



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS - CCAE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

JESSÉ MENDES TEIXEIRA DORNELA

BENEFÍCIOS OCULTOS E A IMPORTÂNCIA DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DE ÁREAS VERDES EM PEQUENOS MUNICÍPIOS

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2026

JESSÉ MENDES TEIXEIRA DORNELA

BENEFÍCIOS OCULTOS E A IMPORTÂNCIA DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DE ÁREAS VERDES EM PEQUENOS MUNICÍPIOS

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

Orientadora: Cristiane Coelho de
Moura

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2026

JESSÉ MENDES TEIXEIRA DORNELA

BENEFÍCIOS OCULTOS E A IMPORTÂNCIA DOS SERVIÇOS
ECOSSISTÊMICOS DE ÁREAS VERDES EM PEQUENOS MUNICÍPIOS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em de 23 de fevereiro de 2026.

COMISSÃO EXAMINADORA

Cristiane Coelho de Moura

Prof.^a Dr.^a Cristiane Coelho de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Orientadora

Elzimar Gonçalves

Prof.^a Dr.^a Elzimar de Oliveira Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Examinadora

Nathalia Gabriele F. D. Polido

MSc. Nathalia Gabriele Franca Dias
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Examinadora

Thaís Arão Feletti

MSc. Thaís Arão Feletti
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Examinadora

A Deus,
E à minha família,
Toda a minha gratidão.

“A própria luta em direção aos píncaros é
suficiente para encher o coração de um homem.
É preciso imaginar Sísifo feliz.”

Albert Camus, *O Mito de Sísifo*

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu alicerce e fonte constante de força, por sustentar-me e guiar-me ao longo de toda esta jornada.

Aos meus pais, Antonio e Jane, pelo amor, apoio incondicional e por jamais medirem esforços para que minha formação se tornasse possível.

À minha família, por constituir a base da minha formação moral e de caráter.

Ao meu grandíssimo amigo Keith LaVerne Hewitt (*in memoriam*), cuja presença foi indispensável à minha formação educacional e humana. Um verdadeiro mentor em minha vida.

Aos meus primos Adeilson e Pedro Rhavel, também acadêmicos, pela orientação, incentivo e apoio compartilhados ao longo desta caminhada.

À minha namorada, Laura Kabad, pelo apoio constante, incentivo e companheirismo nos momentos mais difíceis.

À Universidade Federal do Espírito Santo, por proporcionar uma educação pública, gratuita e de excelência.

À professora Cristiane Coelho de Moura, minha orientadora, pelo suporte, dedicação e paciência, bem como pelas valiosas contribuições para a realização deste trabalho e para o meu desenvolvimento intelectual.

Aos meus colegas Bruno, Emanuel, Ester, Felipe, Iago e João Pedro, pela construção coletiva deste trabalho.

E a todos os professores que fizeram parte da minha formação, pelos ensinamentos, pela dedicação e por contribuírem significativamente para minha trajetória acadêmica.

RESUMO

As áreas verdes urbanas são essenciais para a qualidade de vida e saúde das populações, especialmente em cidades pequenas. Este estudo enfatiza a relevância das florestas urbanas em municípios de pequeno porte, onde, apesar de menos extensas, proporcionam benefícios ecológicos significativos como promoção da biodiversidade e mitigação de ilhas de calor. A pesquisa aborda a importância subestimada dessas áreas em pequenas cidades e a necessidade de planejamento integrado para maximizar seus benefícios. O trabalho foi realizado na Praça João Acacinho, Guaçuí, ES, cobrindo 4.039 m², onde foram inventariados 56 indivíduos arbóreos de 20 espécies, destacando-se *Cenostigma pluviosum* e *Moquilea tomentosa*. Mensurou-se a diversidade florística por meio do índice de Shannon-Weaver, que foi de 2,1250, indicando um ecossistema estruturado e funcional, caracterizado pela alta diversidade de espécies para uma área de 0,40 ha, desempenho ecológico capaz de sustentar processos como remoção de partículas do ar e estabilidade microclimática, apresentando uma mitigação de calor de até 10 °C. A maioria das árvores apresentou boas condições fitossanitárias e áreas de crescimento adequadas. A alta densidade de copa e a variedade de morfologias foliares encontradas são essenciais para a manutenção da qualidade do ar, redução da temperatura e aumento da umidade. A valoração monetária dos serviços ecossistêmicos, estimada com base na magnitude da copa e no índice de área foliar, indicou um retorno econômico anual de R\$ 56.547,09, evidenciando a relevância ambiental e financeira da manutenção dessas áreas verdes para o município. Destaca-se ainda que a Praça João Acacinho foi projetada por Roberto Burle Marx, importante paisagista brasileiro, cuja atuação integrou arte, botânica e identidade nacional no planejamento de espaços públicos. Além disso, essas áreas verdes são cruciais para a saúde mental e física da comunidade, oferecendo espaços para recreação, socialização e conexão com a natureza.

Palavras-chave: Biodiversidade. Floresta Urbana. Sustentabilidade Urbana. Valoração monetária.

ABSTRACT

Urban green areas are essential for the quality of life and health of populations, especially in small cities. This study emphasizes the relevance of urban forests in small municipalities, where, although less extensive, they provide significant ecological benefits such as the promotion of biodiversity and the mitigation of heat islands. The research addresses the underestimated importance of these areas in small cities and the need for integrated planning to maximize their benefits. The study was carried out at Praça João Acacinho, Guaçuí, ES, covering 4,039 m², where 56 tree individuals belonging to 20 species were inventoried, with *Cenostigma pluviosum* and *Moquilea tomentosa* standing out. Floristic diversity was measured using the Shannon-Weaver index, which was 2.1250, indicating a structured and functional ecosystem, characterized by high species diversity for an area of 0.40 ha, ecological performance capable of sustaining processes such as air particle removal and microclimatic stability, presenting heat mitigation of up to 10 °C. Most trees exhibited good phytosanitary conditions and adequate growth areas. The high canopy density and the variety of leaf morphologies found are essential for maintaining air quality, reducing temperature, and increasing humidity. The monetary valuation of ecosystem services, estimated based on canopy magnitude and leaf area index, indicated an annual economic return of R\$ 56,547.09, demonstrating the environmental and financial relevance of maintaining these green areas for the municipality. It is also noteworthy that Praça João Acacinho was designed by Roberto Burle Marx, an important Brazilian landscape architect, whose work integrated art, botany, and national identity in the planning of public spaces. Furthermore, these green areas are crucial for the mental and physical health of the community, offering spaces for recreation, socialization, and connection with nature.

Keywords: Biodiversity. Urban Forest. Urban Sustainability. Monetary valuation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivos Gerais.....	13
2.2. Objetivos Específicos	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1. Áreas verdes e a provisão de serviços ecossistêmicos	13
3.2. Áreas verdes em municípios de pequeno porte	14
3.3. Indicadores ecológicos aplicados à avaliação da arborização urbana ..	15
3.4. Valoração monetária de árvores urbanas e serviços ecossistêmicos ..	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Descrição da área de estudo	16
4.2. Inventário e Diagnóstico dos indivíduos arbóreos	18
4.3. Valoração monetária baseado na magnitude da copa	20
5. RESULTADOS.....	21
5.1. Inventário e diagnóstico dos indivíduos arbóreos	21
5.2. Fitossanidade, área de crescimento e grau de estabelecimento	25
5.3. Indicadores de serviços ecossistêmicos	27
5.4. Valoração monetária baseado na magnitude da copa	29
6. DISCUSSÕES	31
7. CONCLUSÃO	34
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Praça João Acacinho	17
Figura 2. Imagens com lente “ <i>fisheye</i> ” para realização do IAF efetivo através da utilização do software <i>Gap Light Analyser</i>	21
Figura 3. Demonstração do índice de valor de cobertura das espécies encontradas	24
Figura 4. Indivíduos em área de crescimento adequada na praça João Acacinho ...	25
Figura 5. Indivíduo em área de crescimento inadequada na praça João Acacinho, Guaçuí – ES	25
Figura 6. Gráficos do inventário realizado na praça João Acacinho, onde; a. fitossanidade; b. área de crescimento; e c. grau de estabelecimento	25
Figura 7. Gráfico demonstrando a densidade da copa das árvores, em que G é de alta densidade, M, de média densidade e P de baixa densidade de copa.....	27
Figura 8. Gráficos do inventário realizado na Praça João Acacinho em Guaçuí, onde; a. Representação dos diferentes tipos de morfologia foliar encontrados em indivíduos arbóreos. b. Ausência ou presença de pilosidade. c. Tipo de folhagem	28
Figura 9. Imagens capturadas com a utilização de câmera termográfica no centro da Praça João Acacinho e em suas áreas adjacentes	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de indivíduos, espécies e famílias identificadas, além das métricas de densidade absoluta (DA) e relativa (DR), e dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR).	22
Tabela 2. Valoração monetária dos indivíduos arbóreos presentes na praça João Acacinho em Guaçuí - ES.	29

1. INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais urbanizado, as áreas verdes são essenciais para a qualidade de vida dos habitantes (Lima et al., 2018). Onde melhora não apenas a saúde física, mas também a mental da população urbana. É crucial destacar a importância das florestas urbanas em municípios de pequeno porte, pois são refúgios da biodiversidade local e proporcionam benefícios ecológicos significativos, mesmo em cidades menores (Barbosa e Santos, 2020). Mais do que elementos paisagísticos, configuram-se como sistemas ecológicos complexos capazes de desempenhar funções ambientais estratégicas, como regulação microclimática, sequestro de carbono, retenção de material particulado e promoção da biodiversidade (Nowak et al., 2006).

Comparando pequenos municípios com grandes centros urbanos, constata-se que áreas verdes isoladas e de menor extensão geralmente desempenham serviços ecossistêmicos reduzidos ou nulos, como menor capacidade de sequestro de carbono e mitigação das ilhas de calor (Silva et al., 2019). Este fenômeno é amplamente documentado e destaca a importância de um planejamento integrado das florestas urbanas para maximizar seus benefícios, independentemente do porte do município (Martins; Oliveira, 2021). Assim, metrópoles desfrutam de extensos parques e jardins, enquanto cidadãos de cidades menores muitas vezes não têm acesso aos mesmos benefícios proporcionados por ambientes arborizados (Bock et al., 2024).

Embora a importância das áreas verdes seja extremamente reconhecida, muitas vezes se presume que seu impacto seja maior nos grandes centros urbanos, onde a concentração populacional e a pressão sobre o meio ambiente são mais significativas (Oliveira Filho et al., 2013). No entanto, pesquisas demonstram que mesmo em municípios de pequeno porte, as áreas verdes oferecem uma gama de serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar da população (Alberti et al., 2003; Gómez-Baggethun et al., 2013). Em municípios de pequeno porte, as áreas verdes como praças e parques oferecem uma série de serviços ecossistêmicos importantes para a qualidade de vida dos habitantes, somado ao valor cultural da área verde para aquela comunidade. Assim, a preservação e o manejo adequado destas áreas, tornam-se fundamentais para garantir o bem-estar das comunidades.

Os serviços ecossistêmicos das áreas verdes são fundamentais para a sustentabilidade ambiental, regulando o clima, purificando o ar e promovendo o bem-

estar humano (Panasolo et al., 2019; Villanova; Travassos, 2024). A importância desses serviços vai além do valor econômico direto, pois estão intrinsecamente ligados à vida humana e à saúde dos ecossistemas. Árvores e plantas atuam como filtros naturais, absorvendo CO₂ e liberando oxigênio, além de regular a temperatura e a umidade locais (Nowak et al., 2006).

Áreas verdes também são cruciais para a preservação da biodiversidade, ajudando a manter o equilíbrio ecológico e protegendo recursos naturais (Pinheiro et al., 2018). Elas fornecem habitat para diversas espécies, contribuindo para a biodiversidade local (Tzoulas et al., 2007). O contato com a natureza nesses espaços traz inúmeros benefícios para a saúde física e mental, como redução do estresse, ansiedade e depressão, além de aumentar a atividade física e a qualidade do sono (Cox et al., 2017). Esses espaços promovem a conscientização sobre a preservação ambiental e minimizam os efeitos da impercepção botânica (Ursi; Salatino, 2022). Além disso, oferecem locais acessíveis para atividades educativas e programas de conscientização ambiental (Alberto, 2017).

A valoração monetária de árvores urbanas consiste na atribuição de valores econômicos aos serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação arbórea, como regulação microclimática, sequestro de carbono, melhoria da qualidade do ar, redução do escoamento superficial, provisão de sombra, benefícios estéticos e impactos positivos sobre a saúde humana (Nowak; Heisler, 2010; Gill et al., 2007; Roy et al., 2012). Essa abordagem permite traduzir funções ecológicas, frequentemente percebidas apenas de forma qualitativa, em indicadores quantitativos comparáveis, subsidiando a tomada de decisão no planejamento urbano e na gestão ambiental (Hanley; Shogren; White, 2007; Pearce; Turner, 1990; Barbier, 2010; Paletto et al., 2022). Ao expressar tais benefícios em termos financeiros, a valoração econômica contribui para evidenciar que áreas verdes devem ser compreendidas como infraestrutura urbana estratégica, e não apenas como elementos paisagísticos, fortalecendo políticas públicas de conservação, manejo e expansão da arborização, além de justificar investimentos em manutenção e proteção desses espaços (Hanley; Shogren; White, 2007; Pearce; Turner, 1990; Barbier, 2010; Paletto et al., 2022).

Deste modo, este estudo teve por objetivo caracterizar a florística, quantificar e valorar os serviços ecossistêmicos fornecidos por pequenas áreas verdes de importância cultural em um município de pequeno porte, sob as hipóteses de que: I - O impacto das áreas verdes é subestimado em municípios de pequeno porte; II -

Pequenas áreas verdes em municípios de pequeno porte oferecem serviços ecossistêmicos significativos; III- Florestas urbanas em municípios de pequeno porte configuram-se como núcleos estratégicos de conservação da biodiversidade local, contribuindo para a manutenção de espécies, incremento da diversidade florística e fortalecimento das interações ecológicas no ambiente urbano.; IV - Valor cultural das áreas verdes contribui para a conscientização ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo do estudo é caracterizar, quantificar e valorar os serviços ecossistêmicos da Praça João Acacinho, no município de Guaçuí, interior da região sul do Estado do Espírito Santo.

2.1. Objetivos Específicos

- a) Realizar o inventário dos indivíduos arbóreos presentes na Praça João Acacinho;
- b) Determinar os parâmetros fitossociológicos da Praça João Acacinho;
- c) Mensurar a diferença de temperatura no interior e nas áreas adjacentes à Praça João Acacinho;
- d) Caracterizar os parâmetros morfológicos associados aos serviços ecossistêmicos das espécies inventariadas;
- e) Valorar monetariamente os serviços ecossistêmicos que os indivíduos arbóreos da Praça João Acacinho proporcionam ao município.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Áreas verdes e a provisão de serviços ecossistêmicos

As áreas verdes urbanas desempenham papel fundamental na promoção da qualidade ambiental e do bem-estar humano, sendo reconhecidas como elementos essenciais da infraestrutura ecológica das cidades (Gómez-Baggethun et al., 2013; Villanova; Travassos, 2024). Existem diferentes terminologias relacionadas a esse

tema, dentre as quais se destaca o conceito de florestas urbanas. As florestas urbanas configuram-se como importantes provedoras de serviços ecossistêmicos, atuando na regulação do clima, no sequestro de carbono, na retenção de poluentes atmosféricos e na conservação da biodiversidade (Nowak; Heisler, 2010; Roy et al., 2012; Gómez-Baggethun et al., 2013). Árvores funcionam como filtros naturais, absorvendo dióxido de carbono, liberando oxigênio e promovendo sombreamento por meio da interceptação da radiação solar e da evapotranspiração, processos que contribuem significativamente para a mitigação das ilhas de calor urbano (Gill et al., 2007; Akbari et al., 2020). Características morfofisiológicas, como densidade de copa, área foliar e presença de tricomas, influenciam diretamente a eficiência desses serviços, favorecendo a captura de material particulado e o equilíbrio térmico e hídrico do ambiente urbano (Lehmann et al., 2019; Yan et al., 2021).

Independente da terminologia, os serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas verdes são fundamentais para o desenvolvimento das cidades e principalmente para o bem estar da população. Esses espaços contribuem diretamente para a saúde física e mental da população, favorecendo a prática de atividades recreativas, reduzindo níveis de estresse e fortalecendo o vínculo entre sociedade e natureza (Lima et al., 2018; Tzoulas et al., 2007). Além disso, exercem funções ambientais relevantes, como a melhoria da qualidade do ar, a infiltração da água no solo, a redução de ruídos e a regulação microclimática (Nowak; Heisler, 2010; Panasolo et al., 2019).

3.2. Áreas verdes em municípios de pequeno porte

Para fins demográficos, os municípios podem ser classificados segundo faixas populacionais, sendo comumente considerados de pequeno porte aqueles com população de até 50.000 habitantes, conforme agrupamentos estatísticos adotados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Embora grande parte dos estudos concentre-se em metrópoles, evidências demonstram que municípios de pequeno porte também obtêm benefícios expressivos a partir da presença de áreas verdes. Praças, parques e fragmentos arbóreos, mesmo de menor extensão e frequentemente isolados, são capazes de fornecer serviços ecossistêmicos relevantes, contribuindo para o conforto térmico, a promoção da

biodiversidade local e o bem-estar social (Oliveira Filho et al., 2013; Barbosa; Santos, 2020).

Entretanto, a importância dessas áreas costuma ser subestimada no planejamento urbano, reforçando a necessidade de estratégias integradas de manejo, conservação e expansão da arborização para maximizar seus benefícios ambientais e socioculturais (Martins; Oliveira, 2021).

3.3. Indicadores ecológicos aplicados à avaliação da arborização urbana

Os indicadores ecológicos são fundamentais para a arborização urbana, pois permitem avaliar de forma objetiva a estrutura, a diversidade e a funcionalidade das florestas urbanas, subsidiando o planejamento, o manejo e a tomada de decisões técnicas. Por meio de métricas como riqueza de espécies, índice de diversidade, densidade arbórea e condições fitossanitárias, é possível diagnosticar o equilíbrio ecológico do ambiente urbano, identificar riscos, estimar a provisão de serviços ecossistêmicos, como regulação microclimática e remoção de poluentes atmosféricos; e orientar políticas públicas mais eficientes e sustentáveis. Dessa forma, os indicadores ecológicos constituem instrumentos essenciais para garantir a resiliência e a sustentabilidade das áreas verdes nas cidades (Nowak; Crane; Stevens, 2006; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

A caracterização ecológica de áreas verdes urbanas envolve a utilização de indicadores fitossociológicos e índices de diversidade, os quais permitem compreender a estrutura, composição e estabilidade das comunidades arbóreas. Métricas como densidade, dominância e frequência auxiliam na análise da importância relativa das espécies, enquanto o índice de Shannon-Weaver e a equabilidade de Pielou são amplamente empregados para estimar riqueza florística e uniformidade de distribuição, fornecendo subsídios para a avaliação da resiliência ecológica dos ambientes urbanos (Magurran, 1988; Gotelli; Colwell, 2001; Krebs, 1999).

Adicionalmente, parâmetros de fitossanidade, área de crescimento e estágio de estabelecimento são essenciais para diagnosticar a qualidade estrutural e funcional da arborização e orientar práticas de manejo sustentável.

3.4. Valoração monetária de árvores urbanas e serviços ecossistêmicos

Além dos indicadores biofísicos, a valoração monetária dos serviços ecossistêmicos tem se consolidado como importante ferramenta para o planejamento e a gestão ambiental. Essa abordagem consiste na atribuição de valores econômicos aos benefícios proporcionados pela vegetação urbana, como regulação microclimática, sequestro de carbono, melhoria da qualidade do ar, controle do escoamento superficial, sombreamento, benefícios estéticos e impactos positivos sobre a saúde humana. Ao traduzir funções ecológicas em indicadores econômicos mensuráveis, a valoração monetária amplia a percepção do poder público e da sociedade acerca da relevância das florestas urbanas, subsidiando decisões mais eficientes, justificando investimentos e fortalecendo políticas voltadas à sustentabilidade urbana e à conservação ambiental.

Ao converter funções ecológicas em valores financeiros, a valoração econômica torna mais tangível a contribuição das áreas verdes para a sociedade, subsidiando a tomada de decisão, a formulação de políticas públicas e a justificativa de investimentos em conservação e manutenção desses espaços (Hanley; Shogren; White, 2007; Pearce; Turner, 1990; Barbier, 2010; Paletto et al., 2022). Dessa forma, as árvores urbanas deixam de ser percebidas apenas como elementos paisagísticos, passando a ser reconhecidas como ativos ambientais estratégicos capazes de gerar retorno social, ecológico e econômico mensurável.

4. MATERIAL E MÉTODOS

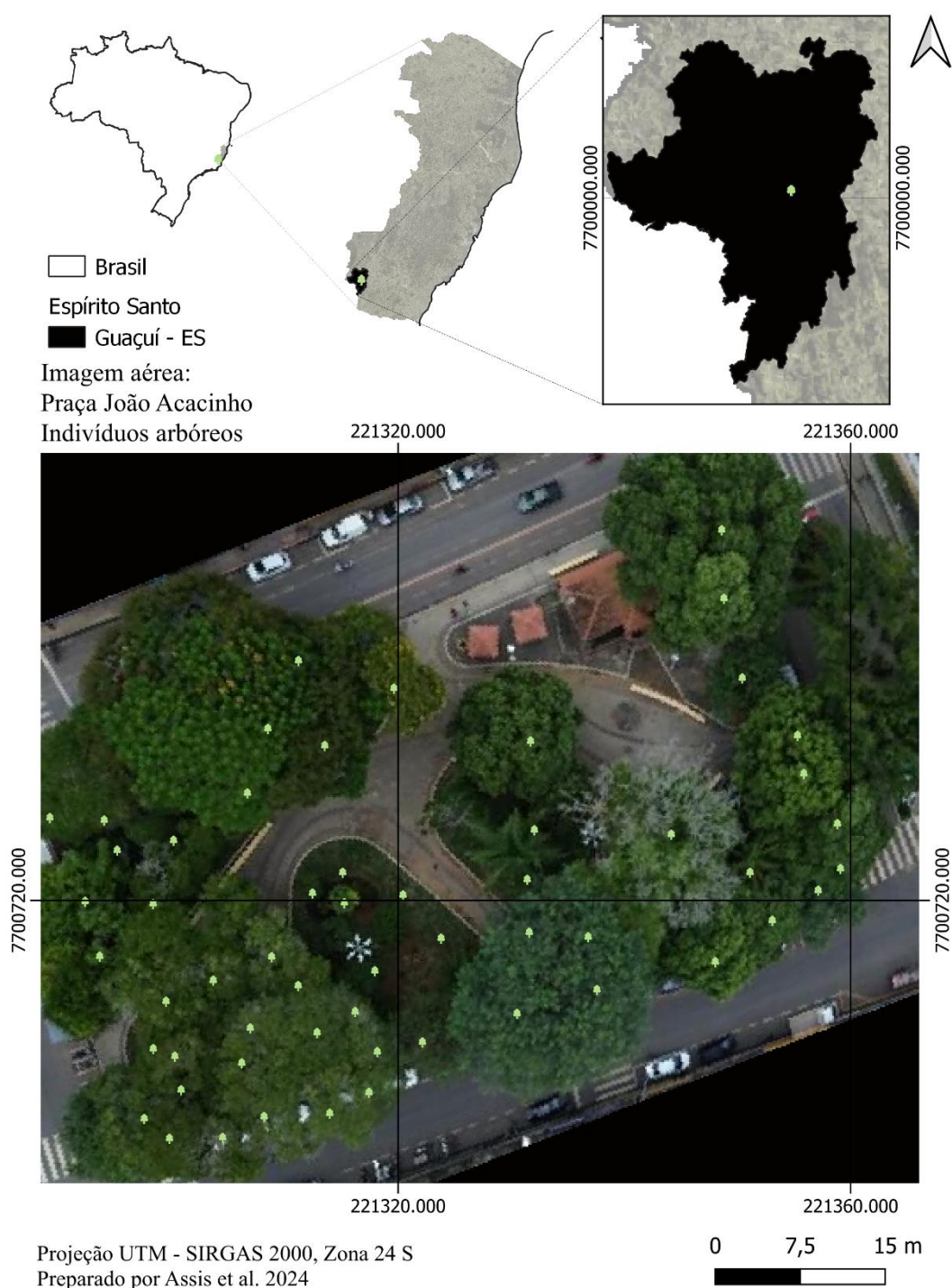
4.1. Descrição da área de estudo

A área verde selecionada para este estudo de caso é representativa de pequenos municípios brasileiros, onde se destaca como a principal área verde urbana do município de Guaçuí, e também área de lazer e atividade, além de possuir um valor cultural significativo. Esta abordagem é particularmente relevante para municípios cuja extensão territorial é predominantemente rural e voltada para a produção agrícola, com limites urbanizados relativamente pequenos e escassez de áreas verdes. A avaliação dos serviços ecossistêmicos fornecidos por essa área verde permitirá uma

compreensão detalhada de sua contribuição para o bem-estar da comunidade local, bem como para a sustentabilidade ambiental do município.

Neste contexto, selecionamos a Praça João Acacinho, uma área verde de 4.039 m² (0,40 ha), projetada pela equipe do renomado paisagista brasileiro Burle Marx em 1974, que já passou por várias reformas e reformulações. A área verde em questão está localizada no município de Guaçuí, estado do Espírito Santo, na mesorregião Sul Capixaba. O município possui uma área territorial de 468,185 km², com apenas 4,16 km² de área urbanizada (IBGE, 2019) e uma população de 29.358 habitantes (IBGE, 2022).

Figura 1 - Localização da Praça João Acacinho, área verde de 4.039 m² para estudo de caso, onde os pontos marcados (🌳) indicam os indivíduos arbóreos, no município de Guaçuí, estado do Espírito Santo, na mesorregião Sul Capixaba.



4.2. Inventário e Diagnóstico dos indivíduos arbóreos

Foi realizado o inventário completo, no qual todos os indivíduos arbóreos presentes na praça foram mensurados. As espécies foram consideradas arbóreas se apresentassem um tronco único e lenhoso, altura superior a 5 metros na maturidade, e uma copa bem definida. Posteriormente, os indivíduos arbóreos foram classificados

quanto ao porte, sendo em pequeno (2 a 5 m); médio (6 a 10 m); e grande (>10m). A altura foi aferida com o auxílio de um bastão graduado retrátil, onde é colocado no sentido vertical, ao lado da árvore para fazer a leitura e estimativa de sua altura. Além disso, foi avaliado o grau de estabelecimento dos indivíduos, categorizando-os como: muito jovem, jovem, em renovação ou estabelecida.

O diâmetro à altura do peito (DAP) foi obtido pela conversão da circunferência medida a 1,30 m do solo (CAP) com o auxílio de uma fita métrica com precisão milimétrica. A fitossanidade de cada indivíduo foi diagnosticada a partir de uma avaliação visual de seu vigor vegetativo e integridade estrutural, utilizando a classificação proposta por Silva Filho (2002), que distingue cinco estados possíveis: Ótimo, Bom, Regular e Péssimo. A área de crescimento (C) foi classificada como “Adequada” ou “Inadequada” com base em critérios pré-estabelecidos: largura do canteiro $C < 0,8$ m não é recomendada para o plantio de espécies arbóreas de grande porte; entre $0,8 \text{ m} \leq C \leq 5 \text{ m}$ recomenda-se o plantio de espécies de grande porte em linha simples; e para $C > 5 \text{ m}$ recomenda-se a utilização de espécies de grande porte em linha dupla.

A identificação de espécies foi feita *in loco* e, quando não foi possível, foram coletadas amostras para identificação posterior utilizando literatura especializada e herbários virtuais. Os nomes dos autores das espécies foram conferidos por meio de consultas ao “W3 Tropicos” (<http://www.mobot.org>) e ao *The Plant List* (2013). Quanto a classificação das famílias foi realizada de acordo com o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

O cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foi baseado em Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), incluindo o número de indivíduos amostrados (N), densidade absoluta (DA) e relativa (DR), e dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR). O Valor de Cobertura foi determinado pela combinação dos valores de densidade e dominância ($IVC = DR + DoR$). Também foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') - $H' = -\sum (ni/N) \log^2 (ni/N)$, para avaliar a diversidade florística da comunidade, a diversidade máxima - $\ln(S)$ em que S é o número de espécies amostradas, e o índice de equabilidade de Pielou (J') - $J' = H'/\ln(S)$, de acordo com Magurran (2013).

$$H' = [N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^N ni \cdot \ln(ni)] / N$$

Em que: N = número total de indivíduos amostrados; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; $\ln$ = logaritmo neperiano; e S = número de espécies amostradas.

4.3. Valoração monetária baseado na magnitude da copa

O método de valoração utilizado baseou-se predominantemente na magnitude da copa, uma vez que a maior parte dos serviços ecossistêmicos na área urbana é proveniente dessa estrutura (Silva et al., 2019). Em campo, foram coletadas as dimensões de diâmetro da copa (N-S; L-O) e da circunferência das árvores com o auxílio de uma trena graduada em milímetros. Utilizando uma lente "olho de peixe" (*fisheye*) acoplado a câmera de um smartphone, foram tiradas fotos de todas as copas para estimativas da área foliar. A estimativa da área foliar (Índice de Área Foliar – IAF/LAI), é feita por meio da análise hemisférica do dossel, baseada na proporção entre aberturas (céu) e cobertura vegetal, o cálculo é baseado na Lei de *Beer-Lambert*. (Fig. 2a).

Três variáveis foram consideradas para a valoração: área da copa, em metros quadrados (m^2); índice de área foliar (IAF), um número adimensional; e o parâmetro R\$/ m^2 de copa.

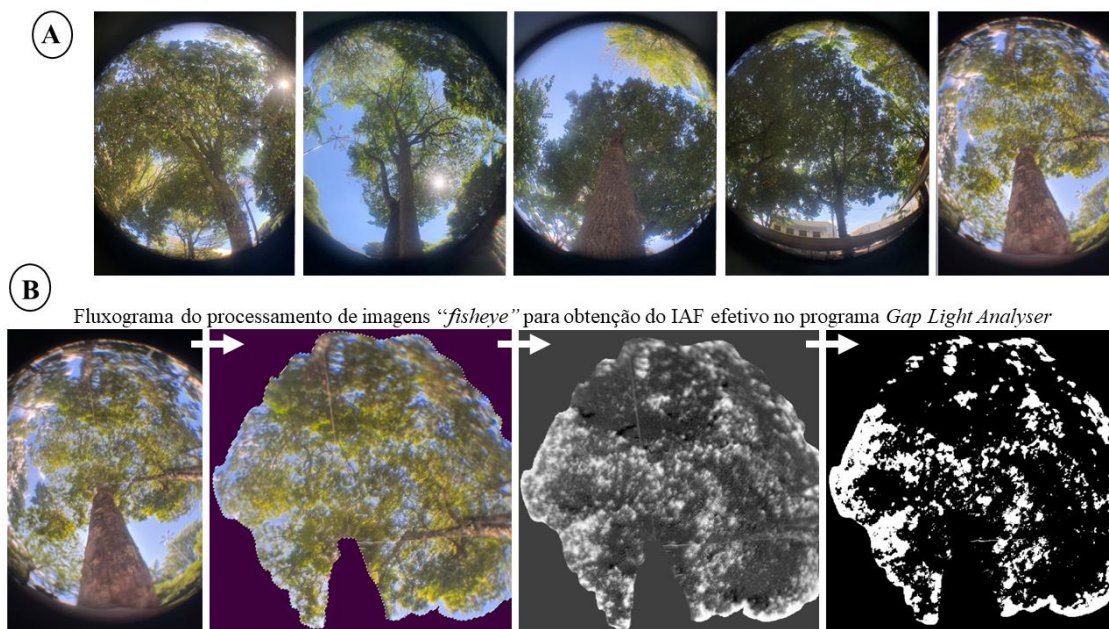
A área de copa de cada indivíduo arbóreo foi estimada pela fórmula matemática:

$$A = \pi r R, \text{ onde } A \text{ é a área, } \pi = 3,1416, \text{ e } r \text{ e } R \text{ são os raios.}$$

O IAF verdadeiro, representando as melhores atividades fotossintéticas, e o IAF efetivo, voltado às análises de interceptação da radiação e regime radiativo dentro e abaixo da copa (Shinzato et al., 2015), foram obtidos. O valor do IAF verdadeiro foi determinado multiplicando o valor estimado do IAF efetivo por 1,5. Adotou-se o conceito de *Gap Fraction* (arranjo geométrico das aberturas das folhas na copa) como método não destrutivo indireto para estimativa do IAF efetivo, evitando imagens com muitos troncos e galhos para não superestimar os valores do índice (Norman & Campbell et al., 1989). Cada imagem foi tratada separadamente utilizando o programa *Gap Light Analyser*, versão 2.0, no qual as copas foram demarcadas e processadas. Este software mensura o IAF por meio da cor preta, onde cada pixel preto é

interpretado como presença de folhas e cada pixel branco como ausência de folhas (Fig. 2b).

Figura 2 - Imagens com lente “fisheye” para realização do IAF efetivo através da utilização do software *Gap Light Analyser*.



Utilizou-se o parâmetro de R\$6,00/m² (ao ano) de copa em conformidade com a pesquisa de (Mendes et al., 2021), onde o valor monetário é calculado pela multiplicação da área de copa (C), o índice de área foliar (IAF) e o parâmetro monetário (Valor em Reais), ou seja: $V = C \cdot L \cdot P$. Em que V= valor monetário anual estimado (R\$/ano); C = área de copa da árvore (m²); L = Índice de Área Foliar (IAF); e P = parâmetro monetário adotado (R\$/m²/ano).

5. RESULTADOS

5.1. Inventário e diagnóstico dos indivíduos arbóreos

De posse dos dados obtidos por meio de um inventário 100% dessa área verde, encontrou-se cinquenta e seis indivíduos arbóreos de vinte espécies distintas, distribuídas em dez famílias. A espécie com maior número de indivíduos amostrados foi a *Cenostigma pluviosum* (Gagnon & G.P.Lewis), compreendendo treze árvores com índices de densidade absoluta (DA) e relativa (DR) de 50,00 e 23,21, respectivamente, e dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR) de 8,22 e 31,99, respectivamente, e a *Moquilea tomentosa* (Chrysobalanaceae) apresentando doze

indivíduos com DA de 46,15 e DR de 21,43 e DoA e DoR de 4,31 e 16,77 respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade de indivíduos, espécies e famílias identificadas, além das métricas de densidade absoluta (DA) e relativa (DR), e dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR).

Espécies	Família	Ni	DA	DR	DoA	DoR	IVC	IVC%
<i>Cenostigma pluviosum</i> (Gagnon & G.P.Lewis)	Chrysobalanaceae.	13	50,000	23,214	8,222	31,996	55,21	27,61
<i>Moquilea tomentosa</i> (Benth.)	Fabaceae	12	46,154	21,429	4,308	16,765	38,19	19,10
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)	Fabaceae	3	11,538	5,357	3,720	14,478	19,83	9,92
<i>Tipuana tipu</i> (Kuntze)	Fabaceae	2	7,692	3,571	4,167	16,215	19,79	9,89
<i>Bauhinia forficata</i> (Link)	Fabaceae	4	15,385	7,143	2,025	7,879	15,02	7,51
<i>Grevillea robusta</i> (A.Cunn. ex R.Br.)	Proteaceae	1	3,846	1,786	1,003	3,902	5,69	2,84
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.)	Bignoniaceae	3	11,538	5,357	0,053	0,207	5,56	2,78
<i>Mariniana estrellensis</i> ((Raddi) Kuntze)	Lecythidaceae	3	11,538	5,357	0,010	0,041	5,40	2,70
<i>Cocos nucifera</i> (L.)	Arecaceae	1	3,846	1,786	0,833	3,243	5,03	2,51
<i>Paubrasilia echinata</i> ((Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis)	Fabaceae	2	7,692	3,571	0,075	0,292	3,86	1,93
<i>Handroanthus pentaphylla</i> ((Bertol.) Bertero ex A.DC)	Bignoniaceae	2	7,692	3,571	0,044	0,172	3,74	1,87
<i>Schefflera elegantissima</i> (Lowry, G.M. Plunkett & Frodin)	Araliaceae	1	3,846	1,786	0,501	1,951	3,74	1,87
<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.)	Lecythidaceae	2	7,692	3,571	0,011	0,041	3,61	1,81
<i>Cinnamomum japonicum</i> (Siebold ex Nakai)	Lauraceae	1	3,846	1,786	0,463	1,802	3,59	1,79
<i>Euterpe edulis</i> (Martius.)	Arecaceae	1	3,846	1,786	0,096	0,374	2,16	1,08
<i>Pachira aquatica</i> (Aubl.)	Malvaceae	1	3,846	1,786	0,062	0,241	2,03	1,01
<i>Murraya paniculata</i> (L.)	Rutaceae	1	3,846	1,786	0,049	0,191	1,98	0,99
<i>Barnebydendron riedelii</i> (J.H.Kirkbr.)	Fabaceae	1	3,846	1,786	0,019	0,074	1,86	0,93
<i>Pleroma granulosum</i> ((Desr.) D. Don)	Melastomataceae	1	3,846	1,786	0,019	0,074	1,86	0,93
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> ((Vell.) Mattos)	Bignoniaceae	1	3,846	1,786	0,016	0,063	1,85	0,92
Total Geral		56	215,38	100	25,698	100	200	100

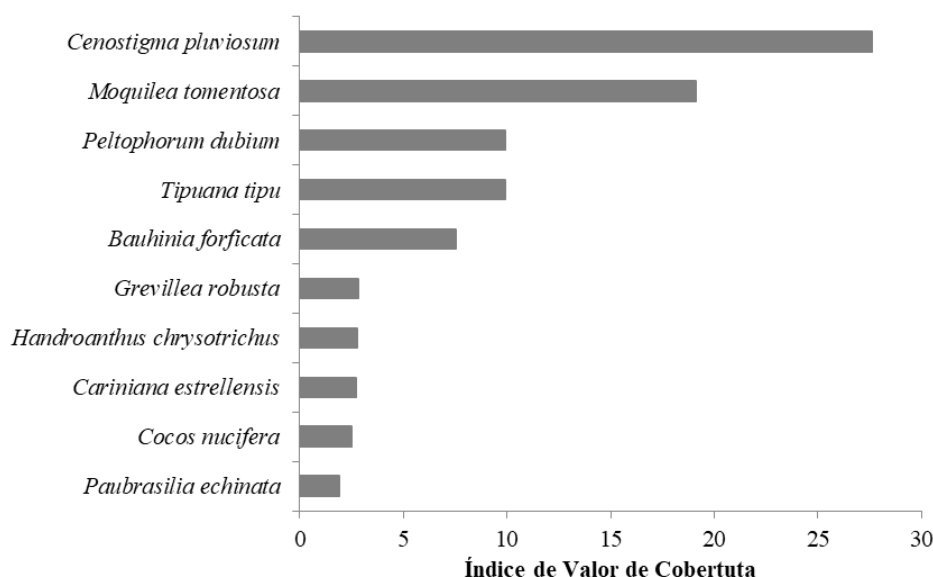
As espécies com menor número de indivíduos amostrados são *Grevillea robusta*, *Cocos nucifera*, *Schefflera elegantissima*, *Cinnamomum japonica*, *Euterpe edulis*, *Pachira aquatica*, *Murraya paniculata*, *Barnebydendron riedelii*, *Pleroma granulosum* e *Handroanthus heptaphyllus*.

A maior percentagem de índice de valor de cobertura (IVC) correspondeu a *Cenostigma pluviosum*, tendo o índice equivalente a 27,61%, seguida da *Moquilea tomentosa*, com o percentual para o IVC de 19,10% (Tabela 1). Enquanto espécies como *Murraya paniculata*, *Barnebydendron riedelii*, *Pleroma granulosum* e

Handroanthus heptaphyllus, apresentaram IVC inferiores a 1%, equivalendo a 0,99, 0,93, 0,93 e 0,92%, respectivamente.

Ademais, outras espécies também apresentaram IVC relevantes quando comparadas aos demais indivíduos amostrados, tais como *Peltophorum dubium*, *Tipuana tipu*, *Bauhinia forficata* e *Grevillea robusta* (Fig. 3), em que somados, contribuem com 86,79% de valor de cobertura de copa.

Figura 3 - Demonstração do índice de valor de cobertura das espécies encontradas.



O índice de Shannon-Weaver (H') obteve um valor de 2,1250, indicando alta diversidade da área verde estudada, com a medida de que considera tanto riqueza quanto uniformidade das espécies presentes, resultado que consideramos alto, sobretudo quando o índice de diversidade máxima para a área estudada resultou em 2,9957. Deste modo, a área verde deste pequeno município capixaba apresenta uma riqueza específica e um grau de uniformidade notavelmente elevados na amostra analisada, evidenciando uma estrutura comunitária bem distribuída e ecologicamente equilibrada. Enquanto o índice de Pielou (E) revelou um coeficiente de 0,8421, indicando a equitabilidade da distribuição das espécies da amostra, o que demonstra que os indivíduos estão relativamente bem distribuídos entre as espécies registradas, aproximando-se de uma condição de máxima uniformidade, visto que valores próximos de 1 representam distribuição mais homogênea entre as espécies.

5.2. Fitossanidade, área de crescimento e grau de estabelecimento

Os resultados indicam que 65% das árvores apresentaram áreas de crescimento adequadas (Fig. 4), para seu desenvolvimento, enquanto 35% se encontravam em locais inadequados (Fig. 5).

Figura 4 – Indivíduos em área de crescimento adequada na praça João Acacinho, Guaçuí – ES.



Figura 5 – Indivíduo em área de crescimento inadequada na praça João Acacinho, Guaçuí – ES.



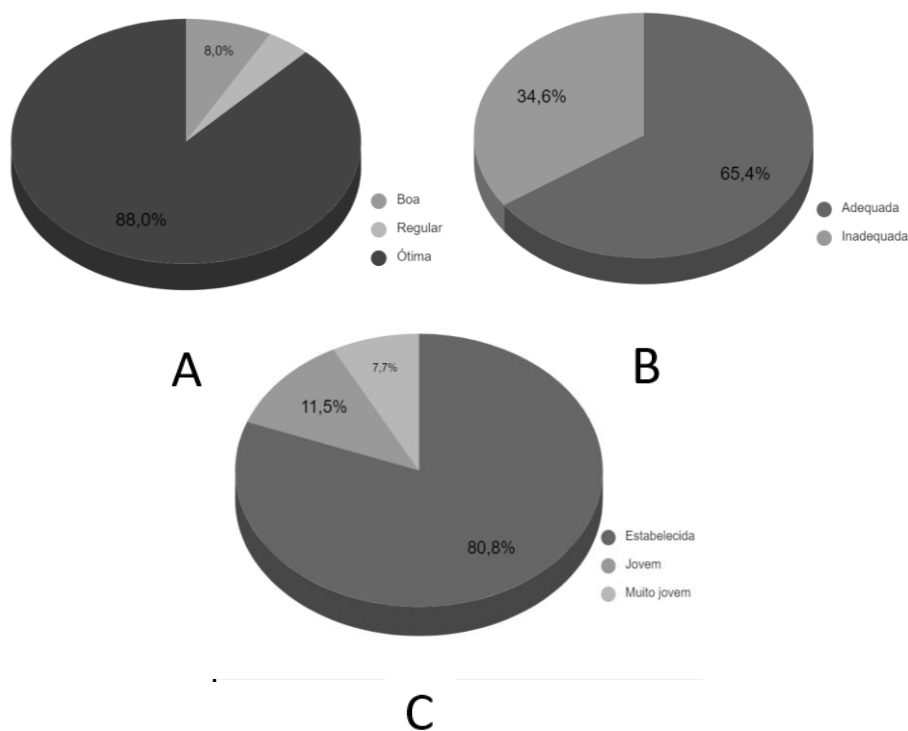
Ressalta-se que os indivíduos arbóreos que apresentavam crescimento inadequado possivelmente não se encontravam nessa condição anteriormente, considerando que as intervenções estruturais observadas na área são recentes. Destaca-se que o projeto paisagístico original foi concebido por Roberto Burle Marx, cuja proposta priorizava a integração entre composição estética e funcionalidade

ecológica, o que sugere que alterações posteriores podem ter influenciado negativamente as condições de desenvolvimento de determinados exemplares.

Em relação à fitossanidade da área verde, 88% das espécies foram descobertas como ótimas, apresentando árvores vigorosas e saudáveis, sem sinais aparentes de ataque de insetos, doenças ou lesões mecânicas, e com pouca ou nenhuma necessidade de manutenção, além de exibirem a forma ou arquitetura característica da espécie. Outros 8% foram considerados em boas condições, com vigor e saúde medianos, necessitando de pequenos reparos ou poda e apresentando alguma descaracterização da forma. Apenas 4% foram classificados como regulares, com lesões mecânicas que descaracterizam sua arquitetura ou desequilibram o vegetal, necessitando de reparos. Destaca-se ainda que nenhum indivíduo apresentou ataques severos por insetos, doenças ou problemas fisiológicos (Fig. 6a).

21 espécies encontravam-se estabelecidas, totalizando 81% dos indivíduos avaliados, 3 árvores foram classificadas como indivíduos muito jovens, equivalente a 11% (jovem); e 8% (muito jovem), respectivamente (Fig. 6c).

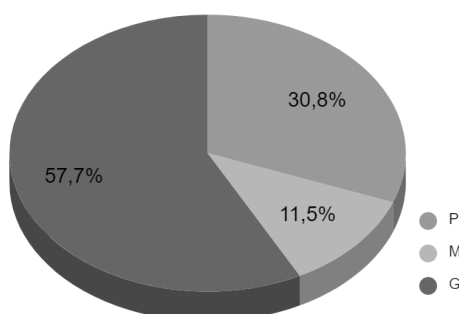
Figura 6 - Gráficos do inventário realizado na praça João Acacinho, onde; a. fitossanidade; b. área de crescimento; e c. grau de estabelecimento.



5.3. Indicadores de serviços ecossistêmicos

Por meio dos dados obtidos foi possível observar que 58% dos indivíduos arbóreos apresentaram densidade da copa tamanho G, considerada alta, enquanto 31 e 11% apresentaram copa de tamanho P (baixa) e M (média), respectivamente (Fig. 6). A predominância de copas densas e amplamente desenvolvidas sugere maior capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos, especialmente no que se refere à mitigação térmica e melhoria da qualidade do ar.

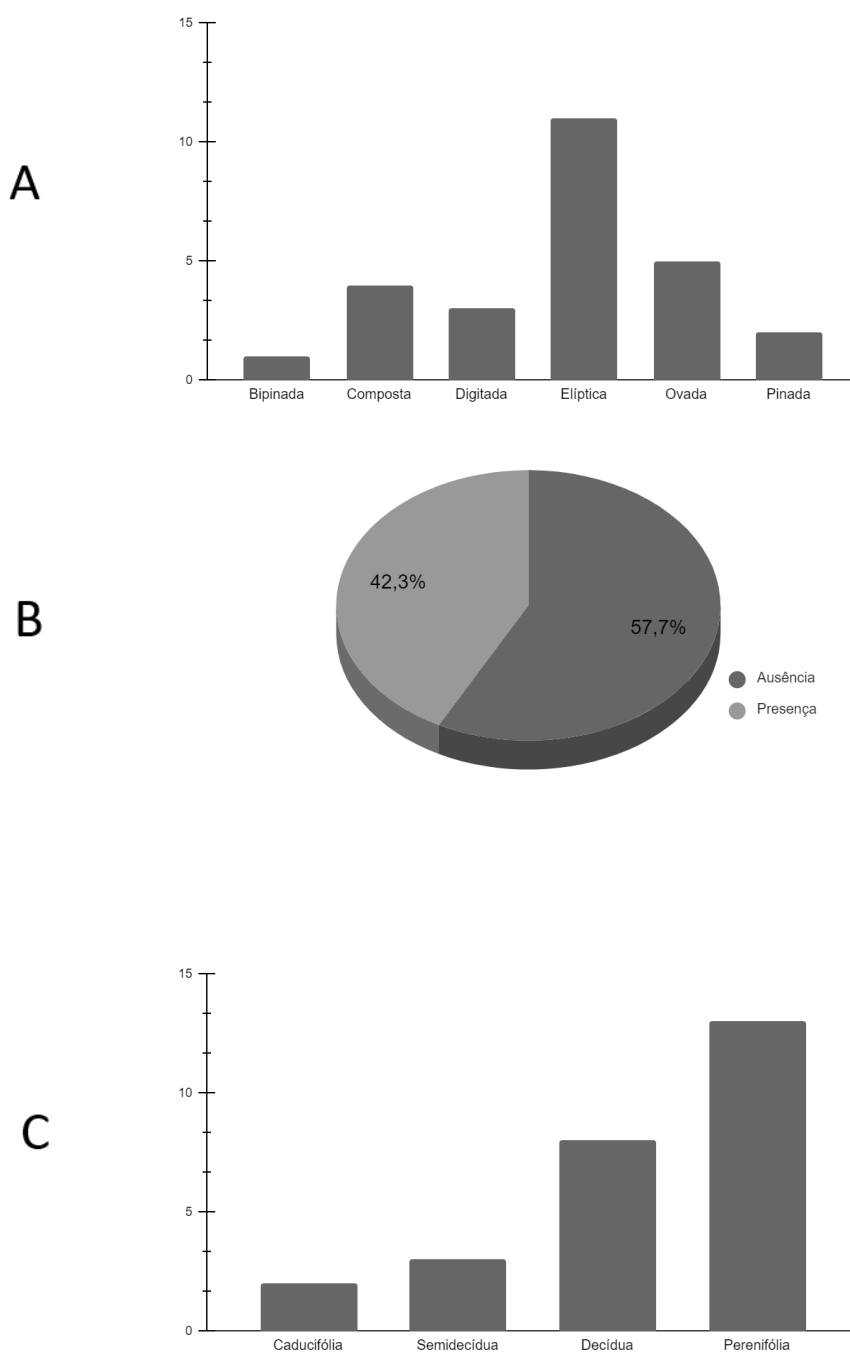
Figura 7 - Gráfico demonstrando a densidade da copa das árvores, em que G é de alta densidade, M, de média densidade e P de baixa densidade de copa.



Os indivíduos arbóreos avaliados apresentaram seis diferentes tipos de morfologia foliar, sendo 11 árvores com folhas classificadas como elípticas, 5 ovadas, 4 compostas, 3 digitadas, 2 pinadas e 1 bipinada (Fig 8a). Das espécies arbóreas avaliadas, 58% apresentaram pilosidade nas folhas (*i.e.*, presença de tricomas), enquanto 42% não apresentaram essa característica (Fig. 8b).

Foram amostradas árvores de quatro tipos de folhagem, sendo 2 caducifólias, caracterizadas pela perda total das folhas em período sazonal específico, permanecendo temporariamente desfolhadas como estratégia adaptativa às variações climáticas; 8 decíduas, que também apresentam abscisão completa da folhagem em determinada estação do ano, termo utilizado como sinônimo de caducifólia na classificação fenológica; 13 perenifólias, que mantêm cobertura foliar ao longo de todo o ano, com renovação gradual das folhas e continuidade funcional do dossel; e 3 semidecíduas, que apresentam perda parcial e temporária da folhagem em períodos sazonais, configurando condição intermediária entre perenifólias e decíduas (Fig. 8c).

Figura 8 - Gráficos do inventário realizado na Praça João Acacinho em Guaçuí, onde; a. Representação dos diferentes tipos de morfologia foliar encontrados em indivíduos arbóreos. b. Ausência ou presença de pilosidade. c. Tipo de folhagem.

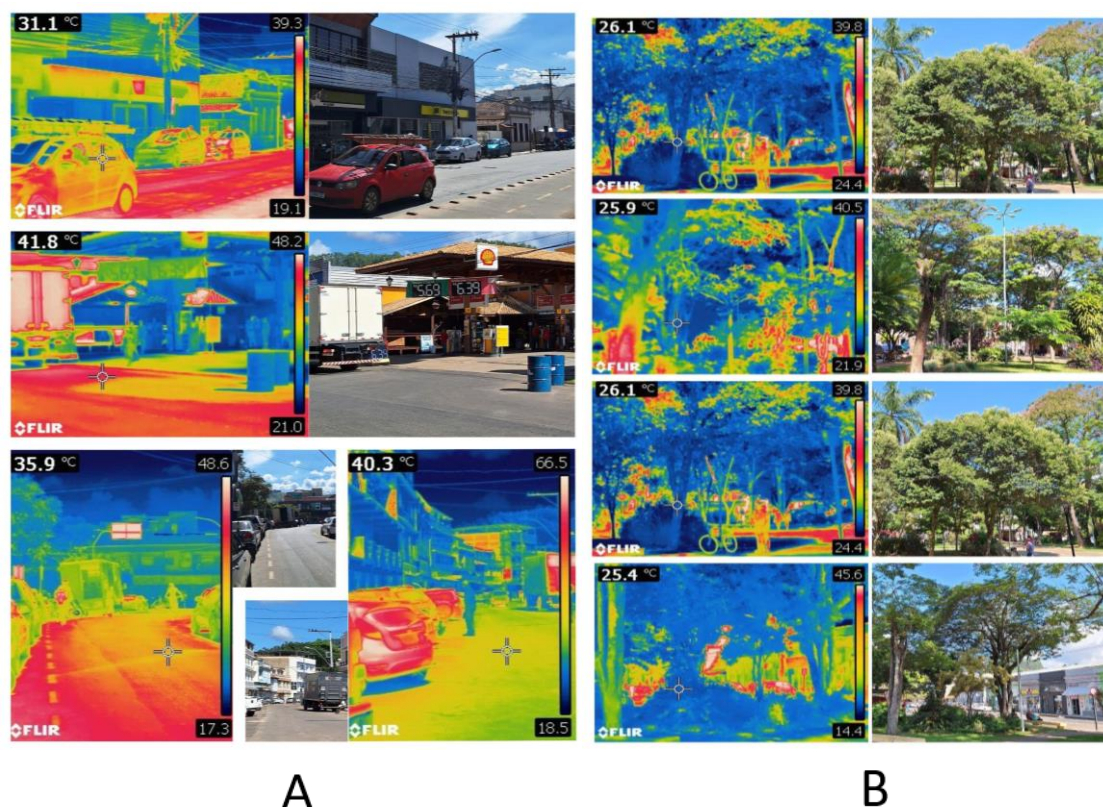


Os resultados obtidos para determinar as diferenças de temperatura entre a área verde estudada e as ruas ao entorno da praça, mostraram uma diferença média significativa ($p\text{-valor} < 0,05$) entre os resultados com um coeficiente de variação de 22,65%, apresentando diferença de aproximadamente 10° C, compreendendo médias

de 34,84° C para o ambiente urbano não arborizado e de 24,81° C para a temperatura média localizada dentro da área verde.

Na figura 9 encontram-se expostas os resultados visuais referentes à discrepância de temperatura entre as regiões ao entorno da praça sem arborização viária (Fig. 9a) e dentro da Praça João Acacinho, Guaçuí-ES (Fig. 9b).

Figura 9 - Imagens capturadas com a utilização de câmera termográfica no centro da Praça João Acacinho e em suas áreas adjacentes.



5.4. Valoração monetária baseado na magnitude da copa

De acordo com o cálculo de valoração, encontrou-se um valor total de R\$56.547,09 ao ano em prestação de serviços ecossistêmicos que essas árvores fornecem para a comunidade local (Tabela 2).

Tabela 2 - Valoração monetária dos indivíduos arbóreos presentes na praça João Acacinho em Guaçuí - ES.

Espécie	Ni	Valoração monetária
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	12	R\$ 19.373,49
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	13	R\$ 17.322,73
<i>Bauhinia forficata</i> Link	4	R\$ 6.006,48
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	3	R\$ 4.750,31
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	2	R\$ 2.732,22
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	1	R\$ 1.731,45
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	2	R\$ 954,70
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	3	R\$ 751,18
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	1	R\$ 494,20
<i>Handroanthus pentaphylla</i> (Vell.) Mattos	2	R\$ 362,83
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don	1	R\$ 356,26
<i>Schefflera elegantissima</i> (Veitch ex Mast.) Lowry, G.M. Plunkett & Frodin	1	R\$ 316,49
<i>Cocos nucifera</i> L.	1	R\$ 313,23
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	3	R\$ 257,28
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	2	R\$ 238,11
<i>Barnebydendron riedelii</i> (Tul.) J.H.Kirkbr.	1	R\$ 186,61
<i>Grevillea robusta</i> A.Cunn. ex R.Br.	1	R\$ 138,05
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	1	R\$ 103,70
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	1	R\$ 86,21
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	1	R\$ 71,56
Total Geral	56	R\$ 56.547,09

Entre as espécies listadas, *Moquilea tomentosa* e *Cenostigma pluviosum* destacam-se por apresentarem as maiores valorações monetárias, sendo R\$19.373,49 e R\$17.322,73, respectivamente. Essas duas espécies representam uma porção significativa do valor total (aproximadamente 66% da valoração total combinada). Este fato pode ser atribuído tanto à quantidade de indivíduos quanto ao valor unitário mais elevado dessas espécies.

Há uma variação significativa na valoração entre as espécies, desde R\$19.373,49 até apenas R\$71,56. *Moquilea tomentosa* (NI = 12) e *Cenostigma pluviosum* (NI = 13) apresentam as maiores valorações, enquanto espécies como *Pachira aquatica* (NI = 1) e *Handroanthus heptaphyllus* (NI = 1) têm valores consideravelmente menores, R\$ 71,56 e R\$ 86,21, respectivamente.

A distribuição do número de indivíduos e a valoração total das espécies evidenciam que algumas espécies com menor número de indivíduos ainda podem apresentar uma valoração significativa. Por exemplo, *Bauhinia forficata* com apenas 4 indivíduos tem uma valoração de R\$6.006,48, o que indica um valor médio por indivíduo elevado.

Por outro lado, espécies como *Handroanthus chrysotrichus* (NI = 3) e *Handroanthus pentaphylla* (NI = 2), apresentam valores individuais relativamente baixos, R\$751,18 e R\$362,83, respectivamente. Esse resultado indica que a valoração atribuída a cada espécie não está exclusivamente relacionada ao número de indivíduos presentes na área, mas também a fatores ecológicos e econômicos específicos, como sua relevância funcional no ecossistema, grau de ameaça ou vulnerabilidade à extinção, além do potencial econômico associado à madeira ou a produtos florestais derivados. Assim, a estimativa de valor deve considerar múltiplas dimensões estruturais, ecológicas e socioeconômicas.

6. DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo reforçam a hipótese de que pequenas áreas verdes urbanas, podem apresentar uma adequada diversidade florística e desempenhar papel ecológico, social e climático relevante. O índice de diversidade de Shannon-Weaver ($H' = 2,1250$) e a equabilidade de Pielou ($J' = 0,8421$) indicam

uma comunidade arbórea bem estruturada, com distribuição relativamente uniforme dos indivíduos entre as espécies, resultado expressivo, quando comparado a inventários realizados em áreas urbanas maiores, onde frequentemente se observa a predominância de poucas espécies dominantes. Esses valores corroboram com alguns estudos que apontam que a diversidade em áreas verdes urbanas não depende exclusivamente da extensão da área, mas do histórico de implantação, manejo e seleção das espécies (Magurran, 1988; Gotelli; Colwell, 2001; Pretzsch et al., 2018).

Em pequenos municípios, praças e parques urbanos assumem papel central como principais núcleos de biodiversidade, funcionando como refúgios ecológicos e pontos de conexão entre a população e a natureza. A diversidade observada na Praça João Acacinho está em consonância com Bestelmeyer et al. (2000) e Carneiro da Cunha et al. (2021), que destacam a importância da heterogeneidade espacial e da composição florística para a manutenção da estabilidade ecológica e para a ampliação dos serviços ecossistêmicos. Além disso, ambientes floristicamente diversos contribuem para a redução da interceptação botânica, fenômeno amplamente discutido por Schussler e Wandersee (1999) e, mais recentemente, por Ursi e Salatino (2022), especialmente em contextos urbanos onde o contato cotidiano com a vegetação tende a ser limitado. Essa limitação sensório-cognitiva e cultural influencia a forma como a sociedade urbana reconhece e valoriza os serviços ecossistêmicos prestados pelas plantas, resultando em menor atenção e priorização da vegetação nas políticas urbanísticas e ambientais (Ursi; Salatino, 2022).

A presença expressiva de espécies pertencentes à família Fabaceae, com destaque para *Cenostigma pluviosum* e *Moquilea tomentosa*, refletida nos elevados valores de Índice de Valor de Cobertura (IVC), evidencia a relevância dessas espécies na estrutura e funcionalidade dessa área verde. Espécies com altos valores de densidade e dominância relativa exercem papel fundamental na provisão de serviços ecossistêmicos, como sombreamento, sequestro de carbono, interceptação de partículas atmosféricas e regulação microclimática (Pretzsche et al., 2018). Contudo, é importante ressaltar que espécies com baixos valores de IVC também contribuem de forma complementar para a biodiversidade, ampliando a heterogeneidade funcional e aumentando a resiliência do ecossistema urbano (Roy et al., 2012).

A predominância de indivíduos com copas densas (58%) é um fator determinante para a mitigação do efeito de ilha de calor urbano, uma vez que copas

amplas e densas promovem maior sombreamento, redução da radiação solar incidente e diminuição da temperatura superficial e do ar (Akbari et al., 2020; Savi et al., 2022). A diferença média de aproximadamente 10 °C entre as áreas arborizadas e não arborizadas demonstra empiricamente o papel da arborização urbana como estratégia eficaz de adaptação climática, resultado compatível com estudos realizados em diferentes contextos urbanos brasileiros e internacionais (Gill et al., 2007; Savi et al., 2022).

A diversidade de morfologias foliares identificadas, associada à presença de tricomas em mais da metade das espécies amostradas, indica adaptações funcionais relevantes para o ambiente urbano. Folhas com pilosidade e diferentes arquiteturas aumentam a capacidade de retenção de material particulado atmosférico, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar, além de reduzir a perda de água por transpiração em condições de estresse térmico (Lehmann et al., 2019; Yan et al., 2021). Ademais, a coexistência de espécies perenifólias, decíduas e semidecíduas favorece a manutenção dos serviços ecossistêmicos ao longo do ano, assegurando benefícios contínuos de sombreamento, ciclagem de nutrientes e suporte à fauna urbana (Decandia et al., 2021; Lahr et al., 2020).

Os elevados percentuais de indivíduos em ótimo estado fitossanitário (88%) e com áreas de crescimento refletem um manejo urbano relativamente eficiente, fator essencial para a sustentabilidade da floresta urbana. A boa condição fitossanitária está diretamente relacionada à maior longevidade das árvores, à redução de custos de manutenção e ao aumento da capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos (Clark et al., 1997; Silva Filho et al., 2002). O alto grau de estabelecimento dos indivíduos (81%) sugere estabilidade ecológica e menor necessidade de intervenções corretivas, reforçando o papel da praça como um componente consolidado da infraestrutura verde do município (Roy et al., 2012).

No que se refere à valoração monetária, o valor anual estimado de R\$ 56.547,09 evidencia, de forma tangível, a importância econômica dos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana. A predominância de poucas espécies no valor total reflete tanto a quantidade de indivíduos quanto a magnitude de suas copas e do índice de área foliar, reforçando a relação direta entre estrutura arbórea e geração de benefícios ambientais (Nowak et al., 2006; McPherson et al., 2016). A valoração econômica, embora não capture integralmente os valores ecológicos, culturais e simbólicos associados à área verde, constitui uma ferramenta

estratégica para subsidiar políticas públicas, planejamento urbano e sensibilização da sociedade quanto à relevância da conservação dessas áreas (Pearce; Turner, 1990; Hanley; Shogren; White, 2007; Paletto et al., 2022).

Por fim, o valor cultural da Praça João Acacinho, projetada por Roberto Burle Marx, amplia a relevância dos resultados obtidos, uma vez que associa patrimônio histórico, identidade cultural e funcionalidade ecológica em um mesmo espaço. Em pequenos municípios, áreas verdes com esse perfil desempenham papel central na promoção do bem-estar social, na educação ambiental e na valorização do patrimônio paisagístico, reforçando a necessidade de sua preservação e manejo integrado (Alberto, 2017; Panasolo et al., 2019). Assim, os resultados deste estudo confirmam a hipótese de que áreas verdes urbanas em municípios de pequeno porte são frequentemente subestimadas, apesar de sua expressiva contribuição para a sustentabilidade ambiental, climática e sociocultural.

7. CONCLUSÕES

A Praça João Acacinho fornece uma ampla gama de serviços ecossistêmicos significativos. Os resultados evidenciam que a área verde analisada desempenha um conjunto diversificado e funcionalmente integrado de serviços ecossistêmicos, abrangendo funções de regulação climática, suporte à biodiversidade, melhoria da qualidade do ar e benefícios socioculturais. Tal multifuncionalidade reforça o papel estratégico das florestas urbanas como infraestrutura verde essencial à sustentabilidade ambiental e ao bem-estar coletivo em pequenas cidades.

As diferenças de temperatura entre a área verde e as áreas circundantes confirmam a eficácia dessas árvores em mitigar ilhas de calor urbanas, evidenciando a importância dessas áreas verdes em pequenos municípios.

Além do valor cultural da praça João Acacinho, projetada por Roberto Burle Marx, a praça não apenas serve como um espaço de lazer, mas também como um local de importância histórica e cultural para a comunidade de Guaçuí.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKBARI, H.; KONOPACKI, S.; PAK, J. **Cooling effects of urban trees**. Journal of Urban Forestry, v. 96, n. 4, p. 123-130, 2020.
- ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C. **Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems**. BioScience, Washington, v. 53, n. 12, p. 1169–1179, 2003.
- ALBERTO, R. S. **Funcionalidade e usos de áreas verdes urbanas sob o olhar da Educação Ambiental**. Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 12, n. 2, p. 296–317, 2017.
- APG IV. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV**. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 181, p. 1-20, 2016.
- BARBOSA, J. P.; SANTOS, M. C. **Ecological benefits of urban forests in small cities**. Journal of Urban Forestry, v. 22, n. 3, 102-114, 2020.
- BARBIER, E. B. **A global green new deal: Rethinking the economic recovery**. Cambridge Journal of Economics, v. 34, n. 4, p. 759-778, 2010.
- BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDAO, C. R. F.; BROWN, W. L.; DELABIE, J. H. C.; SILVESTRE, R. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, 2000.
- BOCK, J. L.; NESBITT, L.; MAVOA, S.; MEITNER, M. J. **Attributes and benefits of urban green space visits – Insights from the City of Vancouver**. Urban Forestry & Urban Greening, v. 8, 2024
- CARNEIRO DA CUNHA, M.; ADAMS, C.; MAGALHÃES, R. P. **Conhecimentos associados à biodiversidade. Gestão de recursos naturais e saberes locais**. Annablume, p. 29-58, 2021.
- CLARK, J. R.; MATHENY, N. P.; CROSS, G. **A model of urban forest sustainability**. Journal of Arboriculture, v. 23, n. 1, p. 17-30, 1997.
- COX, D. T. C.; GUTHRIE, J. F.; GEBHARDT, J. D.; ANDERSON, L. M.; KOVACS, K.; LITTERAL, J. et al. **Urban green space ecosystem services: a quantitative review of valuation methods and future research directions**. Environmental Research, v. 156, p. 231–241, 2017.

- DECANDIA, L.; DI PASQUALE, G.; ALFONSI, R. **Leaf phenology and its implications for urban tree management**. Urban Forestry & Urban Greening, v. 48, p. 126-134, 2021.
- GILL, S. E.; HANDLEY, J. F.; ENNOS, A. R.; PAULEIT, S. **Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure**. Built Environment, v. 33, n. 1, p. 115-133, 2007.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N.; BERRY, P.; BIAGIOTTI, I.; BOADA, M.; CABEZA, M.; CHAPMAN, E.; DÍAZ, S.; FUENTES, C.; GENELETTI, D.; KOSOY, N.; KUMAR, P.; PEREIRA, H. M.; PITKÄNEN, K.; REYES, T.; SPERLING, F.; STURLESE, M.; TEN BRINK, P.; VAN DER PLOEG, S.; VEENEKLAAS, F.; WATSON, K. Urban ecosystem services. In: ELMQVIST, T.; FRAGKIAS, M.; GOODNESS, J.; GÜNERALP, B.; MARCOTULLIO, P. J.; McDONALD, R. I.; PARNELL, S.; SCHEWENIUS, M.; SENDSTAD, M.; SETO, K. C.; WILKINSON, C. (ed.). **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities**. Dordrecht: Springer, 2013. p. 175-251.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. **Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness**. Ecology Letters, v. 4, n. 4, p. 379-391, 2001.
- HANLEY, N.; SHOGREN, J.; WHITE, B. **Environmental economics in theory and practice**. 2. ed. London: Palgrave Macmillan, 2007.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro**: IBGE, 2022.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**: Guaçuí. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
- KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. Menlo Park: Benjamin-Cummings Publishing Company, 1999.
- LAHR, E. C.; KLOPPENBURG, S.; VAN DER VELDE, J. R. **Species selection for urban forests in warming cities**. Landscape and Urban Planning, v. 202, p. 103873, 2020.
- LEHMANN, J.; SCHULZE, E. D.; BALDOCCHI, D. **Morphological and physiological traits of urban trees**. Urban Ecosystems, v. 22, n. 3, p. 287-299, 2019.
- LIMA, R. M.; SILVA, P. L.; SOUZA, A. F. **Impacto das áreas verdes na saúde urbana**. Revista de Ecologia Urbana, v. 15, n. 2, 45-58, 2018.

- MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1988.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2013.
- MARTINS, A. P.; OLIVEIRA, R. T. **Planejamento e manejo de florestas urbanas: estratégias para municípios pequenos**. Revista Brasileira de Arborização Urbana, v. 9, n. 4, p. 231-250, 2021.
- McPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; PEPPER, P. **Structure, function, and value of street trees in California, USA**. Urban Forestry & Urban Greening, v. 17, p. 104-113, 2016.
- MENDES, F. H. et al. **Valoração monetária da arborização urbana baseada na magnitude da copa em Piracicaba/Brazil**. Revista LABVERDE, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 150–170, 2021. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.188889.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974.
- NOWAK, D. J.; HEISLER, G. M. **Air quality effects of urban trees and parks**. National Recreation and Park Association, v. 12, n. 2, p. 65-78, 2010.
- NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. **Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States**. Urban Forestry & Urban Greening, v. 4, p. 115–123, 2006.
- OLIVEIRA FILHO, P. C.; ANDRADE, A. R.; HABERLAND, N. T.; POTTKER, G. S.; SILVA, F. C. B. **A importância das áreas verdes em uma cidade de pequeno porte: estudo de caso na cidade de Irati-PR**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 8, n. 1, p. 89-99, 2013.
- SILVA, O. H. da; LOCASTRO, J. K.; SANCHES, S. da P.; DE ANGELIS NETO, G.; DE ANGELIS, B. L. D.; CAXAMBU, M. G. **Avaliação da arborização viária da cidade de São Tomé, Paraná**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 371–384, 2019.
- PALETTO, A.; SECCO, L.; MAINO, F. **Economic valuation of urban green spaces: A critical review and future research agenda**. Sustainability, v. 14, n. 4, p. 1438, 2022.

- PANASOLO, A.; GALVÃO, F.; HIGACHI, H. Y.; OLIVEIRA, E. B.; CAMPOS, F.; WROBLEWSKI, C. A. **Percepção dos serviços ecossistêmicos de áreas verdes urbanas de Curitiba/PR**. BIOFIX Scientific Journal, v. 4, n. 1, p. 70-80, 2019.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of Natural Resources and the Environment**. Baltimore. Johns Hopkins University Press, 1990.
- PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. **Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 49, n. 1, p. 264-282, 2018.
- PRETZSCH, H.; FORREY, D.; RAUTER, R. **Forest Dynamics, Growth, and Yield**. Berlin: Springer, ed. 4, 2018.
- ROY, S.; BYRNE, J.; PICKERING, C. **The ecosystem services of urban trees**. Journal of Urban Planning and Development, v. 138, n. 3, p. 172-183, 2012.
- SAVI, T.; MAESTRI, N.; NEPI, M. **Urban green spaces reduce temperatures and mitigate climate change effects: A review of empirical evidence**. Landscape and Urban Planning, v. 215, p. 104216, 2022.
- SCHUSSLER, E.; WANDERSEE, J. **Preventing plant blindness**. The American Biology Teacher, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999.
- SILVA FILHO, D. F.; PIZETTA, P. U. C.; ALMEIDA, J. B. S. A.; PIVETTA, K. F. L.; FERRAUDO, A. S. **Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas**. Revista Árvore, v. 26, n. 5, p. 629-642, 2002.
- SILVA, G. H.; FERREIRA, L. M.; COSTA, D. R. **Serviços ecossistêmicos em áreas verdes urbanas: uma análise comparativa**. Environmental Science Journal, v. 14, n.1 p. 67-79, 2019.
- TZOULAS, K.; KORPELA, K.; VENN, S.; YLI-PELONEN, V.; KAZMIERCZAK, A.; NIEMELA, J.; JAMES, P. **Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review**. Landscape and Urban Planning, v. 81, p. 167-178, 2007.
- URSI, S.; SALATINO, A. **É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para “cegueira botânica”**. Boletim de Botânica, São Paulo, v. 39, p. 1–4, 2022.
- VILLANOVA, L. B.; TRAVASSOS, L. R. F. C. **Aplicação de uma matriz de análise de planejamento em infraestrutura verde no município de São José dos Campos**. Revista de Gestão Brasileira Urbana, v. 15, p. 1-18, 2024.

YAN, Y.; HUANG, J.; LIU, Z.; WANG, L. **Role of leaf surface microstructures in the capture of particulate matter: A case study using urban tree species.** Science of the Total Environment, v. 754, p. 142204, 2021.