

**GERSON AUGUSTO LOURENÇO BARBOSA**

**ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE VIÇOSA, MG: PARÂMETROS  
FITOSSOCIOLÓGICOS E SOCIOECONÔMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Angeline Martini

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

B238a  
2021  
Barbosa, Gerson Augusto Lourenço, 1993-  
Arborização de ruas da cidade de Viçosa, MG: parâmetros  
fitossociológicos e socioeconômicos / Gerson Augusto  
Lourenço Barbosa. – Viçosa, MG, 2021.  
1 dissertação eletrônica (92 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Angeline Martini.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Engenharia Florestal, 2021.

Referências bibliográficas: f. 78-88.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.105>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Levantamentos florestais - Viçosa (MG). 2. Arborização  
das cidades - Viçosa (MG) Comunidades vegetais - Análise -  
Viçosa (MG). I. Martini, Angeline, 1988-. II. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal.  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

CDO adapt. CDD 22. ed. 634.95246

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523

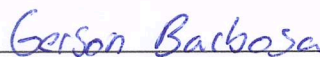
**GERSON AUGUSTO LOURENÇO BARBOSA**

**ARBORIZAÇÃO DE RUAS DA CIDADE DE VIÇOSA, MG: PARÂMETROS  
FITOSSOCIOLÓGICOS E SOCIOECONÔMICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 09 de dezembro de 2021.

Assentimento:



---

Gerson Augusto Lourenço Barbosa  
Autor



---

Angeline Martini  
Orientadora

**Aos meus pais, Solange e Gerson e à minha  
irmã, Polyanna pelo amor, apoio e confiança  
na realização de mais esse sonho.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais e minha irmã.

À Maria Paula, pelo companheirismo e toda a ajuda pessoal e profissional.

À professora Angeline, pela orientação e incentivo durante esse período.

Aos professores Carlos Torres e Everaldo Neto, pela solicitude em participar da banca e pelas ajudas essenciais que compuseram essa dissertação.

À Geisa, pela ajuda na coleta dos dados.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela excelência em ensino, técnico e humano e por todas as oportunidades que me trouxeram até aqui.

Ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF) pela estrutura oferecida para a realização desse trabalho e a todos os mestres e funcionários que sempre se fizeram presente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, e em especial ao Alexandre e ao Dilson pela disponibilidade e atenção ao longo desses anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelos financiamentos.

À Prefeitura Municipal de Viçosa (PMV) pela ajuda concedida nas diferentes etapas de coleta dos dados.

A todos aqueles que contribuíram para a conclusão de mais essa etapa em minha vida.

Muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

Gerson Augusto Lourenço Barbosa, filho de Gerson Silva Barbosa e Solange Idalina Lourenço Barbosa, natural de Viçosa, Minas Gerais. Em 2012, ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em julho de 2019. Em agosto de 2019, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV, em nível de Mestrado, submetendo-se à defesa de dissertação em dezembro de 2021.

## RESUMO

BARBOSA, Gerson Augusto Lourenço, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2021. **Arborização de ruas da cidade de Viçosa, MG: parâmetros fitossociológicos e socioeconômicos.** Orientadora: Angeline Martini.

O intenso processo de urbanização tem gerado diversos impactos negativos nas cidades, acarretando em prejuízos para a população que reside nesses locais. Uma das formas de alcançar a mitigação de alguns desses impactos é através da presença de vegetação nas áreas urbanas, que promovem uma série de benefícios. Toda a vegetação presente na cidade, compreendendo as praças, fragmentos remanescentes de mata nativa, bosques, jardins, arborização de ruas, dentre outros, formam a floresta urbana. Dessa forma, é necessário que haja planejamento e adequação dos ambientes urbanos para potencialização dos benefícios advindos da presença de vegetação. Com isso, o objetivo desse estudo foi realizar um diagnóstico quali-quantitativo da arborização de ruas da cidade de Viçosa-MG, para subsidiar o planejamento e gestão da floresta urbana. Para isto, foi realizado um inventário florestal urbano do tipo censo, entre outubro/2020 e julho/2021, onde parâmetros quali-quantitativos foram obtidos em campo para caracterizar a estrutura física das ruas e dos indivíduos que compõe a arborização. Com os dados obtidos, foi determinada a composição e distribuição florística, a caracterização dendrométrica das espécies, a qualidade da arborização e a relação com o meio físico da cidade como um todo e das suas regiões e a relação entre a distribuição da arborização viária com os fatores socioeconômicos de cada região. Foram mensurados 2381 indivíduos nas ruas da cidade, distribuídos em 78 espécies, predominantemente nativas do Brasil. A maioria dos indivíduos foram espécies de pequeno a médio porte (cerca de 87%), com boas condições de copa (78%), tronco (86%) e raiz (60%), sem problemas fitossanitários (92%) e que não necessitavam de práticas de manejo (81%). Em média, 19% das árvores ofereceram obstáculo à passagem de pedestres e 38% não possuem área livre de canteiro disponível. A análise fitossociológica indicou que as espécies com maior valor de importância para a arborização viária da cidade foram *Pleroma granulosum*, seguida por *Moquilea tomentosa* e *Cenostigma pluviosum*. De acordo com o cálculo dos índices espaciais, Viçosa tem baixo grau de arborização, com média de 21,5 árvores por quilômetro de calçada, sendo necessário plantar mais de 17 mil árvores para atingir o número ideal. Porém, por meio da caracterização do meio físico, foi constatado que isso não é simples, devido a cidade apresentar ruas e calçadas estreitas, com média de 9,8m e 1,5m, respectivamente. Foi observado que regiões menos populosas e com maior renda tendem a apresentar mais árvores na cidade de Viçosa. Por fim, foi possível concluir que a arborização

viária da cidade de Viçosa tem boa qualidade, mas necessita de incremento quantitativo e melhor distribuição espacial. Porém, para que isso ocorra, é necessário a adequação da infraestrutura urbana, de modo a priorizar a existência de árvores nas ruas, impulsionando o fornecimento de benefícios diretos à população de toda a cidade.

**Palavras-chave:** Floresta urbana. Arborização viária. Análise fitossociológica. Inventário florestal. Censo florestal.

## ABSTRACT

BARBOSA, Gerson Augusto Lourenço, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2021. **Streets trees in the city of Viçosa, MG: phytosociological and socioeconomic parameters.** Adviser: Angeline Martini.

The intense urbanization process has generated several negative impacts on cities, causing damage to the population that resides in these places. One of the ways to achieve the mitigation of some of these impacts is through the presence of vegetation in urban areas, which promotes a series of benefits. All the vegetation present in the city, including squares, remaining fragments of native forest, woods, gardens, street trees, among others, form the urban forest. Thus, it is necessary to have planning and adaptation of urban environments to maximize the benefits arising from the presence of vegetation. With that, the objective of this study was to carry out a qualitative-quantitative diagnosis of the afforestation of streets in the city of Viçosa-MG, to subsidize the planning and management of the urban forest. For this, an urban forest inventory of the census type was carried out, between October/2020 and July/2021, where quali-quantitative parameters were obtained in the field to characterize the physical structure of the streets and the individuals that make up the afforestation. With the data obtained, the floristic composition and distribution, the dendrometric characterization of the species, the quality of the afforestation and the relationship with the physical environment of the city as a whole and its regions and the relationship between the distribution of street afforestation with the socioeconomic factors in each region. A total of 2381 individuals were measured in the streets of the city, distributed in 78 species, predominantly native to Brazil. Most individuals were small to medium-sized species (about 87%), with good canopy conditions (78%), trunk (86%) and root (60%), without phytosanitary problems (92%) and not needed management practices (81%). On average, 19% of the trees provided an obstacle to pedestrians' passage and 38% did not have a free area of flowerbeds available. The phytosociological analysis indicated that the species with the highest value of importance for the urban afforestation were *Pleroma granulosum*, followed by *Moquilea tomentosa* and *Cenostigma pluviosum*. According to the calculation of spatial indexes, Viçosa has a low degree of afforestation, with an average of 21.5 trees per kilometer of sidewalk, and it is necessary to plant more than 17 thousand trees to reach the ideal number. However, through the characterization of the physical environment, it was found that this is not simple, because the city has narrow streets and sidewalks, with an average of 9.8 m and 1.5 m, respectively. It was observed that less populated regions with higher income tend to have more trees in the city of Viçosa. Finally, it was possible to conclude that the street

afforestation in the city of Viçosa has good quality, but needs quantitative increment and better spatial distribution. However, for this to occur, it is necessary to adapt the urban infrastructure, in order to prioritize the existence of trees on the streets, boosting the provision of direct benefits to the population of the entire city.

**Keywords:** Urban forest. Street trees. Phytosociological analysis. Forest inventory. Forest census.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Objetivo geral.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. A floresta no contexto urbano .....</b>	<b>13</b>
2.1.1. O processo de urbanização e a busca por soluções ambientais .....	13
2.1.2. Conceitos de Floresta Urbana.....	14
2.1.3. Benefícios da floresta urbana.....	15
<b>2.2. Inventário florestal .....</b>	<b>17</b>
2.2.1. Histórico e evolução .....	17
2.2.2. Métodos e procedimentos de inventário tradicional.....	18
2.2.3. Aplicação e avanços da ciência nos diagnósticos de arborização urbana.....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. Coleta de dados .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3. Processamento de dados.....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. Composição e distribuição florística .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2. Caracterização dendrométrica da arborização de ruas.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3. Qualidade da arborização de ruas .....</b>	<b>49</b>
4.3.1. Similaridade florística.....	49
4.3.2. Índice de Shannon-Weaver (H') .....	50
4.3.3. Índices espaciais da arborização de ruas .....	50
4.3.4. Caracterização do meio físico.....	54
4.3.5. Condição de desenvolvimento da copa, tronco e raiz.....	57
4.3.6. Condição fitossanitária e necessidade de manejo.....	62
4.3.7. Conflito entre árvores e estrutura urbana.....	66
<b>4.4. Relação entre arborização e fatores socioeconômicos.....</b>	<b>72</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O crescente processo de urbanização, caracterizado pela expansão territorial e populacional das cidades, vem agravando os impactos ambientais ocorridos nestes locais. No ano de 2018, cerca de 55% da população mundial residia em ambiente urbano e a projeção é que para 2050, esse número passe de 68% (ONU, 2018). Essa elevação do número de pessoas em áreas urbanas agrava os problemas provocados pela urbanização, como exemplo: aumento da produção de lixo; aumento da temperatura formando ilhas de calor; poluição do ar; ocorrência de enchentes como consequência da impermeabilização do solo urbano; falta de áreas verdes; entre outros (SINGH, 2018; MANJUNATHA et al., 2019; OLIINYK et al., 2020).

Os impactos causados pela urbanização podem ser mitigados com a presença de vegetação, que desempenha significativos efeitos positivos, por meio dos seus benefícios (ROY; BARNE; PICKERING, 2012). Dentre eles, destaca-se a diminuição de materiais particulados no ar, atenuação da temperatura, aumento da umidade relativa do ar, infiltração de água no solo, entre vários outros benefícios (MULLANEY et al., 2014; IRGA et al., 2015; ALBUQUERQUE; LOPES, 2016; SOUZA et al., 2017).

Todas as árvores e demais formas de vegetação presente em áreas urbanas podem ser definidas como floresta urbana, compreendendo desde pequenas comunidades a grandes cidades (MILLER; HAUER; WERNER, 2015).

Diante disso, é necessário que as cidades façam um planejamento de sua floresta urbana, para que não ocorram prejuízos para as árvores e para a estrutura urbana, podendo desencadear em impactos ambientais negativos (DA SILVA, 2014). Devido à ampla gama de serviços ecossistêmicos ofertados pelas florestas urbanas, diversas cidades no mundo têm utilizado destas como forma de aumentar a qualidade de vida da população e frear os impactos advindos da urbanização, como é o caso das cidades de Madrid e Barcelona, na Espanha (LANGEMEYER et al., 2020; GOMÉZ-VILLARINO et al., 2021), Geneva, na Suíça (HONECK et al., 2020), dentre tantas outras (CARRIQUIRY et al., 2020; LI et al., 2020; LIU et al., 2020), que vêm alcançando este objetivo através do desenvolvimento de suas florestas urbanas.

O conhecimento da composição florística é um aspecto que todas as cidades deveriam se preocupar, visando um plano de arborização que potencialize os benefícios trazidos pela presença de árvores nas áreas urbanas (KRAMER; KRUPPEK, 2012). Tal conhecimento pode ser adquirido por meio de um diagnóstico, que permite examinar a compatibilidade das árvores com os locais onde estão plantadas, é que se torna possível potencializar tais benefícios (BIONDI; ALTHAUS, 2005). Uma arborização não planejada e/ou mal planejada, além de se

apresentar como um risco para a saúde pública, desencadeia uma série de gastos públicos com sua reparação, recursos estes que poderiam estar sendo aplicados em ações efetivas para o bem estar da população (DANTAS; SOUZA, 2004; LIMA NETO, 2011).

Visto isso, pode-se afirmar que a realização de um diagnóstico da arborização é um passo indispensável para o planejamento desta em um município, de forma a garantir a provisão dos benefícios advindos das árvores e diminuindo a necessidade do dispêndio econômico pelo poder público com intenção de consertar futuros problemas, de forma a assegurar o fornecimento dos serviços ecossistêmicos e garantir qualidade de vida à toda população.

### **1.1. Objetivo geral**

A presente pesquisa teve como objetivo diagnosticar a arborização de ruas do município de Viçosa, Minas Gerais, para subsidiar o planejamento e gestão da floresta urbana.

### **1.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar a composição e distribuição florística existente nas ruas do município;
- b) Estabelecer a caracterização dendrométrica das espécies florestais que compõe a arborização viária;
- c) Analisar a qualidade da arborização e a relação com o meio físico nas diferentes regiões administrativas do município;
- d) Relacionar a distribuição da arborização viária com os fatores socioeconômicos, nas diferentes regiões da cidade.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A floresta no contexto urbano**

#### **2.1.1. O processo de urbanização e a busca por soluções ambientais**

O processo de urbanização é caracterizado pela expansão das áreas urbanas em detrimento da redução populacional das áreas rurais, causado por um fluxo migratório, gerando uma série de efeitos nesses locais (WANG et al., 2015; MOURA et al., 2018). Segundo dados da ONU (2019), na década de 1950, apenas 30% da população mundial residia em áreas urbanas, enquanto no ano de 2018, esse número atingiu cerca de 55%. Ainda segundo este relatório, projeções apontam que em 2050, 68% da população mundial residirá em centros urbanos.

Esse processo se deu início a partir da Revolução Industrial, no século XVIII, no qual a população rural se deslocou para os centros urbanos em busca de uma nova vida ocasionada pelas oportunidades que a industrialização traria (ZAZYKI; DE MOURA, 2020). No Brasil, as causas da urbanização não foram diferentes, porém o fenômeno foi observado a partir da década que se iniciou em 1930 (BRITO et al., 2018). No ano de 1950, cerca de 36% da população brasileira era considerada residente de áreas urbanas, com aumento para 84% no ano de 2010, representando cerca de 190 milhões de pessoas vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2011).

Quando a expansão da área urbana ocorre de forma desordenada e sem políticas públicas de gerenciamento, uma série de problemas sociais, ambientais e econômicos surgem em algum momento (CABRAL; CANDIDO, 2019). Como exemplos de impactos socioeconômicos negativos acarretados pela urbanização, pode-se destacar a formação de locais de moradia precários, onde os quesitos básicos de sobrevivência em saúde, ensino, segurança dentre outros são simplórios ou inexistentes, além do agravamento da pobreza (WANG et al., 2015).

Em detrimento da mudança de uso e cobertura do solo e do aumento do fluxo de pessoas, uma série de impactos ambientais e uma nova relação terra-atmosfera são criados, aumentando consideravelmente a pressão ambiental e demanda de energia nestes locais, especialmente quando não há investimento em proteção ambiental (LIN; ZHU, 2018; FEITOSA et al., 2019). Dentre estes impactos estão: a poluição do ar, desbalanço da temperatura e umidade do ar, formação de “ilhas de calor”, ocorrência de inundações e alagamentos, deslizamentos de terra, alteração do regime hídrico, surgimento de espécies exóticas ou desaparecimento de espécies nativas tanto da fauna quanto da flora, dentre tantos outros problemas que não são difíceis de observar no cotidiano de uma cidade (GOUVEIA; RODRIGUES, 2017; LIU; NIYOGI, 2019).

Uma das soluções para reverter todo o processo de degradação é colocar vegetação novamente nas cidades, revertendo em parte os efeitos dessa expansão e reduzindo a degradação do ambiente (DE RIDDER et al., 2004). Objetivando aumentar a qualidade de vida da população, gestores de muitas cidades têm usado a vegetação nos espaços urbanos como forma de auxiliar no cumprimento desse propósito (HEIDT; NEEF, 2008).

### 2.1.2. Conceitos de Floresta Urbana

A definição de floresta urbana passou por diversas transformações durante o tempo, bem como, a interpretação do que poderia ser chamado de “floresta urbana” (KONIJNENDIJK et al., 2006). O conceito *urban forestry* surgiu nos anos 60, no Canadá, no qual englobava todas as árvores que pertenciam ao espaço urbano (JORGENSEN, 1970). Desde então, vários cientistas pelo mundo adaptam e tentam chegar a um consenso do que seria a floresta urbana, sendo que alguns destes defendem que o conceito deveria remeter apenas a remanescentes florestais e bosques localizados na cidade, enquanto uma grande maioria defende que qualquer árvore, vegetação e espaços verdes localizados dentro da área urbana podem ser considerados como tal (RANDRUP et al., 2005). A FAO (2016) conceitua como floresta urbana todo o ecossistema que compreende bosques, grupos de árvores e árvore isoladas localizadas na área urbana, podendo ser representados por florestas, jardins, estacionamentos arborizados, dentre outros, que de alguma forma trazem benefícios a humanidade residente nestes locais.

Para Grise et al. (2015), o termo “floresta urbana” deve incorporar todos os seres bióticos que se interagem com a matriz urbana, possuindo caráter amplo neste quesito. Para fins de padronização, neste estudo será utilizado a definição e categorização do termo sugerida por Biondi et al. (2015), na qual considera como floresta urbana toda vegetação situada em área urbana, podendo ser árvore, arbusto, epífita, forração, dentre outros.

Ainda segundo Biondi et al. (2015), podemos classificar a floresta urbana em particular e pública (Figura 1). A floresta urbana particular compreende jardins e bosques particulares, condomínios, e outras formas de vegetações que não são de domínio público. Já a floresta urbana pública, compreende os espaços vegetados nas quais o domínio é público, podendo este ser: arborização de ruas, que remete às árvores plantadas em calçadas de forma retilínea, seguindo um espaçamento; e as áreas verdes, que podem ser culturais (representadas pelas praças, parques, jardins públicos) e os fragmentos florestais urbanos, que são remanescentes de florestas inseridos na matriz urbana.

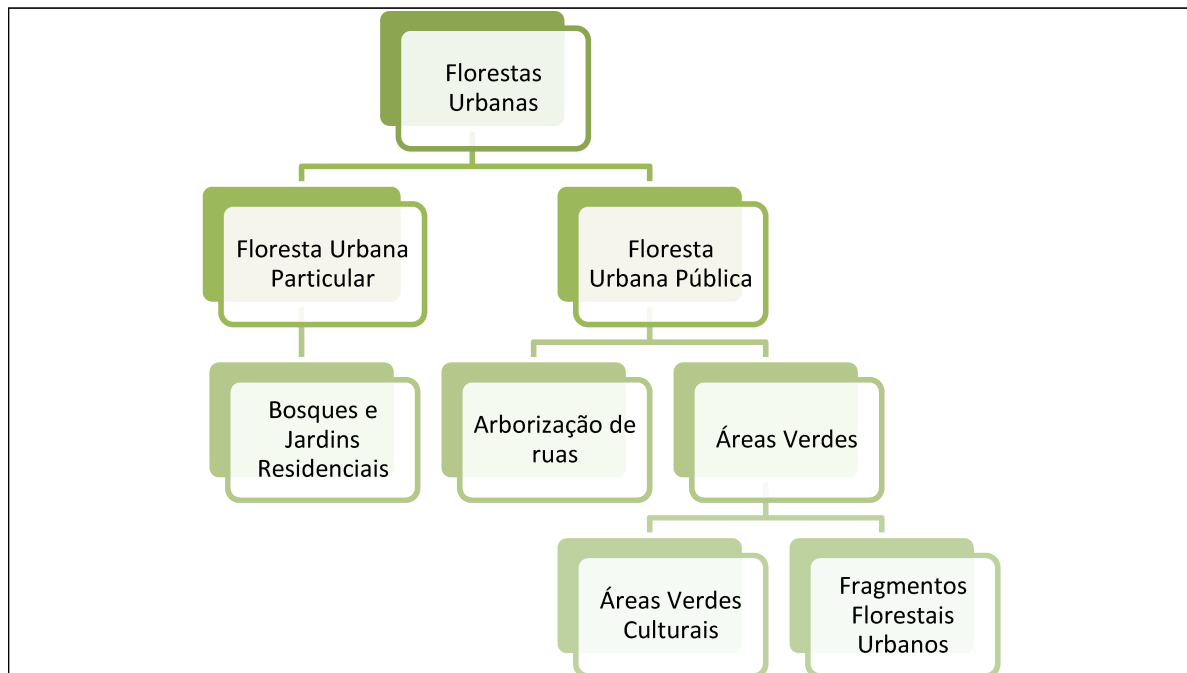


Figura 1 – Divisão de categorias de floresta urbana.  
Fonte: Biondi (2015).

A arborização de ruas, também denominada como arborização viária, a qual foi foco deste estudo, pode ser considerada como àquela que segue o plantio sequencial em calçadas ou canteiros centrais, geralmente ao longo de uma rua ou avenida e que pode coexistir ou não com elementos da infraestrutura urbana, como postes, placas de sinalização, dentre outros (ROMAN et al., 2013; BIONDI, 2015; THOMSEN et al., 2016).

A coexistência com outros elementos leva às árvores da arborização de ruas uma grande pressão, podendo existir conflito com esses elementos, além de estarem em contato direto com as pessoas e veículos nas cidades, por isso demandam maior cuidado e necessitam de um bom planejamento (ROY et al., 2017; TAN et al., 2017). Quando há mal planejamento, ou este é inexistente, pode ser desencadeado uma série de problemas com as árvores, como quedas de partes dos indivíduos ou até mesmo por inteiro, desconfiguração do pavimento das calçadas, podendo ofertar perigo à integridade física das pessoas.

### 2.1.3. Benefícios da floresta urbana

Por muito tempo, acreditava-se que os benefícios da presença de árvores nas cidades eram exclusivamente estéticos, não dando muita importância para os benefícios ambientais, sociais e econômicos proporcionados (SILVA et al., 2007). Com o avanço dos estudos na área, há hoje um consenso de que a floresta urbana, quando bem planejada, dispõe de benefícios para

toda a sociedade, bem como para o ambiente, através de suas funções ecossistêmicas, ajudando inclusive no aumento da qualidade da saúde humana (DWYER et al., 1992; MCPHERSON et al., 2017; NOWAK et al., 2018).

De uma forma geral, os benefícios ambientais acarretados pela floresta urbana podem ser percebidos pela população. Porém, alguns desses benefícios não são facilmente perceptíveis no dia-a-dia, dentre esses benefícios destaca-se a captura de gases e particulados presentes na atmosfera, que são nocivos à saúde humana, aumentando assim a qualidade do ar (DWYER et al., 1992; TALLIS et al., 2011; JARDIM et al., 2021); e o aumento da infiltração de água no solo, diminuindo o escoamento superficial e assim reduzindo consideravelmente o risco de ocorrência de inundações em áreas onde estas ocorrem, além de manter o estoque de água no solo (DWYER et al., 1992; GONÇALVES et al., 2018; ALVES ; FORMIGA, 2019). Além disso, é indubitável que um dos impactos do aquecimento global diretamente percebido pela população é o aumento das temperaturas. Nesse sentido, diversos estudos comprovam a diminuição da temperatura em locais que tenham a presença de algum tipo de floresta urbana ou no entorno destas, trazendo um microclima mais agradável aos seres humanos e animais, além da redução da radiação solar incidente, que pode ser maléfica à saúde das pessoas (KONIJNENDIJK et al., 2006; MARTINI, BIONDI; BATISTA, 2017; MARTINI, BIONDI; BATISTA, 2018).

Além dos benefícios ambientais já citados, outros ainda podem ser destacados, como: a redução de ruídos nocivos à saúde pública, por meio da formação de barreiras vegetais (KONIJNENDIJK et al., 2006; PINHEIRO ; SOUZA, 2017); a formação de corredores ecológicos, garantindo assim a manutenção da biodiversidade (FUWAPE ; ONYEKWELU, 2010; PINHEIRO ; SOUZA, 2017); a manutenção da qualidade e proteção do solo, diminuindo os eventos erosivos (VAN, et al., 2017); manutenção da qualidade da água (HUNTER et al., 2019; NOURI et al., 2019); o sequestro de carbono, amenizando as implicações do efeito estufa (AMARAL et al., 2017; ARILUOMA et al., 2021), dentre tantos outros (DWYER et al., 1992).

Como benefícios na esfera social, a floresta urbana é capaz de transformar o ambiente em um lugar que garanta mais qualidade de vida (DWYER et al., 1992), as árvores podem servir de abrigo às atividades econômicas que funcionam nas ruas, à exemplo de feiras livres (FUWAPE ; ONYEKWELU, 2010), podem também favorecer a saúde de pessoas (ARANTES, 2017); ajudando a saírem do stress diário (KONIJNENDIJK et al., 2006), proporcionam o convívio social e áreas de recreação (SHUVO et al., 2020; GRZYB et al., 2021).

Citando os impactos positivos econômicos das florestas urbanas, estas ajudam a reduzir gastos com aquecedores e ar condicionado, diminuir os gastos com saúde

(KONIJNENDIJK et al., 2006), garantem alimento, material para construção e medicamentos (FUWAPE ; ONYEKWELU, 2010), podem atrair turismo, gerando renda para uma região (GONÇALVES et al., 2018; TERKENLI et al., 2020); atuam como importante fator para a valorização imobiliária em áreas próximas a parques, praças, e outros tipos de floresta urbana (MEI, 2018; RAIMUNDO ; SARTI, 2019).

Os benefícios prestados pela floresta urbana de modo geral podem ser observados nas diversas tipologias existente. No entanto, Bobrowski et al. (2015) destacou outros específicos para a arborização de ruas, como o controle da claridade, a preservação da pavimentação, regulação da segurança pública, além dos benefícios estéticos que são observados através da percepção positiva da beleza cênica ofertadas pelas árvores, que adicionam cores, contraste e movimento à paisagem geralmente cinza presente nas áreas urbanizadas.

Visto o grande número de benefícios advindos da floresta urbana, é necessário que haja um planejamento adequado, realizado por profissionais habilitados, de modo a garantir e potencialização tais benefícios, de forma que sejam celebrados por toda a população.

## **2.2. Inventário florestal**

### **2.2.1. Histórico e evolução**

Com o avanço da ciência florestal e do entendimento das interações ambientais, houve necessidade de conhecer mais dos recursos florestais e de suas dinâmicas de crescimento. Nesse sentido, pode-se conceituar como inventário florestal, o ato, ou procedimento, de obter informações qualitativas e quantitativas de uma floresta, podendo estas informações estarem ligadas à madeira ou a outros produtos e serviços florestais (KERSHAW et al., 2017).

Haja visto a quantidade de benefícios que a arborização urbana pode fornecer, há a necessidade de que se conhecer a composição de espécies existentes e realizar um planejamento correto, de forma a potencializar esses benefícios (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007). A forma de se conhecer a arborização de um local, é através da realização do inventário arbóreo (SILVA et al., 2006).

Com o destaque que a qualidade de vida nas áreas urbanas passou a ter, gerar informação sobre o patrimônio arbóreo nesses locais tornou-se indispensável. Os primeiros registros de inventário florestal urbano no Brasil foram realizados em Curitiba- PR (MILANO, 1984) e em Recife-PE (BIONDI, 1985). À época, os inventários eram realizados por amostragem, com parcelas fixas de 500 x 500m, no primeiro caso e 560 x 350m no segundo,

definidas preliminarmente através de sorteio, sendo o limite de erro adotado de 10% e probabilidade de 95% (MILANO, 1984; BIONDI, 1985).

Com o avanço da tecnologia, os inventários florestais da arborização urbana passaram por diversas mudanças, e hoje podem contar inclusive com ferramentas de sistemas de informações geográficas (SIG), como os realizados em Strasbourg – França por Puissant et al. (2014), Helsinque – Finlândia por Saarinen et al. (2014) dentre outros realizados (CHEN et al. 2019).

### 2.2.2. Métodos e procedimentos de inventário tradicional

O inventário florestal da arborização urbana pode ter diferentes metodologias de amostragem, que são definidas de acordo com o objetivo, tempo e recursos disponíveis (NIELSEN et al., 2014). A metodologia mais utilizada é a de amostragem casual, na qual se utilizam parcelas de dimensões predefinidas (exemplo: 500 x 500m) ou em alguns casos, pode-se utilizar do comprimento das ruas como unidades amostrais (exemplo: amostragem de 10000m para cada rua), devendo a intensidade amostral variar entre 5 e 10% da área total do estudo (MILANO, 1984; SILVA; PAIVA; GONÇALVES; 2007).

Outra metodologia que pode ser utilizada, que depende do tamanho da cidade e da quantidade de árvores existentes, é a do tipo censo (ou amostragem 100%). Nesse tipo de amostragem, todos os indivíduos arbóreos que estão compreendidos na área da pesquisa são contabilizados e mensurados, e resulta em um produto mais fidedigno, representando a situação real da arborização, pois não lança de métodos estimativos (CAVALCANTI et al., 2011).

O inventário da arborização urbana se difere do tradicional em alguns aspectos, justificados pelo local em que as árvores estão inseridas e pela interação das árvores com os elementos desses locais (SILVA et al., 2007). Quanto às próprias árvores, alguns parâmetros são comumente mensurados e que diferem do inventário tradicional, a saber: diâmetro de copa, justificado por a área de copa ser uma das variáveis mais importantes pra arborização urbana, pois dela vem boa parte dos benefícios ofertados; estimativa de altura, que diferentemente do inventário tradicional, não precisa ser mensurado com exatidão, por não se tratar de cálculo volumétrico dos indivíduos, o que requerer uma maior precisão; altura da primeira bifurcação, que impacta o trânsito de pedestres pelos locais onde as árvores estão; espaçamento entre árvores, que pode não seguir um padrão, como em plantios convencionais; aquisição de dados qualitativos, como de copa, tronco e raiz; dentre outros (KONIJNENDIJK, 2006; BIONDI, 2015).

Para categorizar a arborização de acordo com os elementos da infraestrutura urbana, são necessários alguns dados da estrutura física, como tamanho de canteiro, largura das ruas e calçadas, distância da árvore até elementos urbanos, dentre outros que podem ser definidos de acordo com os objetivos do inventário (SILVA et al., 2007).

Como produto do inventário da arborização urbana, tem-se o diagnóstico da arborização. No diagnóstico, além dos resultados tradicionais de um inventário, este pode conter diversas outras informações, como análise fitossociológica, dos índices espaciais, da estrutura dos elementos urbanos, e outros resultados que podem ser definidos como objetivos do estudo (MOREIRA et al., 2018; MESSIAS et al., 2019; LOBATO et al., 2021). Dessa forma, pode-se entender que o diagnóstico da arborização contém informações mais elaboradas e desenvolvidas, quando comparada com o inventário.

### 2.2.3. Aplicação e avanços da ciência nos diagnósticos de arborização urbana

A importância de se realizar um diagnóstico da arborização não se limita a apenas conhecer as características desta, bem como lançar de comparações entre diferentes áreas. Com objetivo de entender mais sobre a ecologia da arborização urbana, alguns autores têm adicionado em seus estudos a análise fitossociológica (SILVA et al., 2018; ZAMPRONI et al., 2019). Essa análise pode ser realizada através dos cálculos de densidade, que expressa a distribuição dos indivíduos de cada espécie; da frequência, que pode expressar quais são as espécies mais utilizadas em cada região/rua/unidade amostral da área e da dominância, que no caso de arborização urbana é calculada através da área de copa de cada espécie, não da sua área basal, como é feito nos inventários tradicionais (BOBROWSKI, 2015). Ao fim, há o cálculo do índice de valor de importância (IVI), que fornece um ranking das espécies de acordo com os três quesitos enunciados anteriormente, permitindo inferir quais são as espécies mais importantes da arborização da área de estudo. Uma outra abordagem propõe o cálculo do IVI através do índice de performance (IPE) de cada espécie, que é calculada de acordo com parâmetros qualitativos, adicionando assim esse fator aos estudos, não restringindo estes a apenas fatores quantitativos (BOBROWSKI et al., 2016).

Outra análise importante que se faz no diagnóstico da arborização urbana é advinda do cálculo dos índices espaciais. Tais índices remetem a informações importantes, como o índice de cobertura arbórea, que revela a porção das calçadas que é efetivamente sombreada pelas copas das árvores; o índice de densidade arbórea, que revela a porcentagem de ocupação das calçadas pelas árvores em relação ao número que poderia ter; o índice de árvores por quilômetro de calçadas; o déficit da arborização, que remete ao número de árvores que devem ser plantadas

para atingir o número ideal, calculado pelo índice de plena ocupação - IPO (LIMA NETO ; MELO E SOUZA, 2009; GRISE et al., 2019). Essas informações são passíveis de comparação entre outros estudos, em outras áreas ou cidades, de forma a saber o grau de arborização da cidade e o quanto este pode ser melhorado.

O diagnóstico serve ainda, como base para a elaboração de um Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), que consiste em um planejamento técnico com base científica das diretrizes da arborização de uma cidade (NESPOLO et al., 2020).

Alguns exemplos de PDAU's no Brasil foram realizados nos municípios de Goioerê-PR (RIBEIRO; FIORI, 2018), Salvador – BA (SALES et al., 2021), Campo Grande – MS (GALLO; GUARALDO, 2017), entre outros. Nesse documento, uma primeira etapa a ser realizada é a do diagnóstico da arborização. A partir de informações contidas nesse diagnóstico, podem ser traçadas metas de longo e médio prazo com relação à arborização urbana. Essas metas podem incluir diversas atividades, desde diretrizes para a aquisição e plantio de mudas, até o planejamento da realização de podas nas árvores, de adubação ou até mesmo de remoção de indivíduos impróprios (SANCHES et al., 2008).

Dessa forma, sabe-se que a condução da arborização sem o devido planejamento tende a ser muito arriscada, podendo desencadear em dispêndios econômicos por parte do poder público, além de ser uma ameaça à integridade física das pessoas que frequentam estes locais (OSAKO et al., 2016). Por isso, o diagnóstico se faz de grande importância, como passo primordial para se ter uma arborização adequada e que garanta seus benefícios à toda população, impactando positivamente a vida desta.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na cidade de Viçosa (20°45'14" S e 42°45'53" W), localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, há cerca de 230 km da capital Belo Horizonte (Figura 2). As coordenadas geográficas centrais do município estão a 20° 45' 14" de latitude sul e a 42° 45' 53" de longitude oeste, com altitude média de 721 m (SOUZA et al., 2014). Viçosa compreende uma área de aproximadamente 299,418 km<sup>2</sup>, uma população estimada de 79.388 mil habitantes, com índice de Desenvolvimento Humano Municipal equivalente a 0,775 (IBGE, 2021).

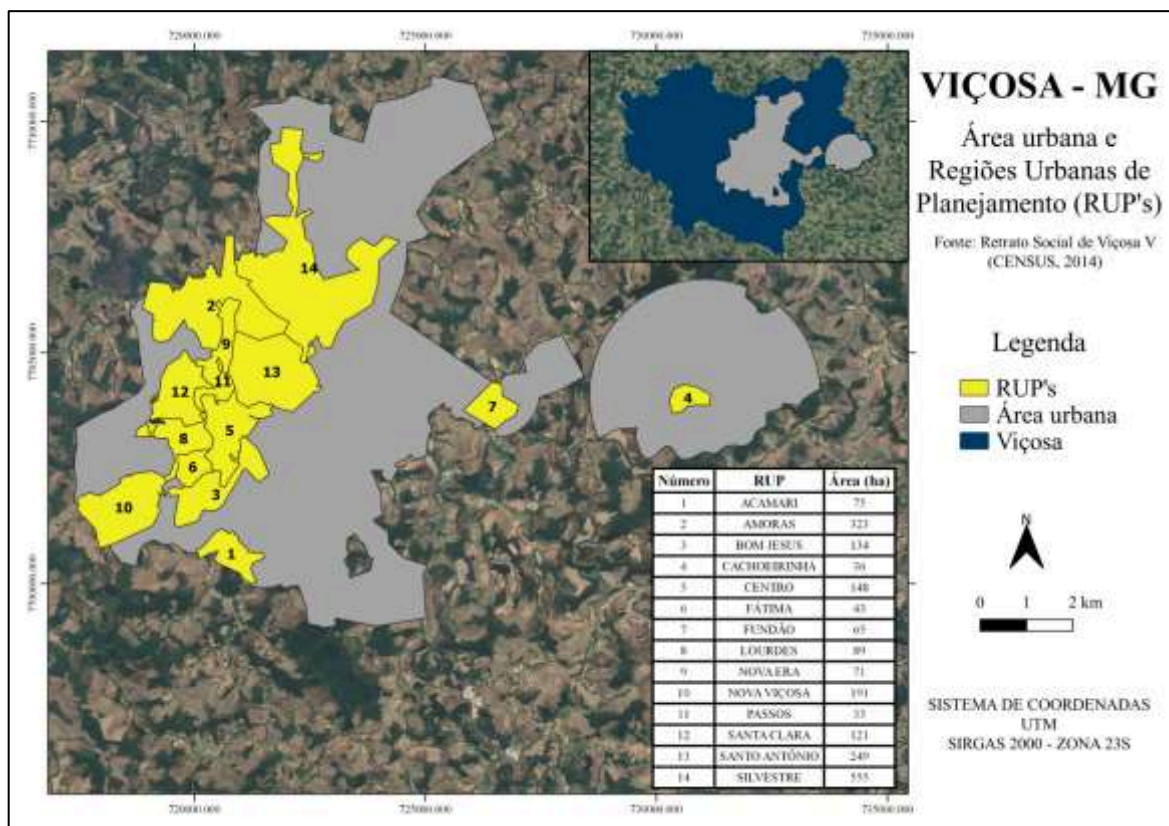


Figura 2 – Mapa da cidade de Viçosa – MG, com delimitação da área urbana e das regiões urbanas de planejamento (RUP's).

De acordo com dados disponibilizados pela prefeitura em arquivo *shape*, a área urbana é de aproximadamente 75,7 km<sup>2</sup>, representando pouco mais de 25% da área total do município. Porém, aproximadamente 93,2% da população viçosense reside em domicílios urbanos (IBGE, 2021). O processo de urbanização da cidade se intensificou a partir da década de 1960, propulsionado pelo aumento de vagas e cursos ofertados pela Universidade Federal de Viçosa nesta mesma época (SILVA, 2016).

A topografia do município de Viçosa – MG é acidentada, caracterizada pelos chamados “mares de morros”, com ampla distribuição na paisagem, no qual os relevos são acidentados, ondulados e montanhosos (MARANGON; SOARES; FELICIANO, 2003).

A cidade encontra-se na região compreendida do bioma da Mata Atlântica, com vegetação característica do tipo Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta Clima Tropical de Altitude (Cwa) (FERREIRA JÚNIOR et al., 2012). Para o período de 1968 a 2015, os valores anuais das variáveis meteorológicas foram: precipitação 1.275 mm, temperatura média 21,9°C e umidade média 79% (UFV, 2016).

De acordo com o IBGE (2010) menos da metade das residências da cidade encontram-se em ruas onde há arborização (45,1%), fazendo com que Viçosa esteja na posição de número 595 do estado, quanto a este quesito, dos 853 municípios totais.

Viçosa possui 55 bairros, nos quais se distribuem poucas áreas verdes. De acordo com o mapeamento do Instituto de Planejamento do Município de Viçosa, existem apenas 26 praças na cidade e um parque, denominado de parque Municipal do Cristo Redentor, mas que ainda não apresenta estrutura mínima para uso como área verde do município.

### **3.2. Coleta de dados**

Na primeira etapa da pesquisa todas as ruas urbanizadas da cidade foram percorridas com auxílio de um carro disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Viçosa para realizar o censo quantitativo da arborização, em que se contabilizou todos os indivíduos de porte arbóreo encontrados nas vias. Foi considerada urbanizada as ruas com presença de iluminação pública, rede de energia, calçada e edificações, e o percurso foi definido respeitando a composição de ruas em cada bairro da cidade. Quanto ao porte arbóreo, o critério de inclusão adotado foi a altura dos indivíduos, exemplares com menos de 2m não foram contabilizados. Esta etapa foi realizada nos meses de fevereiro e março de 2020.

A definição da quantidade de árvores, palmeiras e arbustos considerados como de porte arbóreo, permitiu estabelecer a melhor metodologia para a coleta de informações qualitativas. Assim, na sequência foi realizado também o censo qualitativo, onde informações mais detalhadas foram obtidas (Figura 3). Para a análise qualitativa foram definidos parâmetros que pudessem fornecer informações da situação real da arborização.



Figura 3 – Coleta de informações dendrométricas em campo, com auxílio da trena.

Os parâmetros para caracterizar a estrutura física das ruas e das árvores foram obtidos em campo entre os meses outubro de 2020 e julho de 2021, sendo os seguintes:

- a. Identificação da rua – que consistiu no registro do nome oficial daquelas ruas onde ao menos um indivíduo de porte arbóreo tenha sido visualizado;
- b. Comprimento da rua – que consistiu na distância entre o início e fim da rua – obtido por meio da tabela de atribuído do shape de arruamento do município, disponibilizado pela prefeitura;
- c. Largura da rua – compreende a largura do início da calçada de um lado até o final da calçada do outro, fazendo parte as larguras das calçadas de ambos os lados e a pista de rolamento. Foi adotado como padrão para caracterizar cada rua a medição em um único ponto. A medição foi realizada com auxílio da trena;
- d. Largura da calçada – dividida em largura A (calçada do lado par) e largura B (calçada do lado ímpar), medida em campo com a trena. Esta medida foi tomada em um único ponto da calçada referente a cada lado da rua;
- e. Área de canteiro – estimada visualmente e categorizada em: inexistente (0), quando todo o entorno da base da árvore estava impermeabilizado; menor que  $1\text{m}^2$  (1), quando existia uma porção de área permeável, mas reduzida; maior que  $1\text{m}^2$  e menor que  $3\text{m}^2$  (2),

quando se evidenciou área permeável com dimensões equivalentes a estes valores e maior que 3m<sup>2</sup> (3), quando a porção de permeabilidade foi superior a esta dimensão.

Os parâmetros relacionados aos indivíduos arbóreos foram:

- a. Identificação botânica – registrada por meio do nome popular e posterior atualização do nome científico via portal online da Flora do Brasil 2020 (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2020). Para as espécies cuja identificação em campo não foi imediata, foi realizada exsicata e registro fotográfico para posterior busca da identificação na literatura disponível (SIMÃO et al., 2017; LORENZI, 2020) e nos registros de herbários online;
- b. Mensuração do CAP – obtenção da circunferência à altura do peito (1,30m) com fita métrica para depois transformação em DAP;
- c. Estimativa da Altura total – obtida por meio da comparação com outros elementos estruturais urbanos de altura conhecida, como postes, casas, muros e placas, e com auxílio de uma vara telescópica, em casos em que foram necessários a sua utilização;
- d. Diâmetro de copa – mensurado a partir da projeção da copa no solo, em dois sentidos, paralelo à via (1) e transversal à via (2), consistiu na medição do início da extremidade da projeção de copa de um lado da árvore até o final da projeção do lado oposto;
- e. Categorização das alturas de início da copa/primeira bifurcação – estimada visualmente e classificadas em: maior que 1,80 (1) ou menor do que 1,80m (2). Para este parâmetro foram observados nos indivíduos arbóreos a altura em que havia bifurcação; ou a altura em que a copa da árvore se iniciava, no caso de espécies com copas pendentes (por exemplo, *Callistemon viminalis* (Sol. ex Gaertn.) G. Don); ou em outros casos, onde havia a inserção do primeiro galho. Resumidamente, seria a altura em que poderia ocorrer uma obstrução à passagem de pedestres nas calçadas, devido à presença de porções da árvore;
- f. Espaçamento entre árvores – distância em metros de uma árvore até a árvore mais próxima, quando se evidenciou um plantio sequencial e possível de medir com a trena de 30m;
- g. Qualidade da Copa – classificada em: copa boa – quando essa era exuberante, com arquitetura estável (1); comprometida - quando a árvore apresentava alteração por algum tipo de poda, mas que ainda predominava boa parte da copa (2); ruim - copa com arquitetura comprometida, atribuindo valor negativo à estética da árvore, na qual os aspectos negativos se destacavam em relação aos positivos (3);

- h. Qualidade do tronco classificada em: bom -tronco sem defeitos aparentes (1); com problemas - tronco com rachaduras e/ou buracos não característicos da espécie (2); ruim - tronco com podridão, buracos, e outros defeitos que comprometem a estrutura da árvore (3); inclinado - tronco com inclinação acentuada (4);
- i. Condição da raiz em relação à calçada – classificada em: profunda - raiz não causa danos às calçadas (1); pouco superficial - causa levantamento e danos leves (2); superficial e prejudicando a calçada - raízes causam danos severos, levantamento ou rachadura (3);
- j. Condição fitossanitária – classificada em: sem presença aparente de hemiparasitas, pulgões, cochonilhas, cupins ou outro tipo de praga (1); presença de hemiparasitas (ex: erva de passarinho) (2); presença de pulgões, cochonilhas, cupins ou outras pragas (3); árvore morta (4);
- k. Necessidade de intervenção – classificada em: poda direcional – realizada no sentido horizontal da copa, com objetivo de adequar em relação à infraestrutura urbana (1); poda de limpeza – realizada com objetivo de retirar o galhos mortos ou em más condições da planta (2); poda de levantamento – realizada no sentido vertical, na parte mais baixa da planta, com objetivo de aumentar a altura das primeiras inserções de galhos (3); retirada de hemiparasitas (4); retirada de brotações epicórmicas (5); remoção da árvore (5);
- l. Contato com fiação – classificada em: fiação inexistente (0); sem risco de conflito - quando existia rede, mas o porte da espécie não alcançaria a altura da rede (1); baixo risco de conflito com a fiação aérea - quando o porte da espécie poderia atingir a altura da rede, mas o risco ainda era baixo (2), alto risco de conflito - quando o porte da espécie gera conflito constante com a rede e esse conflito já existia ou estava na iminência de acontecer (3);
- m. Obstáculo – identificação se a árvore atua como um obstáculo para a passagem de pedestres na calçada ou não, servindo como barreira em relação a largura do passeio, impedindo o uso deste equipamento.

Os dados coletados em campo foram anotados em uma planilha e fotografias foram tiradas para registrar algumas situações importantes.

### 3.3. Processamento de dados

Após coleta dos dados em campo, foram organizados e processados utilizando o *software Microsoft Excel 2016*, que com o auxílio de tabelas e gráficos, as informações puderam ser compiladas.

A composição e distribuição florística existente nas ruas do município foi estabelecida por meio da organização do número de indivíduos por espécie, que permitiu definir o número total de indivíduos, espécies, gêneros e famílias existente. A frequência de cada espécie foi calculada bem como a definição de sua origem (exótica ou nativa do Brasil). A definição da origem foi realizada com base na consulta ao portal online da Flora do Brasil 2020 (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2020). Uma análise comparativa da condição fitossanitária também foi realizada entre indivíduos de origem exótica e nativa.

Para melhor detalhamento da composição florística, foram calculados também o Índice de Performance (IPE) e os parâmetros fitossociológicos para a definição do índice de valor de importância (IVI).

O índice de Performance serve para expressar a proporção de árvores, de cada espécie, que estão em boas condições no comparativo com a condição total das árvores amostradas (BOBROWSKI; FERREIRA; BIONDI, 2016), podendo indicar quais as espécies estão mais bem adaptadas ao meio que estão inseridas (DOS REIS et al., 2017). Valores de IPE maiores que 1,0 (um) são indicativos de boa performance da espécie na arborização de ruas, já as espécies que apresentam valores abaixo de um apresentam problemas de adaptação (BOBROWSKI, FERREIRA; BIONDI, 2016). Desta forma, o IPE também pode ser um indicativo de qualidade da arborização.

O IPE foi calculado pela seguinte equação:

$$IPE = \frac{\frac{(naB + naS)}{n}}{\frac{(NAB + NAS)}{N}}$$

Em que:

naB = número de indivíduos da espécie “e” classificados como bons;

naS = número de indivíduos da espécie “e” classificados como satisfatórios;

NAB = número total de indivíduos classificados como bons;

NAS = número total de indivíduos classificados como satisfatórios;

n = número de indivíduos da espécie “e”

N = número total de indivíduos.

Para o cálculo do IPE foram considerados como:

- a) Bons – indivíduos que apresentavam boas condições de copa, tronco, raiz e fitossanidade, ou seja, a soma das classes desses quatro quesitos, deveria ser 4, haja visto que a melhor condição para cada um deles atribuía valor 1; e

- b) Satisfatórios – indivíduos em que as condições se encontravam em sua maioria boas, mas que algumas delas se enquadravam como “satisfatório”; ou seja, a soma dos quatro quesitos qualitativos analisados deveria ter como valor 5 ou 6.

O cálculo do índice de valor de importância das espécies foi realizado a partir da média entre três componentes: densidade, frequência e dominância (BIONDI, 2015). A dominância absoluta e relativa leva em conta a variável área de copa, que foi calculada através da expressão:

$$AC = \frac{\pi * dc^2}{4}$$

Em que:

AC = área de copa, em metros quadrados

dc = diâmetro de copa, em metros

A área de copa é utilizada nos cálculos porque é uma variável mais importante que o diâmetro do tronco devido a sua influência nas características da arborização (BOBROWSKI; BIONDI, 2012). Tais componentes estão descritos e foram calculados conforme Moro e Martins (2011), Bobrowski, Ferreira e Biondi (2016), Maria (2017) e Zamproni et al. (2019):

Densidade absoluta (DA) e relativa (DR) – se refere ao número de indivíduos de determinada espécie por unidade de área.

$$DA = \frac{ne}{A}; DR = \frac{DA}{\sum DA} \times 100$$

Em que:

ne = número total de indivíduos da espécie “e”

A = área total das ruas arborizadas, em hectares

Dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR) – se refere à distribuição em área de copa de determinada espécie por unidade de área.

$$DoA = \frac{g}{A}; DoR = \frac{g}{G} \times 100$$

Em que:

g = somatório da área de copa de todos indivíduos da espécie “e”

A = área total das ruas arborizadas, em hectares

G = somatório da área de copa de todos os indivíduos, de todas as espécies

Frequência absoluta (FA) e relativa (FR) – refere-se ao número de ruas em que determinada espécie está presente, em relação ao total de ruas arborizadas.

$$FA(\%) = \frac{Pe}{Pt} \times 100 ; FR(\%) = \frac{FA}{\sum FA} \times 100 , \text{ em que:}$$

Pe = número total de ruas em que foi observada a espécie “e”

Pt = número total de ruas arborizadas

Índice de Valor de Importância (IVI) – se refere à média ponderada da frequência, densidade e dominância relativas. Indica as espécies de maior importância no estudo, segundo estes parâmetros combinados.

$$IVI (\%) = \frac{FR (\%) + DR(\%) + DoR(\%)}{3}$$

Além do *ranking* de espécies de acordo com o Índice de valor de importância destacado acima, foi apresentado um *ranking* considerando o VI (valor de importância), na qual a Densidade Relativa (DR) das espécies foi substituída pelo IPE das mesmas, adicionando o fator qualitativo nessa classificação.

Através da medição do CAP, diâmetro de copa e estimativa da altura foi possível obter as informações dendrométricas das espécies encontradas, bem como classificar os seus indivíduos de acordo com as classes de tamanho. Para o DAP, foi realizada uma análise adotando o intervalo de 10 cm entre classes. Para a altura, as classes foram estabelecidas de acordo com a proposta de estratificação dada por Bobrowski (2015): estrato 1 – altura total até 5 metros; estrato 2 – altura total entre 5 e 10 metros; estrato 3 – altura total maior que 10 metros. Quanto diâmetro de copa, as classes estabelecidas foram em intervalos de 1m.

Além disso, para as espécies com frequência relativa igual ou superior a 1% do total, foram descritas as seguintes informações dendrométricas: DAP, Altura e Diâmetro de copa mínimos, médios e máximos. Possibilitando uma caracterização dendrométrica das espécies em ambiente urbano.

A análise da qualidade da arborização e a relação das árvores com o meio físico foi detalhada para cada região administrativas do município, de modo a auxiliar na gestão da arborização. Inicialmente foi realizada uma análise da similaridade florística entre as regiões, utilizando a matriz de similaridade de Jaccard (JACCARD, 1901) com base nas espécies

presentes e ausentes em cada região utilizando o pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2019) no Rstudio (R-CORE TEAM, 2020). A partir dos índices gerados na matriz de similaridade, realizou-se a Análise Hierárquica de Cluster “Agglomerative Nesting” (AGNES), para verificar graficamente a similaridade florística das regiões através de um dendrograma utilizando o pacote “cluster” (MAECHLER et al., 2017), também no Rstudio (R-CORE TEAM, 2020).

Foi calculado o Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para avaliar a diversidade florística em cada região, através do *software Microsoft Excel*, utilizando a seguinte expressão:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$$

Em que:

$H'$  = índice de Shannon-Weaver;

$\ln$  = logaritmo de base neperiano;

$p_i$  =  $n_i/N$ ;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$S$  = número total de espécies amostradas.

Os índices espaciais da arborização viária calculados foram:

- a) Índice de Cobertura Arbórea (ICA) – que indica a porcentagem de cobertura por copa de árvore da rua, em relação a área total (LIMA NETO; MELO E SOUZA, 2009).

$$ICA = \left[ \frac{\sum AC}{\sum AR} \right] * 100$$

Em que:

ICA = Índice de Cobertura Arbórea;

AC = Área de copa das árvores ( $m^2$ );

AR = Área de calçada de cada rua ( $m^2$ ), calculada multiplicando-se a largura total de calçada pelo comprimento da rua.

- b) Índice de Densidade Arbórea (IDA) – remete a quantidade de indivíduos arbóreos para cada  $100m^2$  de calçada (LIMA NETO, 2014).

$$IDA = \left[ \frac{Na}{\sum AR} \right] * 100$$

Em que:

IDA = Índice de Densidade Arbórea;

Na = Número de árvores da amostra;

AR = Área de calçada (m<sup>2</sup>).

- c) Índice de Plena Ocupação (IPO) – Indica o número ideal de indivíduos a serem encontrados, considerando a plena ocupação das calçadas (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

$$IPO = NIA * QC$$

Em que:

IPO = Índice de Plena Ocupação;

NIA = Número ideal de árvores por Km de calçada; calculado através do espaçamento médio entre árvores para cada região e para a cidade como um todo, da seguinte forma: NIA = 1000m / Espaçamento médio entre árvores.

QC = Comprimento de calçada (Km);

- d) Índice de Ocupação Atual (IOA) – remete a porcentagem de ocupação atual da arborização de ruas levando em consideração a ocupação plena (SILVA; PAIVA; GONÇALVES, 2007).

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

Em que:

IOA = Índice de Ocupação Atual;

Narv = Número de árvores;

IPO = Índice de Plena Ocupação.

- e) Índice de Árvores por quilômetro de calçada (IAQC) – revela o grau de arborização da cidade (MILANO, 1984).

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

Em que:

IAQC = Índice de Árvores por quilômetro de calçada;

Narv = Número de árvores;

QC = Quilômetros de calçada.

f) Déficit da arborização (LIMA NETO, 2014)

$$\text{Déficit} = IPO - Narv$$

Em que:

IPO = Índice de Plena Ocupação;

Narv = Número de árvores encontradas

A caracterização do meio físico das ruas com arborização foi feita através da definição da largura das calçadas e da largura e comprimento das ruas, e essas informações foram apresentadas por região e da cidade como um todo, bem como as dimensões mínimas, médias e máximas de cada uma delas.

Ainda, quanto a qualidade da arborização foi realizada uma análise geral da condição da copa, tronco e raízes das árvores, além da avaliação dos problemas fitossanitários, necessidade de manejo, adequação da altura de bifurcação/início de copa e existência de conflito.

O conflito entre as árvores e estrutura urbana foi caracterizado nesse estudo de acordo com: o fato do indivíduo estar se apresentando ou não como obstáculo à passagem de pedestres, ao tamanho do canteiro disponível para as árvores, podendo ser classificado em: sem canteiro; menos de 1m<sup>2</sup>; aproximadamente 1m<sup>2</sup> e maior que 1m<sup>2</sup>; além da constatação se os indivíduos estavam em conflito com a fiação aérea, classificando-os como: sem rede área no local onde se encontra o indivíduo; sem chance de conflito; baixo risco de conflito ou alto risco de conflito.

A relação da distribuição da arborização viária com os fatores socioeconômicos por região da cidade foi realizada por meio de análise de correlação. Os dados de arborização coletados em campo foram comparados com dados socioeconômicos obtidos na publicação do CENSUS (2014) intitulada “Retrato Social de Viçosa V”. Este documento, setorizou a cidade em Regiões Urbanas de Planejamento – RUP (Tabela 1), as quais também foram adotadas neste estudo. A relação entre as variáveis socioeconômicas e as de arborização foi realizada por meio da análise de correlação de Pearson, utilizando o pacote “corrplot” (WEI, 2021) no Rstudio (R-CORE TEAM, 2020). Nos dois grupos de variáveis foi previamente identificada a existência de multicolinearidade (correlação maior que 0,6 e menor que -0,6), também por análise de

correlação de Person, desse modo, as variáveis socioeconômicas e de arborização que apresentaram colinearidade entre si foram excluídas.

Verificou-se também a significância da influência das variáveis socioeconômicas, que não apresentaram multicolinearidade, sob a similaridade florística caracterizada pela análise de similaridade de Jaccard. Para tal, foi realizada a análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), utilizando o pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2019), que ordena graficamente dados que estão em N-dimensões, permitindo visualizar a similaridade e verificar agrupamentos. A essa análise foram adicionadas as variáveis socioeconômicas, utilizando a função “envfit” do pacote “vegan” (OKSANEN et al., 2019), verificando a significância e influência de cada uma delas na composição de espécies das regiões.

Tabela 1 – Regiões Urbanas de Planejamento (RUP) da cidade de Viçosa-MG, bem como seus bairros e ruas integrantes

<b>Número</b>	<b>RUP</b>	<b>BAIRROS E RUAS LIMITES</b>
1	Acamari	Integrada pelos bairros: Romão dos Reis, Rua Nova, Acamari, Vila Alves, Jardim do Vale, Quinta Dos Guimarães, Monte Verde e Otávio Pacheco.
2	Amoras	Integrada pelos bairros: Barrinha, Cidade Nova, Arduino Bolívar (Amoras), Laranjal (São José), Boa Vista, Vau-Açú, Inácio Martins e Floresta.
3	Bom Jesus	Integrada pelos bairros: Bom Jesus, Bela Vista, Sagrada Família, Estrelas e Conceição.
4	Cachoeirinha	Integrada pelo distrito de Cachoeira de Santa Cruz
5	Centro	Integrada pelos bairros: Ramos, Clélia Bernardes, Belvedere e Centro. Este último limitado pelas ruas: Gomes Barbosa, Ladeira dos Operários, José Antônio Rodrigues, Dos Estudantes, av. P. H. Rolfs (da linha férrea até a esquina com a Av. Castelo Branco), Av. Marechal Castelo Branco, (até o trevo do Belvedere), Geninho Lentine, Dr. Milton Bandeira, Dona Gertrudes, Tenente Kümmel, av. Bueno Brandão e Floriano Peixoto.
6	Fátima	Integrada pelo Bairro de Fátima.
7	Fundão	Integrada pelo distrito de São José do Triunfo.
8	Lourdes	Integrada pelos bairros: Betânia, Santa Clara (parte baixa, limitada pela av. JK até a rua Joaquim Andrade), Lourdes e Al. Fábio Ribeiro Gomes
9	Nova Era	Integrada pelos bairros: Nova Era, Vale do Sol e União (Morro do Café).
10	Nova Viçosa	Integrada pelos bairros: Nova Viçosa e Posses.
11	Passos	Integrada pelos bairros: Fuad Chequer, Sagrado Coração (Rebenta Rabicho) e pela área limitada pela Rua dos Passos (do Hospital S.J. Batista até a esquina com a Dona Gertrudes), Rua Dr. Brito, Santana, Álvaro Gouveia e Dr. José N. Vaz de Melo.
12	Santa Clara	Integrada pelos bairros: JK, Santa Clara (parte alta), Maria Eugênia, Coelhas e São Sebastião.
13	Santo Antônio	Integrada pelos bairros: Julia Molar, Sto Antônio (do Belvedere até o trevo de Coimbra).
14	Silvestre	Integrada pelos bairros: Liberdade, João Bras, Violeira, Recanto da Serra, Parque do Ipê, Inconfidentes, Silvestre e Novo Silvestre.

Fonte: Retrato Social de Viçosa V (CENSUS, 2014).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição e distribuição florística

A arborização viária do município de Viçosa é composta por 2.381 indivíduos de porte arbóreo, distribuídos em 78 espécies, 65 gêneros e 37 famílias botânicas (Tabela 2). Dos indivíduos encontrados, não foi possível definir o nome científico de sete, sendo assim, as espécies identificadas totalizam 71 táxon. Estes números assemelham-se aos encontrados na cidade de Botelhos – MG, no qual foram registradas 2.339 árvores, divididas em 76 espécies e 38 famílias (MORAIS; PEREIRA; OLIVEIRA, 2018). Já na cidade de Diamantina – MG, por meio de amostragem, foram mensurados 442 indivíduos arbóreos, divididos em 76 espécies, 61 gêneros e 28 famílias botânicas (CABRAL et al., 2020). Para o estado, em cidades de pequeno porte, foram encontrados apenas esses inventários, no entanto, ao se comparar com outras regiões do país pode-se afirmar que o número de indivíduos arbóreos na cidade de Viçosa é baixo, o que pode ser explicado pela falta de planejamento da ocupação do espaço urbano e da floresta urbana. Em cidades menores que Viçosa, já se encontrou um número maior de árvores como as 6.524 árvores de Bonito – MS (ZAMPRONI et al, 2018) e as 3.301 árvores de Mamborê – PR (DAMACENO et al. 2015).

As espécies mais frequentes encontradas foram *Pleroma granulorum* (20,62%), *Moquilea tomentosa* (15,33%), *Murraya paniculata* (10,58%), *Schinus molle* (7,77%) e *Cenostigma pluviosum* (6,51%) (Tabela 2). Estas cinco espécies totalizaram 62% do total de árvores que compõe a arborização do município. Segundo Santamour (1990), a frequência relativa de uma mesma espécie, gênero e família não deve ultrapassar, respectivamente, 10, 20 e 30%, evitando assim que a arborização das cidades não tenha grandes problemas devido à ocorrência de pragas e doenças, que podem dizimar populações de árvores. Sendo assim, é importante destacar que as espécies *Pleroma granulorum*, *Moquilea tomentosa* e *Murraya paniculata* ultrapassam o valor indicado por este autor.

*Moquilea tomentosa* costuma ser frequente em diversos municípios mineiros e em várias outras regiões do país, foi a segunda espécies mais frequentes em Araçuaí – MG (20,40%) (SILVA; CARDOSO, 2020), já em Bambuí – MG, as espécies mais frequentes foram *Schinus molle* (21,16%), *Poincianella pluviosa* (16,34%) e *Moquilea tomentosa* (10,11%) (VELOSO, 2018). Em estudo de Silva et al. (2019), *Moquilea tomentosa* foi a espécie de maior frequência na cidade de São Tomé – PR (36,3%), seguida de *Cenostigma pluviosum* (20,9%). Em Bonito – MS, há predomínio de indivíduos de *Moquilea tomentosa*, representando 63,3% do total (ZAMPRONI et al.,2018). Em outra cidade mineira, Lavras – MG, a maior

frequência encontrada foi da espécie *Murraya paniculata*, com 20% do total de indivíduos (PEREIRA, 2020).

Tabela 2 – Distribuição quantitativa das espécies encontradas na arborização de ruas de Viçosa, com informação de origem das espécies

Nome científico	Nome popular	Família	Or.	NI	Fr. (%)
<i>Pleroma granulatum</i> (Desr.) D. Don	Quaresmeira	Melastomataceae	N	491	20,62
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Oitizeiro	Chrysobalanaceae	N	365	15,33
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	Rutaceae	E	252	10,58
<i>Schinus molle</i> L.	Aroeira-salsa	Anacardiaceae	N	185	7,77
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	Sibipiruna	Fabaceae	N	155	6,51
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá	Lythraceae	E	102	4,28
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Alfeneiro	Oleaceae	E	89	3,74
<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	Escumilha	Lythraceae	E	86	3,61
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook	Palmeira- imperial	Arecaceae	E	79	3,32
<i>Triplaris americana</i> L.	Pau-formiga	Polygonaceae	N	72	3,02
<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G.Don	Calistemo	Myrtaceae	E	54	2,27
<i>Filicium decipiens</i> (Wright and Am.) Thw.	Felício	Sapindaceae	E	54	2,27
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	N	33	1,39
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	Moraceae	E	30	1,26
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	Anacardiaceae	E	26	1,09
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Arecaceae	N	24	1,01
<i>Dypsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira- triangular	Arecaceae	E	22	0,92
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	Bignoniaceae	N	20	0,84
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata-de-vaca	Fabaceae	E	15	0,63
<i>Pleroma mutabile</i> (Vell.) Triana	Manacá-da-serra	Melastomataceae	N	15	0,63
<i>Dypsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira-areca	Arecaceae	E	14	0,59
<i>Pinus caribaea</i> Morelet.	Pinheiro	Pinaceae	E	13	0,55
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	Myrtaceae	E	13	0,55
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cipreste	Cupressaceae	E	11	0,46
<i>Morus nigra</i> L.	Amoreira	Moraceae	E	10	0,42

Continua...

Tab. 2 – Cont.

<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau Brasil	Fabaceae	N	10	0,42
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspereira	Rosaceae	E	9	0,38
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá- mimoso	Bignoniaceae	E	9	0,38
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	Fabaceae	E	8	0,34
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Espatódea	Bignoniaceae	E	8	0,34
<i>Ficus variegata</i> Blume	Figueirinha- branca	Moraceae	E	7	0,29
<i>Licuala grandis</i> H.Wendl. ex Linden	Palmeira-leque	Arecaceae	E	7	0,29
<i>Persea americana</i> Mill. <i>Não identificado</i>	Abacateiro Não identificado	Lauraceae -	E -	7 7	0,29 0,29
<i>Spondias purpurea</i> L.	Seriguela	Anacardiaceae	E	6	0,25
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipê-de-jardim	Bignoniaceae	E	6	0,25
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Bougainville	Nyctaginaceae	N	5	0,21
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico- vermelho	Fabaceae	N	4	0,17
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limoeiro	Rutaceae	E	4	0,17
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	Folha-de-sangue	Euphorbiaceae	E	4	0,17
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Acácia-rosa	Fabaceae	N	3	0,13
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A.Juss.	Cróton	Euphorbiaceae	E	3	0,13
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	Malvaceae	E	3	0,13
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	Malpighiaceae	E	3	0,13
<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro	Caricaceae	E	2	0,08
<i>Cordia superba</i> Cham.	Babosa-branca	Boraginaceae	N	2	0,08
<i>Duranta erecta</i> L.	Pingo-de-ouro	Verbenaceae	E	2	0,08
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	Myrtaceae	N	2	0,08
<i>Genipa infundibuliformis</i> Zappi & Semir	Genipapo	Rubiaceae	N	2	0,08
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	Fabaceae	E	2	0,08
<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill.	Magnólia	Magnoliaceae	E	2	0,08
<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	Meliaceae	E	2	0,08
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Palmeira-fênix	Arecaceae	E	2	0,08

Continua...

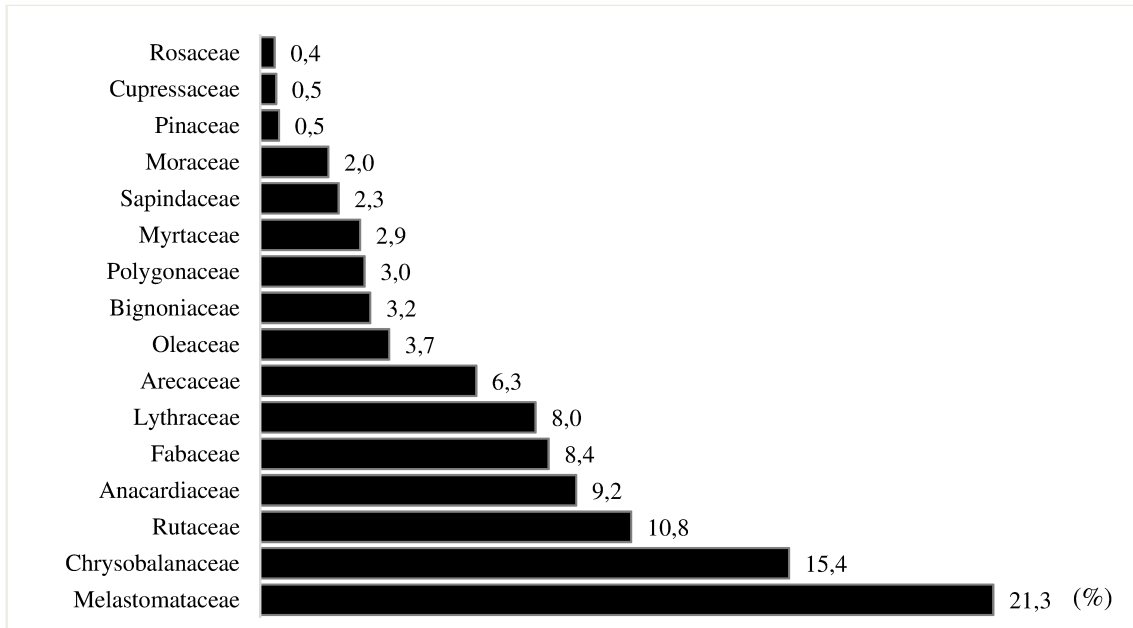
Tab. 2 – Cont.

<i>Punica granatum</i> L.	Romãzeira	Lythraceae	E	2	0,08
<i>Terminalia catappa</i> L.	Sombreiro-de-praia	Combretaceae	E	2	0,08
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Cherimoia	Annonaceae	E	1	0,04
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Caramboleira	Oxalidaceae	E	1	0,04
<i>Bixa orellana</i> L.	Urucum	Bixaceae	N	1	0,04
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D.Don	Manacá-de-cheiro	Solanaceae	N	1	0,04
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum.	Pau-mulato	Rubiaceae	N	1	0,04
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	Arecaceae	E	1	0,04
<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) Baill.	Dombéia	Malvaceae	E	1	0,04
<i>Labramia bojeri</i> A.DC.	Abriçó-da-praia	Sapotaceae	E	1	0,04
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia	Lecythidaceae	N	1	0,04
<i>Lophanthera lactescens</i> Ducke	Lofantera	Malpighiaceae	N	1	0,04
<i>Muntingia calabura</i> L.	Calabura	Muntingiaceae	N	1	0,04
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	Fabaceae	N	1	0,04
<i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) Sweet	Podocarpo	Podocarpaceae	E	1	0,04
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	Cerejeira-japonesa	Rosaceae	E	1	0,04
<i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn.	Árvore-do-viajante	Strelitziaceae	E	1	0,04
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Sete-cascas	Fabaceae	N	1	0,04
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeirinha	Anacardiaceae	N	1	0,04
<b>Total</b>				<b>2381</b>	<b>100,00</b>

Em que: Or.= origem. N= Nativa. E= Exótica. NI= número de indivíduos. Freq (%) = frequência relativa da espécie, calculada de forma: Fr. (%) = Niespécie/Nitotal x 100.

Em relação ao número total de indivíduos, a família com mais representantes foi Melastomataceae (21,3%), seguido de Chrysobalanaceae (15,4%) (Figura 4). Embora estas famílias tenham sido as mais frequentes, não ultrapassaram o valor recomendado de 30% (SANTAMOUR, 1990).

Não foram encontrados inventários da arborização de outras cidades, onde tenha ocorrido o predomínio da família Melastomataceae. Destaca-se, no entanto, que a família botânica mais representativa em número de espécies na arborização de ruas da cidade de Viçosa foi Fabaceae (9 espécies), seguida de Arecaceae (7 espécies). Cerca de 40,5% das famílias foram representadas por indivíduos de uma única espécie.



Nota: Foram excluídos do gráfico as 21 famílias que apresentaram menos de 10 indivíduos.

Figura 4 – Principais famílias, com informação do percentual de indivíduos identificados na arborização viária de Viçosa-MG.

Bacelar et al. (2020), nas vias públicas da cidade de Monte Alegre – PA, também encontraram que a família botânica com maior número de espécies foi Fabaceae (11 espécies), seguida de Bignoniaceae (12,8%) e Anacardiaceae (12,7%). Fabaceae também foi a família mais comum dentre as árvores de Bambuí-MG (26,53%) (VELOSO, 2018). Em Diamantina – MG, Arecaceae foi a segunda família mais frequente (14,7%), atrás apenas de Bignoniaceae (26,9%). Vale destacar ainda, que em Viçosa, 6,3% da arborização é formada por palmeiras, indivíduos da família Arecaceae.

Do total de espécies, 32% são de origem nativa do Brasil, ao se considerar o total de indivíduos este valor passa para 58%, devido ao predomínio das espécies *Moquilea tomentosa* e *Pleroma granulatum*. Em Jequitaiá – MG, foram observadas que 37% das espécies utilizadas na arborização urbana eram de origem nativa, número próximo ao encontrado em Viçosa – MG (DOS SANTOS, 2019). Em Lavras – MG, foram encontradas 44% de espécies nativas (PEREIRA et al., 2020), e em Guaxupé – MG, 45% (CAMILO et al., 2013).

A análise de condição fitossanitária dos indivíduos de origem nativa em comparação com os de origem exótica (Figura 5), indicou que 87% dos indivíduos de origem exótica e 82% dos de origem nativa apresentaram condição fitossanitária boa ou satisfatória, não evidenciando diferença entre os dois grupos. O uso de espécies nativas na arborização é importante, pois estas garantem a manutenção da biodiversidade da fauna, além de possibilitarem uma maior

identificação da população residente com a arborização, sendo passível de práticas de educação ambiental para estreitarem essa relação (ALMAS; CONWAY, 2016; CABRAL et al., 2020). Porém, o uso de espécies exóticas também é válido, principalmente quando estas têm características favoráveis à utilização no ambiente urbano, como forma de enriquecimento às espécies nativas já encontradas (SJÖMAN et al., 2016).

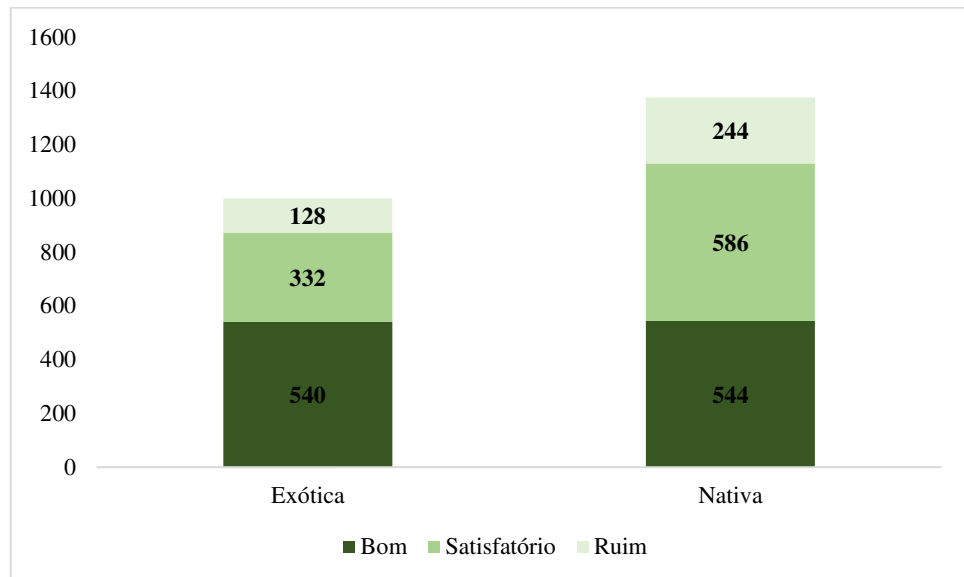


Figura 5 – Condição fitossanitária dos indivíduos da arborização de ruas de Viçosa de acordo com sua origem.

#### 4.1.1. Índice de Performance (IPE)

Os resultados obtidos com os valores de IPE indicam que as espécies mais adaptadas existentes na arborização de Viçosa foram *Syagrus romanzoffiana* (3,56) e *Tecoma stans* (2,57) (Tabela 3). *Tecoma stans* também esteve dentre as espécies com maior IPE no município de Itanhaém-SP, onde registrou o valor de 1,26, o maior para a cidade.

Tabela 3 – Adequação das espécies com mais de três indivíduos, quanto ao IPE

Espécies adequadas		Espécies inadequadas	
Nome científico	IPE	Nome científico	IPE
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3,56	<i>Schinus molle</i>	0,99
<i>Tecoma stans</i>	2,57	<i>Ficus benjamina</i>	0,99
<i>Roystonea oleracea</i>	1,19	<i>Morus nigra</i>	0,95
<i>Pinus caribaea</i>	1,19	<i>Eriobotrya japonica</i>	0,92
<i>Persea americana</i>	1,19	<i>Citrus limon</i>	0,89
<i>Dypsis lutescens</i>	1,19	<i>Callistemon viminalis</i>	0,88
<i>Pleroma mutabile</i>	1,19	<i>Pleroma granulatum</i>	0,87
<i>Dypsis decaryi</i>	1,19	<i>Ligustrum lucidum</i>	0,87
<i>Spondias purpurea</i>	1,19	<i>Cupressus lusitanica</i>	0,86
<i>Licuala grandis</i>	1,19	<i>Cenostigma pluviosum</i>	0,83
<i>Bougainvillea glabra</i>	1,19	<i>Bauhinia variegata</i>	0,79
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	1,19	<i>Anadenanthera peregrina</i>	0,59
<i>Codiaeum variegatum</i>	1,19	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0,40
<i>Malpighia emarginata</i>	1,19	<i>Cassia grandis</i>	0,40
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	1,19	<i>Ficus variegata</i>	0,34
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	1,15	<i>Delonix regia</i>	0,30
<i>Mangifera indica</i>	1,14	<i>Triplaris americana</i>	0,03
<i>Murraya paniculata</i>	1,13		
<i>Lagerstroemia indica</i>	1,13		
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1,13		
<i>Moquilea tomentosa</i>	1,10		
<i>Psidium guajava</i>	1,10		
<i>Paubrasilia echinata</i>	1,07		
<i>Filicium decipiens</i>	1,06		
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	1,05		
<i>Spathodea campanulata</i>	1,04		

Das espécies presentes na arborização de ruas de Viçosa que têm três ou mais indivíduos, 26 (65%) podem ser consideradas adequadas, enquanto 17 não são. Os valores de IPE próximo a zero indicam que a espécie não está adaptada a condição da cidade, seja por fatores ambientais e ecofisiológicos ou por práticas de manejo e intervenções realizadas (BOBROWSKI, 2014). Cinco espécies podem ser citadas como preocupantes: *Triplaris americana* (0,03), *Delonix regia* (0,30), *Ficus variegata* (0,34), *Cassia grandis* (0,40) e *Jacaranda mimosifolia* (0,40). Provavelmente este resultado tem relação às práticas de manejo, realizadas excessivamente por meio de podas, para compatibilizar o desenvolvimento dessas árvores de grande porte ao espaço de calçadas estreitas.

Ao aplicar o IPE na arborização de ruas da cidade de Bonito – MS, Zamproni (2017) também encontrou valores acima de 1,0 para *Moquilea tomentosa* (1,93) e *Lagerstroemia*

*indica* (2,21). Não obstante, no mesmo estudo, foi constatado um IPE de 0,58 para *Cenostigma pluviosa*, valor próximo do 0,83 encontrado em Viçosa. Diferentemente do encontrado para Viçosa, *Syagrus romanzoffiana* obteve apenas 0,98 de IPE na arborização viária de Itanhaém-SP, porém *Dyopsis decaryi* e *Dyopsis lutescens* obtiveram valores de IPE próximos ao de Viçosa, com 1,03 e 1,00, respectivamente (MARIA; BIONDI, 2018).

#### 4.1.2. Análise fitossociológica da arborização de ruas

A análise fitossociológica demonstrou que o maior índice de valor de importância foi encontrado para *Pleroma granulosum*, seguida por *Moquilea tomentosa*, *Cenostigma pluviosum* e *Murraya paniculata* (Tabela 4). Este resultado reflete a interação entre os valores de frequência, densidade e dominância encontrados no estudo.

A maior densidade entre as espécies foi evidenciada para *Pleroma granulosum*, seguida por *Moquilea tomentosa* e *Murraya paniculata*. Espécies estas, cuja quantidade de indivíduos na arborização da cidade também foram as maiores. Não foram encontrados estudos que analisaram os parâmetros fitossociológicos da arborização de ruas em outras cidades, onde *Pleroma granulosum* tenha sido destaque. Em Monte Alegre – PA, a espécie de maior densidade relativa foi *Handroanthus serratifolius*, ficando *Moquilea tomentosa* em sétima colocação para este quesito (BACELAR et al., 2020). Em Augusto Pestana – RS, a maior densidade relativa foi da espécie *Cenostigma pluviosum*, seguida de *Lagerstroemia indica* (ZARDIN, 2018).

Tabela 4 – Análise fitossociológica das espécies com IVI maior que 1,0 na arborização de ruas de Viçosa-MG

Espécie	DA	FA	DOA	DR	FR	DOR	IVI
<i>Pleroma granulosum</i>	4,1	33,1	78,7	20,6	12,8	16,3	16,6
<i>Moquilea tomentosa</i>	3,1	29,5	59,7	15,3	11,4	12,4	13,0
<i>Cenostigma pluviosum</i>	1,3	19,1	79,9	6,5	7,4	16,6	10,2
<i>Murraya paniculata</i>	2,1	34,9	14,5	10,6	13,5	3,0	9,0
<i>Schinus molle</i>	1,6	7,2	18,8	7,8	2,8	3,9	4,8
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	0,7	10,1	21,5	3,6	3,9	4,5	4,0
<i>Ligustrum lucidum</i>	0,8	7,2	17,8	3,7	2,8	3,7	3,4
<i>Lagerstroemia indica</i>	0,9	9,0	8,8	4,3	3,5	1,8	3,2
<i>Roystonea oleracea</i>	0,7	7,6	14,6	3,3	2,9	3,0	3,1
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0,3	5,8	20,6	1,4	2,2	4,3	2,6
<i>Mangifera indica</i>	0,2	6,5	18,0	1,1	2,5	3,7	2,4
<i>Filicium decipiens</i>	0,5	7,9	7,5	2,3	3,1	1,6	2,3
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,6	0,7	16,9	3,0	0,3	3,5	2,3
<i>Callistemon viminalis</i>	0,5	5,0	6,4	2,3	2,0	1,3	1,9
<i>Ficus benjamina</i>	0,3	5,8	6,3	1,3	2,2	1,3	1,6

Continua...							
Tab. 4 – Cont.							
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,2	2,5	10,7	0,8	1,0	2,2	1,3
<i>Bauhinia variegata</i>	0,1	3,6	5,2	0,6	1,4	1,1	1,0
<i>Tecoma stans</i>	0,2	3,6	3,0	1,0	1,4	0,6	1,0
...				...			
<b>Total</b>				<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Em que: DA= densidade absoluta. FA= frequência absoluta. DOA= dominância absoluta. DR= densidade relativa. FR= frequência relativa. DOR= dominância relativa. IVI= índice de valor de importância.

A maior frequência foi observada em *Murraya paniculata*, seguida por *Pleroma granulosum* e *Moquilea tomentosa*. Este resultado indica que *Murraya paniculata* é a espécie que ocorre na maioria das ruas arborizadas do município (34,9%), embora não ocorra em maior número na cidade é a que apresenta melhor distribuição. Nas ruas do bairro central de Cataguases – MG, *Moquilea tomentosa* foi a espécie de maior frequência relativa encontrada (DE PAULA et al., 2015), assim como em Bonito – MS (ZAMPRONI et al., 2019) e em Assis – SP (ROSSATTO, TSUBOY; FREI, 2008), corroborando assim para entendermos o quão expressivo é o uso dessa espécie na arborização urbana no Brasil.

A maior dominância foi de *Cenostigma pluviosum*, seguida por *Pleroma granulosum* e *Moquilea tomentosa*. Resultado que demonstra a importância do tamanho da área de copa das espécies, visto que dentre as espécies de maior ocorrência nas ruas de Viçosa, esta é uma das que apresenta a maior área. Em Augusto Pestana – RS, *Cenostigma pluviosum* também foi a espécie com maior dominância relativa (ZARDIN, 2018), enquanto em Bonito – MS, a mesma se destacou como a segunda espécie com maior dominância relativa encontrada (ZAMPRONI et al., 2019), demonstrando também a grande expressividade que a área de copa da espécie exerce sobre a arborização da cidade.

Dentre as espécies de maior destaque, tem-se que o maior IVI foi atribuído aquela cuja densidade relativa (DR) também foi a maior, ou seja, a espécie com maior número de indivíduos na cidade, *Pleroma granulosum*. O mesmo fato foi observado em Augusto Pestana -RS, só que com *Cenostigma pluviosum* (ZARDIN, 2018). Na sequência, tem-se *Moquilea tomentosa*, que embora não tenha apresentado o maior valor em nenhum dos parâmetros fitossociológicos, esteve entre os três maiores em todos. Portanto, trata-se de uma espécie com grande número de indivíduos, distribuídos em muitas ruas e com notável valor de área de copa.

O terceiro maior valor de IVI foi obtido para *Cenostigma pluviosum* que apresentou o maior valor de dominância dentre as espécies, explicado pelo alto valor de área de copa apresentado, mesmo estando em quinta colocação em relação ao número de indivíduos. Já

*Murraya paniculata* apresentou o quarto maior valor de IVI, destacando-se no quesito de frequência relativa (FR), uma vez que foi a espécie presente na maioria das ruas da cidade.

Somando-se o IVI destas quatro espécies, tem-se o valor de 48,8%, ou seja, quase metade do IVI total da cidade é representado por apenas *Pleroma granulatum*, *Moquilea tomentosa*, *Cenostigma pluviosum* e *Murraya paniculata*, fato que demonstra a importância da preocupação com o manejo dessas espécies.

Em Bonito – MS, *Moquilea tomentosa* foi a espécie de maior IVI, representando 57% do total, enquanto a segunda colocação, *Cenostigma pluviosum*, obteve apenas 4% desse total (ZAMPRONI et al., 2019). Já em estudo na Zona Central de Valença – RJ, as espécies de maior valor de IVI foram *Bauhinia variegata* (16%) e *Moquilea tomentosa* (15%), e as cinco primeiras espécies nesse ranking somaram 46% do total para esse parâmetro (CUNHA, 2018). Em Augusto Pestana – RS, o IVI das três espécies que ficaram acima no ranking (*Cenostigma pluviosum*, *Cinnamomum verum* e *Lagerstroemia indica*) contabiliza quase 38% do IVI total (ZARDIN, 2018).

Ao considerar o Índice de Performance da Espécie em substituição à componente densidade relativa para o cálculo do valor de importância, tem-se a valoração de quatro espécies (Tabela 5): *Lagerstroemia speciosa* (6ª para 5ª colocação), *Handroanthus impetiginosus* (10ª para 7ª), *Mangifera indica* (11ª para 8ª) e *Syagrus romanzoffiana* (13ª para 10ª). Duas espécies, desceram na colocação: *Schinus molle* (5ª para 6ª) e *Ligustrum lucidum* (7ª para 9ª).

Tabela 5 – Análise fitossociológica das espécies com VI maior que 1,0 considerando o IPE para a arborização de ruas de Viçosa-MG

<b>Espécie</b>	<b>IPE</b>	<b>DOR</b>	<b>FR</b>	<b>VI</b>
<i>Pleroma granulosum</i>	0,9	16,3	12,8	10,0
<i>Moquilea tomentosa</i>	1,1	12,4	11,4	8,3
<i>Cenostigma pluviosum</i>	0,8	16,6	7,4	8,3
<i>Murraya paniculata</i>	1,1	3,0	13,5	5,9
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	1,0	4,5	3,9	3,1
<i>Schinus molle</i>	1,0	3,9	2,8	2,6
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	1,2	4,3	2,2	2,6
<i>Mangifera indica</i>	1,1	3,7	2,5	2,5
<i>Ligustrum lucidum</i>	0,9	3,7	2,8	2,4
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3,6	3,5	0,3	2,4
<i>Roystonea oleracea</i>	1,2	3,0	2,9	2,4
<i>Lagerstroemia indica</i>	1,1	1,8	3,5	2,1
<i>Filicium decipiens</i>	1,1	1,6	3,1	1,9
<i>Tecoma stans</i>	2,6	0,6	1,4	1,5
<i>Ficus benjamina</i>	1,0	1,3	2,2	1,5
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1,1	2,2	1,0	1,4
<i>Callistemon viminalis</i>	0,9	1,3	2,0	1,4
<i>Spathodea campanulata</i>	1,0	1,6	0,8	1,2
<i>Pinus caribaea</i>	1,2	1,4	0,7	1,1
<i>Bauhinia variegata</i>	0,8	1,1	1,4	1,1
..		...		
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Em que: IPE= índice de performance. DOR= dominância relativa. FR= frequência relativa. VI= valor de importância.

Em relação às espécies com VI maior ou igual a 1,0, quatro espécies entraram no *ranking*: *Terminalia catappa*, *Spathodea campanulata*, *Pinus caribaea* e *Persea americana*. Nenhuma espécie saiu deste mesmo *ranking*. Essa mudança de posição no ranking de VI considerando o IPE demonstra o peso da qualidade estética e fitossanitária dos indivíduos das espécies que compõem a arborização, haja visto que a outra metodologia, em que é considerada a densidade relativa, não expõe a adequação dessas espécies ao ecossistema urbano, refletindo apenas a quantidade de indivíduos que estas possuem na área de estudo.

Segundo Bobrowski, Ferreira e Biondi (2016), o cálculo do IVI pelo IPE se mostra um eficiente instrumento de análise de decisão quanto às práticas de manejo a serem adotadas na arborização de um local. Entende-se, portanto, que este resultado reflete de forma mais adequadas as informações para a gestão da arborização do município. Destaca-se ainda, que as quatro principais espécies não sofreram alteração.

Aplicando-se a metodologia do IPE para cálculo do VI na análise da arborização de Augusto Pestana – RS, foi observado que nove espécies subiram de posição no *ranking*, sendo

que *Myrcianthes pungens* foi a que mais subiu de posição (de 11º para 7º lugar), enquanto as espécies que desceram de posição somaram seis, destacando *Delonix regia* (de 12º para 18º lugar) (ZARDIN, 2018). Já em Bonito – MS, utilizando a mesma metodologia, foi registrado a subida na posição do ranking de VI de cinco espécies, enquanto outras cinco espécies tiveram sua posição diminuída (ZAMPRONI, 2017). Essas informações nos mostram o quanto pode ser interessante a substituição da densidade relativa pelo IPE, adicionando características qualitativas para análise do valor de importância.

#### 4.2. Caracterização dendrométrica da arborização de ruas

A classificação diamétrica dos indivíduos presentes na arborização de ruas da cidade demonstrou que a maior parte deles (44,6%) pertence a classe de DAP com intervalo de 10-20 cm (Figura 6). Foi possível observar também que 87% dos indivíduos encontraram-se nas três primeiras classes de intervalo de DAP, podendo inferir que a arborização de ruas da cidade é formada, em sua maioria, por indivíduos de pequeno a médio porte.

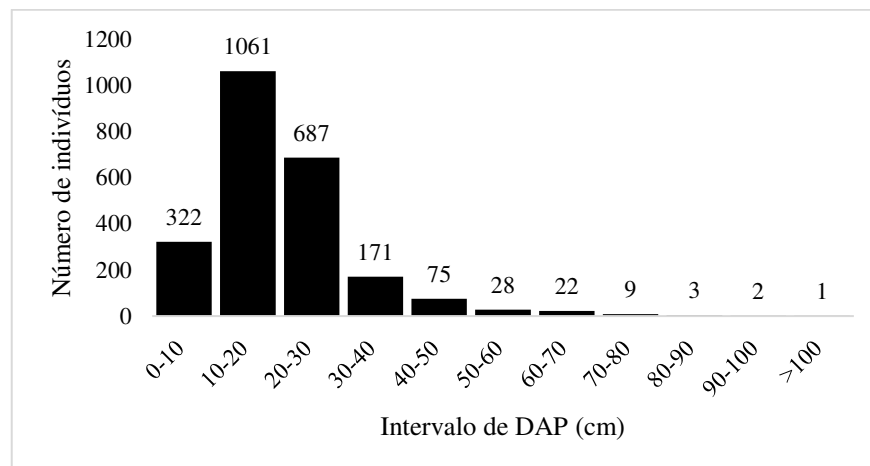
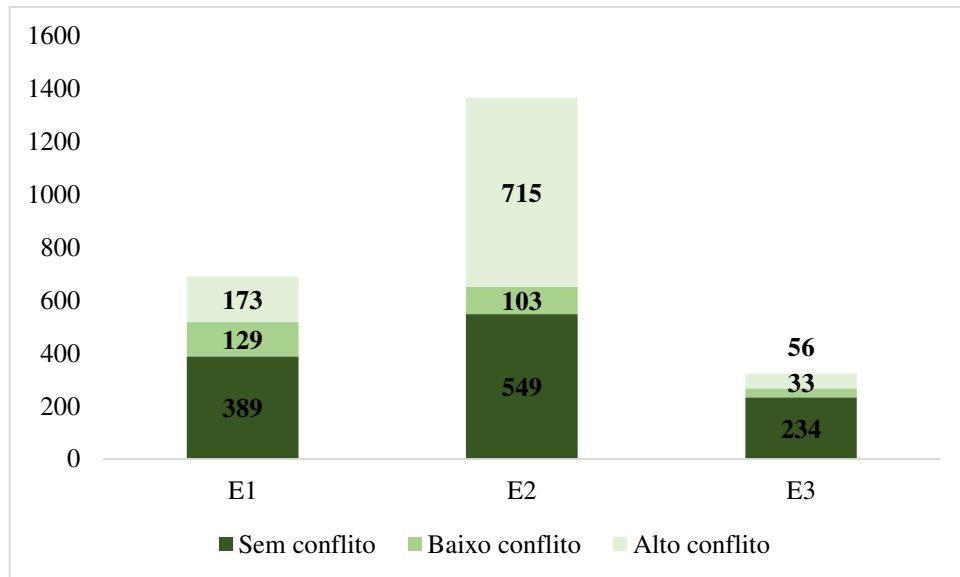


Figura 6 – Distribuição em classes diamétricas dos indivíduos que compõem a arborização viária de Viçosa-MG.

Quanto à altura dos indivíduos, observou-se que a maior parte destes (57,4%) encontraram-se no segundo estrato (altura total entre 5 e 10m) (Figura 7). Esta informação nos permite reforçar que a arborização é formada por indivíduos de pequeno a médio porte, como já observado para o DAP. Ainda com relação à altura, foi feita uma análise do conflito com a fiação aérea de acordo com cada estrato. Como resultado, foi observado que o estrato com maior porcentagem de indivíduos já em conflito com a fiação aérea ou com esse conflito em iminência, foi o segundo estrato (52%), seguido do estrato 1 (25%) e por último, o estrato 3

(17%). Essa informação confirma a hipótese de que o estrato com alturas de 5 a 10m é o mais problemático em relação aos equipamentos urbanos, pois nessa faixa de altura que se encontram a maioria dos postes e os fios de rede aérea. Com isso, é necessária uma atenção maior aos indivíduos que se encontram nessa faixa de altura, realizando podas necessárias para a adequação com os outros elementos da cidade.



Nota: E1 = Altura total de até 5m. E2 = Altura total entre 5 e 10m. E3= Altura total superior a 10m.  
 Figura 7 – Distribuição das classes de altura dos indivíduos que compõem a arborização viária com suas respectivas proporções por classes de conflito com a rede aérea em Viçosa-MG.

Com relação ao diâmetro de copa, foi possível constatar que 65,7% dos indivíduos que compõem a arborização de ruas de Viçosa apresentaram valores inferiores a 5 m, sendo que a maior parte deles estiveram na classe de 4 a 5 m (Figura 8). Apenas 4,37% apresentaram diâmetro de copa superior a 10m.

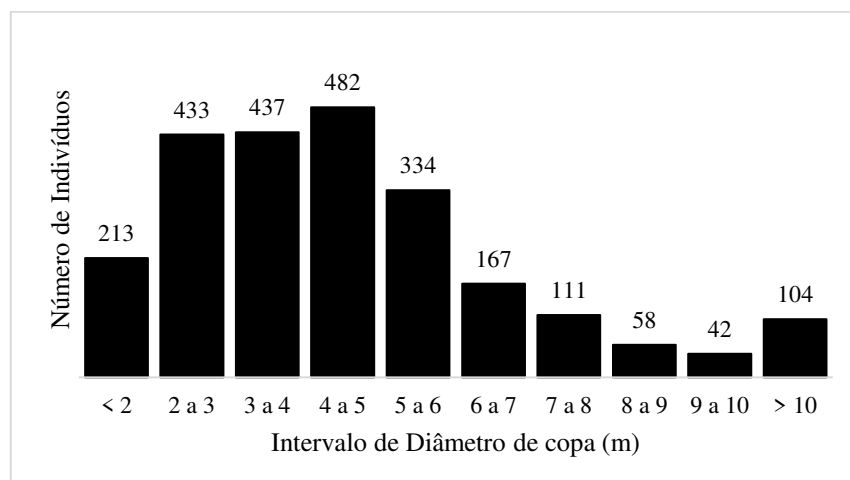


Figura 8 – Distribuição do número de indivíduos que compõem a arborização de ruas de Viçosa – MG de acordo com o intervalo de diâmetro de copa, em metros.

O predomínio de árvores de pequeno porte é um ponto preocupante para o município, visto que a utilização de árvores de maior porte potencializa os impactos positivos gerados pela arborização urbana, à exemplo da maior área de sombreamento ofertada por indivíduos, possibilitando um maior conforto térmico às pessoas (CEMIG, 2011; BASSO; CORRÊA, 2014). No entanto, em calçadas e passeios estreitos, áreas onde há grande fluxo de pedestres e veículos, costuma-se utilizar indivíduos de pequeno a médio porte, evitando assim que estes possam causar danos aos usuários destes locais e à infraestrutura urbana, especialmente quando o tamanho dos canteiros disponíveis é limitado (PAIVA, 2000; VIEIRA DE PAIVA, 2009; CEMIG, 2011). Em Viçosa, percebe-se, porém, que o uso frequente de *Pleroma granulosum*, espécie de pequeno porte, ocorre devido à falta de espaço disponível para a existência de árvores, advindo do antigo processo de urbanização.

As características dendrométricas das espécies mais frequentes na arborização dos municípios são raras, sendo difícil encontrar comparativos. Porém, o conhecimento das características das árvores no ambiente urbano é imprescindível, haja visto que tais características podem não ser, e na maioria das vezes não são, iguais àquelas observadas na floresta (CEMIG, 2011). Isto ocorre devido às condições climáticas, de solo, impermeabilização e antropização no geral, entre outras, que são disponibilizadas a estes indivíduos no ambiente urbano (SOUZA et al., 2020). O não conhecimento de tais características no planejamento da arborização pode desencadear no aumento de custos com a manutenção das árvores, custos esses empregados em execução de podas, reparo de equipamentos urbanos afetados e até na remoção de indivíduos em conflitos com a infraestrutura da cidade (BOBROWSKI, 2015).

As médias gerais de DAP, altura e diâmetro de copa encontradas para as árvores do município de Viçosa foram de 20,2 cm, 6,3 m e 4,9 m, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Informações dendrométricas das espécies com frequência maior que 1% encontradas na arborização de ruas de Viçosa-MG

Espécie	NI	DAP (cm)			Altura (m)			Diâmetro de copa (m)		
		Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
<i>Pteroma granulosum</i>	491	5,4	17,5	82,8	2	5,5	10	0,0	4,6	11,0
<i>Moquilea tomentosa</i>	365	5,7	20,1	41,4	3	6,5	13	0,0	4,7	10,0
<i>Murraya paniculata</i>	252	5,7	11,6	30,6	2	3,7	6	0,0	2,8	5,0
<i>Schinus molle</i>	185	6,4	16,5	36,9	2	4,8	7	0,0	3,7	8,3
<i>Cenostigma pluviosum</i>	155	9,5	33,7	76,4	2	9,2	16	1,5	8,2	20,0
<i>Lagerstroemia indica</i>	102	5,1	11,3	21,3	2	4,9	10	2,0	3,5	5,8
<i>Ligustrum lucidum</i>	89	8,0	23,9	51,6	3	6,7	10	2,0	5,2	13,0
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	86	6,4	23,8	44,6	2	6,4	10	1,6	5,8	11,0
<i>Roystonea oleracea</i>	79	11,8	23,4	80,5	3	9,5	20	1,0	5,1	9,4
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	72	23,9	24,4	33,7	10	10,1	12	4,5	5,9	6,0
<i>Callistemon viminalis</i>	54	6,4	19,4	44,2	3	6,2	10	0,0	3,9	7,7
<i>Filicium decipiens</i>	54	5,7	13,4	44,6	2	4,5	12	0,0	4,0	12,5
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	33	5,7	27,3	70,0	4	10,1	18	1,5	9,2	14,5
<i>Ficus benjamina</i>	30	6,7	26,5	47,7	3	7,8	13	2,4	5,3	9,5
<i>Mangifera indica</i>	26	12,7	32,4	79,6	3	9,5	15	2,6	9,4	20,0
<i>Tecoma stans</i>	24	6,4	18,5	26,1	2	4,4	7	1,3	4,0	7,0
...										
<b>Geral</b>	<b>2381</b>	<b>5,1</b>	<b>20,2</b>	<b>111,4</b>	<b>2</b>	<b>6,3</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>4,9</b>	<b>20</b>

Em que: Mín= mínimo. Méd= médio. Máx= máximo.

Dentre as espécies mais frequentes observa-se que os maiores valores médios de DAP foram obtidos em *Cenostigma pluviosum* e *Mangifera indica*. Já as maiores alturas médias ocorreram em *Syagrus romanzoffiana* e *Handroanthus impetiginosus*, sendo que o indivíduo mais alto encontrado foi de *Roystonea oleracea*. *Mangifera indica* e *Handroanthus impetiginosus* foram as espécies que apresentaram a maior média de diâmetro de copa, enquanto *Murraya paniculata* e *Lagerstroemia indica* as menores.

Sabe-se que os centros urbanos, não oferecem um local ideal para o desenvolvimento das árvores, devido à extrema artificialidade, assim, as diferentes condições impostas às espécies arbóreas prejudicam seu crescimento e desenvolvimento, que é diferente nos ambientes naturais (SOUZA, et al. 2020). Por esse motivo, é de extrema necessidade para o planejamento da arborização ter informações sobre as características das espécies neste ambiente.

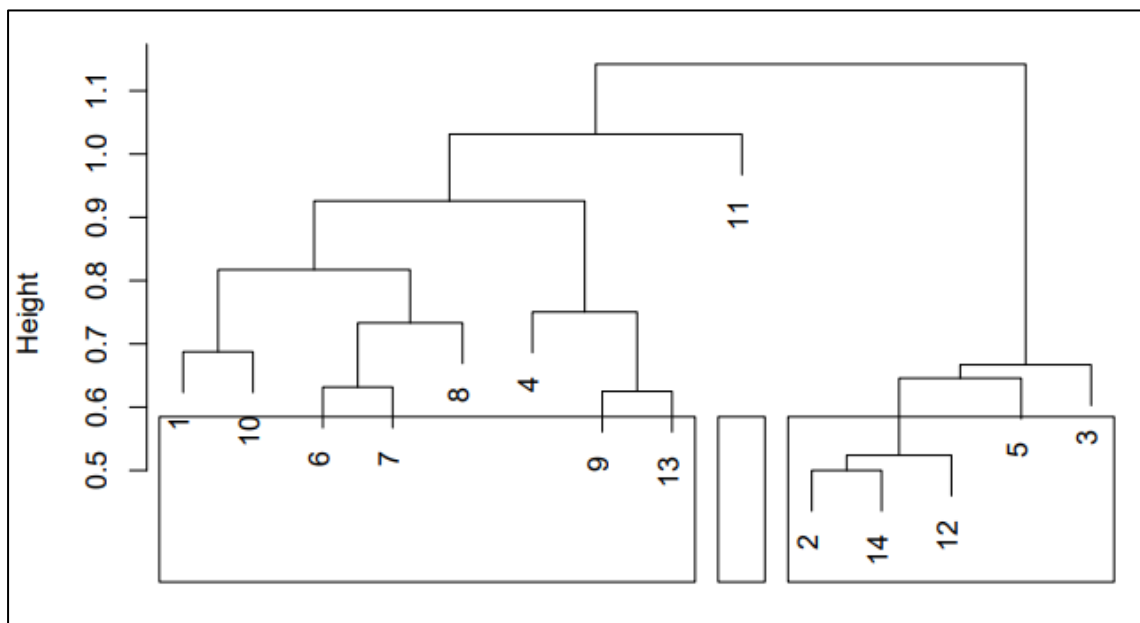
Vale ressaltar ainda que, esses valores encontrados de altura total e diâmetro de copa, podem não expressar a capacidade real de crescimento dessas espécies, pois estão condicionadas a práticas de manejo inadequadas, como a poda de destopo, que além de

desconfigurarem a arquitetura natural dos indivíduos, servem como porta de entrada a patógenos (MARTINS, ANDRADE; DE ANGELIS, 2010).

### 4.3. Qualidade da arborização de ruas

#### 4.3.1. Similaridade florística

Através da análise de similaridade florística de Jaccard pelo dendrograma de Agnes foi possível observar que as regiões de Viçosa se dividem em três agrupamentos, com coeficiente de aglomeração de 0,42 (Figura 9).



Nota: Coeficiente de aglomeração = 0,42

Figura 9 – Similaridade florística de Jaccard das regiões de Viçosa, através de análise de cluster "AGNES". Em que: 1 = Acamari; 2 = Amoras; 3 = Bom Jesus; 4 = Cachoeirinha; 5 = Centro; 6 = Fátima; 7 = Fundão; 8 = Lourdes; 9 = Nova Era; 10 = Nova Viçosa; 11 = Passos; 12 = Santa Clara; 13 = Santo Antônio; 14 = Silvestre.

O primeiro agrupamento é formado pelas regiões Acamari, Nova Viçosa, Fátima, Fundão, Lourdes, Cachoeirinha, Nova Era e Santo Antônio. Um segundo agrupamento é formado pelas regiões Amoras, Silvestre, Santa Clara, Centro e Bom Jesus. O terceiro agrupamento é formado por apenas uma região, Passos, que não teve outras regiões com florística similar. O “isolamento” dessa região pode ser explicado pelo fato desta possuir apenas oito indivíduos arbóreos, divididos em quatro espécies diferentes, nas quais apenas uma, *Moquilea tomentosa*, possui quatro indivíduos representantes.

#### 4.3.2. Índice de Shannon-Weaver (H')

Aplicando os cálculos de diversidade florística pelo Índice de Shannon-Weaver (H'), foi possível observar que a arborização de ruas da cidade de Viçosa obteve valor de 2,89 (Tabela 7). A região com maior diversidade de espécies segundo esse índice foi Santo Antônio (2,73), seguida de Santa Clara e Fundão, com 2,63 e 2,62, respectivamente. Por outro lado, as regiões com menor diversidade de espécies foram Nova Era (1,21), seguida de Cachoeirinha (1,72) e Fátima (1,78). Segundo Silva (2012), valores de H' abaixo de 2,0 podem ser considerados como de baixa diversidade, enquanto valores acima de 5,0 são considerados como alta diversidade. Considerando esses valores, podemos afirmar que quatro regiões da cidade apresentam baixa diversidade: Nova Era, Cachoeirinha, Fátima e Nova Viçosa. Por outro lado, nenhuma região teve H' acima de 3,0, podendo inferir que estas possuem diversidade intermediária.

Tabela 7 – Índice de Shannon-Weaver (H') das regiões de Viçosa e da cidade como um todo.

<b>Região</b>	<b>H'</b>
<b>Viçosa</b>	<b>2,89</b>
Santo Antônio	2,73
Santa Clara	2,63
Fundão	2,62
Bom Jesus	2,56
Lourdes	2,43
Passos	2,24
Silvestre	2,12
Amoras	2,11
Acamari	2,06
Centro	2,01
Nova Viçosa	1,84
Fátima	1,78
Cachoeirinha	1,72
Nova Era	1,21

Nota: Em verde = regiões com H' maior que o de Viçosa. Em vermelho = regiões com H' menor que o de Viçosa.

#### 4.3.3. Índice espaciais da arborização de ruas

A análise dos índices espaciais da arborização de ruas da cidade de Viçosa a partir de suas dimensões (Tabela 8) demonstrou que o Índice de cobertura arbórea (ICA) encontrado foi de 14,7%, ou seja, essa é a porcentagem das calçadas de Viçosa que têm arborização efetivamente ocupadas pelas copas das árvores. Analisando por região, pode-se observar que o Centro é a que tem maior ICA. Além do centro, as regiões que obtiveram valores acima da

média municipal foram Bom Jesus, Silvestre, Acamari, Cachoeirinha e Santa Clara. Por outro lado, a menor cobertura arbórea observada na cidade foi para a região de Nova Viçosa.

Tabela 8 – Índice espaciais da arborização por região de Viçosa-MG.

Região	NI	NI (%)	Dens. (Árv/ha)	ICA (%)	IDA	IPO	IOA (%)	IAQC	Déficit
Acamari	47	2,0%	0,63	17,2	0,8	307	15,3	23,0	260
Amoras	294	12,3%	0,91	10,4	0,6	2416	12,2	22,5	2122
Bom Jesus	79	3,3%	0,59	18,5	0,4	1229	6,4	10,1	1150
Cachoeirinha	34	1,4%	0,94	16,9	0,8	173	19,7	21,8	139
Centro	602	25,3%	4,07	20,1	0,6	3262	18,5	31,4	2660
Fátima	90	3,8%	2,08	13,7	0,5	977	9,2	17,0	887
Fundão	35	1,5%	0,54	10,4	0,4	496	7,1	12,7	461
Lourdes	72	3,0%	0,81	7,6	0,5	644	11,2	20,9	572
Nova Era	72	3,0%	1,01	11,7	0,6	850	8,5	18,8	778
Nova Viçosa	33	1,4%	0,17	2,4	0,1	1785	1,8	4,1	1752
Passos	8	0,3%	0,24	3,1	0,3	126	6,3	11,3	118
Santa Clara	256	10,8%	2,11	15,7	0,7	1256	20,4	24,4	1000
Santo Antônio	135	5,7%	0,54	7,7	0,4	2416	5,6	13,5	2281
Silvestre	624	26,2%	1,12	18,5	0,9	4957	12,6	27,4	4333
<b>Viçosa</b>	<b>2381</b>	<b>100,0%</b>	<b>1,12</b>	<b>14,7</b>	<b>0,6</b>	<b>19916</b>	<b>12,0</b>	<b>21,5</b>	<b>17535</b>

Nota: NI = número de indivíduos. NI (%) = número de indivíduos relativos ao total da cidade. Dens (Árv/ha) = número de indivíduos por hectares. ICA (%) = Índice de Cobertura Arbórea. IDA = Índice de Densidade arbórea. IPO = Índice de Plena Ocupação. IOA (%) = Índice de Ocupação Atual. IAQC = Índice de Árvores por quilômetro de calçada. Déficit = déficit do número de árvores.

De acordo com Simões et al. (2001), é recomendado em áreas com atividade comercial e áreas residenciais, um mínimo de 30% e 50% de ICA, respectivamente. Visto isso, é possível afirmar que nenhuma região de Viçosa pode ser considerada ideal, em relação a este quesito. É possível identificar outras cidades no país com ICA iguais ou menores que o de Viçosa, como na cidade de Itanhaém-SP, na qual o valor médio encontrado para o município como um todo foi de 2,35%, sendo que a região de maior valor para este índice obteve apenas 7,7% de ICA. Lombardo (1985) afirmou que regiões com ICA menor que 5% apresentam características semelhantes às de áreas desérticas, índice esse que ficou abaixo desse valor para as regiões de Nova Viçosa e Passos, e muito próximo para as regiões de Lourdes e Santo Antônio.

O cálculo do Índice de densidade arbórea (IDA) demonstrou que Viçosa possui menos de uma árvore para cada 100m<sup>2</sup> de calçada, número que também não foi alcançado por nenhuma região, analisando separadamente. O destaque positivo foi para a região Silvestre, enquanto o negativo, Nova Viçosa. Nas ruas de Boa Vista – RR, o IDA também ficou abaixo de 1,0 (LIMA NETO, 2014), diferente do município de Itanhaém – SP, que obteve média de 1,5 árvores para

cada 100m<sup>2</sup> de calçada, sendo que em algumas regiões o valor de IDA chegou a 2,6 (MARIA, 2017).

O espaçamento médio calculado entre as árvores objetos do estudo foi de 6m. Utilizando esse valor para o cálculo do Índice de Plena Ocupação (IPO), encontrou-se o valor ideal de 19.915,7 árvores para a cidade. Esse número indica o total de árvores que deveria existir nas ruas amostradas. Ainda, com o cálculo do Índice de Ocupação Atual (IOA), é possível afirmar que a área de estudo apresenta apenas 12,0% das árvores que poderia existir na arborização viária do município. As regiões com maiores Índices de Ocupação foram Santa Clara (20,4%), Cachoeirinha (19,7%) e Centro (18,5%). Os menores índices foram os das regiões Nova Viçosa (1,8%) e Santo Antônio (5,6%). Na cidade de Itanhaém – SP, o IOA foi de 17,2%, sendo os valores variando para as regiões entre 6 e 36%, enquanto o déficit da arborização da cidade é de quase 90 mil indivíduos (MARIA, 2017).

Ao analisar o índice de plena ocupação, que tem como base o número ideal de árvores, verifica-se um Déficit atual da arborização de ruas de Viçosa equivalente a 17.535 árvores. Os maiores déficits de arborização em números absolutos foram observados para as regiões Silvestre (4.333 árvores) e Centro (2.660). Estas regiões foram justamente as que apresentaram maior quantidade de calçada, tanto em área quanto em comprimento linear, o que justifica a necessidade por um maior número de árvores.

É importante destacar que para a análise realizada foram consideradas apenas as ruas arborizadas, que contabilizaram 278 ruas, de um total de 946 (29,4%) existentes na área urbana de Viçosa. Desta forma, os resultados permitem inferir apenas sobre a condição destes espaços para a cidade, e não de toda a cidade. Por esse motivo, entende-se que o déficit da arborização é ainda maior.

Através do cálculo do IAQC foi obtido que Viçosa apresenta o equivalente a 21,5 árvores por quilômetro de calçada. As regiões que apresentam maior IAQC foram Centro (31,4) e Silvestre (27,4), enquanto as de menor foram Nova Viçosa (4,1) e Bom Jesus (10,1). Vale ainda ressaltar que, as 278 ruas arborizadas que compuseram o estudo somam quase 111 quilômetros de calçadas. Se fossem consideradas todas as ruas da área urbana da cidade, o somatório seria de 301 quilômetros de calçadas, fazendo com que o IAQC calculado fosse de 7,9, demonstrando ainda mais o déficit da arborização da cidade quando consideradas todas as ruas.

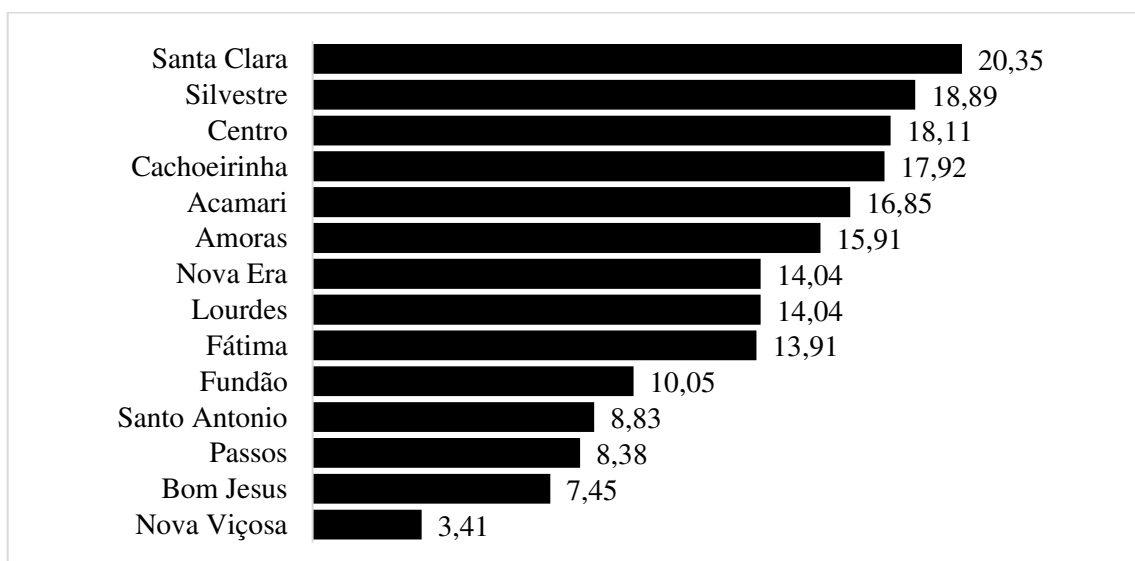
O IAQC encontrado para Viçosa foi semelhante ao verificado em Teófilo Otoni–MG. Ao analisar apenas o bairro Marajoara pertencente a este município, os autores encontraram em média 20,72 árvores por quilometro de calçada (REIS et al., 2020). Em Imperatriz – MA, o

valor também foi próximo ao de Viçosa, IAQC equivalente a 26,0 (ANGELO, 2017), assim como em Boa Vista – RR, com valor de 24,3 (LIMA NETO, 2014). Observa-se, no entanto, que este é um valor baixo, visto que em outras cidades já foram encontrados valores bem superiores. Em Curitiba – PR, o IAQC encontrado teve média de 85 árvores por quilômetro de calçada (LIMA NETO, 2011); Em Colorado-RS, o número foi de 43 árvores por quilômetro de calçada (RABER; REBELATO, 2010) e em Augusto Pestana – RS, 42 árvores por km de calçada (ZARDIN, 2018).

Em relação à quantidade de indivíduos que compõe a arborização urbana nas regiões da cidade de Viçosa, observou-se que Silvestre foi a região mais abundante, com 26,2% do total, seguida do Centro (25,3%) e Amoras (12,3%). Por outro lado, as regiões com menor percentual foram Cachoeirinha e Nova Viçosa (1,4%) e Passos (0,3%).

Centro e Silvestre possivelmente abrigam um maior número de árvores por serem as regiões de ocupação humana mais antiga do município. Era por estas regiões que a estrada de ferro chegou ao município, em 1914, além disso, ambas as regiões abrigaram a instalação de fabricas de tecido, promovendo o processo de industrialização inicial que deslocou as primeiras forças de trabalho proveniente do meio rural para tais regiões (CENSUS, 2014).

Uma comparação entre as regiões foi realizada tendo como base a densidade de árvores, ou seja, a relação entre o número de árvores e a área amostrada, para remover o efeito do tamanho da área (Figura 10). Neste caso, os maiores valores foram encontrados para as regiões Santa Clara (20,4 árv./ha), Silvestre (18,9 árv./ha) e Centro (18,1 árv./ha), enquanto os menores valor encontrados foram para as regiões Passos (8,4 árv./ha), Bom Jesus (7,5 árv./ha) e Nova Viçosa (3,4 árv./ha).



Nota: considerado a área total como área de calçadas somada às áreas das vias de rolamento.

Figura 10 – Densidade de árvores (Árvores/ha) das regiões da cidade de Viçosa – MG.

A alteração indicada por esta análise refere-se principalmente ao surgimento da região de Santa Clara como a que apresenta a maior densidade arbórea, ou seja, é a região mais arborizada do município. Vale destacar que Santa Clara apresenta maior densidade populacional por domicílio, se comparado a região de Silvestre e Centro (CENSUS, 2014), podendo indicar a característica de uma região mais familiar, com menos moradores temporários, como é o caso do centro.

#### 4.3.4. Caracterização do meio físico

Das 278 ruas arborizadas de Viçosa, 25,7% apresentaram largura das calçadas com menos de 1,0m, não atendendo nenhuma premissa de acessibilidade e adequação de infraestrutura urbana. Esta largura variou de 0,3 m até 3,8 m, onde a maior parte delas esteve na classe entre 1 e 1,5m (Figura 11).

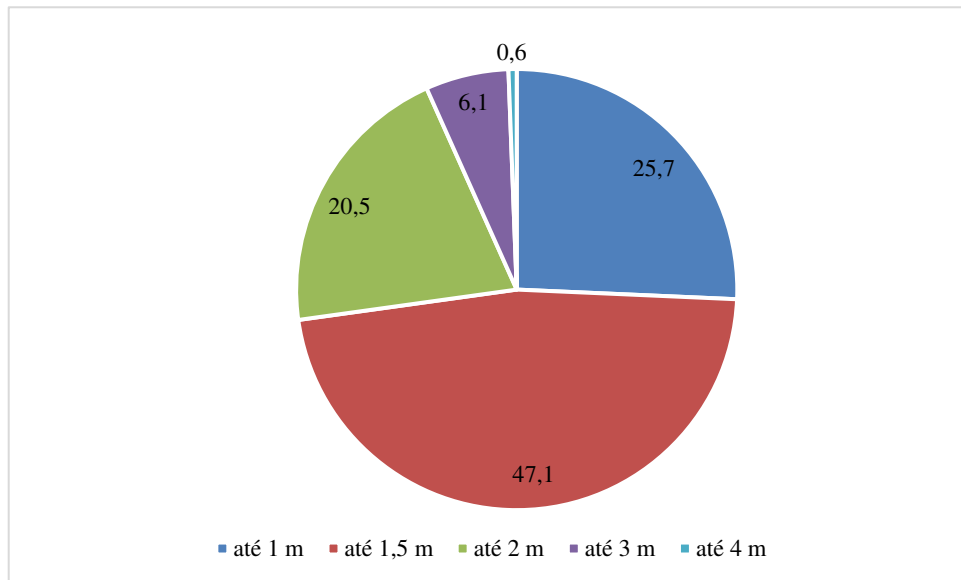


Figura 11 – Informação sobre a largura de calçada no município de Viçosa – MG, por classe de tamanho.

De acordo com a NBR 9050 (ABNT, 2015), a largura mínima da faixa livre de um passeio, ou seja, aquela que deve ser utilizada apenas para o trânsito de pedestres, deve ser de no mínimo 1,20m, sendo recomendável 1,50 m. Ainda segundo a norma, a largura da faixa de serviço, que é aquela destinada aos canteiros de árvores, postes, dentre outros equipamentos urbanos, deve ser de no mínimo 0,70m. Somando estes itens, pode-se afirmar que a largura mínima de uma calçada, a fim de atender as questões de acessibilidade, tem de ser 1,90m. Diante desse pressuposto, a média da largura das calçadas da cidade de Viçosa está abaixo do recomendado, com 1,46m (Tabela 9). Em Augusto Pestana – RS, a largura média de calçadas em ruas arborizadas foi de 2,33m, realidade contrastante com a de Viçosa (ZARDIN, 2018).

Na cidade de Tefé – AM a situação demonstra-se ainda mais preocupante, na qual as calçadas da área central da cidade têm largura de no máximo 1,15m (NUNES; RODRIGUES, 2017). Em Alto Caparaó (MG), 97% das calçadas têm menos de 1,5m de largura (SAMPAIO; ESPÍNDOLA, 2018), demonstrando que a preocupação nesse quesito é recorrente nos municípios brasileiros, necessitando adequação.

Dentre todas as 14 regiões da cidade, as únicas que obtiveram média de largura de calçadas que atende o mínimo necessário foram: Passos (2,00m) e Lourdes (1,90m). De forma preocupante, a região do Bom Jesus foi aquela que obteve a menor média, com apenas 1,2m, ou seja, o mínimo recomendado para faixa livre, e ainda assim comportando todos os outros elementos passíveis de se ter em uma calçada. A maioria das calçadas de Viçosa tem canteiros isolados para as árvores, com formato quadrado, quando estes podiam ser contínuos, como uma faixa paralela ao meio fio, o que ofertaria mais área livre de canteiro para desenvolvimento das raízes das árvores.

Tabela 9 – Mínimo, máximo e média das dimensões das calçadas e ruas de Viçosa

Região	Larg. Calçada (m)			Larg. Rua (m)			Comp. Rua (m)		
	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx	Mín	Méd	Máx
<b>Acamari</b>	0,3	1,6	2,0	5,1	9,2	11,5	70	255	525
<b>Amoras</b>	0,5	1,7	3,0	7,7	10,1	15,0	41	409	1709
<b>Bom Jesus</b>	1,0	1,2	2,0	5,0	8,3	12,0	42	391	2510
<b>Cachoeirinha</b>	0,5	1,3	2,0	7,4	8,6	10,4	86	391	564
<b>Centro</b>	1,0	1,8	2,0	4,0	10,7	30,0	53	362	2498
<b>Fátima</b>	1,0	1,6	2,0	6,0	8,9	15,0	55	294	879
<b>Fundão</b>	0,5	1,3	2,0	5,8	8,4	12,0	72	306	764
<b>Lourdes</b>	1,0	1,9	2,0	10,0	10,4	15,0	110	287	730
<b>Nova Era</b>	1,0	1,5	2,0	8,0	9,5	12,0	121	478	1539
<b>Nova Viçosa</b>	0,6	1,4	3,0	7,0	9,0	11,7	220	530	1360
<b>Passos</b>	1,5	2,0	2,0	10,0	10,0	10,0	173	236	323
<b>Santa Clara</b>	0,9	1,7	3,8	6,7	9,8	13,0	42	350	2306
<b>Santo Antônio</b>	1,0	1,3	2,0	6,0	10,8	25,0	67	501	2106
<b>Silvestre</b>	1,0	1,6	3,0	6,0	9,7	12,0	60	495	2433
<b>Média geral</b>		<b>1,5</b>			<b>9,8</b>			<b>399</b>	

Em que: Larg. Calçada (m) = largura das calçadas em metros. Larg. Rua (m) = largura das ruas em metros. Comp. Rua (m) = comprimento das ruas em metros.

A largura média das ruas da cidade foi de 9,8m, com mínimo encontrado de 4,0m e o máximo de 30m, sendo que ambas as ruas se encontram na região Centro, demonstrando a grande variedade de dimensões que a cidade tem, mesmo que dentro da mesma região. A maior parte das ruas (76,3%), contudo, apresentaram até 10 m de largura. Vale destacar que essa

largura da rua compreende a largura das calçadas em ambos os lados mais a largura do leito carroçável, por onde os veículos trafegam. Destaca-se ainda, que na cidade de Viçosa é comum na região central a ausência de recuo frontal dos estabelecimentos, bem como a verticalização das construções. Desta forma, este espaço, refere-se exatamente ao espaço disponível para a presença das árvores nas ruas. Tal informação é importante para o planejamento da arborização viária, pois permite gerar uma noção melhor do espaço disponível, colaborando para a escolha do porte da espécie.

O comprimento médio das ruas de Viçosa foi de quase 400 m, sendo que este variou de 41m a 2510m, demonstrando novamente a heterogeneidade das dimensões das ruas da cidade. Cerca de 73,8% das ruas tiveram menos de 400m, esse comprimento significativamente curto reflete a condição de urbanização do município, com relevo extremamente acidentado, A região com as maiores ruas foi Nova Viçosa (530m em média), sendo também esta a região com o menor índice de árvores por quilômetro de calçada (IAQC), demonstrando que apresenta potencial para incremento quantitativo da arborização, bem como espaço disponível para isto.

Mediante essas informações, podemos inferir que apesar do déficit de mais de 17 mil árvores nas ruas da cidade, o valor de plena ocupação das calçadas (IPO = 100%) é difícil de ser alcançado devido principalmente aos problemas na infraestrutura da cidade, na qual apenas duas das quatorze regiões da cidade possuem média de calçada com tamanho mínimo para comportar os indivíduos arbóreos e a faixa de passeio para pedestres.

A arborização viária de Viçosa é composta em sua maioria por indivíduos plantados em calçadas laterais, apenas 2% da arborização está inserida em canteiros centrais de avenidas. Novamente, destaca-se que as características de urbanização do município tornam-se limitantes para a existência de ruas longas e largas, que possibilitem a presença de canteiros centrais. Desta forma, uma síntese das características das calçadas e da arborização viária por região é apresentada na Tabela 10.

Com a síntese dos resultados, é possível observar que as regiões onde ocorrem o maior número de árvores correspondem aquelas com maior área de calçada e quilômetros de calçada, como se observa para as regiões Silvestre, Centro e Amoras, bem como o inverso para o menor número de árvores, Passos e Cachoeirinha. O espaçamento entre árvores, no entanto, não parece ter relação com as variáveis apresentadas, visto que os maiores espaçamentos foram obtidos na região Cachoeirinha, Santa Clara e Acamari e os menores em Nova Viçosa e Santo Antônio. O número ideal de árvores por quilômetro de calçada indicado para a cidade foi em média 180, variando de 110 na região do Cachoeirinha a 241 no Santo Antônio.

Tabela 10 – Dimensões dos componentes das ruas de Viçosa que determinam os índices espaciais

<b>Região</b>	<b>NI</b>	<b>A_Cal (m<sup>2</sup>)</b>	<b>M_esp (m)</b>	<b>QC (km)</b>
Acamari	47	5830	7	2,0
Amoras	294	46784	5	13,1
Bom Jesus	79	22365	6	7,8
Cachoeirinha	34	4252	9	1,6
Centro	602	93677	6	19,2
Fátima	90	17398	5	5,3
Fundão	35	7998	6	2,8
Lourdes	72	13330	5	3,4
Nova Era	72	12442	5	3,8
Nova Viçosa	33	22789	4	8,0
Passos	8	2828	6	0,7
Santa Clara	256	34659	8	10,5
Santo Antônio	135	32341	4	10,0
Silvestre	624	72438	5	22,8
<b>Total Geral</b>	<b>2381</b>	<b>389.131</b>	<b>6</b>	<b>110,9</b>

Em que: NI= número de indivíduos. A\_Cal (m<sup>2</sup>) = área de calçada em m<sup>2</sup>. M\_esp= média de espaçamento. QC (km) = quilômetro de calçada.

Foram contabilizados quase 390 mil metros quadrados de calçadas nas ruas da cidade que apresentavam arborização. A região com maior área de calçada é Centro, com quase 94 mil metros quadrados, que também foi uma das regiões com maior número de árvores, na segunda colocação quanto a esse quesito. Por outro lado, a região com menor área de calçada disponível é Passos, o que reflete, entre outras coisas, o baixo número de árvores nas calçadas dessa região.

#### 4.3.5. Condição de desenvolvimento da copa, tronco e raiz

A análise qualitativa dos indivíduos que compõe a arborização viária do município indicou que a maioria apresentou boas condições de copa, tronco e raiz (Tabela 11).

Tabela 11 - Qualidade de raiz, copa e tronco das regiões e da cidade de Viçosa

Regiões	Raiz (%)			Copa (%)			Tronco (%)			
	Prof.	Superf.	Superf. e c/ danos	Boa	Compr.	Ruim	Bom	C/ problem.	Ruim	Inclin.
Acamari	62	28	11	72	11	17	62	30	2	6
Amoras	74	18	9	84	12	4	86	11	2	1
Bom Jesus	25	51	24	47	38	15	87	6	5	1
Cachoeirinha	65	32	3	56	29	15	82	6	12	0
Centro	50	32	18	78	15	7	85	11	3	1
Fátima	58	29	13	66	28	7	86	12	1	1
Fundão	46	26	29	83	11	6	89	6	0	6
Lourdes	100	0	0	65	33	1	100	0	0	0
Nova Era	40	60	0	99	1	0	100	0	0	0
Nova Viçosa	73	18	9	82	18	0	91	3	3	3
Passos	88	13	0	75	25	0	100	0	0	0
Santa Clara	41	37	22	64	14	22	74	14	3	9
Santo Antônio	90	9	2	83	5	10	79	13	7	1
Silvestre	67	28	5	85	10	5	92	6	1	1
<b>Viçosa</b>	<b>63</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>74</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>87</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Em que: Prof.= profunda. Superf.= superficial. Superf. e c/ danos = superficial e causando danos. Compr.= comprometida. C/ problem= com problemas. Inclin.= inclinada.

Dos indivíduos arbóreos presentes nas ruas da cidade, 78% apresentam boa arquitetura de copa, sem presença de desequilíbrio, o que pode ser explicado pelo fato da maioria dos indivíduos da cidade pertencerem a espécies de pequeno a médio porte, diminuindo a necessidade de podas, uma vez que não geram conflito com outros equipamentos urbanos. Indivíduos que apresentaram copa ruim, principalmente por podas mal realizadas, contabilizaram 8% do total (Figura 12). Em termos absolutos, a espécie que apresentou maior número de indivíduos com copa ruim foi *Pleroma granulorum* (60 indivíduos). Em termos relativos, a espécie que teve a maior porcentagem de seus indivíduos com copa ruim foi *Cenostigma pluviosum* (14% dos indivíduos), podendo ser explicado pelo porte grande da espécie, fazendo com que seja exigida mais podas.



Figura 12 – Indivíduo de *Cenostigma pluviosum* com copa descaracterizada após sofrer poda drástica para reduzir o conflito com a fiação aérea.

Em Silveira Martins - RS, observou-se que 50% dos indivíduos não apresentavam problemas na copa, enquanto 18% apresentavam problemas mais severos (BACKES et al., 2011). A arborização do centro da cidade de Cosmópolis – SP apresentou apenas 14% de seus indivíduos com copa normal, enquanto 64% estavam mediamente deformadas e 22% deformadas (PAIVA, 2009). Ainda segundo este estudo, as espécies que apresentavam maior porcentagem de indivíduos com deformação eram as de grande porte, corroborando com os dados citados acima. Quanto a *Pleroma granulatum*, é comum observar na arborização de Viçosa, indivíduos que sofreram poda de destopo, ação destrutiva que é inapropriada e não recomendada pela ABNT (2013)

Em relação à qualidade de tronco, 86% dos indivíduos apresentaram características preservadas, sem defeitos aparentes. Por outro lado, 9% apresentaram algum tipo de defeito, podendo este ser grave (Figura 13a) ou não, destacando-se negativamente *Cenostigma pluviosum*, com 35% dos indivíduos nessas condições. Vale ainda destacar que 2% dos indivíduos apresentaram inclinação acentuada (Figura 13b), destacando-se *Schinus molle*, com quase 18% dos seus indivíduos nessas condições



Figura 13 – Indivíduos com problemas no tronco. a) indivíduo classificado com de tronco ruim, apresentando rachaduras e podridão. b) Indivíduo apresentando tronco inclinado

A inclinação do tronco acarreta diminuição do benefício estético ofertado pela arborização, podendo se tornar também um obstáculo à passagem de pedestres e elevar o risco de tombamento pelo desequilíbrio do centro de massa. Corroborando com o resultado achado para Viçosa, na cidade de Nova Esperança – PR, foi relatado que em torno de 16% dos indivíduos arbóreos da cidade apresentavam algum tipo de problema no tronco (ALBERTIN et al., 2011). Em relação à inclinação do tronco, 6% dos indivíduos da arborização urbana de Ampére – PR apresentaram inclinação acentuada, causando problemas à passagem de pedestres (SOARES; PELLIZZARO, 2019).

Cerca de 60% dos indivíduos não apresentaram qualquer problema aparente quanto ao conflito de seu sistema radicular com a infraestrutura urbana. Porém, 12% apresentaram raízes superficiais que comprometiam as calçadas (Figura 14a e 14b), gerando prejuízo estético e econômico à cidade, destacando-se *Callistemon viminalis* e *Cenostigma pluviosum*, ambas espécies com aproximadamente 1/3 de seus indivíduos nestas condições. Vale ainda ressaltar que nestes casos, 70% dos indivíduos não apresentavam área de canteiro mínima de 1m<sup>2</sup>, necessária para um bom crescimento de raízes, garantindo arejamento e boa infiltração de água no solo (GONÇALVES; DE PAIVA, 2013). Situação parecida com a de Viçosa foi observada em Itanhaém – SP, na qual 64% dos indivíduos apresentaram raiz profunda, enquanto 20% apresentavam raiz superficial e exposta (MARIA; BIONDI; BROBOWSKI, 2016). No centro da cidade de Cosmópolis – SP, também se observou resultado semelhante, na qual cerca de 12% dos indivíduos apresentavam raízes causando danos às calçadas, podendo destacar ainda que a maior parte desses indivíduos pertenciam a espécies de grande porte (PAIVA, 2009).



Figura 14 – Exemplos de indivíduos com problemas entre raízes e calçadas. a) classificado como raízes superficiais. b) classificado como danificando as calçadas.

Além das informações gerais para o município quanto a esses aspectos, buscou-se também analisar os fatores que indicam a qualidade da arborização por região, de modo a contribuir com a gestão do município. Desta forma, foi possível observar que em relação às

raízes das árvores, a região do Lourdes foi aquela com melhores números, sendo que nenhum indivíduo causou danos à calçada. Nova Era foi a região que teve maior porcentagem de indivíduos causando danos leves (59,7%) e Fundão aquela com maior porcentagem de danos severos (28,6%).

Em relação às copas das árvores, Nova Era apresentou 98,6% de seus indivíduos com copa considerada adequada, sendo assim a região de destaque para essa variável, enquanto de maneira negativa, verifica-se no Bom Jesus, que 38% dos indivíduos apresentaram copa descaracterizada e Santa Clara, com 22,3% dos indivíduos com copa comprometida. Quanto ao tronco, três regiões apresentaram seus indivíduos sem nenhum defeito, sendo elas: Lourdes, Nova Era e Passos. A região com maior porcentagem de defeitos leves no tronco foi Acamari (29,8%), enquanto defeitos graves foi a região Cachoeirinha (11,8%). A região com mais indivíduos de inclinação acentuada no tronco foi Santa Clara (9,4%).

A análise realizada permite inferir que não ocorrem problemas expressivos quanto a qualidade de copa, tronco e raiz das árvores que compõe a arborização de ruas do município. Desta forma é possível afirmar que a qualidade das árvores de Viçosa é satisfatória. Dentre as partes da planta analisadas, verificou-se a necessidade maior de atenção para as condições do sistema radicular.

#### 4.3.6. Condição fitossanitária e necessidade de manejo

Tratando-se de condições fitossanitárias, 92% dos indivíduos inventariados não apresentaram qualquer problema identificado pela análise visual. Dos problemas fitossanitários encontrados, a maior parte foi devido a ocorrência de pragas e/ou doenças (4%), seguido pela ocorrência de hemiparasitas (3%) e de indivíduos mortos (1%). O alto índice de indivíduos em boas condições fitossanitárias demonstra um aspecto positivo para a arborização urbana da cidade, haja visto que em outros estudos nas cidades de São João Evangelista (MG), Porto Alegre (RS), Sobral (CE), Aracaju (SE) e Augusto Pestana (RS), esses índices se mostraram abaixo do aqui encontrado, em torno de 70 a 80% de árvores sem problemas (BRANDÃO et. al, 2011; BOENI ; SILVEIRA, 2011; DE SOUSA; FIGUEIREDO; BRAGA, 2013; DOS SANTOS et. al, 2015; ZARDIN, 2018).

É importante destacar, dentre os problemas fitossanitários observados, a infestação por hemiparasitas, em 3% dos indivíduos. Esses organismos, popularmente conhecidos como “erva-de-passarinho”, são pertencentes à família botânica Loranthaceae, e devem ser monitorados devido à alta capacidade de infestação e dispersão que possuem, sendo favorecidas

pela ingestão das suas sementes por aves, originando daí seu nome popular (WATSON; DALLWITZ, 1992; CAZETTA; GALETTI, 2003). O alto grau de infestação destes hemiparasitas em um indivíduo arbóreo pode acarretar diminuição das atividades fotossintéticas, favorecimento do aparecimento de pragas e doenças, além da perda de valor estético apresentado pelo indivíduo, ocasionado pela desconfiguração de suas características de copa e tronco originais (WHITE et. al, 2011).

Há uma emergente preocupação quanto a retirada e substituição das 28 árvores mortas encontradas na arborização, pois estas podem causar danos ao patrimônio público e/ou privado e até mesmo risco à integridade física dos transeuntes. Entre todas as espécies, aquelas que apresentaram o maior percentual de seus indivíduos dados como mortos, foram *Callistemon viminalis* e *Filicium decipiens*, com 13% e 7% dos seus indivíduos mortos, respectivamente.

A maior parte dos indivíduos arbóreos da cidade (81%) não necessitava de qualquer intervenção silvicultural na época da coleta dos dados (Figura 15). Das intervenções necessárias, a maioria foi referente a poda direcional (10%), destacando-se em termos absolutos, *Pleroma granulatum* (51 indivíduos) e *Cenostigma plusviosum* (42 indivíduos). Em termos relativos ao número total de indivíduos da espécie, pode-se destacar *Handroanthus impetiginosus* (30,3%) e *Cenostigma plusviosum* (27,1%), as quais são consideradas espécies de grande porte, reforçando assim os pontos negativos de se ter espécies de tal porte em condição de calçada estreita. Na segunda colocação em necessidade de intervenção estão remoção de hemiparasitas e remoção da árvore (ambas com 3%) (Figura 16). As espécies que tiveram mais indivíduos com necessidade de remoção foram *Pleroma granulatum* (16 ind.) e *Cenostigma plusviosum* (13 ind.), enquanto em termos relativos o destaque foi para *Callistemon viminalis* (18,5%). Sobre esta última, do total de 11 indivíduos com necessidade de remoção, 7 estão localizados em uma única rua: Paulo M. Del Giudice, no bairro Belvedere. Estes indivíduos apresentam copa e/ou raiz na pior situação dentre as possíveis. Esse fato corrobora com a indicação de ter o maior número de espécies, o que irá promover maior biodiversidade em um local, evitando que a arborização seja altamente devastada devido a problemas em um pequeno ou único número de espécies.

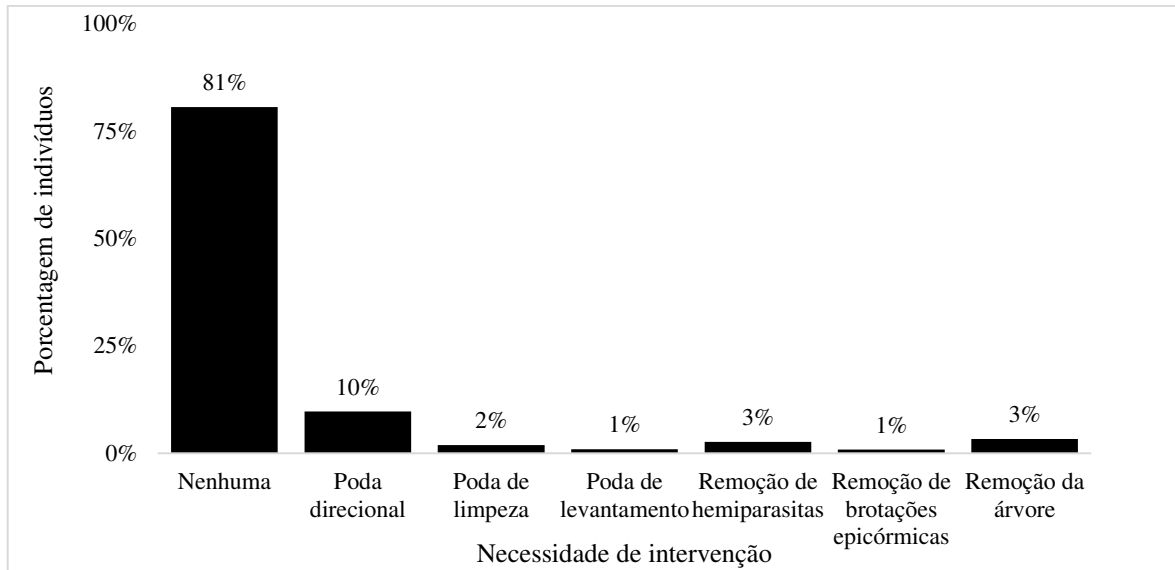


Figura 15 – Necessidade de intervenção dos indivíduos encontrados na arborização de ruas de Viçosa.



Figura 16 – Exemplo de indivíduo infestado por planta trepadeira pertencente à casa adjacente, provavelmente chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz).

Em Aracaju – SE, constatou-se que quase metade dos indivíduos da arborização de ruas encontrava-se com qualidade regular, enquanto os bons e ótimos somavam 44% do total

(SANTOS et al., 2015). Ainda segundo esse estudo, foi constatado que um terço dos indivíduos necessitavam de poda de limpeza, sendo essa a ação mais necessária; indivíduos que não necessitavam de nenhum manejo representaram 14% do total, valores bem distintos dos observados para Viçosa. Já em Jacareí – SP, foi constatado que 40% dos indivíduos apresentavam boas condições fitossanitárias, enquanto 16% estavam ruins (FARIA; MONTEIRO; FISCH, 2007).

Além das informações gerais para o município quanto a esses aspectos, buscou-se também analisar tais fatores por região, de modo a contribuir com a gestão do município (Tabela 12). Desta forma, foi possível observar que a região com maior porcentagem de indivíduos com algum problema fitossanitário foi Cachoeirinha (32,4%), enquanto Fátima, Lourdes, Nova Era e Passos possuem a totalidade de seus indivíduos sem problemas.

Tabela 12 – Meio físico e conflitos da arborização de Viçosa, por regiões

Regiões	Necessidade de manejo (%)	Problema fitossanitário (%)	Bif abaixo de 1,8m (%)
Acamari	12,8	17,0	55,3
Amoras	15,0	7,1	68,4
Bom Jesus	26,6	10,1	43,0
Cachoeirinha	20,6	32,4	55,9
Centro	21,9	5,5	45,0
Fátima	10,0	0,0	60,0
Fundão	22,9	2,9	77,1
Lourdes	6,9	0,0	65,3
Nova Era	0,0	0,0	87,5
Nova Viçosa	21,2	9,1	63,6
Passos	12,5	0,0	100,0
Santa Clara	37,1	25,4	66,8
Santo Antonio	11,1	3,7	49,6
Silvestre	14,9	6,6	69,4

Em que: Imper.= impermeabilizado. Bif. Abaixo de 1,8m= bifurcação ou início de copa abaixo de 1,8m.

Nova Era não possui nenhum indivíduo com necessidade de manejo, enquanto Santa Clara possui 37,1% deste com alguma necessidade. Em relação à altura de bifurcação, Bom Jesus se destacou positivamente, com 43% dos indivíduos tendo altura de bifurcação ou início de copa abaixo de 1,8m, enquanto nenhum indivíduo na região dos Passos se encontra adequado quanto a essa característica. Vale destacar ainda, que para toda a cidade, tem-se em média 64,7% da arborização com altura da primeira bifurcação abaixo de 1,80m.

Diante das informações acima esclarecidas, pode-se afirmar que os indivíduos que compõem a arborização de ruas da cidade de Viçosa encontram-se, em sua maioria, em boas condições fitossanitárias, bem como com baixa necessidade de manejo.

#### 4.3.7. Conflito entre árvores e estrutura urbana

Um dos principais problemas encontrados quanto a qualidade da arborização de Viçosa, foi o fato de 19% dos indivíduos se mostrarem como obstáculo à passagem de pedestres nas calçadas. As regiões com maior adequação quanto a este quesito foram Santo Antônio (nenhum dos indivíduos oferece obstáculo) e Bom Jesus (3% se mostram como obstáculo). Já as regiões de Cachoeirinha e Nova Viçosa apresentam 74% e 70% de seus indivíduos arbóreos como obstáculos, respectivamente (Figura 17).

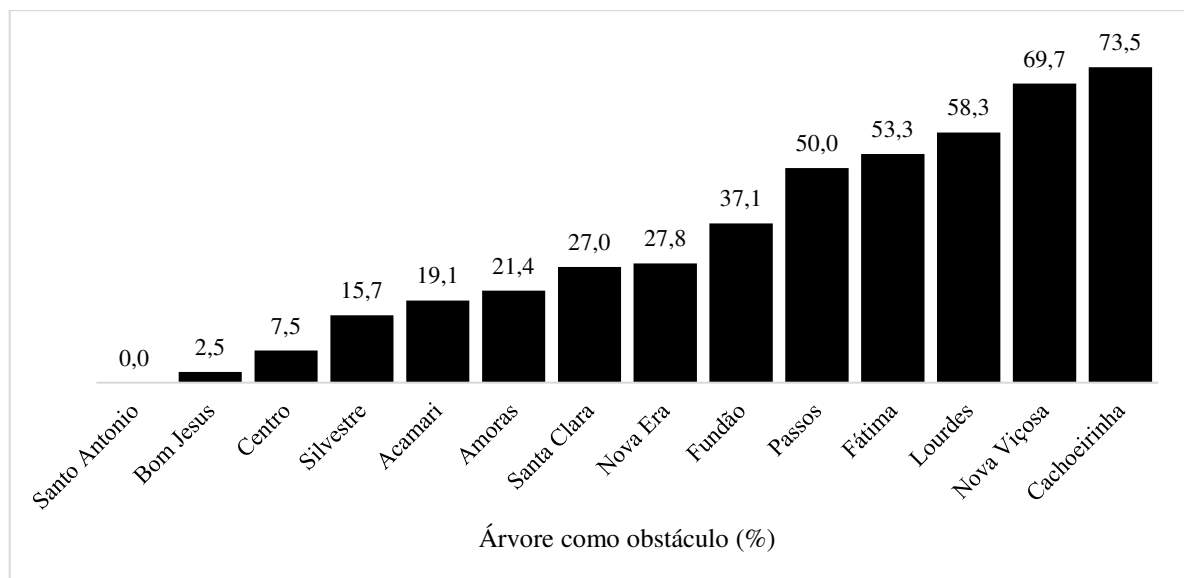


Figura 17 – Porcentagem de indivíduos que oferecem obstáculo à passagem de pedestres nas ruas de Viçosa-MG, por regiões.

O número de árvores que se apresentam como obstáculo é preocupante, haja visto que a prioridade da calçada é que esta seja uma via de deslocamento das pessoas com segurança. Na condição de obstáculo, os pedestres precisam desviar da árvore para passar por estes locais, acessando a lateral interna da calçada, quando possível, e nos piores casos, tendo que acessar a via de trânsito de veículos, proporcionando risco de acidentes. É importante destacar neste caso, que tal problema ocorre pela falta de planejamento na implantação dessas árvores, plantadas em locais inapropriados. Não foram encontrados estudos em outras cidades que identificaram as árvores como obstáculo à passagem de pedestres para comparação.

Ainda com relação a acessibilidade das calçadas, outro fator relevante que causa interferência no uso deste equipamento urbano é a altura de bifurcação das árvores, como já relatado 64,7% da arborização apresenta altura de início de copa ou bifurcação abaixo de 1,8m (Figura 18). Ou seja, são árvores que prejudicam a passagem dos pedestres, que precisam se abaixar para passar por baixo das copas.



Figura 18 – Indivíduo com bifurcação abaixo de 1,8m na arborização de ruas de Viçosa-MG

Em estudo realizado através de entrevistas com Pessoas com Deficiência (PCD) na cidade de Natal -RN, todos os entrevistados afirmaram que existem conflitos quanto à acessibilidade acarretados pela presença de árvores grandes em calçadas estreitas, por galhos baixos que alcançam o rosto dos pedestres e pela presença de raízes altas nas calçadas, evidenciando assim a necessidade de planejamento da arborização, para que esta não gere conflitos e sim benefícios a toda população (SOARES, ALVES ; TARGINO, 2017).

Diversos autores, manuais e normativas especificam que as mudas a serem plantadas na arborização urbana devem ter altura mínima de bifurcação ou inserção do primeiro galho de 1,8m (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2005; COPEL, 2008; PREFEITURA DE REGISTRO, 2017). Outras fontes instituem que, para garantia do desenvolvimento da arborização e de acessibilidade, tal altura mínima deve ser de 2,1m (CEMIG, 2011; GONÇALVES; DE PAIVA, 2013; ABNT, 2015). No entanto, a cidade, não possui especificações para essa finalidade e não segue qualquer outra recomendação.

Tal condição poderia ter sido evitada se tivessem sido realizadas podas de formação quando as árvores ainda eram jovens, garantindo a altura mínima recomendada. Para amenizar o problema atualmente, deve ser realizada poda de levantamento nestes indivíduos.

Em estudo realizado nas cidades de Matupá e Colíder- MT, foi constatado, respectivamente, que 85% e 97% dos indivíduos da arborização urbana apresentavam altura de bifurcação ou início de copa abaixo de 1,8m, cenário este mais preocupante do que o da cidade de Viçosa (ALMEIDA; NETO, 2010).

Com o estudo da caracterização do meio físico das ruas arborizadas, foi possível observar que 38% das árvores não possuíam canteiro, estando totalmente sufocadas pela estrutura urbana (Tabela 13) (Figura 19), mas esse cenário foi muito variável de acordo com os bairros do município.



Figura 19 – Exemplo de indivíduo sem área livre de canteiro na arborização de ruas de Viçosa-MG

Tabela 13 – Tamanho dos canteiros disponíveis aos indivíduos da arborização de ruas de Viçosa, por regiões

<b>Região</b>	<b>Sem canteiro</b>	<b>Menos de 1m<sup>2</sup></b>	<b>Aproximadamente 1m<sup>2</sup></b>	<b>Maior que 1m<sup>2</sup></b>
Acamari	47%	21%	2%	30%
Amoras	36%	39%	1%	24%
Bom Jesus	25%	16%	44%	14%
Cachoeirinha	15%	18%	3%	65%
Centro	37%	33%	7%	23%
Fátima	54%	42%	0%	3%
Fundão	26%	57%	9%	9%
Lourdes	0%	100%	0%	0%
Nova Era	19%	75%	0%	6%
Nova Viçosa	18%	36%	24%	21%
Passos	0%	100%	0%	0%
Santa Clara	42%	35%	1%	22%
Santo Antônio	61%	16%	3%	19%
Silvestre	42%	20%	8%	30%
<b>Viçosa</b>	<b>38%</b>	<b>33%</b>	<b>6%</b>	<b>23%</b>

Apenas 29% da arborização de ruas apresenta área minimamente adequada para o desenvolvimento das árvores. Aproximadamente 1/3 dos indivíduos estavam plantados em pequenos canteiros, com menos de 1m<sup>2</sup> de área, sendo este o recomendado por Gonçalves e Paiva (2013). Esse fato é muito preocupante, haja visto que essas árvores se encontram suprimidas pela infraestrutura urbana, e embora possam não estar apresentando problemas no presente, podem vir a ocorrer no futuro, principalmente aqueles ligados ao desenvolvimento das raízes, que por não possuírem área livre de crescimento, podem vir a desestabilizar as estruturas das calçadas e em alguns casos, dos edifícios adjacentes à estas calçadas. As regiões com maior porcentagem de canteiros considerados de tamanho inadequado foram Lourdes e Passos (ambas 100%), no entanto, a região com mais árvores sem canteiros disponíveis foi a do Santo Antônio (61%). Por outro lado, as regiões com maior porcentagem de canteiros adequados foram Cachoeirinha (68%) e Bom Jesus (58%).

Em Bonito – MS, foi constatado que cerca de 15% dos indivíduos da arborização urbana não apresentavam área livre de canteiro (ZAMPRONI, 2017), valor considerado melhor do que o encontrado para Viçosa. Em árvores do bairro São Dimas, em Piracicaba – SP, foi constatado que 56% destas apresentavam canteiros considerados suficientes, mas vale ressaltar que o autor admitiu como suficiente para este estudo, canteiros com mais de 10cm de terra ao

redor do tronco (VOLPE-FILIK, DA SILVA; LIMA, 2007), valor mais permissível do que o adotado para o estudo em Viçosa (1m<sup>2</sup>).

Outro desafio enfrentado pela arborização urbana é o de conciliação das árvores com a infraestrutura urbana aérea, como postes e fiação, sejam estes elétricos, de telefone, internet, dentre outros (Figura 20). A adequação destes elementos evita o gasto com reparação do patrimônio material, bem como diminui a necessidade de tratamentos silviculturais, como podas, que além de demandarem o uso de recursos, causam estresse nas árvores e podem desconfigurar a arquitetura natural da copa.



Figura 20 – Indivíduo arbóreo em conflito com a fiação aérea nas ruas de Viçosa-MG

Na cidade de Viçosa, 49% dos indivíduos arbóreos presentes na arborização de ruas não tinham chance real de conflito com a rede aérea na época da coleta dos dados (Tabela 14). Porém, cerca de 11% destes apresentavam-se como possíveis conflitantes e 40% do total já estava em conflito com a rede aérea presente na estrutura urbana. A região Nova Era se destaca de forma positiva quanto a esse quesito, com 90% dos indivíduos arbóreos não apresentando risco de conflito com a fiação. Já do lado negativo, destacam-se Lourdes, com todos os seus indivíduos já em conflito com a fiação ou em conflito iminente, e Nova Viçosa, com 79% dos indivíduos nestas mesmas situações. A região dos Passos não possui nenhum indivíduo arbóreo em alto grau de conflito com a fiação aérea, enquanto Santo Antônio possui 55,6% dos indivíduos com esta característica.

Tabela 14 – Porcentagem de indivíduos que geram ou não conflito com a rede aérea por região de Viçosa.

<b>Região de Viçosa</b>	<b>Sem rede (%)</b>	<b>Sem chance de conflito (%)</b>	<b>Baixo risco de conflito (%)</b>	<b>Alto risco de conflito (%)</b>
Acamari	0,0	61,7	2,1	36,2
Amoras	2,0	50,3	7,8	39,8
Bom Jesus	55,7	19,0	5,1	20,3
Cachoeirinha	0,0	73,5	14,7	11,8
Centro	0,2	56,5	10,6	32,7
Fátima	0,0	27,8	26,7	45,6
Fundão	0,0	51,4	17,1	31,4
Lourdes	0,0	0,0	48,6	51,4
Nova Era	0,0	90,3	2,8	6,9
Nova Viçosa	0,0	21,2	24,2	54,5
Passos	0,0	50,0	50,0	0,0
Santa Clara	7,0	38,7	14,5	39,8
Santo Antônio	0,0	41,5	3,0	55,6
Silvestre	1,9	41,7	7,7	48,7
<b>Total</b>	<b>4,8</b>	<b>44,5</b>	<b>16,8</b>	<b>33,9</b>

No município de Jacareí – SP foi constatado que quase metade dos indivíduos (44%) da arborização urbana da cidade apresentava conflito com a fiação aérea (SOARES; ALVES; TARGINO, 2017), valor este parecido com o encontrado para a cidade de Viçosa.

A incompatibilidade das árvores com o espaço urbano na cidade de Viçosa é preocupante, pois embora as árvores ainda estejam em boas condições, tendem a não permanecerem assim no futuro, devido aos conflitos. É de extrema necessidade a adequação destas com os elementos da infraestrutura urbana, principalmente aqueles ligados à área livre

de canteiro, para que dessa forma a arborização diminua os possíveis impactos negativos que possam ofertar devido à falta de planejamento, potencializando assim os benefícios que a população urbana possa usufruir pela presença da arborização.

#### **4.4. Relação entre arborização e fatores socioeconômicos**

A relação entre o número de habitantes e o número de árvores presente nas ruas da cidade, resultou na média de uma árvore para cada 30 habitantes, sendo que esse número varia entre as regiões. Os resultados indicaram que aquelas em que essa relação ocorre em menor número foram: Silvestre (9 habitantes/árvore), Centro (12 habitantes/árvore) e Santa Clara (22 habitantes/árvore). Porém, em algumas regiões esse número ultrapassou a casa de centenas de pessoas para cada árvore presente, como foi o caso de Bom Jesus (123 habitantes/árvore), Nova Viçosa (158 habitantes/árvore) e Passos (391 habitantes/árvore).

Tais valores são preocupantes, visto que demonstram a baixa quantidade de árvores para a cidade. Em Campina Grande – PB, foi encontrada a relação de uma árvore para cada 13,5 pessoas (DANTAS; SOUZA, 2004) e em São Paulo uma árvore para cada 1,6 pessoas, no entanto, essa análise não considerou apenas arborização de ruas (BUCKERIDGE, 2015). Já nos bairros centrais de Macapá -AP, foi obtido uma relação de uma árvore para cada 1,8 pessoas (SARQUIS et al., 2016).

De acordo com a análise de correlação de Pearson, as variáveis socioeconômicas que não apresentaram multicolinearidade foram: População, Densidade populacional (Dens\_pop), Desemprego e Renda média (Renda\_med) (Apêndice B). E as variáveis de arborização foram: Diversidade, Densidade, ICA e IPO (Apêndice C).

Essas oito variáveis foram correlacionadas (Figura 21) e observou-se que o IPO foi a variável de arborização que apresentou uma correlação mais forte com as variáveis socioeconômicas, entretanto, o IPO trata-se de um índice de valor ideal e, portanto, não é uma realidade da arborização de ruas de Viçosa.

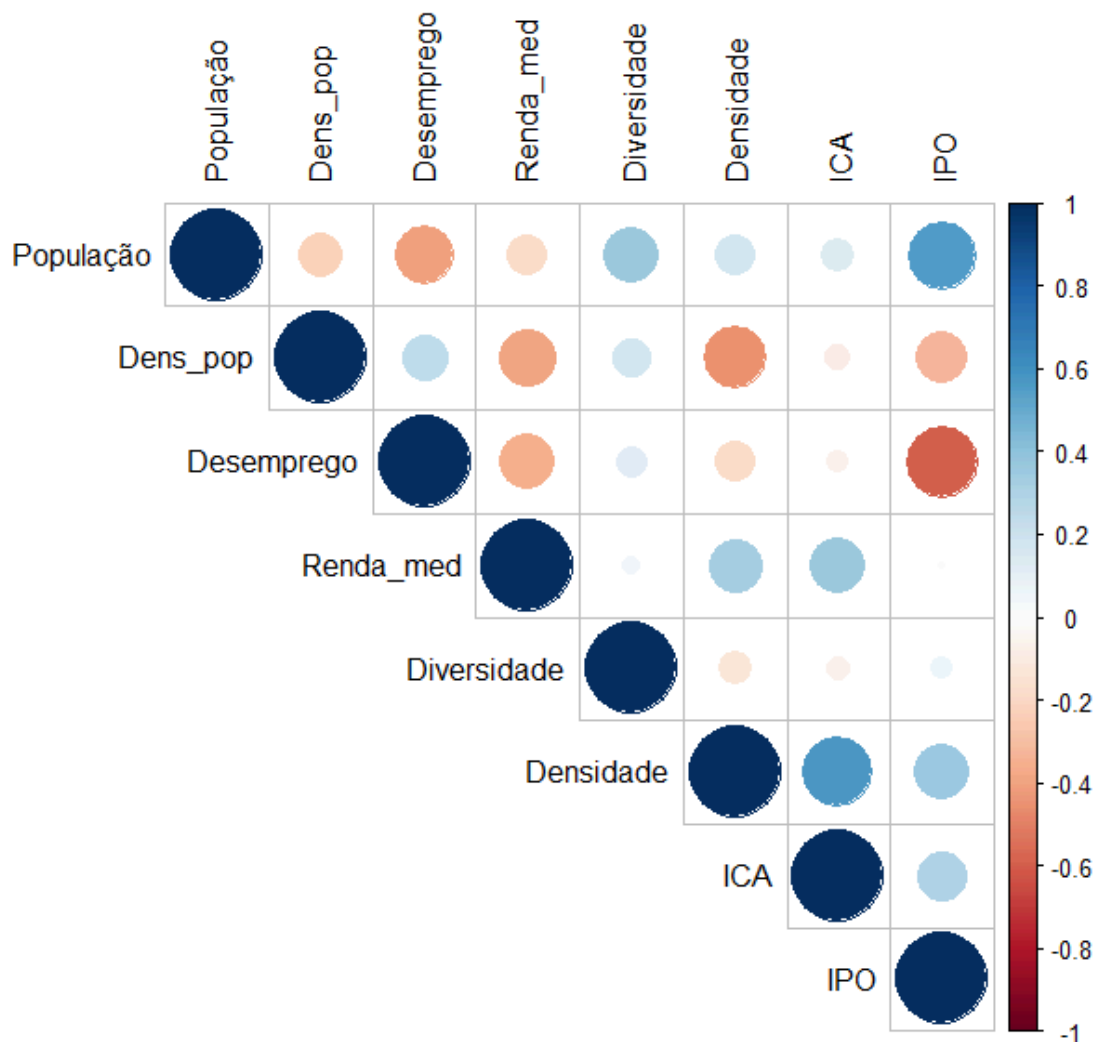


Figura 21 - Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas e de arborização que não apresentaram multicolinearidade. Os círculos em azul escuro indicam correlações positivas, enquanto os círculos em vermelho escuro indicam correlações negativas. O tamanho do círculo e a intensidade da cor indicam a força da correlação.

A densidade (número de árvores/ha) também apresentou uma correlação mais forte, principalmente com a densidade populacional (cor = -0,46) e com a renda média (cor = 0,33) (Figura 20). Esses valores indicam que, regiões com a densidade populacional mais elevada possuem menos árvores por hectare e que áreas com maior renda média possuem uma maior densidade de árvores. A questão da densidade demográfica pode ser explicada por esta ser reduzida em bairros mais afastados do centro, como Silvestre e Santa Clara, que também apresentam maior nível de arborização. Apesar disso, seria interessante a disposição de árvores nas ruas de regiões mais populosas como forma de mitigar os impactos negativos que o grande número de habitantes e de uso de recursos naturais que esses locais apresentam, diminuindo os impactos da urbanização. O acesso a arborização, esteja essa incluída nas vias, nos parques ou

em outros locais com vegetação nas áreas urbanas, fornece condições de equabilidade social à população, ofertadas pelos diversos benefícios a ela relacionados (ZHOU; PARVES RANA, 2012).

Através do NMDS (Figura 21) foram identificados os mesmos três agrupamentos indicados pelo AGNES e pela função “envfit” verificou-se que das quatro variáveis socioeconômicas avaliadas (população, densidade populacional, desemprego e renda média), apenas duas exercem influência significativa na composição florística (Apêndice D).

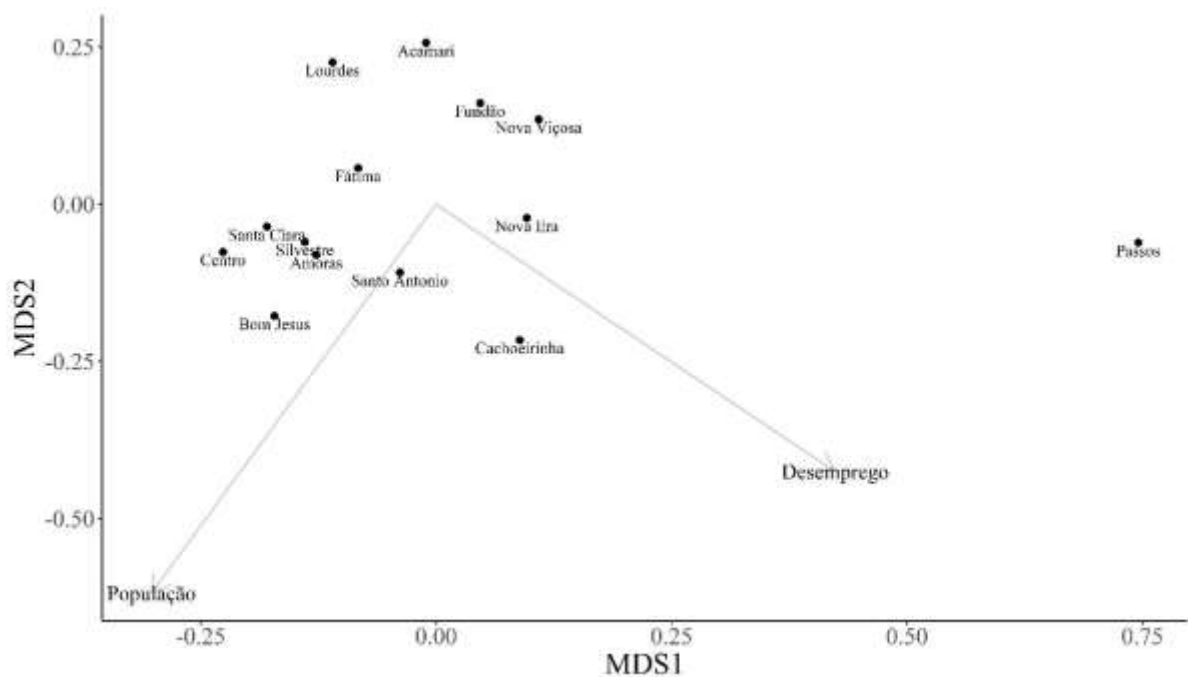


Figura 21 - Comportamento gráfico das variáveis socioeconômicas significativas na influência da composição florística das regiões de arborização urbana de Viçosa, MG.

A população explicou a similaridade entre o agrupamento com arborização composto pelas regiões de Amoras, Bom Jesus, Centro, Santa Clara e Silvestre. Essas regiões estão entre as com maior população em Viçosa, contabilizando acima de cinco mil pessoas. Observou-se que, de forma geral, regiões com maior população possuem maior número de espécies, o que auxiliar na maior similaridade entre esse grupo.

O desemprego está mais relacionado as regiões de Passos e Cachoeirinha, as quais estão entre as 3 regiões com maior taxa de desemprego. Essas duas regiões, apesar de estarem em agrupamentos diferentes, são mais dissimilares em relação as demais regiões, e apresentam um número menor de espécies, principalmente na região de Passos, que possui apenas 4 espécies.

Embora os benefícios advindos da arborização sejam amplamente conhecidos, se faz necessário mais estudos que relacionem o grau de arborização das cidades com seus aspectos

socioeconômicos (JENNINGS; BAMKOLE, 2019). É importante ressaltar que a administração municipal, nesse caso a de Viçosa, planeje sua arborização de forma a prover tais benefícios a toda a sociedade, não a parte dela, de forma a diminuir as lacunas da desigualdade e promovendo uma cidade onde todos seus habitantes tenham iguais oportunidades de alcançar o bem estar social, medido pelos parâmetros educacionais, de saúde, habitacionais, entre todos os outros.

## 5. CONCLUSÕES

A arborização viária da cidade de Viçosa-MG tem boa qualidade, mas necessita de incremento quantitativo e melhor distribuição espacial. Porém, para que isso ocorra, é necessário a adequação da infraestrutura urbana, de modo a priorizar a existência de árvores nas ruas, impulsionando o fornecimento de benefícios diretos à população de toda a cidade.

A arborização de ruas do município é composta por poucos indivíduos (2.381), com maioria de origem nativa do Brasil e distribuídos em 78 espécies. A espécie mais frequente foi *Pleroma granulatum*, que representa cerca de 20% do total.

A partir do cálculo do IPE foi possível inferir que dezessete espécies não foram consideradas adequadas ao plantio na cidade. Já *Syagrus romanzoffiana* e *Tecoma stans* demonstraram os melhores resultados. Essas informações devem ser ponderadas no plantio de novas árvores nas ruas da cidade.

Através da análise fitossociológica, foi obtido que as espécies mais importantes na arborização da cidade foram *Pleroma granulatum*, *Moquilea tomentosa* e *Cenostigma pluviosum*.

A análise da caracterização dendrométrica, demonstrou que a arborização é composta principalmente por indivíduos de pequeno a médio porte.

A grande maioria dos indivíduos não apresentou problemas fitossanitários e não necessitava de intervenção silvicultural, além boas condições de copa, tronco e raiz, fato positivo para arborização da cidade.

Uma parcela dos indivíduos se mostra como obstáculo à passagem de pedestres e menos de um terço apresentou pelo menos 1m<sup>2</sup> de canteiro, fazendo-se necessário a adequação quanto a este item, para que as futuras árvores a serem plantadas tenham bom espaço de desenvolvimento para as raízes, diminuindo assim os problemas de compatibilidade com os elementos urbanos, bem como problemas estruturais dos indivíduos.

O cálculo dos índices espaciais evidenciou que a cidade possui déficit quantitativo na arborização de ruas, mesmo quando comparada a outras cidades. Isso é evidenciado, dentre os diversos índices apresentados, pelo Déficit da arborização, na qual demonstrou que para atingir o grau de arborização adequado, é necessário o plantio de mais de 17 mil árvores nas ruas da cidade. Porém, a grande maioria das regiões da cidade apresentam ruas com calçadas de largura mínima inviável para o plantio de árvores. Isso nos permite inferir que a cidade não compatibiliza o plantio de tal número de árvores, sendo este o principal limitante para desenvolvimento da arborização, devendo o poder público elaborar estratégias para a adequação quanto a este quesito.

A cidade apresentou diferentes graus de arborização entre suas regiões, mostrando desigualdade em relação a este quesito. As regiões da cidade que se destacaram positivamente quanto à arborização foram Silvestre e Centro, enquanto as de destaque negativo foram Cachoeirinha, Passos e Nova Viçosa.

Através da análise de correlação foi possível observar que há uma relação entre densidade de árvores e densidade populacional de cada região, além de renda média de sua população. Assim, regiões menos populosas e com maior renda tendem a apresentar mais árvores. Além disso, foi possível concluir que apenas a população de cada região e a taxa de desemprego influenciam significativamente na composição florística destas.

Por fim, o município de Viçosa necessita de um Plano Diretor de Arborização Urbana, na qual este estudo servirá de subsídio, cabendo aos representantes do legislativo e executivo traçarem planos de ações de forma a potencializarem os benefícios advindos da presença de árvores nas ruas para a população de todas as regiões, bem como a necessidade de reestruturar as ruas da cidade para que estas estejam adequadas ao plantio de novos indivíduos arbóreos sem gerar conflitos com estrutura urbana nem problemas quanto à acessibilidade.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, R.M. DE ANGELIS, R. ANGELIS NETO, G. DE ANGELIS, B.L.D. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de Nova Esperança, Paraná, Brasil. **REVSBAU**, v.6, n.3, p.128-148, 2011.
- ALMAS, A.D.; CONWAY, T.M. The role of native species in urban forest planning and practice: A case study of Carolinian Canada. **Urban Forest and Urban Greening**, Munich, v.17, p.54-62, 2016.
- ALMEIDA, D.N. e NETO, R.R.M. Análise da arborização urbana de duas cidades da região norte do estado de Mato Grosso. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.899-906, 2010.
- ALVES, P.L. FORMIGA, K.T.M. Efeitos da arborização urbana na redução do escoamento pluvial superficial e no atraso do pico de vazão. **Ciênc. Florest.**, v.29 n.1, p.193-207, 2019.
- AMARAL, R.; COSTA, S. A. P.; MUZZI, M. R. S. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficiente no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. **Paisagem e Ambiente: Ensaios**, n.39, p.163-179, 2017.
- ANGELO D.H. Índices espaciais e de diversidade Florística das Zonas Central e Residencial Central de Imperatriz-MA. Dissertação: Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais da UFT, 70p., 2017.
- ARANTES, B.L. **Arborização urbana e qualidade do ar na cidade de São Paulo**. Dissertação: Programa de Pós-graduação em Recursos Florestais da USP, 87p., 2017.
- ARILUOMA, M. et al. Carbon sequestration and storage potential of urban green in residential yards: A case study from Helsinki. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.57, p. 126939, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16246-1: Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas Parte 1:Poda**. 14p., 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 3ª Ed, 148p., 2015.
- BACELAR, W.J.L. et al. Diagnóstico qualiquantitativo da arborização urbana da cidade de Monte Alegre, Pará, Brasil. **Ci. Fl**, v.30, n.4, p.1019-1031, 2020.
- BACKES, F.A.A.L. et al. Caracterização das espécies utilizadas na arborização urbana em Silveira Martins, RS. **Ornamental Horticulture**, v.17, n.2, p.167-174, 2011.
- BASSO, J.M. CORRÊA, R.S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. **Paisagem e Ambiente**, v.34, p.129-148, 2014.
- BIONDI, D. **Diagnostico da arborização de ruas da cidade do Recife**. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. 167p., 1985.

BIONDI, D. Floresta urbana. In: BIONDI, D. **Floresta urbana**. Curitiba, 202p., 2015.

BOENI, B.O. SILVEIRA, D. Diagnóstico da arborização urbana em bairros do município de Porto Alegre, RS, Brasil. **REVSBAU**, v.6, n.3, p.189-206, 2011.

BOBROWSKI, R. A floresta urbana e a arborização de ruas. In: BIONDI, D. **Floresta Urbana**. Curitiba, 202p., 2015.

BOBROWSKI, R. Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. 144p., 2011.

BOBROWSKI, R. FERREIRA, R.L.C. BIONDI, D. Descrição fitossociológica da arborização de ruas por meio de diferentes formas de expressão da dominância e da densidade. **Ciênc. Florest.**, v.26, n.4, p.1167-1178, 2016.

BRANDÃO, I.M. et al. Análise quali-quantitativa da arborização urbana do município de São João Evangelista-MG. **REVSBAU**, v.6, n.4, p.158-174, 2011.

BRITO, F., HORTA, C. J. G., & AMARAL, E. F. L. A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas. **OSF Preprints**, p.1-12, 2018.

BUCKERIDGE, M. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. **Estudos Avançados**, v.29, p.85-101, 2015.

CABRAL, L.N.; CÂNDIDO, G.A. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.11, p.1-13, 2019.

CABRAL, G.S.R. MACHADO, E.L.M. AZEVEDO, M.L. DOS SANTOS, A.C. Arborização urbana de Diamantina, Minas Gerais: que árvores temos? **Revista Espinhaço**, v.9, n.2, p.61-70, 2020.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração Florestal: Perguntas e respostas**. Editora UFV, 5ª Ed, 636p, 2017.

CARRIQUIRY, A.N. SAURI, D. MARCH, H. Community Involvement in the Implementation of Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS): The Case of Bon Pastor, Barcelona. **Sustainability**, v.12, n.2, p.510, 2020.

CARVALHO, L.A.; NOGUEIRA, J.F.; LEMOS, J.R. Inventário da arborização de um bairro da cidade de Parnaíba - Piauí, com a utilização de um sistema de informação geográfica. **Revista Casa da Geografia**, v.18, n.1, p.100-117, 2016.

CAVALCANTI, F.J.B. MACHADO, S.A. OSOKAWA, R.T. DA CUNHA, U.S. Comparação dos valores estimados por amostragem na caracterização da estrutura de uma área de floresta na Amazônia com as informações registradas no censo florestal. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1061-1068, 2011.

CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Rio de Janeiro, ano VII, n.3, p.7, 1999.

CAZETTA, E.; GALETTI, M. Ecologia das ervas-de-passarinho. *Ciência Hoje*, v. 33, n. 194, p. 72-74, 2003

CHEN, Y. et al. Rapid Urban Roadside Tree Inventory Using a Mobile Laser Scanning System. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v.12, n.9, p.3690-3700, 2019.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte, MG, 112p., 2011.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Arborização de vias públicas: guia para os municípios**. 54p., 2008.

CUNHA, V.L.C.M. Levantamento Arbóreo Viário da Zona Central do Município de Valença – RJ. Dissertação: Programa de Pós-graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da UFFRJ. 62p., 2018.

DAMACENO, F. M. NETO, S. P. CARARD, R. F. DA CUNHA, C. C. REIS, R. A. CAXAMBU, M. G. Censo da arborização urbana do município de Mamborê, Paraná. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n. 2, p. 10–19, 2018.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande – PB: inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p.1-18, 2004.

DE RIDDER, K. et al. An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. **Science of The Total Environment**, v. 334–335, p. 489-497, 2004.

DE SOUSA, L.M. FIGUEIRÊDO, M.F. BRAGA, P.E.T. Levantamento quali – quantitativo da arborização urbana do distrito de Rafael Arruda, Sobral, CE. **REVSBAU**, v.8, n.3, p.118-129, 2013.

DOS SANTOS, C.Z.A. et al. Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE. **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.751-763, 2015.

DOS REIS, A. R. N., DE OLIVEIRA, J. D., MARIA, T. R. B. D. C., HO, T. L. Floresta urbana: planejamento, implantação e manejo. **Anais da I Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal da UFPR**. Curitiba, 44p., 2017.

DWYER, J.F. et al. Assessing the benefits and costs of the urban forest. **Journal of Arboriculture**, v.18, n.5, p.227-234, 1992.

FARIA, J.L.G.; MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí-SP. **Rev.SBAU**, v.2, n.4, p.20-33, 2007.

FEITOSA, S.M.R.; GOMES, J.M.A.; NETO, J.M. M.; DE ANDRADE, C.S.P. Consequências da Urbanização na Vegetação e na Temperatura da Superfície de Teresina–Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, n.6, v.2, p.58-75, 2019.

**Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 05/08/2021

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Guidelines on urban and peri-urban forestry**. Roma, Itália. 172p., 2016.

GALLO, D. GUARALDO, E. Arborização Urbana como Infraestrutura na constituição de uma cidade com Qualidade de Vida: potencialidades em Campo Grande/MS. **Anais: XIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**. Tupã, SP, p.479-490, 2017.

GOMÉZ-VILLARINO, M.T. VILLARINO, M.G. RUIZ-GARCIA, L. Implementation of Urban Green Infrastructures in Peri-Urban Areas: A Case Study of Climate Change Mitigation in Madrid. **Agronomy**, v.11, n.1, p.31, 2021.

GONÇALVES, L.M. et al. Arborização Urbana: a Importância do seu Planejamento para Qualidade de Vida nas Cidades. **Ensaio Cienc.**, v.22, n.2, p.128-136, 2018.

GONÇALVES, W. DE PAIVA, H.N. **Implantação da Arborização Urbana – Especificações técnicas**. Editora UFV, 1ª Ed, 53 p., 2013.

GRISE, M.M. BIONDI, D. ARAKI, H. Índices espaciais da floresta urbana de Curitiba-PR. **REVSBAU**, v.13, n.4, p.101-107, 2019.

GRZYB, T., KULCZYK, S., DEREK, M., WOŹNIAK, E. Using social media to assess recreation across urban green spaces in times of abrupt change. **Ecosystem Services**, v.49, p. 101297, 2021.

HEIDT, V., AND M. NEEF. Benefits of urban green space for improving urban climate. p.84–96. In M. Carreiro et al. **Ecology, planning, and management of urban forests**, 2008.

HONECK, E. et al. Implementing Green Infrastructure for the Spatial Planning of Peri-Urban Areas in Geneva, Switzerland. **Sustainability**, v.12, n.4, p.1387, 2020.

HUNTER, R.F. et al. Environmental, health, wellbeing, social and equity effects of urban green space interventions: A meta-narrative evidence synthesis. **Environment International**, v.130, p.104923, 2019.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf>>. Acesso em: 11 de fev. de 2021.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la Société Voudoise des Sciencies Natureller*, n. 37, p. 547-579, 1901.

JARDIM, W.S. CARDOSO, K.M. DE JESUS, C.P. Caracterização e utilização de três espécies da arborização urbana no biomonitoramento de material particulado. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.9, n.2, p.23-32, 2021.

JENNINGS V.; BAMKOLE O. The Relationship between Social Cohesion and Urban Green Space: An Avenue for Health Promotion. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.16, n.3, p.452, 2019.

JORGENSEN, E. Urban forestry in Canada. In: **Proceedings of the 46th International Shade Tree Conference**. University of Toronto, Faculty of Forestry, Shade Tree Research Laboratory, Toronto, 1970.

KERSHAW, J.A.; DUCEY, M.J.; BEERS, T.W.; HUSCH, B. **Forest Mensuration**, 5th ed.; John Wiley & Sons: 632p., 2017.

KIM, H. H. Urban heat island.International. **Journal of Remote Sensing**, v.13, p.2319–2336, 1992.

KONIJNENDIJK, C.C.; RICARD; R.M.; KENNEY; A.; RANDRUP, T.B. Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.4, n. 3–4, 3, p.93-103, 2006.

LANGEMEYER, J. et al. Creating urban green infrastructure where it is needed – A spatial ecosystem service-based decision analysis of green roofs in Barcelona. **Science of The Total Environment**, v.707, p. 135487, 2020.

LI, L. UYTENHOVE, P. EETVELDE, V.V. Planning green infrastructure to mitigate urban surface water flooding risk – A methodology to identify priority areas applied in the city of Ghent. **Landscape and Urban Planning**, v.194, p. 103703, 2020.

LIMA NETO E.M. Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR. Dissertação: Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR. 108p., 2011.

LIMA NETO, E. M. Índice e métricas para a gestão das árvores de rua de Boa Vista – RR a partir de cadastro espacial. Tese: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, 168p., 2014.

LIMA NETO, E.M. MELO E SOUZA, R. Índices de densidade e sombreamento arbóreo em áreas verdes públicas de Aracaju, Sergipe. **REVSBAU**, v.4, n.4, p.47-62, 2009.

LIN, B.; ZHU, J. Changes in urban air quality during urbanization in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 188, p.312-321, 2018.

LIU, T. HUANG, D. TAN, X. KONG, F. Planning consistency and implementation in urbanizing China: Comparing urban and land use plans in suburban Beijing. **Land Use Policy**, v.94, p. 104498, 2020.

LOBATO, F.S. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização urbana do bairro pantanal do município de Macapá-AP. **Nativa**, v.9, n.1, p.76-85, 2021.

LOMBARDO, M. et al. A Ilha de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Ed. Hucitec, 244p., 1985.

LORENZI, H. Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Plantarum, 8ª Ed., 384 p., 2020.

MAECHLER, M., et al. Cluster: Fundamentos e extensões de análise de cluster. Pacote R versão 2.1.2 . URL: <https://CRAN.Rproject.org/package=cluster>, 2021.

MANJUNATHA, C.S. CHANDRASHEKAR, J.S. CHANDRASHEKHARA, B. An Overview of Multidimensional Drivers and Adverse Impacts of Urban Sprawl. **Environ. We Int. J. Sci. Tech**, v.14, p. 77-87, 2019.

MARIA, T.R.B.C. Inventário quali-quantitativo da arborização viária do município de Itanhaém - SP. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFPR, Curitiba, 102p., 2017.

MARIA, T.R.B.C.; BIONDI, D. A família Arecaceae na arborização viária de Itanhaém - São Paulo. **REVSBAU**, v.13, n.4, p. 54-64, 2018.

MARTINI, A; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. A influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciênc. Florest**, v.28, n.3, p.997-1007, 2018.

MARTINI, A; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. Variação diária do microclima urbano em diferentes tipologias de floresta urbana. **Nativa**, v.5, n.5, p.342-348, 2017.

MARTINS, L.F.V. DE ANDRADE, H.H.B.; DE ANGELIS, B.L.D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. **REVSBAU**, v.5, n.4, p.141-155, 2010.

MCPHERSON, E.G. et al. The structure, function and value of urban forests in California communities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.28, p.43-53, 2017.

MESSIAS, E.B.M. et al. Diagnóstico sobre a arborização urbana do município de Maribondo – AL. **Diversitas Journal**, v.4, n.3, p.749-763, 2019.

MEI, Y. ZHAO, X. LIN, L. GAO, L. Capitalization of Urban Green Vegetation in a Housing Market with Poor Environmental Quality: Evidence from Beijing. **Journal of Urban Planning and Development**, v.144, n.3, p. 05018011, 2018.

MILANO, M.S. **AVALIAÇÃO E ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA – PR**. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. Curitiba, 130p., 1984.

MORAIS, S.M.F. PEREIRA, A.A. OLIVEIRA, U.F. Composição florística da arborização urbana de Botelhos, MG. **Regnella Scientia**, v.4, n.2, p. 38-50, 2018.

MOREIRA, G.L. et al. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização de praças públicas do município de Planalto, BA. **ACSA**, v.14, n.2, p.168-174, 2018.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I.C.; RODRIGUES, C. Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio Tamanduateí – Região Metropolitana de São Paulo. **Geosp – Espaço e Tempo**, v. 21, n. 1, p. 257-283, 2017.

MOURA, J.S. et al. Inventário florístico e percepção da população sobre a arborização urbananacidade de Brejo Santo, Ceará. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.10, p. 75773-75792, 2020.

MOURA, R.; OLIVEIRA, S.; PÊGO, B. **Escalas da urbanização brasileira**. Brasília, DF: IPEA, 2018. (Texto para Discussão, n. 2372).

MULLANEY, J.; LUCKE, T.; TRUEMAN, S.J. A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. **Landscape and Urban Planning**, v.134, p.157-166, 2015.

NESPOLO, C.C.C. ABREU, E.L. VICENTE, C.P. PERES, R.B. Planos diretores de arborização urbana: necessidade de incorporação na legislação brasileira. **REVSBAU**, v.15, n.2, p.42-55, 2020.

NIELSEN, A.B. ÖSTERBERG, J. DELSHAMMAR, T. Review of Urban Tree Inventory Methods Used to Collect Data at Single-Tree Level. **Arboriculture & Urban Forestry**, v.40, n.2, p.96-111, 2014.

NOURI, H. BORUJENI, S.C. HOEKSTRA, A.Y. The blue water footprint of urban green spaces: An example for Adelaide, Australia. **Landscape and Urban Planning**, v. 190, p.103613, 2019.

NOWAK, D.J. et al. Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.29, p.40-48, 2018.

NUNES, R.B. RODRIGUES, E.A. Calçadas Públicas como Fator de Acessibilidade e Mobilidade Urbana na Cidade de Tefé-AM. **Revista Perspectiva Geográfica**, v.12, n.17, p.164-180, 2017.

OKSANEN, J. et al. Vegan: Community Ecology Package. R package version. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>, 2019.

OLIINYK, O. SERHIENKO, L. LEGAN, I. Public administration of economic and ecological urbanization consequences. **Fundamental and applied researches in practice of leading scientific schools**, v.37, n.1, p.27-33, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, Departamento de Economia e Assuntos Sociais, (2019). **World Urbanization Prospects 2018: Highlights**, 2019. Disponível em: < WUP2018-Highlights.pdf (un.org)>. Acesso em: 11 de fev. de 2021.

OSAKO, L.K. TAKENAKA, E.M.M. DA SILVA, P.A. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. **ANAP BRASIL**, v.9, n.14, p.1-8, 2016.

PAIVA, H.N. Seleção de espécies para arborização urbana. **Revista Ação Ambiental**, v.2, n. 9, p. 14-16, 2000.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing (v. 4.0.2). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. URL: <https://www.R-project.org/>

VIEIRA DE PAIVA, A. Aspectos da arborização urbana do centro de Cosmópolis –SP. **REVSBAU**, v.4, n.4, p.17-31, 2009.

PAULA, L. de; DUARTE, M. S. S; TOSTES, R. B.; OLIVEIRA JUNIOR, P. R. de.; RUBACK, S. S. Arborização urbana do bairro Centro do município de Cataguases, MG. **Revista Agrogeoambiental**, v.7, n. 2, p. 101-112, 2015.

PINHEIRO, C.R.; SOUZA, D.D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. **Revista Gestão & Sustentabilidade ambiental**, v.6, n.1, p.67-82, 2017.

PREFEITURA DE ARACRUZ. **GUIA DE ARBORIZAÇÃO URBANA**. 2017.

PREFEITURA DE ARACRUZ. **Manual de recomendações técnicas para projetos de arborização urbana e procedimentos de poda**. 34p., 2013.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Manual Técnico de Arborização Urbana**. 2ª Ed, 124p., 2005.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **PROGRAMA DE ARBORIZAÇÃO URBANA - Ampliação e Re-qualificação da Cobertura Vegetal do Município de São Paulo**. São Paulo, 2005.

PUISSANT, A. ROUGIER, S. STUMPF, A. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.26, p.235-245, 2014.

RABER, A.P. REBELATO, G.S. Arborização viária do município de Colorado, RS - Brasil: análise quali-quantitativa. **REVSBAU**, v.5, n.1, p.183-199, 2010.

RAIMUNDO, S. SARTI, A.C. Parques urbanos como elemento de valorização do espaço a partir de atividades de lazer e turismo. **Geograficidade**, v.9, n.2, p.104-118, 2019.

RANDRUP, T.B.; KONIJNENDIJK, C.; DOBBERTIN, M.K.; PRÜLLER, R. **The Concept of Urban Forestry in Europe**. p.9-21. In: *Urban Forest and Trees: A Reference Book*. Heildeberg, Alemanha, 2005.

PREFEITURA DE REGISTRO. **Guia de Arborização Urbana**. Registro, 34p., 2017.

REIS, K.T.A. et al. Quali-quantitative diagnosis and urban tree map in Marajoara neighborhood in the city Teófilo Otoni –MG. **International Journal of Geoscience, Engineering and Technology**, v.1, n.1, p. 54-62, 2020.

RIBEIRO, A.M. FIORI, S. Conhecendo o plano de arborização urbana do município de goioerê: um olhar para o bairro Jardim, Curitiba. **REVISTA VALORE**, v.3, n.1, p.522-530, 2018.

ROMAN, L.A. BATTLES, J.J. MCBRIDE, J.R. The balance of planting and mortality in a street tree population. **Urban Ecosyst**, v.17, n.2, p.387-404, 2013.

ROSATTO, D.R.; TSUBOY, M.S.F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. **Rev. SBAU**, v.3, n.3, p.1-16, 2008.

ROY, S. DAVISON, A. ÖSTERBERG, J. Pragmatic factors outweigh ecosystem service goals in street tree selection and planting in South-East Queensland cities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.21, p. 166-174, 2017.

SAARINEN, N. et al. Urban-Tree-Attribute Update Using Multisource Single-Tree Inventory. **Forests**, v.5, n.5, p. 1032-1052, 2014.

SALES, M.P. DE MOURA, G.J.B. OLIVEIRA, A.A.A. PIBER, R.S. Cidades verdes: uma análise do Plano Diretor de Arborização Urbana do município de Salvador (BA). **REMOA**, v.20, e.1, 2021.

SANCHES, P.M. DA COSTA, J.A. SILVA FILHO, D.F. Análise comparativa dos planos diretores de arborização enquanto instrumento de planejamento e gestão. **REVSBAU**, v.3, n.4, p.53-84, 2008.

SANTAMOUR, F. S. Trees for urban planting: diversity, uniformity and common sense. In: **Conference of The Metropolitan Tree Improvement Alliance**, 1990, Lisle. Proceedings... Lisle: Metria, p. 57-65, 1990.

SANTOS, C. Z. A. et al. Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE. **Ci. Fl.**, v.25, n.3, p.751-763, 2015.

SARQUIS, I.R.; VAZQUEZ, G.H.; VANZELA, L.S Avaliação quantitativa da cobertura arbórea dos bairros centrais de Macapá (AP). **RBCIAMB**, n.40, p. 27-42, 2016.

SHUVO, F.K. FENG, X. ASTELL-BURT, T. Urban green space quality and older adult recreation: an international comparison. **Cities & Health**, p.1-21, 2020.

SILVA, A. G.; PAIVA, H. N., GONÇALVES, W. **Avaliando a arborização urbana. Viçosa**: Editora Aprenda Fácil, 2007. 346 p. (Série Arborização Urbana - Coleção Jardinagem e paisagismo, Vol. 5).

SILVA, A.A. CARDOSO, K.M. Diagnóstico e caracterização da arborização urbana de vias públicas da cidade de Araçuaí, semiárido de Minas Gerais. **REVSBAU**, v.15, n.4, p. 73-92, 2020.

SILVA, A.G. GONÇALVES, W. LEITE, H.G. SANTOS, E. Comparação de três métodos de obtenção de dados para avaliação quali-quantitativa da arborização viária, em Belo Horizonte-MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.1, n.1, p.31-44, 2006.

SILVA, A.G.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Avaliando a Arborização Urbana**. Aprenda Fácil, Viçosa, MG, 346p, 2007.

SILVA, R.N. Caracterização e análise quali-quantitativa da arborização em praças da área central da cidade de Arapiraca, AL. **RevSbau**, Piracicaba – SP. v.7, n.2, p.102-115, 2012.

SILVA, I.R. et al. Diagnóstico visual e fitossociologia na arborização de praças em Paragominas, Pará. **REVSBAU**, v.13, n.1, p.1-13, 2018.

SIMÃO, M.V.R.C. et al. Árvores da Mata Atlântica - Livro ilustrado para identificação de espécies típicas de floresta estacional Semidecidual. O Autor, 1ª Ed., 233 p., 2017.

SINGH, R.B. Urbanization in South and South West Asia Characteristics and Consequences. **NGJI, An International Refereed Journal**, v.64, n.3-4, 2018.

SJÖMAN, H.; MORGENROTH, J.; SJÖMAN, J. D.; SÆBØ, A.; KOWARIKE, I. Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 18, n. 1, p. 237-241, 2016.

SOARES, A.M.J.; ALVES, R.L.; TARGINO, E.N.M.A. Acessibilidade na arborização urbana: percepção de deficientes visuais sobre a mobilidade em espaços públicos arborizados. **REVSBAU**, v.12, n.3, p. 51-65, 2017.

SOARES, C.P.B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Editora UFV, 2ª Ed, 272p, 2011.

SOARES, J. PELLIZZARO, L. Inventário da Arborização Urbana do município de Ampére (Paraná – Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.5, n.1, p.111-127, 2019.

SOUZA, A.S. ESPÍNDULA, L. Mobilidade e acessibilidade em pequenas cidades: um estudo na cidade de Alto Caparaó, MG. Trabalho de conclusão de curso: Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FACIG. Manhuaçu, MG, 20p., 2018.

SOUZA, M.M. BITTENCOURT, A.R. MARTINI, A. Diagnóstico sobre a queda de árvores urbanas em Belo Horizonte-MG. **Advances in Forestry Science**, v.7, n.1, p. 867-875, 2020.

TALLIS, M.; TAYLOR, G.; SINNETT, D.; FREER-SMITH, P. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. **Landscape and Urban Planning**, v.103, n.2, p.129-138, 2011.

TAN, Z. LAU, K.K. NG, E. Planning strategies for roadside tree planting and outdoor comfort enhancement in subtropical high-density urban áreas. **Building and Environment**, v.120, p.93-109, 2017.

TERKENLI, T.S. et al. Tourist perceptions and uses of urban green infrastructure: An exploratory cross-cultural investigation. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.49, p. 126624, 2020.

THOMSEN, P. BÜHLER, O. KRISTOFFERSEN, P. Diversity of street tree populations in larger Danish municipalities. **Urban Forestry & Urban Greening**, v.15, p. 200-210, 2016.

VAN, T.T. et al. Optical Remote Sensing Method for Detecting Urban Green Space as Indicator Serving City Sustainable Development. **Proceedings**, v.2, n.3, p.140, 2017.

VOLPE-FILIK, A.; DA SILVA, L.F.; LIMA, A.M.L.P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. *Revista da sociedade brasileira de arborização urbana*, v. 2, n. 1, p.34-43, 2007.

WANG, X.; HUI, E.C.; CHOGUILL, C.; JIA, S. The new urbanization policy in China: Which way forward? *Habitat International*, v.47, p. 279-284, 2015.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. 1992.

WHITE, B.L.A. RIBEIRO, A.S. WHITE, L.A.S. NASCIMENTO JUNIOR, J.E. Análise da ocorrência de erva-de-passarinho na arborização da Universidade Federal de Sergipe, campus São Cristóvão. *FLORESTA*, v.41, n.1, p.1-8, 2011.

ZAMPRONI, K. BIONDI, D. MARIA, T.R.B.C. BOBROWSKI, R. Características fitossociológicas da arborização viária de Bonito-MS. *REVSBAU*, v.14, n.4, p.13-25, 2019.

ZAMPRONI, K. **Diagnóstico e percepção da arborização viária de Bonito-MS**. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. 94p., 2017.

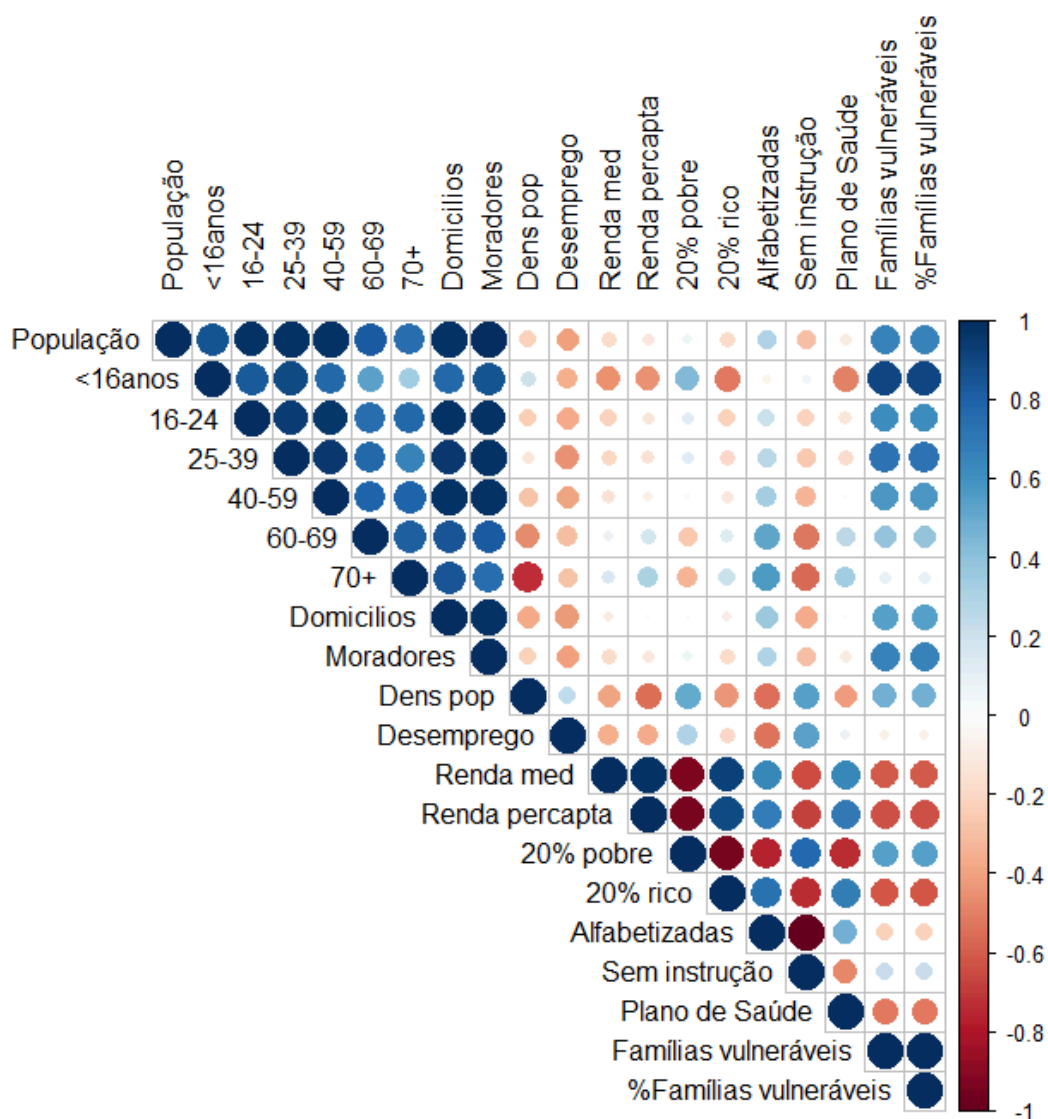
ZARDIN, M.C. Avaliação quali-quantitativa da arborização viária do município de Augusto Pestana – RS. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. Curitiba, 85p., 2018.

ZAZYKI, M.A.D.; DE MOURA, G.L. Urbanização no Brasil: a relação entre direito de propriedade e bem-estar social à luz da Constituição Federal de 1988. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, p.1-24, 2020.

ZHOU, X., & PARVES RANA, M. Social benefits of urban green space. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 23, n.2, p. 173–189, 2012.

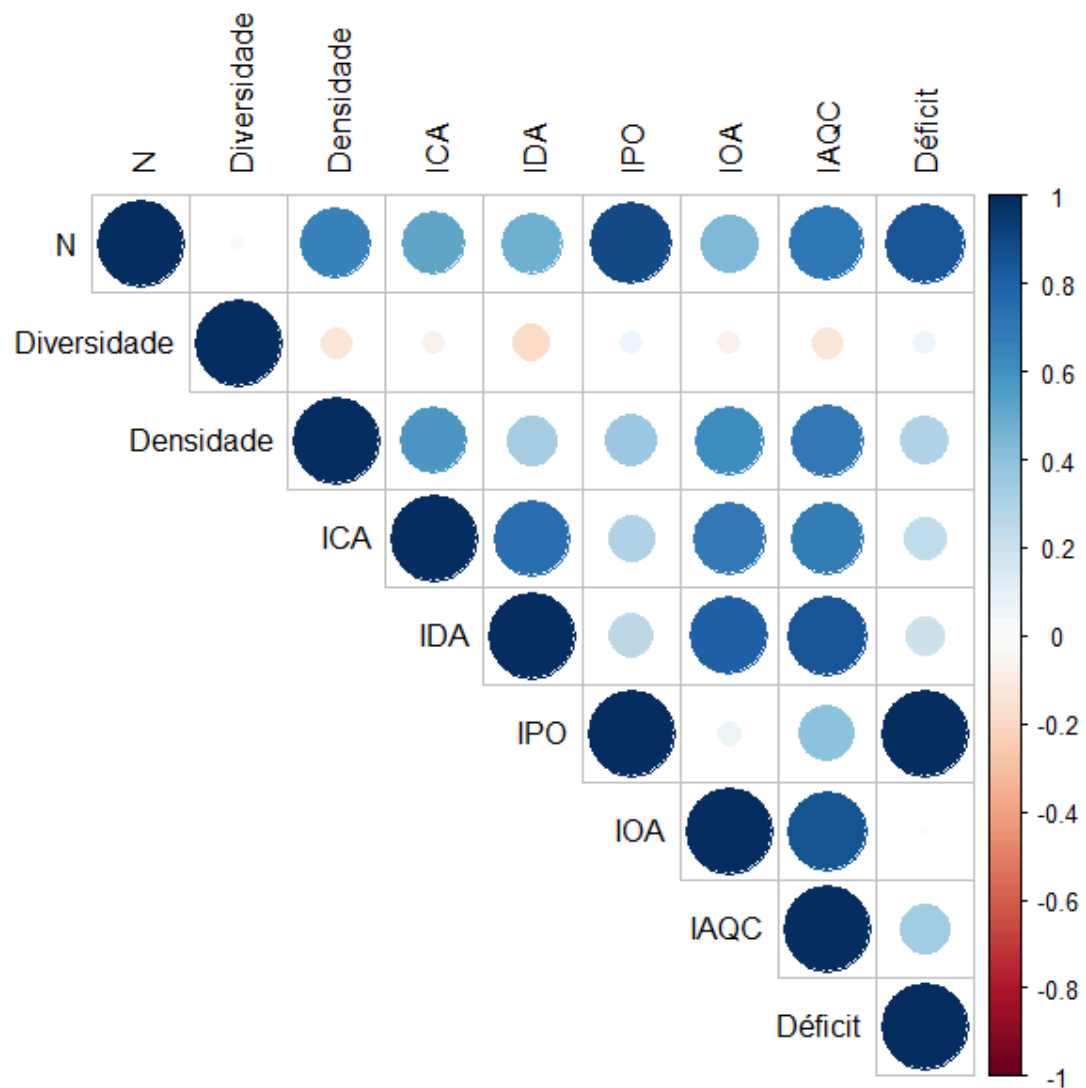


**Apêndice B.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis socioeconômicas.



Nota: Os círculos em azul escuro indicam correlações positivas, enquanto os círculos em vermelho escuro indicam correlações negativas. O tamanho do círculo e a intensidade da cor indicam a força da correlação.

**Apêndice C.** Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis de arborização.



Nota: Os círculos em azul escuro indicam correlações positivas, enquanto os círculos em vermelho escuro indicam correlações negativas. O tamanho do círculo e a intensidade da cor indicam a força da correlação.

N = número de indivíduos. ICA = Índice de Cobertura Arbórea. IDA = Índice de Densidade Arbórea. IPO = Índice de Plena Ocupação. IOA = Índice de Ocupação Atual. IAQC = Índice de Árvores por Quilômetro de Calçada.

**Apêndice D.** Significância da influência das variáveis socioeconômicas na composição florística da arborização de ruas de Viçosa, MG

<b>Variável</b>	<b>NMDS1</b>	<b>NMDS2</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>P-valor</b>
População	-0,439	-0,898	0,470	0,026*
Densidade populacional	0,151	0,989	0,030	0,841
Desemprego	0,706	-0,709	0,360	0,094*
Renda média	-0,297	0,955	0,270	0,196

Em que: R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; \*= significativo a 90% de probabilidade.