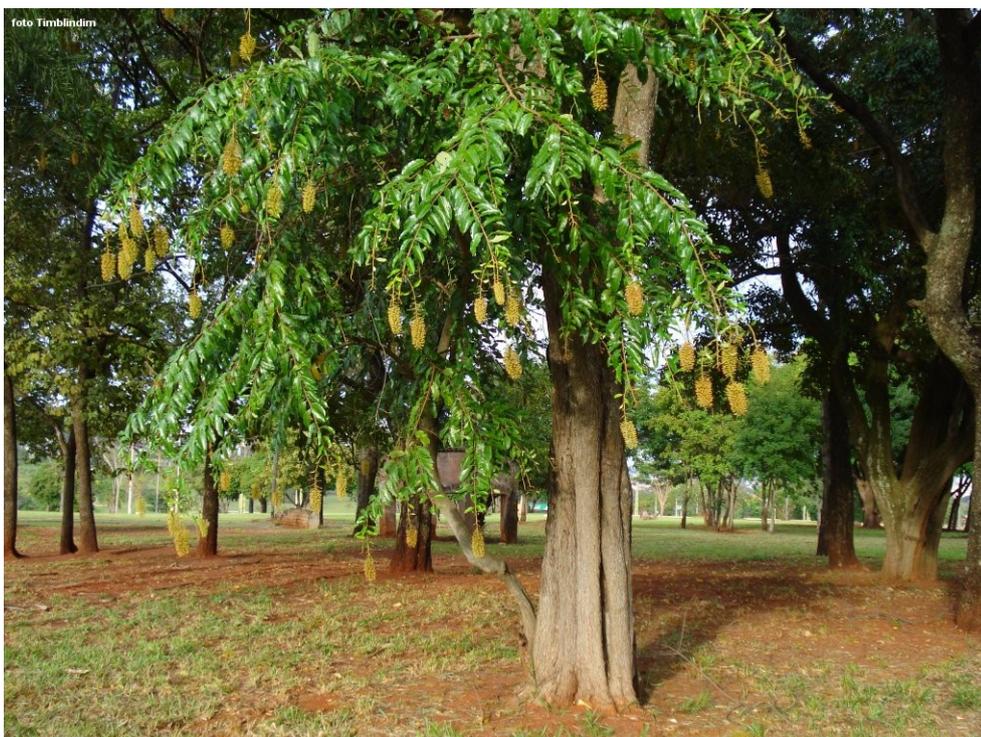
Tipologia 4: Bairros com lotes padrão, calçadas estreitas e rua larga



## 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.

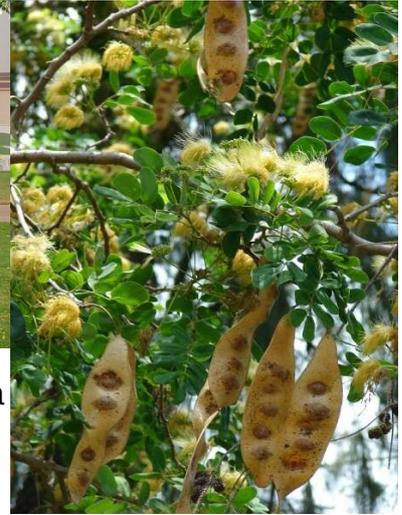
## 31 – Caroba (*Jacarandá cuspidifolia*)



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)

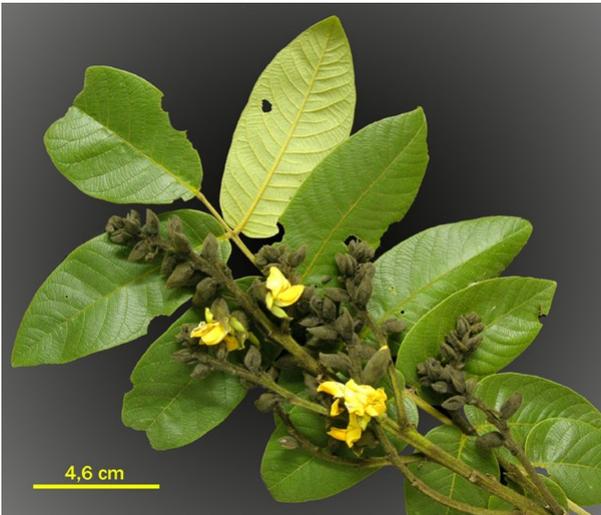


## 39 – Pau-de-tucano (*Vochysia tucanorum*)



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)



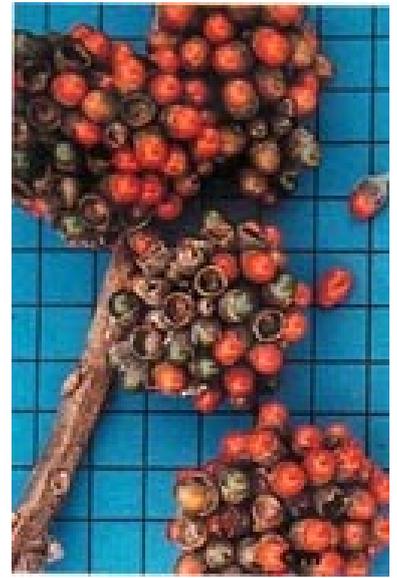
## 44 – Macadamia (*Macadamia integrifolia*)



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 A



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*)

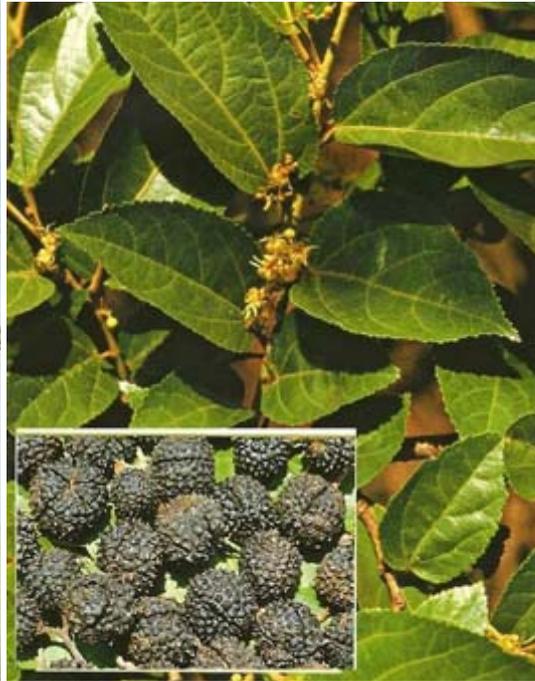


Priscila P. A. Ferreira



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 (Bauhinia) produces a natural gas (ethylene) from



