

A/C:

Secretaria Municipal de Turismo (Eixo Parques e Jardins)

Cláudia Camargo Ortiz

Plano Municipal de Arborização Urbana de Extrema/MG



Julho de 2024

Sumário

1) Introdução ao Plano Municipal de Arborização Urbana.....	5
2) Caracterização do município.....	7
3) Diagnóstico da arborização urbana.....	9
4) Percepção da população.....	13
5) Guia de manejo.....	21
6) Gestão da arborização urbana.....	23
7) Projeto piloto no bairro Roseira.....	27
8) Arborização em novos empreendimentos.....	29
9) Árvores veteranas.....	32
10) Considerações Finais.....	35
Referências.....	36
Apêndices.....	37
Cartilha.....	37

Lista de Figuras

- Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)
- Figura 2. Localização do município de Extrema no estado de Minas Gerais
- Figura 3. Tipos de solos e a rede hidrográfica de Extrema/MG
- Figura 4. Mapa de altimetria de Extrema/MG
- Figura 5. Classificação supervisionada do uso e ocupação do solo referente à parte urbana de Extrema
- Figura 6. Estatística da amostragem
- Figura 7. Quarteirões sorteados na amostragem
- Figura 8. Mapa de áreas prioritárias para arborização em Extrema/MG
- Figura 9. Campanha de divulgação da pesquisa sobre a percepção pública da arborização urbana de Extrema/MG
- Figura 10. Questionário: Qual é sua idade?
- Figura 11. Questionário: Qual sua escolaridade?
- Figura 12. Questionário: Há quanto tempo mora em Extrema?
- Figura 13. Questionário: Qual bairro mora em Extrema?
- Figura 14. Questionário: Considerando o tempo que você mora neste bairro, a quantidade de árvores...
- Figura 15. Questionário: Avalie a arborização urbana de seu bairro
- Figura 16. Questionário: Você tem árvore em frente à sua calçada?
- Figura 17. Questionário: Gostaria que tivesse?
- Figura 18. Questionário: O que você acha dos cuidados das árvores urbanas pela Prefeitura?
- Figura 19. Questionário: Qual a primeira palavra que vem à mente quando se fala arborização urbana?
- Figura 20. Questionário: Qual o principal benefício da arborização urbana?
- Figura 21. Questionário: Qual o principal problema das árvores?
- Figura 22. Questionário: Qual espécie de árvore você plantaria em sua calçada?
- Figura 23. Questionário: Qual espécie de árvore você NÃO plantaria em sua calçada?

Figura 24. Questionário: Qual a sua relação com as árvores urbanas, especialmente as de calçada?

Figura 25. Padrão de qualidade esperado nos plantios de árvores em Extrema/MG

Figura 26. Tratos silviculturais necessários, sendo A) irrigação; B) coroamento; C) adubação de cobertura; D) controle de formigas; E) poda de limpeza; F) replantio e G) tutoramento e amarração

Figura 27. Inventário de todas as árvores urbanas plantadas em Extrema/MG entre 2021 e 2023

Figura 28. Detalhes do inventário de um ipê-roxo plantado na Av. Lavapés, com 5,0 m de altura e 19 cm de CAP (DAP = 6 cm)

Figura 29. Distribuição da quantidade de dias chuvosos

Figura 30. Distribuição do volume de chuva diário

Figura 31. Aplicativo QField para análise da arborização urbana em campo

Figura 32. Áreas potenciais para arborização no bairro Roseira

Figura 33. Aplicação da Regra 3-30-300 no bairro Roseira

Figura 34. Cenários para diferentes tamanhos de calçadas

Figura 35. Planejamento para novos plantios de árvores

Figura 36. Árvores veteranas de Extrema/MG

Figura 37. Pirâmide do PMAU

Figura 38. Os 15 benefícios da arborização urbana

Lista de Tabelas

Tabela 1. Quantidades absoluta e relativa para as árvores encontradas nas amostras (quadras), em vias públicas de Extrema, MG, por espécie e condição geral

Tabela 2. Custo de implantação de uma árvore

Tabela 3. Preço estimado de uma árvore padrão

Tabela 4. Lista de espécies recomendadas para arborização urbana

Tabela 5. Lista de espécies não recomendadas para arborização urbana

1) Introdução ao Plano Municipal de Arborização Urbana

Conhecer, envolver, plantar, cuidar e integrar. Esses são os componentes do Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU), que busca melhorar qualidade da cobertura arbórea no município, gerenciando o patrimônio arbóreo existente e os futuros plantios de árvores, sendo um documento norteador, uma vez que a gestão das árvores urbanas é fundamental para maximizar os serviços ecossistêmicos proporcionados pelas árvores (MENDES; ROMERO; SILVA FILHO, 2020). Conforme o “Manual para elaboração do Plano Municipal de Arborização Urbana” desenvolvido pelo Ministério Público (2018):

O Plano de Arborização Urbana é um documento oficial do município que legitima e descreve as ações referentes à gestão, implantação, plantio, manutenção e monitoramento das árvores. As ações de um plano de arborização podem servir tanto para intervir na arborização já existente, como para atuar em áreas que ainda não possuem arborização” (MINISTÉRIO PÚBLICO, 2018, p. 13).

A arborização urbana tem uma relação direta com as distribuidoras de energia elétrica, na qual a disputa pelo espaço aéreo é cada vez mais acirrada (VELASCO; LIMA; COUTO, 2006). Por um lado, as árvores buscam proporcionar importantes serviços ecossistêmicos para manter a resiliência das cidades por meio de ao menos nove Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (Figura 1) preconizados pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), sendo eles os ODS 1, 2, 3, 6, 7, 8, 11, 13 e 15 (Salbitano et al., 2016). Por outro lado, as distribuidoras consideram os menores custos possíveis, que, por sua vez, podem restringir os benefícios proporcionados pela arborização (MENDES et al., 2022).



Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Fonte: Organização das Nações Unidas (2015)

Desta forma, é coerente entender como operam as concessionárias de energia elétrica, fazendo parcerias estratégicas que sejam importantes a ambos os lados (prefeitura e concessionária), sobretudo quanto ao manejo das árvores sob a rede elétrica. Em Extrema/MG, é o Grupo Energisa quem possui a concessão no município. Assim, em 30 de junho de 2023, foi possível acompanhar um treinamento online oferecido pela Energisa aos operadores de campo, os quais são responsáveis pelas podas de livramento da rede elétrica que estão em conflito com as árvores urbanas, dentre outras atividades, sendo conduzido por Plínio Carielo, sob a temática “Intervenção em Vegetação e Cuidados com a Fauna”, com duração de três horas.

Ao final, houve a abertura para discussão, a fim de compreender melhor como ocorre a gestão das podas e quais são os critérios técnicos adotados, bem como destaque à NBR 16246-1 (ABNT, 2013), a qual considera poda drástica quando houver a remoção de mais de 25% da copa arbórea, qualificando como crime ambiental.

A fim de conciliar da melhor forma possível a coexistência das redes elétricas e as árvores urbanas, como *feedback* do treinamento, as considerações enviadas à Energisa foram:

- (i) Rever a duração de 3 horas seguidas do treinamento, pois os colaboradores podem ter dificuldades de assimilação de todo o conteúdo;
- (ii) Reavaliar as recomendações dos tipos de podas, sobretudo no tipo “V”, uma vez que pode ser prejudicial à biomecânica (conforme Mattheck e Breloer, 1997 – *The Body Language of Trees*), tornando a árvore (e galhos) mais vulnerável à queda;
- (iii) Discutir os tipos de redes de energia elétrica (tradicional, compacta, subterrânea) e os cuidados específicos em cada situação, bem como qual seria a “área de livramento” (podas) em cada caso, uma vez que a rede tradicional é diferente da compacta;
- (iv) Dar mais exemplos práticos (situações encontradas em rua) e o correto manejo em cada situação;
- (v) Valorizar mais os benefícios provenientes da arborização urbana, tendo em vista os 17 ODS da ONU.

Tendo em vista a importância das árvores urbanas, a Secretaria de Turismo de Extrema/MG, por meio do Eixo Parques e Jardins, encomendou o PMAU. A primeira reunião presencial ocorreu no dia 15 de maio de 2023, a qual contou com a presença de importantes *players* para definição das estratégias, diretrizes, implantação e manutenção.

2) Caracterização do município

O município de Extrema localiza-se no extremo sul do estado de Minas Gerais, coordenadas geográficas -22° 51' 17" e -46° 19' 09", com área de 244,575 km², dos quais 26,76 km² (equivalente a 10,9%) é urbanizado, distando 477 km da capital Belo Horizonte, cuja população estimada é de 53.482 pessoas (Figura 2), apresentando uma densidade demográfica de 218,67 hab./km² (IBGE, 2022).

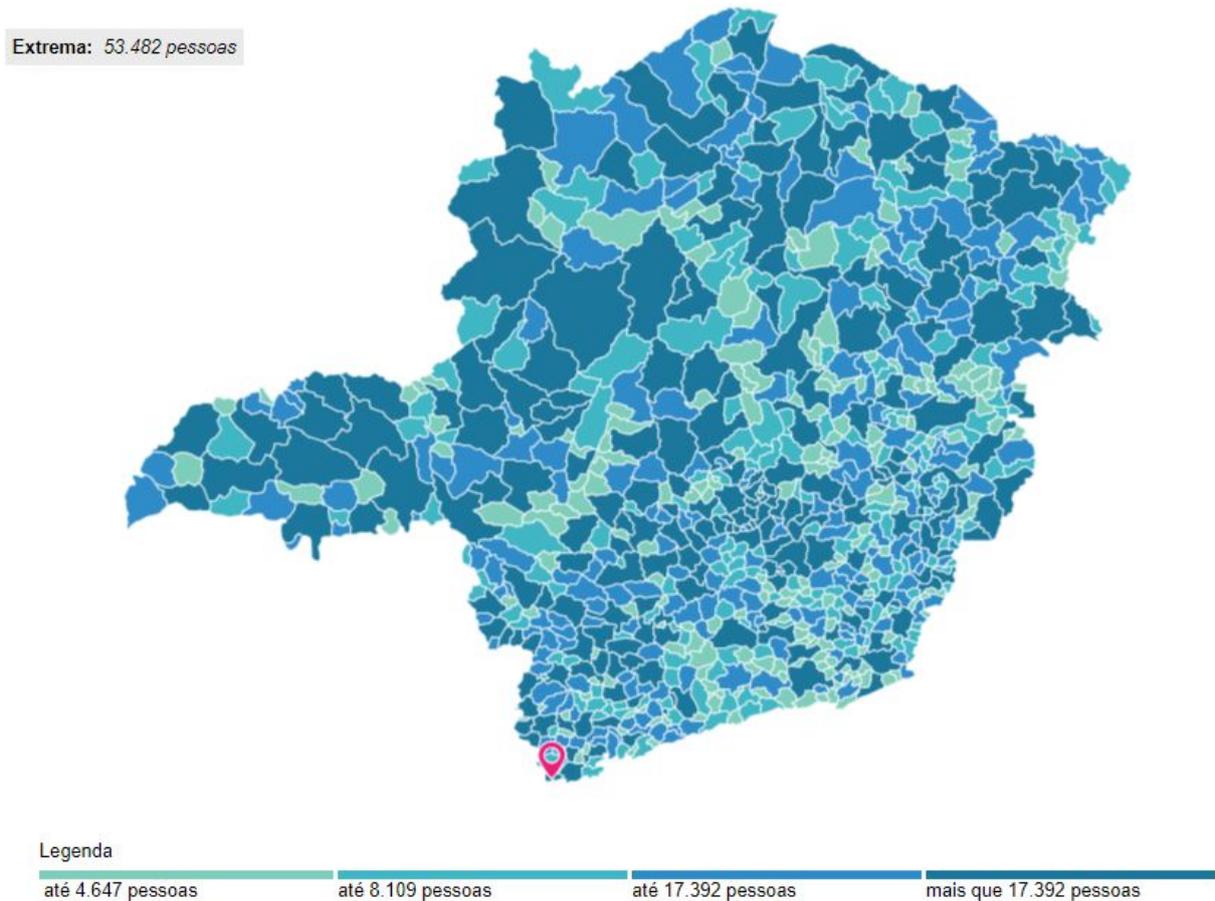


Figura 2. Localização do município de Extrema no estado de Minas Gerais. Fonte: IBGE (2022)

Possui o maior PIB *per capita* do estado (R\$ 311.128,82) e o sexto maior do Brasil, fato justificado pela alta quantidade de grandes empresas no município. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,732, considerado alto (IBGE, 2022). O bioma da região é a Mata Atlântica e o clima é subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação climática de Köppen-Geiger), estando a 934 m de altitude, com 1880 mm de precipitação ao ano, concentradas na estação do verão.

Conforme o Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Extrema (PMRH, 2013), o município possui dois tipos solos predominantes, sendo eles o Argissolo Vermelho-

amarelo distrófico (PVAd) e o Latossolo Vermelho-amarelo distrófico (LVAd), com distribuição quase igualitária dentro dos limites geográficos, em termos de porcentagens (Figura 3), cuja Figura 4 mostra o mapa de altimetria, com curvas de nível de 50 m.

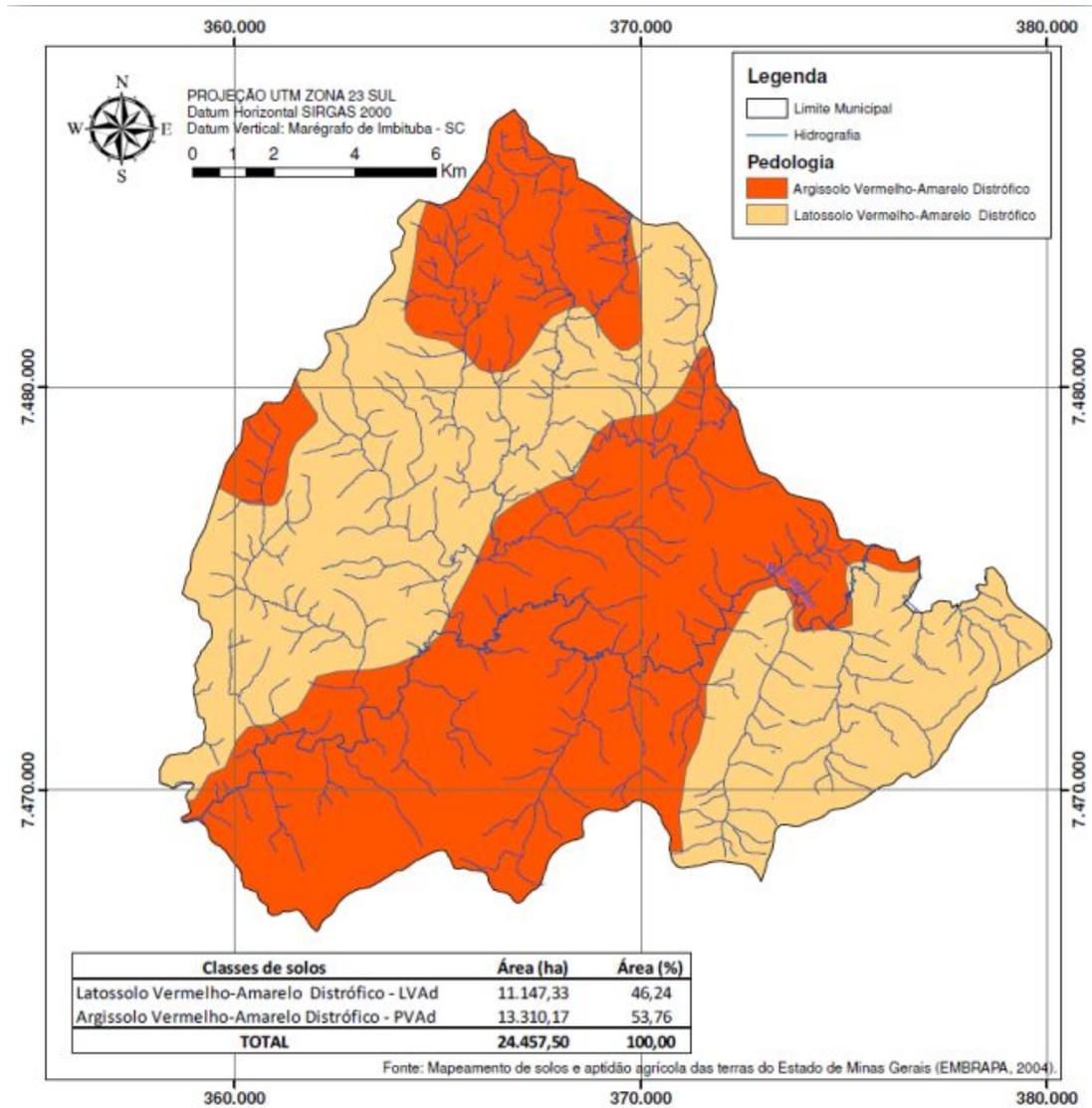


Figura 3. Tipos de solos e a rede hidrográfica de Extrema/MG. Fonte: PMRH (2013)

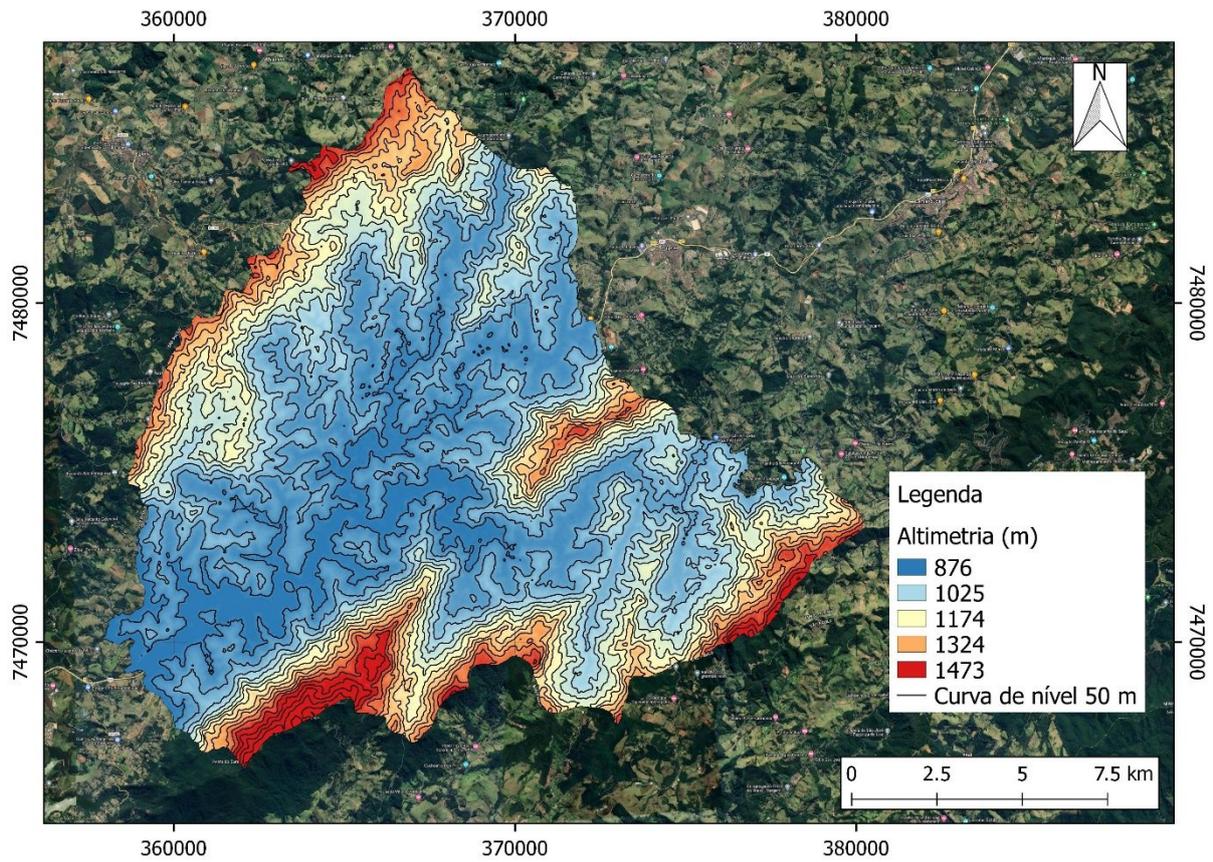


Figura 4. Mapa de altimetria de Extrema/MG. Fonte: Autoria própria

3) Diagnóstico da arborização urbana

Inicialmente, por meio de uma imagem do satélite CBERS-4A, com resolução espacial de 2 m, fez-se a classificação supervisionada do uso e ocupação do solo da parte urbana de Extrema/MG (Figura 5).

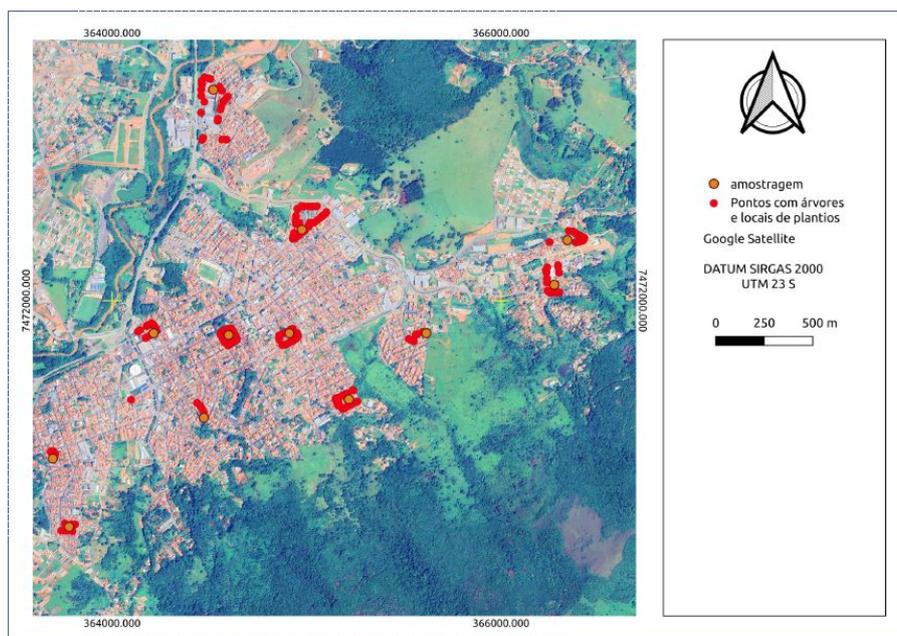


Figura 7. Quarteirões sorteados na amostragem. Fonte: Silva Filho (2022)

A fim de garantir maior segurança à floresta urbana, é necessário ter uma diversidade genética adequada. Para isso, Milano e Dalcin (2000) sugerem que cada espécie não ultrapasse mais do que 15% do total das árvores da cidade. Já para Santamour Jr. (1990) sugeriu a regra 10/20/30, ou seja, não mais do que 10% da mesma espécie, 20% do mesmo gênero e 30% da mesma família. A seguir a distribuição das espécies nas parcelas, tabela 1. Nessa tabela a espécie *Cenostigma pluviosum* var. *peltophoroides* aparece com sua sinonímia.

Tabela 1. Quantidades absoluta e relativa para as árvores encontradas nas amostras (quadras), em vias públicas de Extrema, MG, por espécie e condição geral.

Nome botânico	Nome comum	Condição geral	péssima	bom	excelente	regular	%	Total
<i>Bauhinia variegata</i>	Bauhinia		1	3		2	16,22%	6
<i>Callistemon viminalis</i>	Escovinha-de-garrafa			3		2	13,51%	5
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitangueira			3		1	10,81%	4
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Hibisco			3			8,11%	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cipreste italiano			2			5,41%	2
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipe amarelo do cerrado			2			5,41%	2
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti			1	1		5,41%	2
<i>Sterolobium stans</i>	Ipe de jardim			1	1		5,41%	2
<i>Cassia ferruginea</i>	Cassia ferrg		1		1		5,41%	2
<i>Bauhinia sp</i>	Bauhinia brc			1			2,70%	1
<i>Brunfelsia uniflora</i>	Manaca-de-jardim			1			2,70%	1
<i>Hovenia dulcis</i>	Uva japonesa			1			2,70%	1
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatoba			1			2,70%	1
<i>Murraya paniculata</i>	Falsa murta			1			2,70%	1
<i>Psidium guajava</i>	Goiabeira			1			2,70%	1
<i>Schefflera actinophylla</i>	Cheflera			1			2,70%	1
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Sibipiruna				1		2,70%	1
<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitiba branco					1	2,70%	1

Para que os serviços ambientais sejam bem distribuídos em toda a malha urbana, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana (SBAU) preconiza 100 árvores por km de calçada, o que significa uma árvore a cada 10 m de calçada (PAIVA, 2009). O levantamento de campo feito por Silva Filho (2022) estimou a existência de 2.581 indivíduos arbóreos no perímetro urbano de Extrema/MG, o equivalente a 9 árvores/km de calçada.

Conforme o modelo estatístico feito por Mendes (2021), num primeiro momento para este caso, espera-se ter ao menos 6.275 árvores, indicando, assim, um déficit quantitativo de 3.694 árvores. Após atingir esta meta, por meio da geoestatística, constatou-se que é possível ampliar para um total de 10.731 árvores.

O mapeamento térmico de uma cidade, por sua vez, permite que ações mais assertivas sejam tomadas por parte dos gestores. Assim, conhecer as regiões mais quentes e frias pode ser um bom indicativo, uma vez que áreas com grandes variações na temperatura de superfície tendem a ser as prioritárias.

A Figura 8 representa do mapa de áreas prioritárias em Extrema/MG, na qual as manchas dos polígonos demarcados possuem elevadas temperaturas de superfície, na ordem de 33,75 °C, sendo que algumas delas estão sobre galpões industriais, o que não é possível arborizar para evitar a formação de mais zonas de calor, porém, isso pode caracterizar um passivo climático para esses locais.

Para as áreas quentes situadas sobre o tecido urbanizado, essas podem ter o sistema viário e quintais bem mais arborizados e, assim, poderão evitar um microclima inóspito e árido. Em outras palavras, essas seriam as áreas da cidade que devem receber árvores de médio e grande porte, com potencial para sombrear ruas, trazendo um novo microclima, muito mais resiliente perante a variabilidade climática.

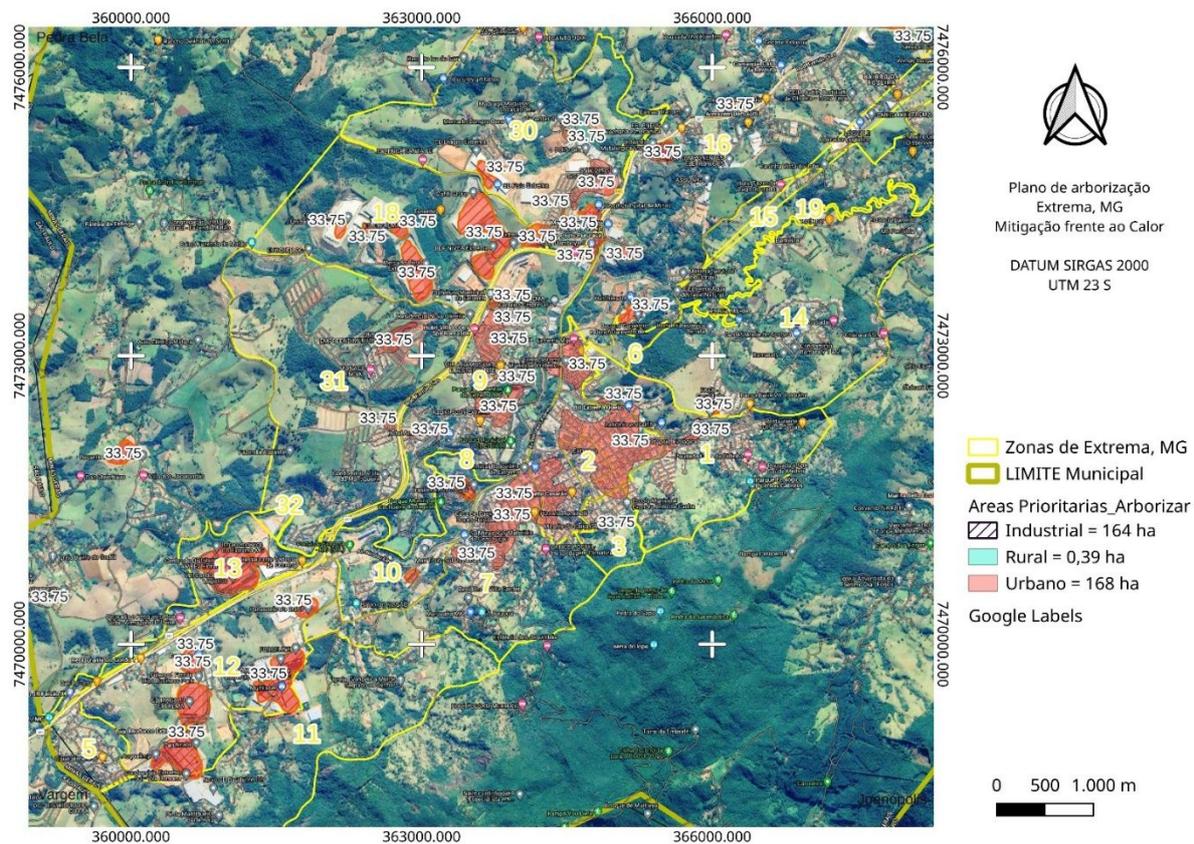


Figura 8. Mapa de áreas prioritárias para arborização em Extrema/MG. Fonte: Autoria própria

4) Percepção da população

Para entender a percepção pública e os anseios da população extremense quanto à arborização urbana, elaborou-se um questionário anônimo, contendo uma breve apresentação do objetivo, seguido de 15 perguntas abertas e fechadas, com metodologia adaptada de Dobbert (2015).

Primeiramente, fez-se uma campanha de divulgação (Figura 9), contando com o apoio do Marketing e também da Secretaria de Educação. O início da coleta foi em 21 de agosto de 2023, encerrando-se em 08 de outubro de 2023 (49 dias). A escolha da data foi feita estrategicamente, à medida que segunda-feira tende a ter um maior engajamento e, além disso, em agosto houve o retorno das aulas presenciais.



Figura 9. Campanha de divulgação da pesquisa sobre a percepção pública da arborização urbana de Extrema/MG. Fonte: Secretaria de Turismo

Desta forma, obteve-se 639 respostas. Ademais, para atingir um maior número de pessoas e também pensando na questão de inclusão social (aos que não tinham condições de responder via link), em conjunto com a Prefeitura de Extrema/MG, imprimiram-se questionários para serem entregues nas escolas, obtendo-se mais 214 respostas, resultando, assim, numa amostragem de 853 participantes.

Vale destacar o alto engajamento da população extremense. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma estimativa de 53.482 pessoas, sendo 39.208 com 20 anos ou mais, segundo as faixas etárias estabelecidas pelo IBGE. Assim, percebe-se que a amostragem representou cerca de 2,2% da população, permitindo uma alta representatividade.

Os resultados da pesquisa podem ser visualizados nas Figuras 10 a 24, sendo as nuvens de palavras elaboradas por meio do site WordClouds (2023).

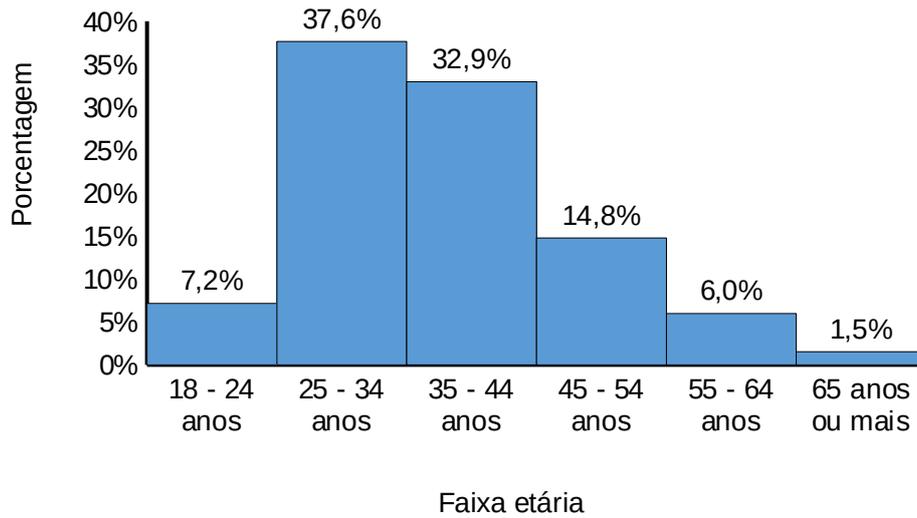


Figura 10. Questionário: Qual é sua idade?

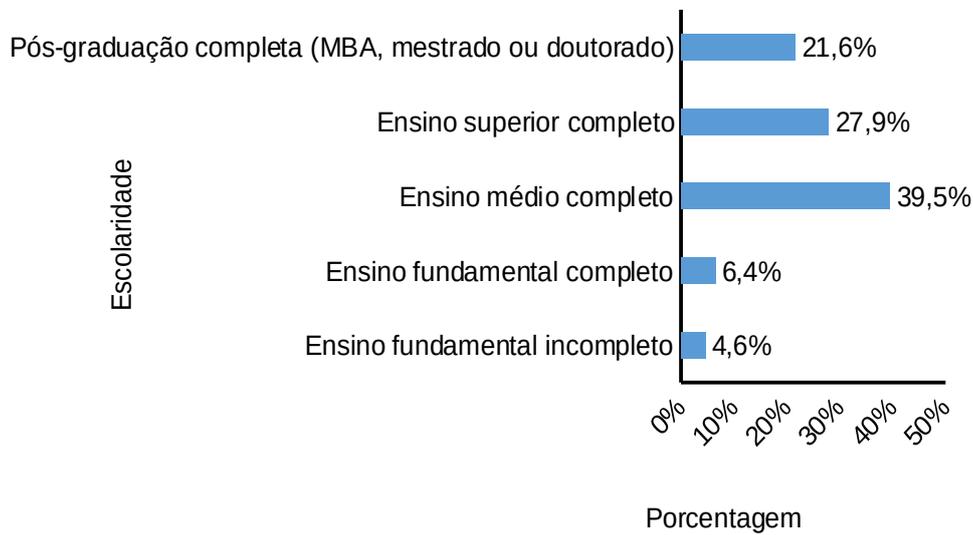


Figura 11. Questionário: Qual sua escolaridade?

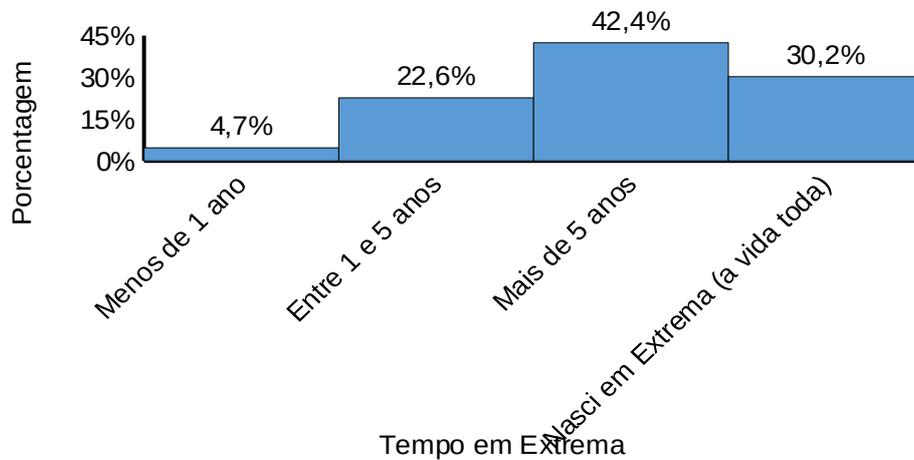


Figura 12. Questionário: Há quanto tempo mora em Extrema?

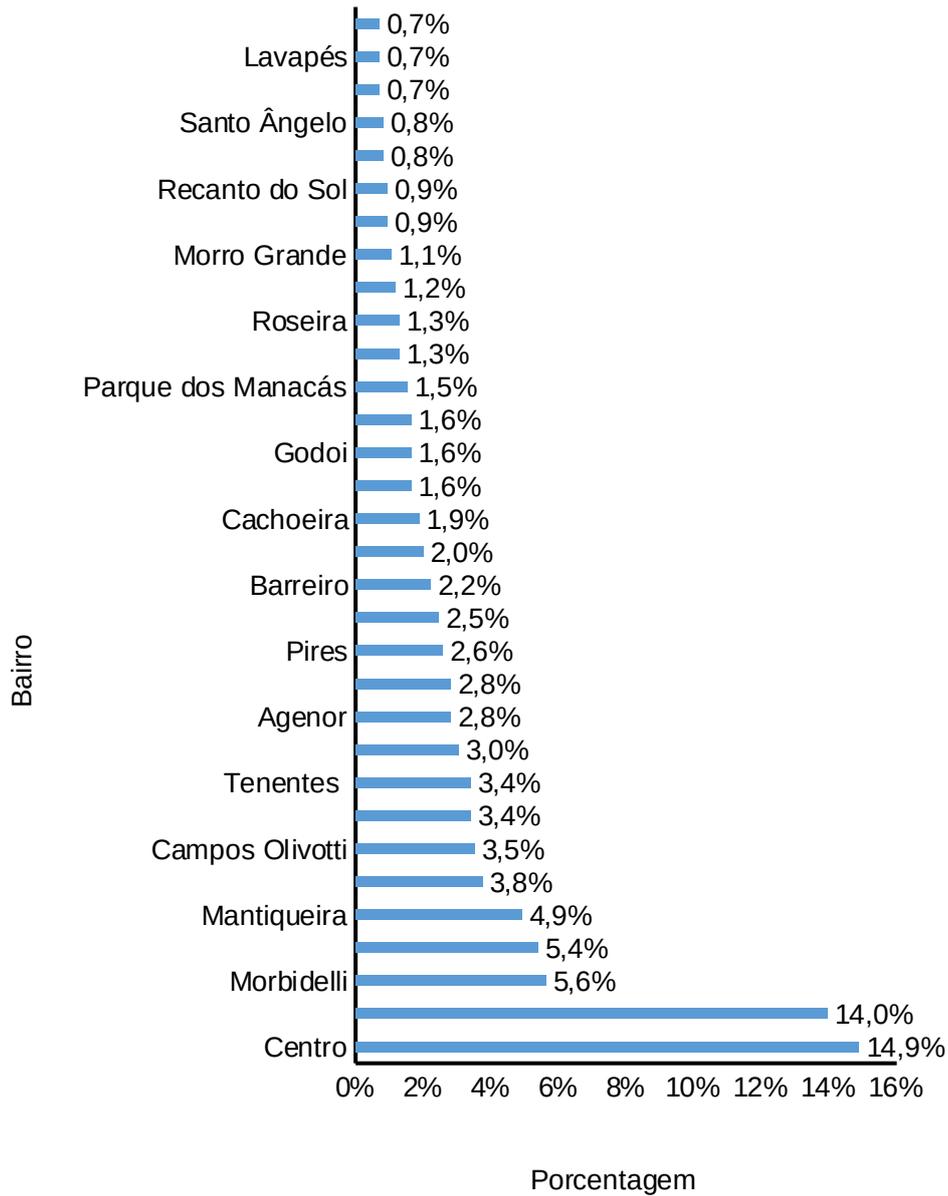


Figura 13. Questionário: Qual bairro mora em Extrema? PS: Outros = 4,5%

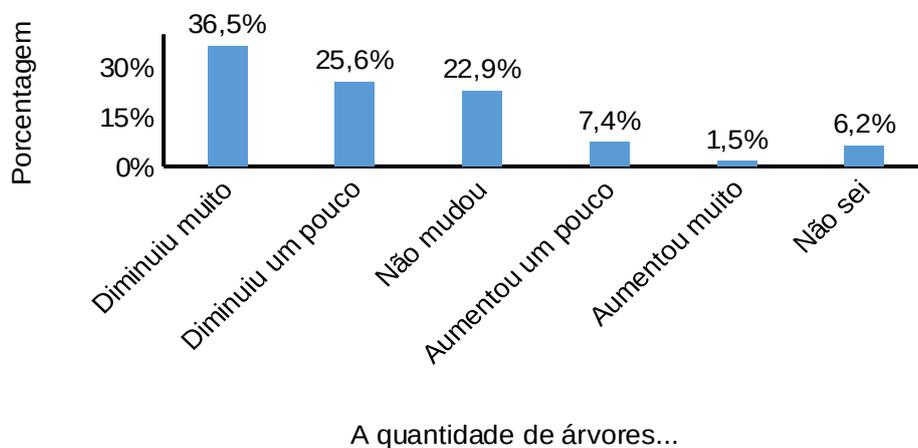


Figura 14. Questionário: Considerando o tempo que você mora neste bairro, a quantidade de árvores...

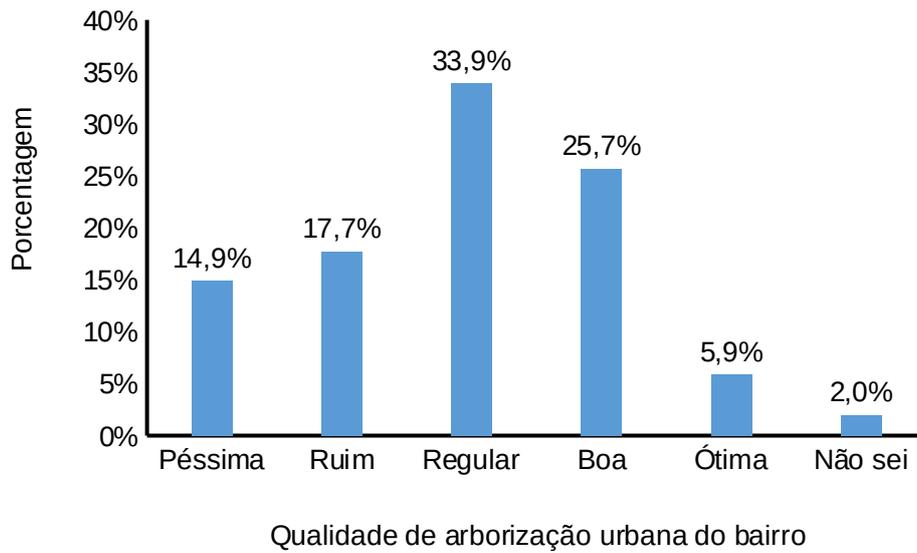


Figura 15. Questionário: Avalie a arborização urbana de seu bairro

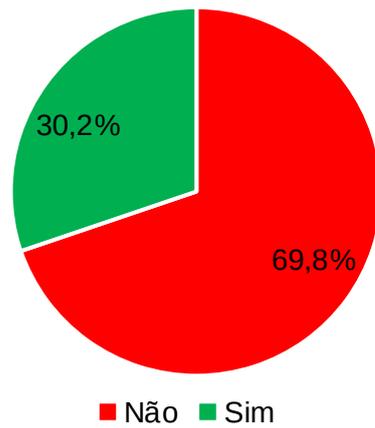


Figura 16. Questionário: Você tem árvore em frente à sua calçada?

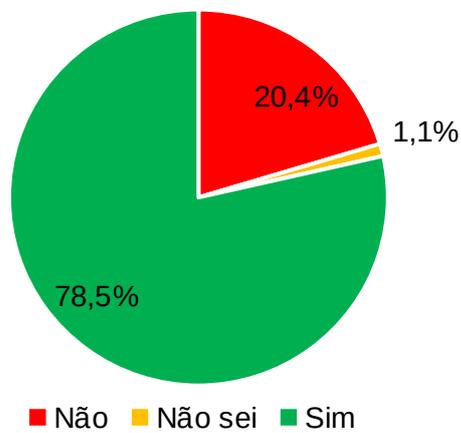


Figura 17. Questionário: Gostaria que tivesse?

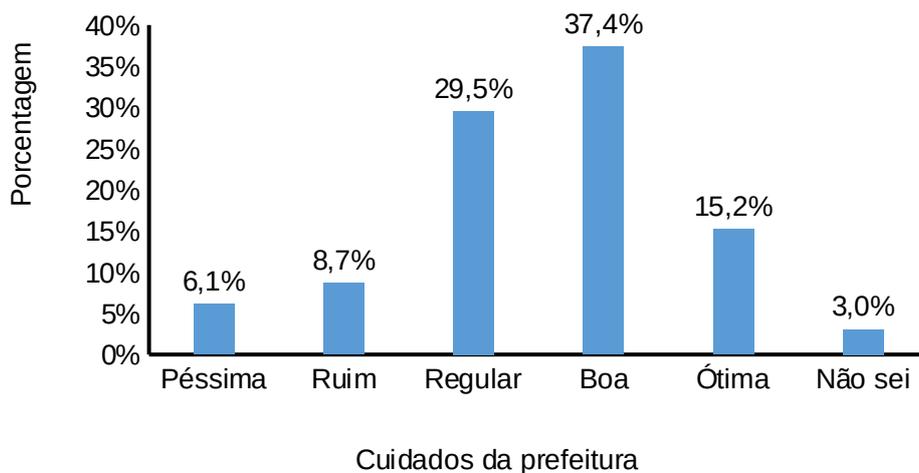
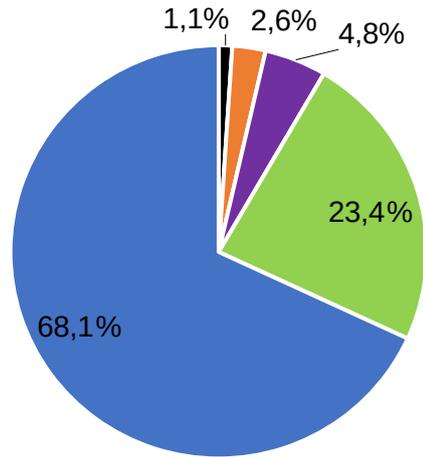


Figura 18. Questionário: O que você acha dos cuidados das árvores urbanas pela Prefeitura?



Figura 19. Questionário: Qual a primeira palavra que vem à mente quando se fala arborização urbana?



■ Não sei ■ Frutos ■ Florada ■ Sombra ■ Ar puro

Figura 20. Questionário: Qual o principal benefício da arborização urbana?

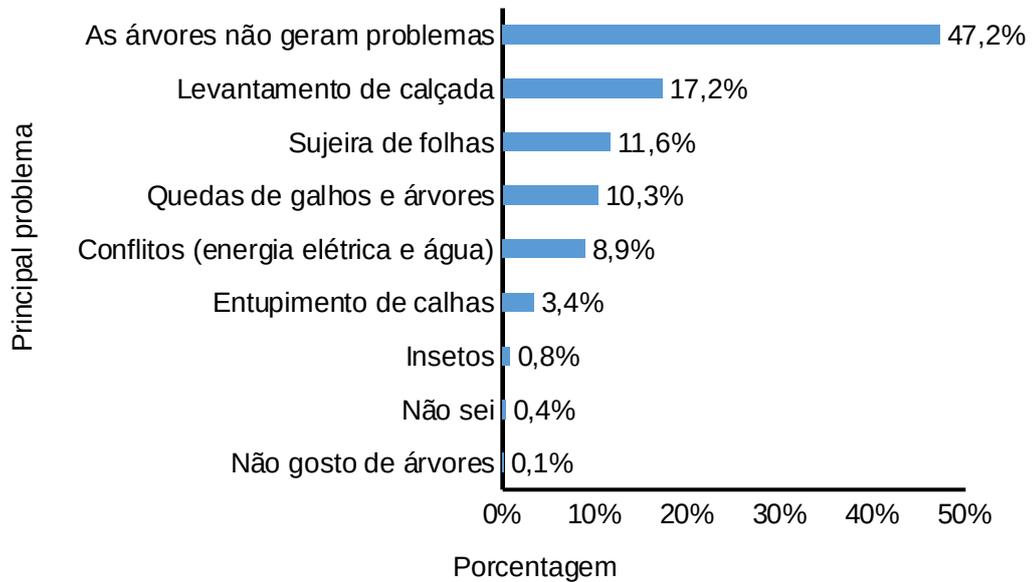


Figura 21. Questionário: Qual o principal problema das árvores?



Figura 22. Questionário: Qual espécie de árvore você plantaria em sua calçada?

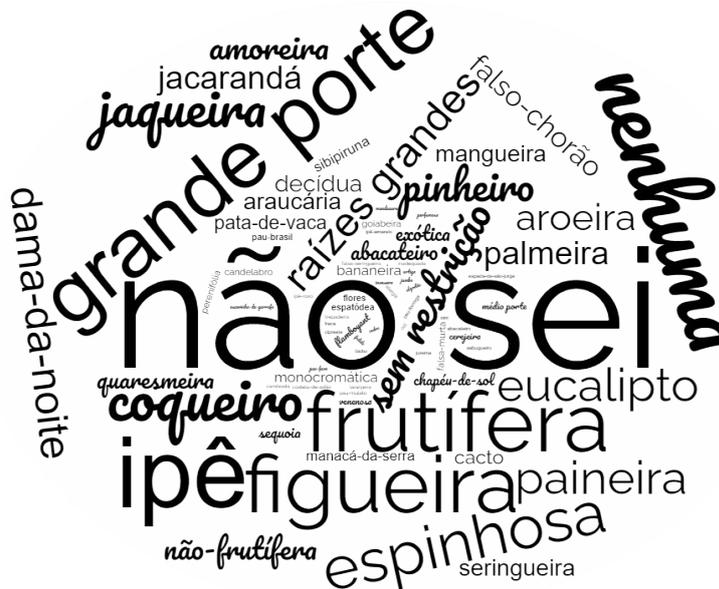
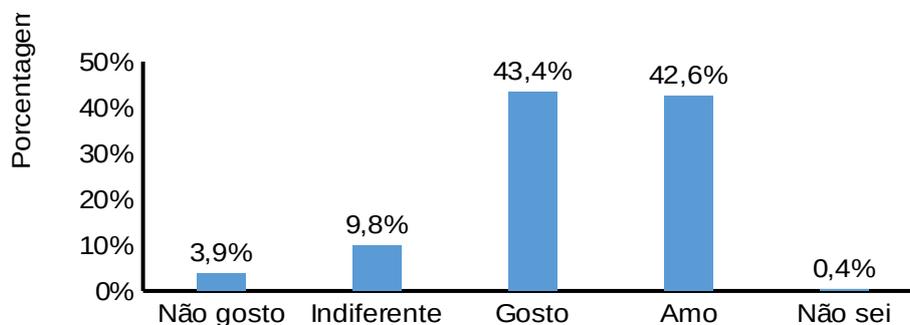


Figura 23. Questionário: Qual espécie de árvore você NÃO plantaria em sua calçada?



Relação com as árvores urbanas

Figura 24. Questionário: Qual a sua relação com as árvores urbanas, especialmente as de calçada?

De modo geral, percebeu-se uma aceitação e desejo das árvores no ambiente urbano. O perfil predominante dos participantes foi de 25 a 44 anos de idade, com alto nível de escolaridade, residente em Extrema/MG há mais de 5 anos, sobretudo na região central.

Em termos gerais, a percepção pública indicou que a quantidade de árvores tem diminuído e a qualidade da arborização está regular. Mais de dois terços (69,8%) não possui árvores em frente às suas casas e 78,5% expressou o desejo de ter, o que demonstra um grande potencial para arborizar a cidade, sendo que a gestão da prefeitura caracterizou-se entre regular e boa.

Quanto à primeira palavra que vem à mente, as mais lembradas foram relacionadas aos benefícios que as árvores proporcionam, como ar puro, vida, árvores, sombra, cuidados, saúde, conforto, verde, beleza e plantio.

Dentre os principais benefícios destacaram-se o ar puro (68,1%) e a sombra (23,4%), enquanto o principal problema apontado foi o levantamento de calçada (17,1%). Por outro lado, para quase metade dos participantes (47,2%), as árvores não geram problemas.

Sobre qual espécie plantaria em sua calçada, as mais lembradas foram ipê (30,2%), não sei (11,4%), frutífera (9,6%), nenhuma (5,7%), todas (4,0%), dentre outras, ao passo que as que não plantaria, os destaques foram não sei (21,1%), sem restrição (11,3%), grande porte (10,9%), frutífera (6,8%), nenhuma (5,7%) etc. No caso do uso de frutíferas, nota-se divergência de opinião, ainda que seja mais aceita do que rejeitada no ambiente urbano.

Por fim, apenas 3,9% respondeu que não gosta de árvores, corroborando com as demais respostas do questionário (aceitação das árvores pela maioria). Isso revela, portanto, que a população extremense anseia por mais árvores, a fim de criar uma cidade mais verde e com melhores condições de vida.

5) Guia de manejo

Tendo o nicho da árvore como unidade de plantio, deve-se optar preferencialmente pelas árvores de maior porte possível, uma vez que elas são as principais responsáveis pelos serviços ecossistêmicos, sobretudo pelo grande volume de copa. Para novos plantios, sugere-se utilizar um modelo de compensação ambiental, na qual a prefeitura elabora o memorial técnico com as estimativas de custo e diretrizes, para que a empresa faça a contratação de um profissional que será responsável por realizar as atividades.

Na sequência, tem-se recomendações de como pode-se otimizar a arborização urbana:

- Utilizar calçamentos de prédios públicos, como escolas, postos de saúde, Unidades Básicas de Saúde etc. para novos plantios;
- Na impossibilidade de espaços urbanos disponíveis para plantios ou calçadas estreitas, avaliar a possibilidade de alocar no arruamento, como separador de vagas para carros;
- Envolvimento das secretarias municipais, como trânsito, monitoramento, obras, ambiental etc.
- Fortalecimento do viveiro municipal para fornecimento de mudas com a qualidade desejada para a arborização urbana, bem como parcerias com outros viveiros;
- Preferencialmente, instalar a rede elétrica na parte leste das ruas, a fim de liberar mais espaço do outro lado (parte oeste), para que seja implantada árvores maiores que, por sua vez, vão sombrear as calçadas e as vias no período da tarde, o qual correspondente ao período mais quente do dia;
- Utilizar árvores com altura mínima de 2,0 m e DAP mínimo de 3 cm, sendo preferível alturas superiores a 2,5 m e DAP 5 cm.

A Figura 25 ilustra os padrões de qualidade de mudas, sendo, respectivamente, a altura superior a 2,0 m e DAP mínimo de 5 cm, o volume do torrão superior a 70 litros, as dimensões do berço de plantio (mínimo de 80 cm x 60 cm x 60 cm), o posicionamento harmônico da árvore (bifurcação perpendicular à rede elétrica, quando houver) e o tutoramento (no formato de “oito deitado”) esperados nos plantios em Extrema.



Figura 25. Padrão de qualidade esperado nos plantios de árvores em Extrema/MG. Fonte: Autoria própria

A Figura 26, por sua vez, mostra os tratamentos silviculturais necessários para o sucesso dos plantios. Conforme levantamento feito por McPherson (2014), uma taxa de sobrevivência acima de 80% para plantios de árvores em ruas pode ser considerado adequada.

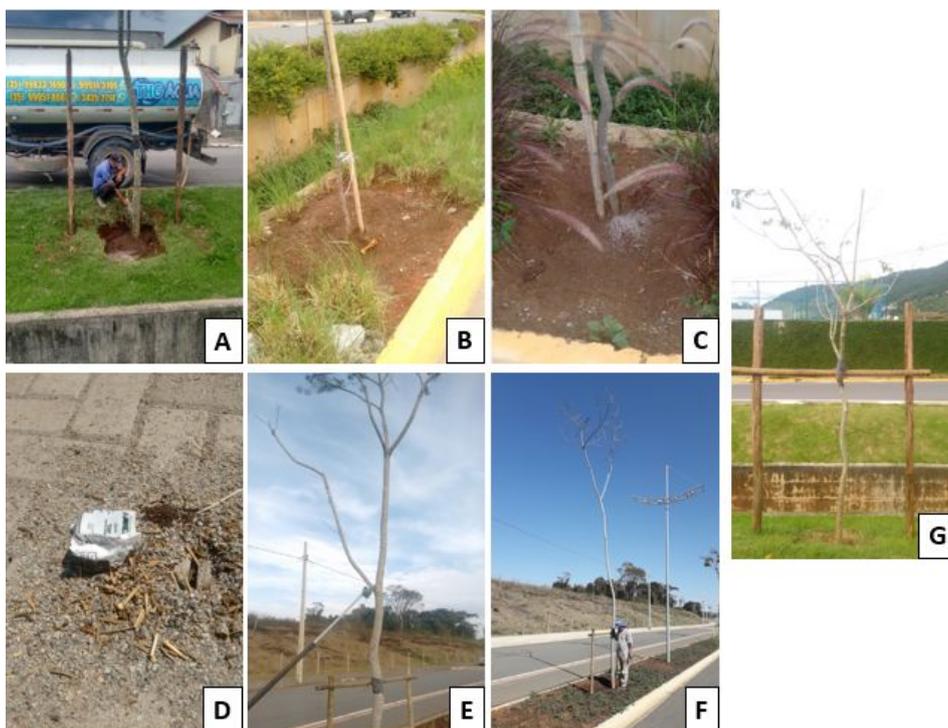


Figura 26. Tratos silviculturais necessários, sendo A) irrigação; B) coroamento; C) adubação de cobertura; D) controle de formigas; E) poda de limpeza; F) replantio e G) tutoramento e amarração. Fonte: Autoria própria

6) Gestão da arborização urbana

O georreferenciamento das árvores plantadas pela Secretaria de Turismo entre 2021 e 2023 representou uma ótima oportunidade de melhoria na questão ambiental do município de Extrema/MG, sendo plantadas, entre 2021 e 2023, mais de 450 árvores de médio e grande portes em locais previamente estudados do sistema viário. O inventário contemplou:

- Georreferenciamento via imagem Google Earth de 16 de novembro de 2022;
- ID, representado pela Circunferência à Altura do Peito (CAP);
- Descrição: Espécie; altura; CAP.

A data de realização dos inventários e os locais dos plantios foram:

- 16/mar/2022: Av. Luiz Gabellini, Talude Gabellini, Av. José Gomes Marques, Av. Lavapés, Av. Saes Peres, Rua Tiradentes e Praça da Bíblia;
- 07/jun/2022: Novo cemitério (próximo à Hutchinson);
- 01/set/2022: Av. Batalhão da Polícia Militar e Av. João Gilli Neto (sendo a Av. JGN entre 30/ago/2022 e 02/set/2022);
- 15/maio/2023: Praça do Agenor, Praça das Águas, Praça Fernão Dias, Praça Olavo Bilac e Praça Waldomiro.

O mapa georreferenciado com todos os plantios pode ser visto na Figura 27, enquanto que a Figura 28 mostra os detalhes de uma árvore plantada. Vale destacar que todos os arquivos estão em formato .kml, o que pode ser facilmente manipulado em ambiente SIG (tal como no *software* QGIS).

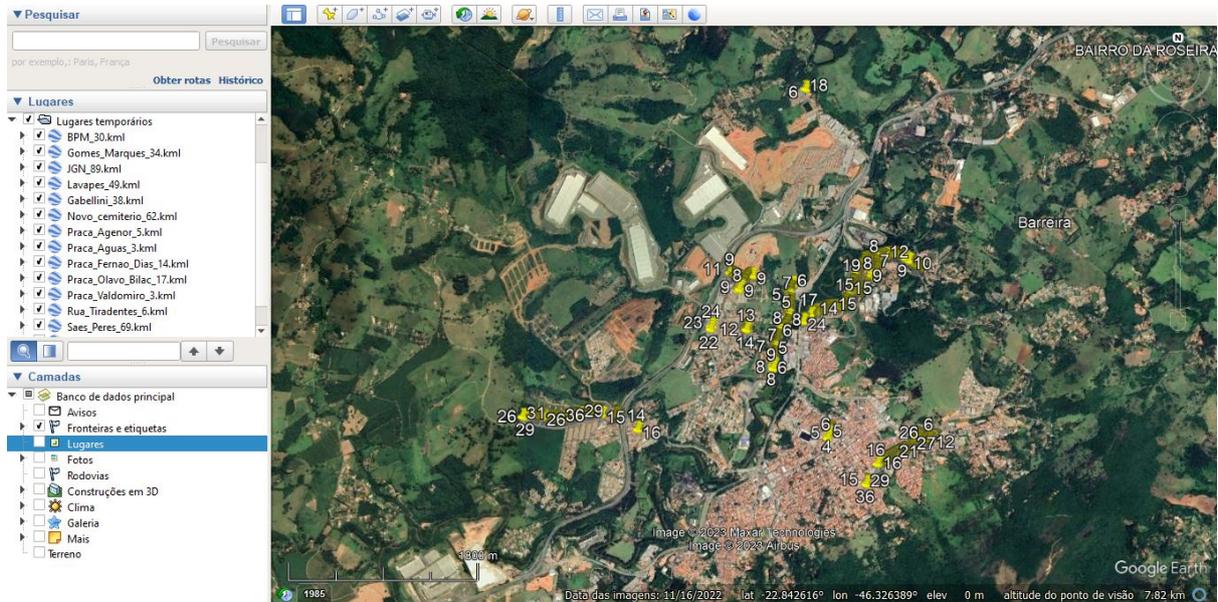


Figura 27. Inventário de todas as árvores urbanas plantadas em Extrema/MG entre 2021 e 2023. Fonte: Autoria própria

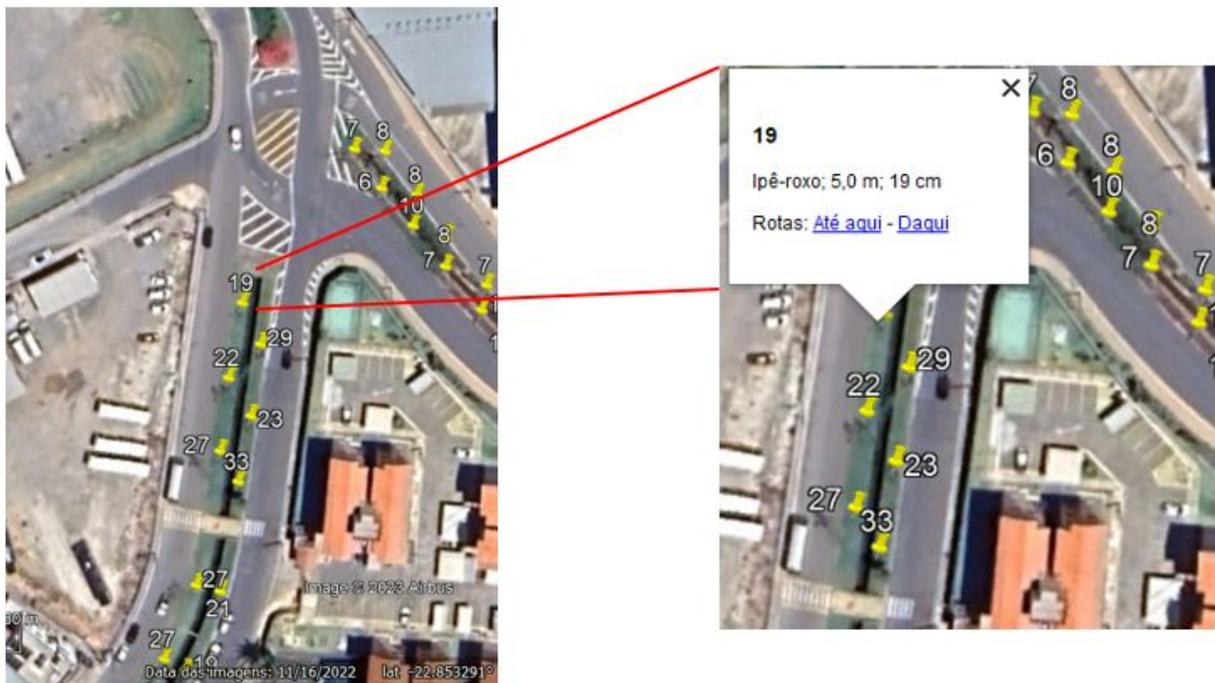


Figura 28. Detalhes do inventário de um ipê-roxo plantado na Av. Lavapés, com 5,0 m de altura e 19 cm de CAP (DAP = 6 cm). Fonte: Autoria própria

Baseado nos plantios realizados, constatou-se que a mediana do custo por berço foi de R\$ 1.302,83 (Tabela 2), considerando desde o preço de aquisição da árvore (Tabela 3) até a finalização de seu plantio por equipe especializada.

Tabela 2. Custo de implantação de uma árvore

Local	Custo/berço
Av. Saes Peres	R\$ 845,07
Av. José Gomes Marques	R\$ 1.623,53
Av. Lavapés	R\$ 2.407,72
Av. Luiz Gabellini	R\$ 3.576,60
Av. João Gilli Neto	R\$ 982,13
Batalhão da Polícia Militar	R\$ 740,56
Média	R\$ 1.695,93
Mediana	R\$ 1.302,83

Fonte: Autoria própria

Tabela 3. Preço estimado de uma árvore padrão

Circunferência à Altura do Peito (CAP)	Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	Preço estimado
< 9 cm	< 3 cm	R\$ 357,00
13 - 22 cm	4 - 7 cm	R\$ 616,00
25 - 35 cm	8 - 11 cm	R\$ 1.285,00
38 - 47 cm	12 - 15 cm	R\$ 2.256,00
50 - 63 cm	16 - 20 cm	R\$ 3.300,00
> 63 cm	> 20 cm	R\$ 3.856,00

Fonte: Autoria própria

Para a gestão da arborização urbana é imprescindível conhecer o clima. Desta forma, referente ao ano de 2022, analisou-se os dias chuvosos e seus respectivos volumes diários, verificando que o verão é a estação mais chuvosa, enquanto que o inverno, a mais seca (Figura 29), cujos maiores volumes precipitam durante o verão, com uma média de 14,6 mm/dia (Figura 30).

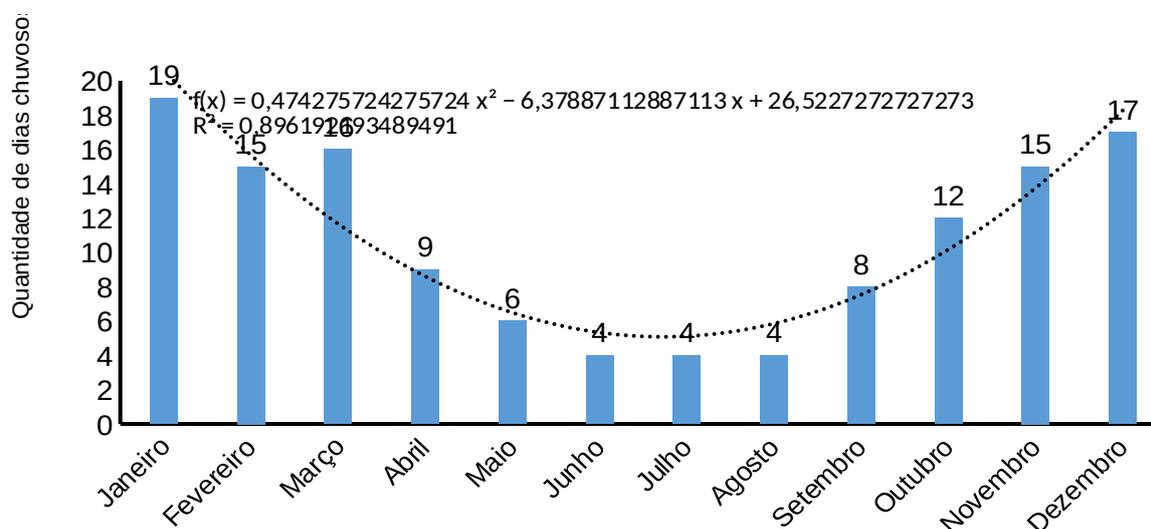


Figura 29. Distribuição da quantidade de dias chuvosos. Fonte: Climate-Data (2022)

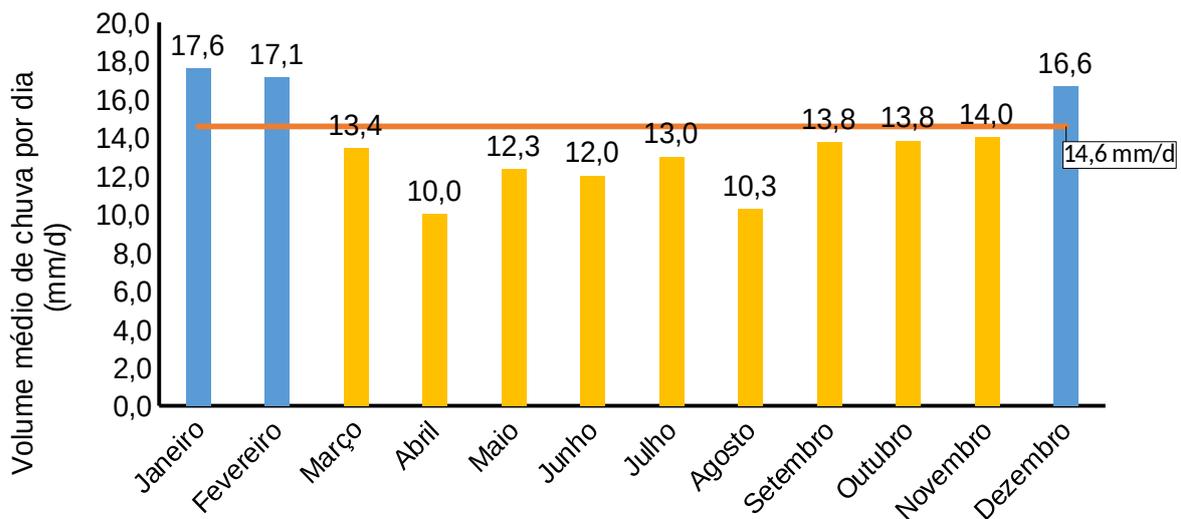


Figura 30. Distribuição do volume de chuva diário. Fonte: Climate-Data (2022)

Para auxiliar o inventário em campo, o QField trata-se de um aplicativo móvel para uso no QGIS com código totalmente aberto para adaptações, operando em sistema operacional Android 4 ou superior. Ele funciona em sincronia com o GPS, possibilitando visualização e edição de camadas rasters e vetoriais (QGIS, 2017).

Para o município de Extrema/MG, o projeto foi criado para análise quali-quantitativa da arborização urbana. Dentre os campos a serem preenchidos estão: Nome comum, nome científico, localização, valores dendrométricos (altura geral, DAP, diâmetro da base, área de copa etc.) e estado fitossanitário (Figura 31). Uma vez de posse destes dados é possível fazer a gestão eficiente da arborização urbana, encontrando locais prioritários de plantio e os padrões de cada área da cidade (SILVA FILHO, 2022).

Estas variáveis foram adaptadas do banco de dados utilizado em publicação científica realizada por Mendes, Polizel e Silva Filho (2016), no inventário feito na Santa Casa de Misericórdia de Piracicaba/SP, e, posteriormente, o patrimônio arbóreo pode ser valorado por meio de metodologia semelhante ao artigo científico de Mendes et al. (2021).

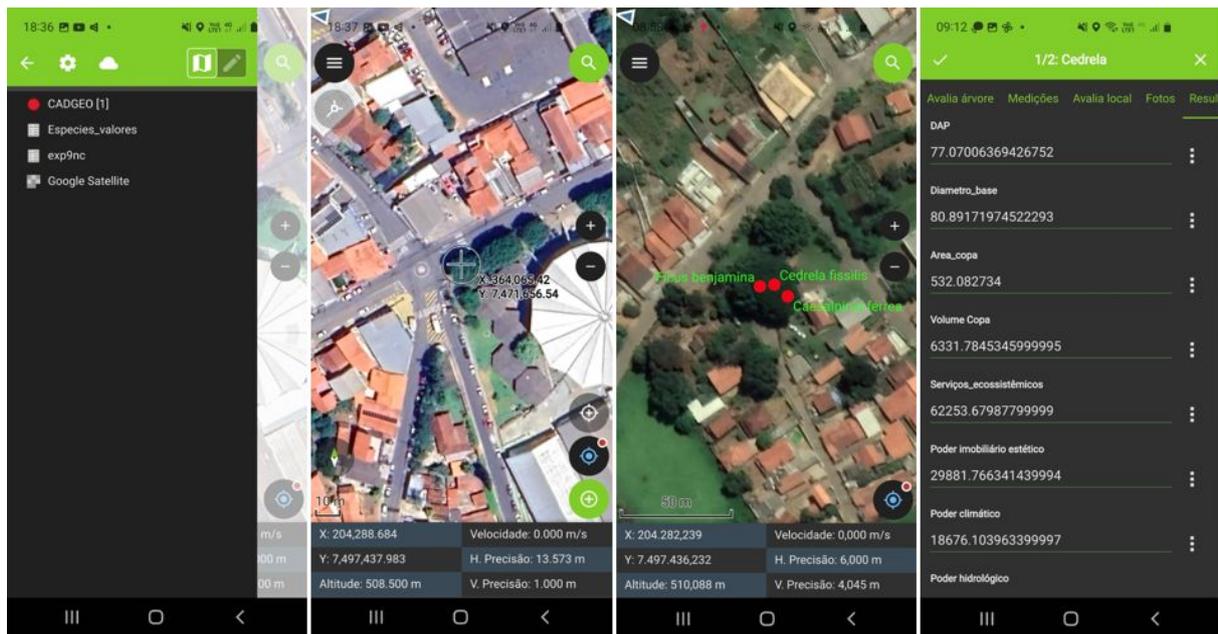


Figura 31. Aplicativo QField para análise da arborização urbana em campo. Fonte: Autoria própria

7) Projeto piloto no bairro Roseira

Caracterizado como um bairro relativamente novo entregue no final do ano de 2023, o bairro escolhido para fazer o projeto piloto foi a Roseira, o qual passa por um processo de consolidação. A atual situação encontrada foi de casas populares, muito asfalto a céu aberto, com calçadas de 2,0 m de largura, rampas para facilitar o acesso às garagens (tendo em vista o desnível do terreno) e nichos de 40 cm x 40 cm, considerados pequenos para o desenvolvimento adequado de uma árvore de médio ou grande porte (Figura 32).

A fim de aumentar a cobertura arbórea é preciso alterar essa realidade, ocupando as áreas potenciais, como, por exemplo:

- Substituir áreas de asfalto por áreas verdes, podendo criar pomares e hortas urbanas;
- Plantio de árvores em nichos alocados nas divisas das residências, em concílio com as rampas das garagens;
- Aumentar os tamanhos dos nichos para 80 cm (largura) x 100 cm (comprimento);
- Arborizar proximidades de espaços públicos, como escolas, hospitais e postos de saúde.



Figura 32. Áreas potenciais para arborização no bairro Roseira. Fonte: Autoria própria

Para melhorar a saúde mental das pessoas e, conseqüentemente, a qualidade de vida, uma metodologia desenvolvida para áreas urbanas foi proposta por Konijnendijk (2023), denominada Regra 3-30-300, a qual contempla a necessidade de ter:

1. Ao menos 3 árvores desde a visada de cada casa;

2. Ao menos 30% de cobertura arbórea;
3. Estar a menos de 300 m de uma área verde.

A Figura 33 ilustra o projeto piloto no bairro da Roseira, seguindo este critério, na Rua Maria Bento da Silva Moreira.



Figura 33. Aplicação da Regra 3-30-300 no bairro Roseira. Fonte: Autoria própria

8) Arborização em novos empreendimentos

A arborização em novos empreendimentos estabelece diretrizes para padronização de procedimentos, garantia da qualidade de produtos e serviços, eficiência na adoção das práticas silviculturais, capacitações para compartilhamento e disseminação do conhecimento, e monitoramento contínuo das ações envolvidas no PMAU.

A calçada (também conhecido como passeio público), é um dos principais elementos de uma cidade. Calçadas relativamente largas permitem um ambiente harmonioso entre os mobiliários urbanos e as árvores. Se considerar uma quadra com 100 m x 100 m (Área = 10.000 m²), considerando uma calçada com 2,0 m de largura, a área disponível ao empreendedor será de 9.604 m².

Ao aumentar a largura da calçada de 2,0 m para 2,5 m, por exemplo, a área disponível ao empreendedor será de 9.506,25 m², o equivalente a 1,02% menor perante a calçada de 2,0 m. Ademais, se a calçada for de 2,0 m para 3,0 m de largura, a área será de 9.409 m², o equivalente a 2,03% menor da área do empreendedor, mas representa muito à arborização urbana, pois permitirá a implantação de berços maiores e, logo, árvores mais

frondosas que, além de proporcionar mais serviços ecossistêmicos aos habitantes, vão valorizar o terreno (Figura 34).

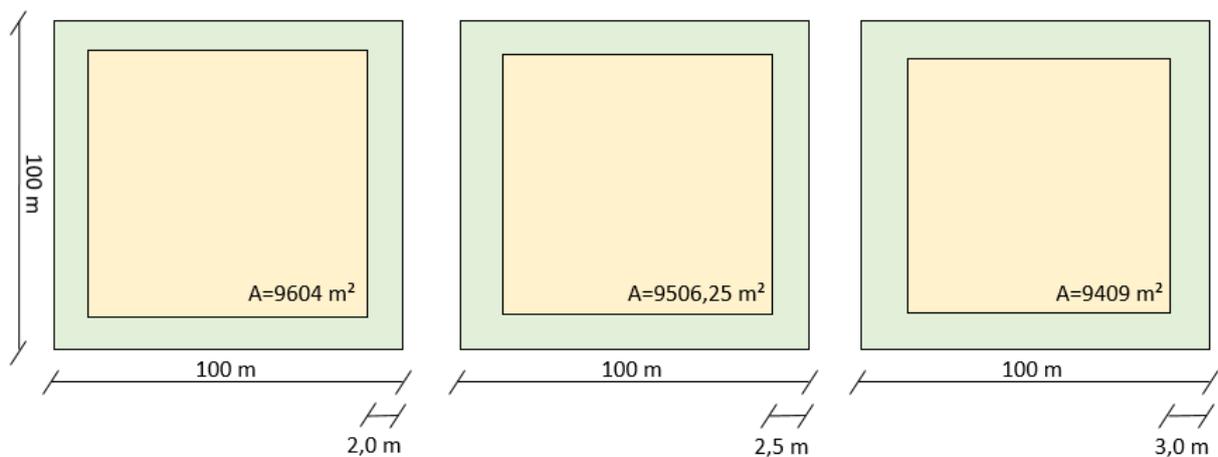


Figura 34. Cenários para diferentes tamanhos de calçadas. Fonte: Autoria própria

Sugere-se que as responsabilidades de arborização sejam não do empreendedor, mas sim do comprador da área, o qual deverá receber da prefeitura as instruções técnicas e orientações para que se tenha um adequado desenvolvimento dos exemplares plantados (Figura 35), visto que a atual situação do município não tem gerado resultados satisfatórios quanto à taxa de sobrevivência das árvores plantadas, ou seja, apenas uma taxa inferior à metade dos plantios chega à fase adulta, necessitando replantios para preenchimento dessa lacuna.

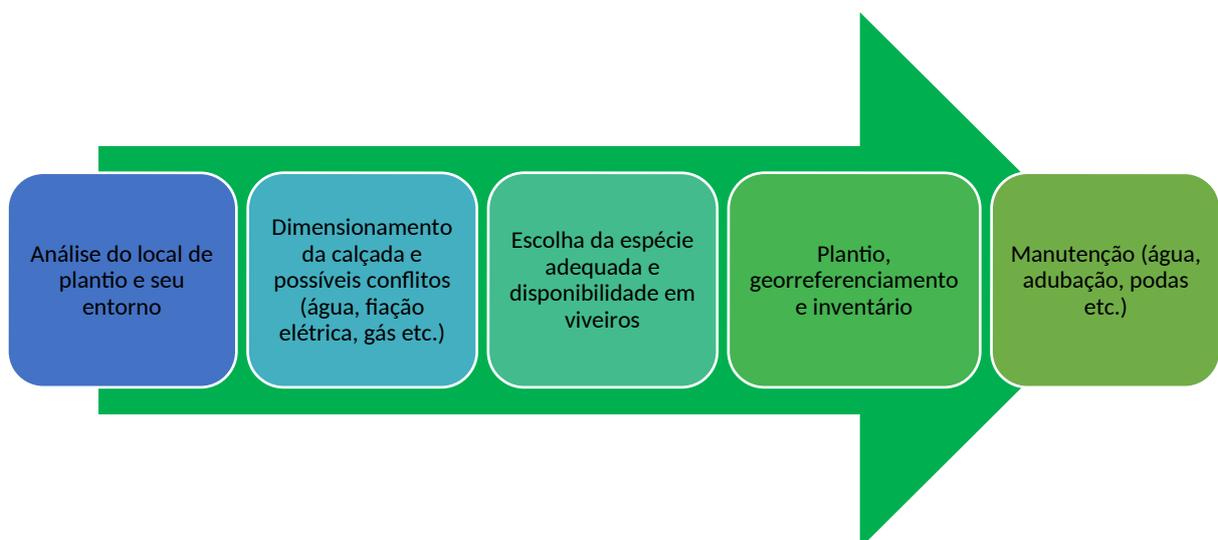


Figura 35. Planejamento para novos plantios de árvores. Fonte: Autoria própria

Tendo em conta que é melhor incentivar o certo do que punir o errado, algumas cidades nacionais e internacionais (Portland, Chicago, Copenhague, Berlim etc.) têm incentivado iniciativas sustentáveis, como o IPTU Verde, o qual ocorre em São Carlos/SP, Araraquara/SP, Americana/SP, Curitiba/PR, Vila Velha/ES, entre outras. Trata-se de um mecanismo que concede algum desconto neste imposto para os imóveis que possuam árvores em suas calçadas ou áreas permeáveis em seus domínios. Para isso, cada local tem seus próprios critérios, os quais podem ser fundamentados em métodos de valoração arbórea, isso é, quanto mais valioso o exemplar em termos de serviços ecossistêmicos, maior será o desconto. Assim, as Tabelas 4 e 5 mostram as listas de espécies recomendadas e não recomendadas para a arborização urbana.

Tabela 4. Lista de espécies recomendadas para arborização urbana*

Nome científico	Nome comum	Família	Porte	Origem
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata-de-vaca-nativa	Fabaceae	Médio	Nativa
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata-de-vaca	Fabaceae	Médio	Exótica
<i>Callistemon viminalis</i>	Escovinha-de-garrafa	Myrtaceae	Médio	Exótica
<i>Cassia fistula</i>	Chuva-de-ouro	Fabaceae	Médio	Exótica
<i>Cassia leptophylla</i>	Falso-barbatimão	Fabaceae	Grande	Nativa
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	Boraginaceae	Grande	Nativa
<i>Eugenia brasiliensis</i>	Grumixama	Myrtaceae	Médio	Nativa
<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja-do-rio-grande	Myrtaceae	Médio	Nativa
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	Myrtaceae	Médio	Nativa
<i>Eugenia pyriformis</i>	Uvaia	Myrtaceae	Médio	Nativa
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutambo	Malvaceae	Grande	Nativa
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê-amarelo	Bignoniaceae	Médio	Nativa
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo	Bignoniaceae	Grande	Nativa
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo	Bignoniaceae	Grande	Nativa
<i>Handroanthus pentaphyllus</i>	Ipê-rosa	Bignoniaceae	Grande	Exótica
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá-mimoso	Bignoniaceae	Grande	Exótica
<i>Licania tomentosa</i>	Oiti	Chrysobalanaceae	Grande	Nativa
<i>Koelreuteria bipinnata</i>	Quereutéria	Sapindaceae	Grande	Exótica
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Mirindiba	Lythraceae	Grande	Nativa
<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	Lythraceae	Médio	Nativa
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Resedá-gigante	Lythraceae	Médio	Exótica
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula	Fabaceae	Grande	Nativa
<i>Poincianella pluviosa</i>	Sibipiruna	Fabaceae	Grande	Nativa
<i>Pterocarpus violaceus</i>	Aldrigo	Fabaceae	Grande	Nativa
<i>Sapindus saponaria</i>	Sabão-de-soldado	Sapindaceae	Médio	Nativa
<i>Schinus molle</i>	Falso-chorão	Anacardiaceae	Médio	Nativa
<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê-branco	Bignoniaceae	Médio	Nativa
<i>Tibouchina granulosa</i>	Quaresmeira	Melastomataceae	Médio	Nativa
<i>Tibouchina mutabilis</i>	Manacá-da-serra	Melastomataceae	Médio	Nativa
<i>Triplaris americana</i>	Pau-formiga	Polygonaceae	Grande	Nativa

* Outras espécies podem ser recomendadas para o uso na arborização urbana mediante consulta ao órgão responsável

Tabela 5. Lista de espécies não recomendadas para arborização urbana**

Nome científico	Nome comum	Família	Motivo
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Flamboyant-de-jardim	Fabaceae	Toxicidade e espinhos
<i>Murraya paniculata</i>	Falsa-murta	Rutaceae	Hospedeira do <i>greening</i>
<i>Nerium oleander</i>	Espirradeira	Apocynaceae	Toxicidade
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	Fabaceae	Efeitos alelopáticos
<i>Tecoma stans</i>	Ipê-de-jardim	Bignoniaceae	Espécie invasora
<i>Hovenia dulcis</i>	Uva-do-japão	Rhamnaceae	Espécie invasora

** Outras espécies podem não ser recomendadas para o uso na arborização urbana mediante consulta ao órgão responsável

9) Árvores veteranas

As árvores veteranas de Extrema/MG representam exemplos de como a arborização urbana deve ser manejada para otimizar os serviços ecossistêmicos à população. Para o adequado manejo, inicialmente deve ser feita uma análise visual da integridade do indivíduo, numa frequência anual (ou num período de tempo menor, se necessário). Além disso, em casos que demandem uma avaliação mais minuciosa, a tomografia de impulso pode ser uma ferramenta tecnológica recomendada para avaliar o interior de seções transversais, sobretudo na base, região esta que costuma apresentar ocos e, conseqüentemente, a perda da resistência mecânica, uma vez reconhecida a importância dessas árvores de maior valor ao município.

Mattheck e Breloer (1997) discutem técnicas avaliativas para a melhor tomada de decisão no manejo da arborização urbana, na qual um experimento demonstrou que, biomecanicamente, uma árvore deve ter mais de dois terços de oco para que se tenha decaimento significativo da madeira (perda de resistência) e, assim, seja recomendada a supressão do indivíduo – embora esse fator não deva ser avaliado isoladamente, mas sim em conjunto com toda a estrutura arbórea.

Desta forma, em conjunto com a Secretaria Municipal de Turismo (Eixo Parques e Jardins), foram identificadas oito árvores veteranas na parte urbana de Extrema/MG, todas nativas do Brasil (Figura 36). Neste sentido, recomenda-se o tombamento delas pelo patrimônio histórico, a fim de preservá-las com uma maior atenção. São elas:



Paineira	
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	
End.: Av. Tiradentes x R. 22 de julho	
18 m altura; 543 cm CAP; 452 m ² copa	
Ocorrência:	
Florada: dezembro - abril	
Valor ecossistêmico: R\$ 29.805,26	

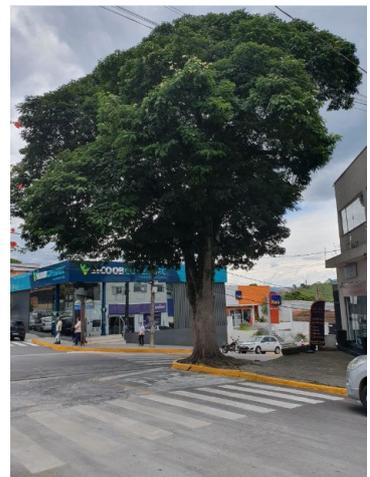




Ipê-branco
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith
End.: Av. Tiradentes x R. Benjamin Constant
8 m altura; 152 cm CAP; 39 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: agosto - outubro
Valor ecossistêmico: R\$ 1.864,81



Sibipiruna
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis
End.: Av. Brasil x R. Nenê
12 m altura; 286 cm CAP; 177 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: agosto - novembro
Valor ecossistêmico: R\$ 2.299,19



Copaíba
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
End.: Praça Japão
14 m altura; 247 cm CAP; 228 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: dezembro - março
Valor ecossistêmico: R\$ 8.889,42

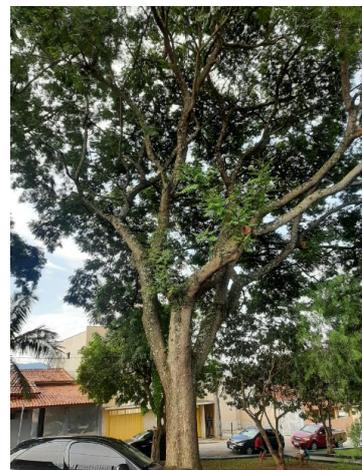




Jatobá
<i>Hymenaea courbaril</i> L.
End.: R. Tárzio J.B. Carvalho x R. Nicolino A. Ferreira Pó
18 m altura; 545 cm CAP; 961 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: outubro - dezembro
Valor ecossistêmico: R\$ 115.395,00



Canafístula
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.
End.: R. São Mateus x R. São João
18 m altura; 273 cm CAP; 314 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: dezembro - fevereiro
Valor ecossistêmico: R\$ 6.918,36



Cássia-rosa
<i>Cassia grandis</i> L.f.
End.: R. Nenê x R. Adelino Salvador Pinto
11 m altura; 192 cm CAP; 189 m ² copa
Ocorrência: 
Florada: agosto - novembro
Valor ecossistêmico: R\$ 8.321,75





Copaíba
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
End.:
7 m altura; 240 cm CAP; 143 m ² copa
Ocorrência:

Florada: dezembro - março
Valor ecossistêmico: R\$ 24.142,07



Figura 36. Árvores veteranas de Extrema/MG. Fonte: Autoria própria

10) Considerações Finais

O Plano Municipal de Arborização Urbana de Extrema/MG é uma ferramenta importante para tornar as cidades mais sustentáveis e habitáveis. O objetivo é maximizar os benefícios ambientais, sociais e econômicos ao integrar técnicas de planejamento, plantio, manutenção e gestão de árvores em cidades. Para melhorar a qualidade de vida dos residentes e fortalecer a resiliência urbana contra os impactos das mudanças climáticas, é necessário selecionar cuidadosamente as espécies adequadas, levar em consideração os desafios do ambiente urbano e encorajar o envolvimento da comunidade. No caso de Extrema/MG, houve uma estimativa de 2.581 árvores, na qual a cidade tem potencial para triplicar esse número e, após, quadruplicar, totalizando 10.731 árvores no sistema viário.

Visto a cidade passa por um período de rápida industrialização, é notório perceber a presença de grandes galpões logísticos, os quais foram identificados como áreas áridas. Por isso, a Prefeitura Municipal de Extrema/MG deve levar em conta as informações aqui apresentadas visando melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, juntamente com o desenvolvimento local. De igual modo, as áreas prioritárias devem ter uma atenção especial, uma vez que apresentaram os maiores valores de temperatura de superfície, a fim de evitar a ocorrência de ilhas de calor.

Por fim, vale destacar que o PMAU é um documento ativo, dinâmico, que está em constante processo de atualização, devendo funcionar como um guia estratégico e norteador tanto para a conservação da floresta urbana existente quanto para novos plantios, promovendo uma arborização urbana sustentável e adaptada às necessidades de seus habitantes, passando por um processo de revisão a cada quatro anos.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma NBR 16246-1 Florestas urbanas** - Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013.
- CLIMATE-DATA. **Clima Extrema**. 2022. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/minas-gerais/extrema-25053/>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- DOBBERT, L.Y. **Arborização na cidade de Campinas/SP** – percepção e conforto. 2015. 186 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/extrema/panorama>>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- KONIJNENDIJK, C.C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3-30-300 rule. **Journal of Forestry Research**, v. 34, n. 3, p. 821-830, 2023.
- MATTHECK, C. BRELOER, H. **The body language of trees: A handbook for failure analysis**. London: The Stationery Office, 1997. 239 p.
- MCPHERSON, E.G. Monitoring Million Trees LA: tree performance during the early years and future benefits. **Journal of Arboriculture & Urban Forestry**, v. 40, n. 5, p. 285-300, 2014.
- MENDES, F.H.; POLIZEL, J.L.; SILVA FILHO, D.F. Valoração monetária das árvores da Santa Casa de Misericórdia de Piracicaba/SP. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, p. 771-779, 2016.
- MENDES, F.H.; ROMERO, H.; SILVA FILHO, D.F. Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. **Revista de Geografía Norte Grande**, n. 77, p. 191-210, 2020.
- MENDES, F.H. Estimativa da quantidade de árvores urbanas a partir de modelo estatístico e criação do Índice Mendes de Arborização Urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 16, n. 1, p. 81-93, 2021.
- MENDES, F.H.; ROMERO, H.; LOPES, A.M.S.; FRANCO, M.A.R.; SILVA FILHO, D.F. Valoração monetária da arborização urbana baseada na magnitude da copa em Piracicaba/Brasil. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 150-170, 2021.
- MENDES, F.H.; AGUIRRE JUNIOR, J.H.; PENTEADO, T.C.M.; MARDEGAN, D. SILVA FILHO, D.F. Perdas ecossistêmicas geradas por podas indevidas na arborização urbana do bairro Cambuí, em Campinas/SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.17, n. 3, p. 1-15, 2022.
- MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.
- MINISTÉRIO PÚBLICO. **Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana**. 2.ed. Curitiba: Procuradoria-Geral de Justiça, 2018. 65 p.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Ação contra a mudança global do clima.** 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

PAIVA, A.V. Aspectos da arborização urbana do Centro de Cosmópolis - SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 4, p. 17-31, 2009.

PMRH - Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município de Extrema. **Síntese do Relatório.** 2013. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/pmrh/pmrh-extrema-relatorio-sintese.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2023.

QGIS. **Tutorial QField: o QGIS para campo.** 2017. Disponível em: <<https://qgisbrasil.org/2017/02/09/tutorial-qfield-o-qgis-para-campo/>>. Acesso em: 22 maio 2023.

SALBITANO, F.S.; BORELLI, S.; CONIGLIARO, M.; CHEN, Y. **Guidelines on urban and peri-urban forestry.** FAO Forestry Paper No. 178. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. 158 p.

SANTAMOUR JR., F.S. Trees for urban planting: diversity, uniformity, and common sense. In: VII Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance (METRIA), 1990. **Proceedings...** 57-65.

SILVA FILHO, D.F. **Diagnóstico e planejamento da arborização urbana de Extrema, Minas Gerais.** Campinas: FUNDAG, 2022. 97p.

VELASCO, G.N.; LIMA, A.M.L.P.; COUTO, H.T.Z. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. **Revista Árvore**, v. 30, p. 679-686, 2006.

WordClouds. 2023. Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

Apêndices

Cartilha

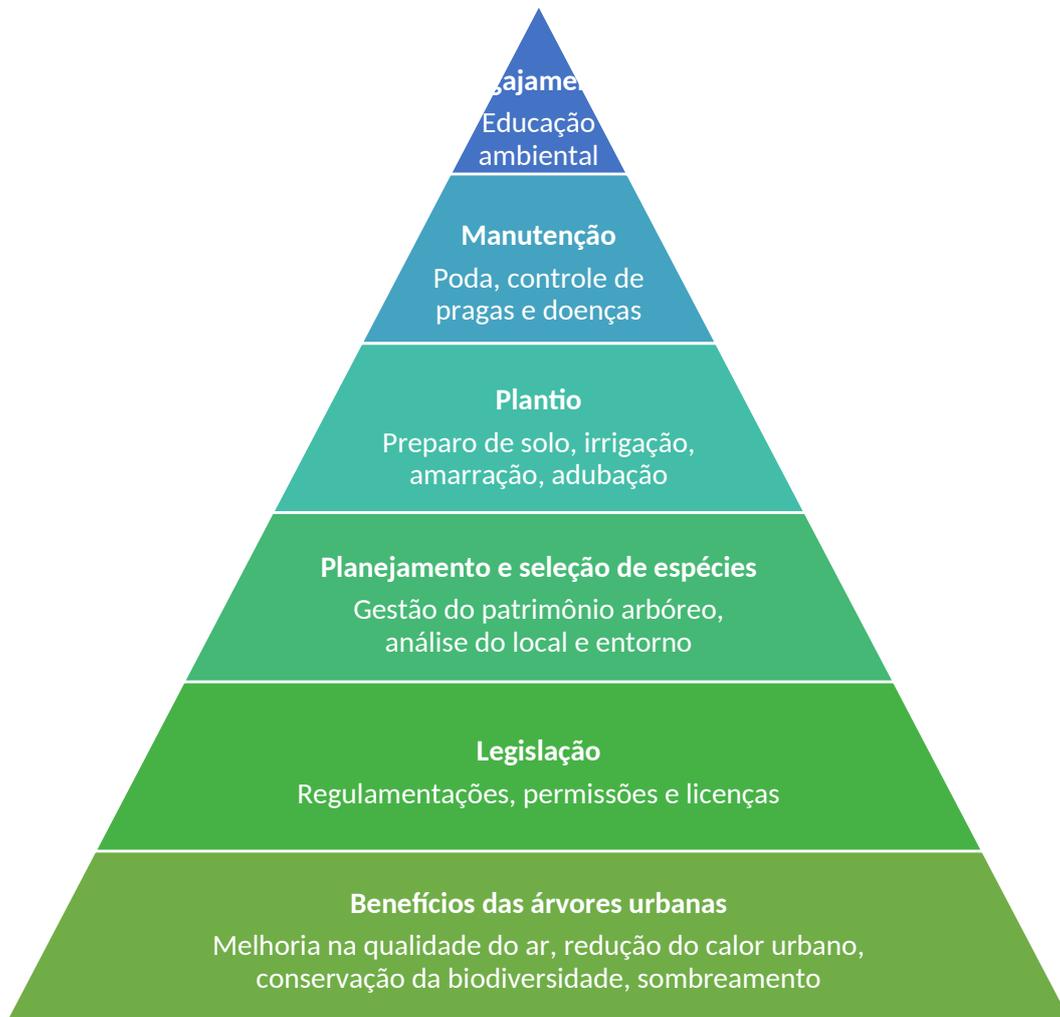


Figura 37. Pirâmide do PMAU. Fonte: Autoria própria

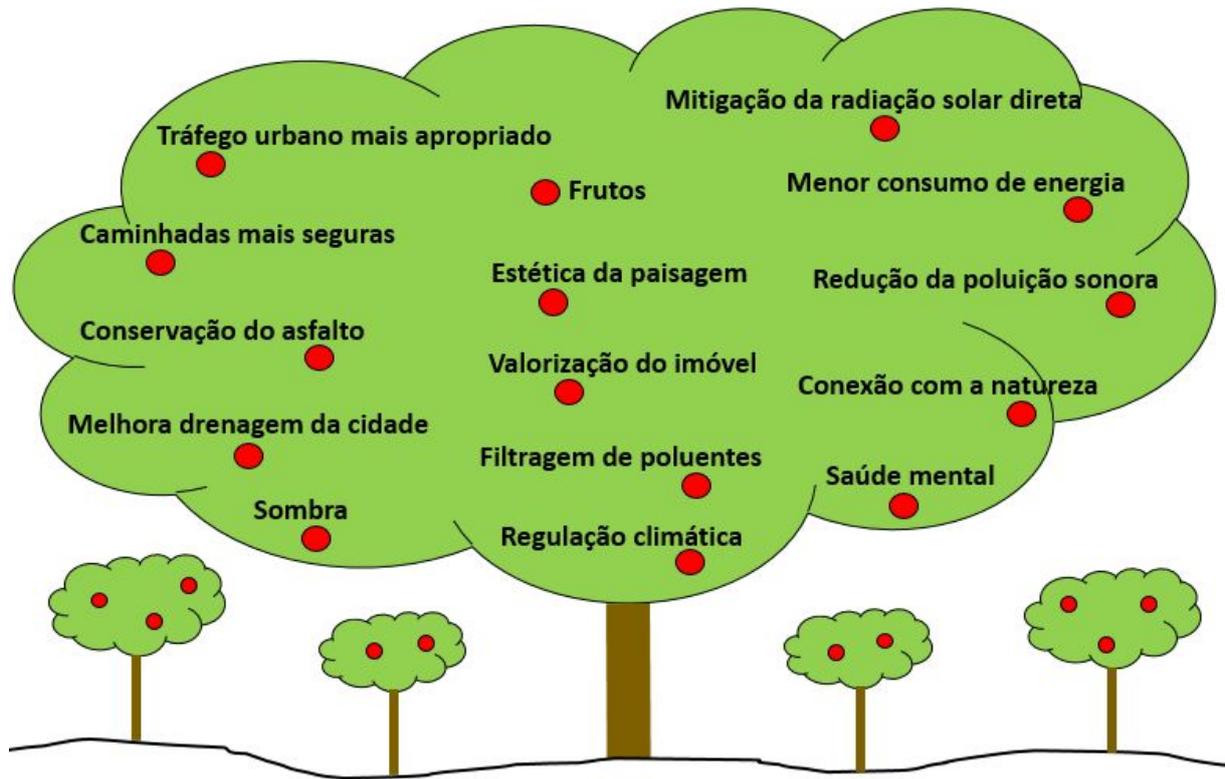


Figura 38. Os 15 benefícios da arborização urbana. Fonte: Autoria própria