

TRAÇOS FUNCIONAIS E ESTRATOS VERTICAIS NA ARBORIZAÇÃO DE UMA PRAÇA DE MONTES CLAROS, MINAS GERAIS

FUNCTIONAL FEATURES AND VERTICAL STRUCTURES IN THE AFFORESTATION OF A SQUARE IN MONTES CLAROS, MINAS GERAIS

Carlos Emílio de Sant'Ana Pinter Pastorello¹ , Márcio Venícius Barbosa Xavier² , Ana Paula Mota Fonseca² , Ruth Monte Alto Souza Aguiar³ , Maria Auxiliadora Pereira Figueiredo⁴ 

RESUMO

Práticas que planejam estruturalmente a arborização urbana e selecionam espécies considerando atributos funcionais foliares em função da localização, movimentação de pessoas e condições climáticas são escassas. Objetivou-se caracterizar a densidade de enfolhamento da copa, deciduidade foliar, estratificação vertical e adensamento da arborização da Praça Doutor João Alves, em Montes Claros, Minas Gerais. Foram amostrados todos os indivíduos da comunidade com Circunferência à Altura do Peito ≥ 10 cm. As espécies foram classificadas quanto à densidade de enfolhamento da copa (média, rala e densa) e deciduidade foliar (caducifólia, subcaducifólia e perenifólia). Para a comunidade foi verificada a presença de estratificação vertical, e categorizada quanto à densidade (4 classes) e disposição de indivíduos (6 classes). Foram amostrados 53 indivíduos, distribuídos em 22 espécies e 13 famílias. Na praça há o predomínio de espécies com densidade de enfolhamento da copa variando de média a densa (18 sp.), e maior número de espécies subcaducifólias (8 sp.). Há três estratos bem definidos. O perfil geral de agrupamento varia de rarefeitos a densos e a disposição entre difusa, intersectante à aglomerada. Os resultados podem subsidiar a seleção das espécies para comporem o plano de arborização de Montes Claros e cidades vizinhas.

Palavras-chave: Conforto térmico, Deciduidade foliar, Densidade de enfolhamento, Floresta urbana; Regiões áridas e semiáridas.

ABSTRACT

Practices that structurally plan urban afforestation and select species considering leaf functional attributes as a function of location, movement of people and climatic conditions are scarce. The objective was to characterize the canopy leaf density, leaf deciduity, vertical stratification and afforestation density of Praça Doutor João Alves, in Montes Claros, Minas Gerais. All individuals in the community with a Diameter at Chest Height ≥ 10 cm were sampled. The species were classified according to the canopy leaf density (medium, thin and dense) and leaf deciduity (deciduous, sub-deciduous, and evergreen). For the community, the presence of vertical stratification was verified, and categorized according to density (4 classes) and disposition of individuals (6 classes). 53 individuals were sampled, distributed in 22 species and 13 families. In the square, there is a predominance of species with canopy foliage density ranging from medium to dense (18 sp.), and a greater number of sub-deciduous species (8 sp.). There are three well-defined strata. The general grouping profile varies from rarefied to dense and the arrangement between diffuse, intersecting and agglomerated. The results can support the selection of species to compose the afforestation plan of Montes Claros and neighboring cities.

Keywords: Thermal comfort, Leaf deciduity, Foliage density, Urban forest, Arid and semi-arid regions.

Recebido em 31.08.2022 e aceito em 18.10.2022

1 Graduando em engenharia florestal. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros/MG. Email: carlospastorello@hotmail.com

2 Engenheiros florestais. Mestrando em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte/MG. Emails: mvbx293@gmail.com / anapaulamota577@gmail.com

3 Engenheira florestal. Mestranda em Ciências Florestais. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros/MG. Email: ruthmontalto@hotmail.com

4 Engenheira Florestal. Doutora em Engenharia Florestal. Professora Adjunta. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros/MG. Email: doraengflor@gmail.com

INTRODUÇÃO

A ocorrência de fenômenos climáticos extremos tem sido recorrente, com destaque para as ondas de calor e a extensão dos períodos de seca (Intergovernmental Painel on Climate Change, 2022). As previsões apontam que os centros urbanos terão o maior aumento da temperatura por conta da ausência ou pouca vegetação nestes ambientes (IPCC, 2022). A situação será ainda mais crítica em regiões áridas e semiáridas devido ao clima ser naturalmente quente (IPCC, 2022). Visando contornar este cenário, surgiram várias estratégias para melhorar o conforto térmico nas cidades, especialmente com o uso da arborização (AZEVEDO et al., 2015; MARTINI; BIONDI; BATISTA, 2020; ABDULBAQI, 2022). Porém, uma parcela representativa destas ações se baseiam apenas no plantio de árvores em função da disponibilidade em viveiros e preferências pessoais, o que resulta em incompatibilidades com o entorno do plantio, afetando a função ambiental desejada (OLDFIELD et al., 2013). Além desse aspecto, as práticas que planejam estruturalmente a arborização e selecionam espécies considerando atributos funcionais em função da localização, movimentação de pessoas e condições climáticas são escassas (OLDFIELD et al., 2013; ABREU-HARBICH; LABAKI; MATZARAKIS, 2015; ZAPPI et al., 2022).

Em ecossistemas florestais é comum a presença de estratos verticais, camadas de vegetação constituídas por formas de vida vegetal e/ou em classes de idade diferentes em distintas alturas (PARKER; BROWN, 2000). Os estratos diferem em características funcionais e de composição devido à ação de filtros ambientais, como luminosidade e temperatura (SMITH, 1973; PARKER; BROWN, 2000). Entre os principais benefícios que este arranjo estrutural propicia tem-se a redução de temperatura à medida que se aproxima do nível do solo por conta da absorção de radiação solar pelas plantas, processo influenciado por atributos funcionais das folhas (PARKER; BROWN, 2000). A estruturação vertical é tão vantajosa em florestas naturais que foi replicada e incluída como carácter típico em sistemas artificiais de produção agrícola e florestal, como nos sistemas agroflorestais (LUNZ; FRANKE, 1998).

As folhas são órgãos com expressiva adaptação fenotípica devido maior exposição às variações ambientais. As diferenças nas características foliares entre grupos em uma comunidade são importantes para entender suas relações com o meio (PARKER; BROWN, 2000). No entanto, além de poucos os estudos abordando atributos funcionais foliares na arborização urbana, não se considera a relação entre os atributos e a estrutura da comunidade (OLDFIELD et al., 2013).

As principais pesquisas sobre seleção de espécies para a arborização urbana indicam o uso preferencial da flora nativa devido à melhor adaptação edafoclimática. São vários os casos de sucesso com plantas nativas cumprindo princípios da silvicultura urbana (ABREU-

HARBICH, LABAKI, MATZARAKIS, 2015; MARTINI; BIONDI; BATISTA, 2020; FONSECA et al., 2022). Porém, em mesorregiões semiáridas como o norte de Minas Gerais, onde uma das principais funcionalidades da arborização é produzir sombra na época seca, usar plantas nativas é um desafio. Esta mesorregião é caracterizada por um ecótono entre cerrado *sensu stricto*, caatinga e floresta estacional decidual (ARRUDA et al., 2013), e uma parcela representativa das plantas destes ecossistemas apresentam deciduidade foliar variando de 50 a 100% no período de seca. Estas são justamente as espécies comumente observadas na arborização de cidades da região, como *Handroanthus impetiginosus* (ipê-roxo), *Ceiba pubiflora* (paineira), *Triplaris gardneriana* (pau-formiga) e *Tabebuia roseoalba* (ipê-branco) (VELOSO et al., 2015; SANTOS; FONSECA; GONÇALVES, 2019; SILVEIRA; PASTORELLO; FONSECA, 2020; XAVIER et al., 2021; FONSECA et al., 2022; XAVIER et al., 2022). A elevada deciduidade compromete o uso de várias plantas nativas ao se considerar o fator sombra, visto que a mesorregião possui um dos maiores índices de incidência solar no Brasil e o período de seca se estende por 7 meses no ano (INMET, 2022).

Pesquisas de cunho funcional têm mostrado que avaliações descritivas como tamanho de folha e grau de deciduidade e suas relações com a estrutura da comunidade são informações importantes para compreender questões envolvendo temperatura (NÚÑEZ-FLOREZ; PÉREZ-GÓMEZ; FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, 2019; ZAPPI et al., 2022). Logo, a associação entre estratificação florestal e o conjunto de atributos foliares pode ser uma estratégia interessante para a seleção de plantas compatíveis com estes ambientes, isto é, espécies que mantêm pelo menos parte das folhas nas copas durante a estação seca e, dessa forma, produzam sombra satisfatória durante os períodos de maior insolação. Assim, essa abordagem se configura em uma alternativa interessante para a seleção de plantas que favoreçam o conforto térmico em cidades, além de auxiliar na elaboração de modelos para o planejamento da arborização urbana.

Diante disso, objetivou-se avaliar a arborização da Praça Dr. João Alves, Montes Claros, MG, para responder as questões: (i) Qual é o perfil do adensamento foliar da copa e deciduidade foliar? (ii) Há uma estratificação vertical bem definida nesta comunidade? (iii) Qual o perfil de agrupamento e disposição dos indivíduos? E fazer inferências sobre estes atributos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Praça Doutor João Alves (PDJA) (Figura 1) possui 2.941 m² e está localizada no Centro da cidade de Montes Claros, MG. Em seu entorno estão a Escola Estadual Gonçalves Chaves, a FUNORTE - *Campus* São Norberto, além de imóveis residenciais e comerciais. A proximidade com estas estruturas e a localização favorece o intenso fluxo de pessoas.

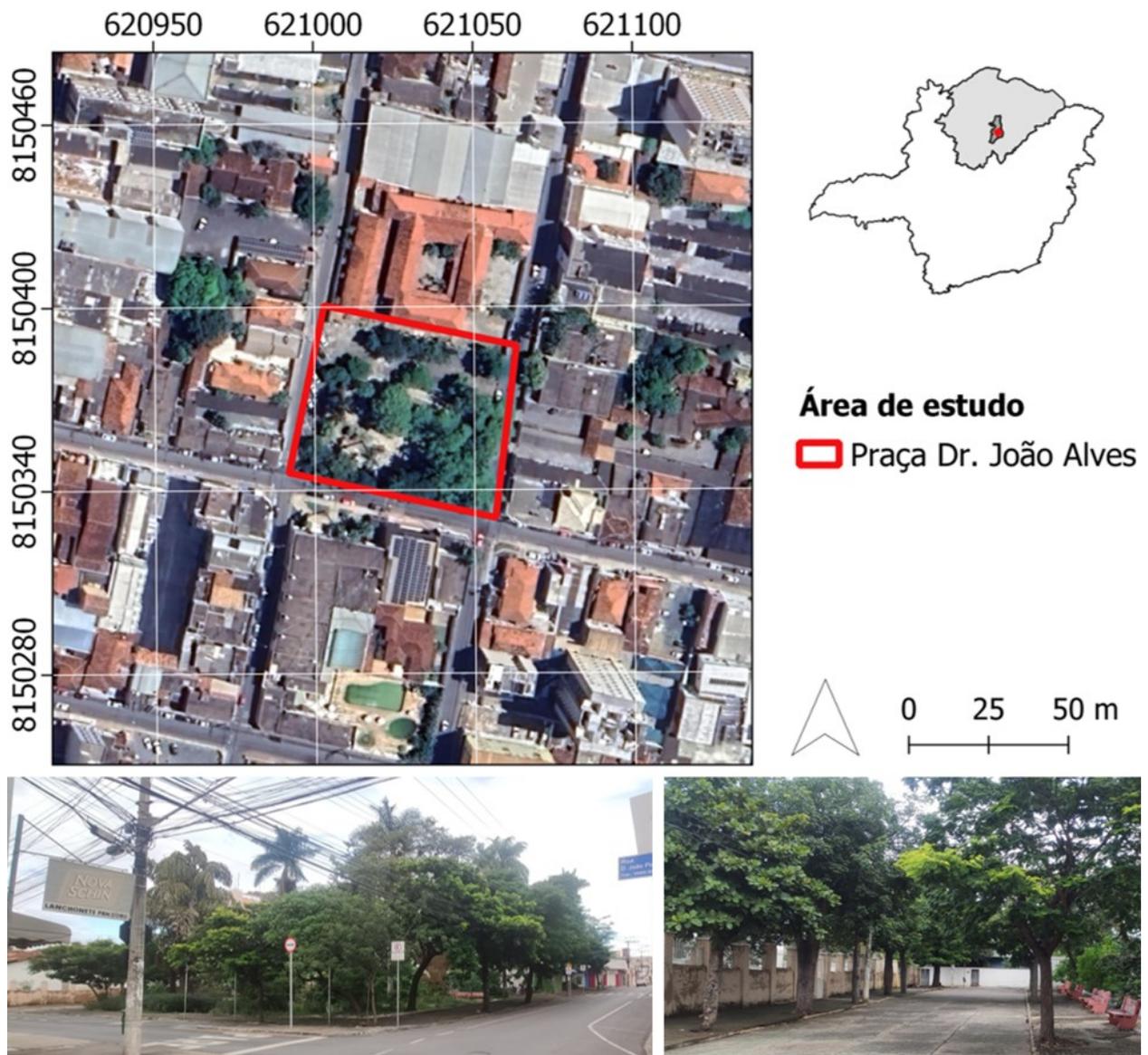


Figura 1. Praça Dr. João Alves, Montes Claros, Minas Gerais
 Figure 1. Dr. João Alves Square, Montes Claros, Minas Gerais

O clima da região é do tipo Aw de Koppen (elevadas temperaturas ao longo do ano e chuvas concentradas no verão), com temperatura média anual de 23,5 °C e precipitação média anual entre 1.000 e 1.100 mm. O período de seca na região se estende entre os meses de abril

a setembro, quando índices de precipitação inferiores a 50 mm/mês podem ser observados (INMET, 2022) (Figura 2). O município se encontra em um ecótono entre cerrado *sensu stricto*, caatinga e floresta estacional decidual (ARRUDA et al., 2013).

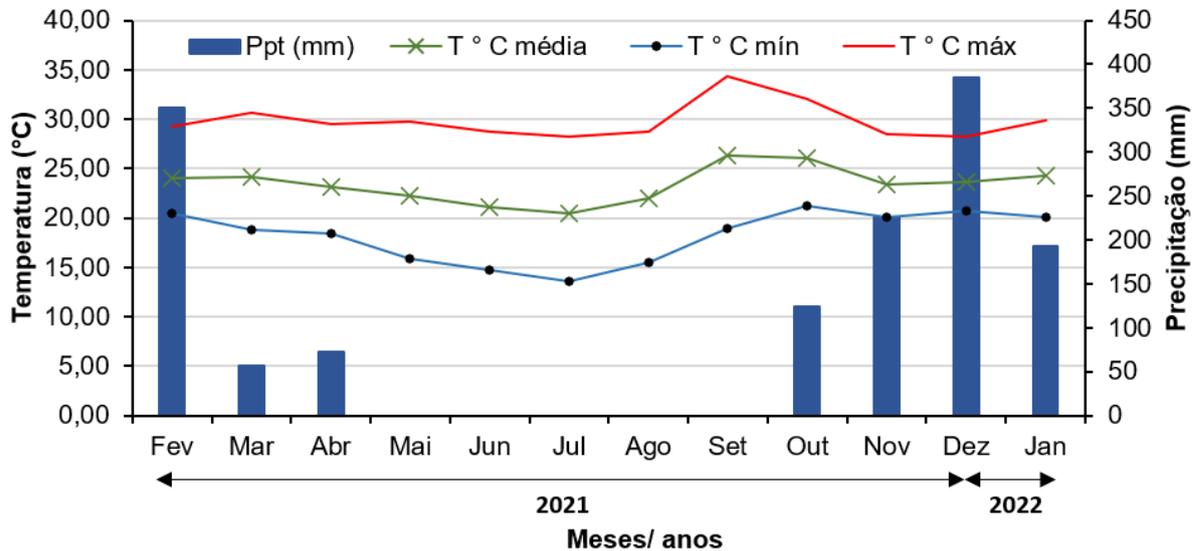


Figura 2. Temperaturas e precipitação durante o período de estudo, Montes Claros, Minas Gerais
Figure 2. Temperatures and precipitation during the study period, Montes Claros, Minas Gerais

Coleta de dados

A amostragem foi realizada em fevereiro de 2021. Foram considerados todos os indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) ≥ 10 cm. As espécies foram identificadas no local. A altura foi determinada pelo método da vara, que consiste do uso de uma vareta de comprimento conhecido que deve ser afastada da árvore (verticalmente) por um operador, até que a sua altura coincida com a altura da árvore, pode-se assim estimar o tamanho de árvores por meio de relações trigonométricas (ENCINAS; SILVA; TICCHETTI, 2002).

Medida de deciduidade e densidade de enfolhamento da copa

As medidas de deciduidade foliar e densidade de enfolhamento da copa (Tabela 1) foram obtidas por meio de estimativa visual realizada por um único observador. Foram efetuadas uma visita por mês entre fevereiro de 2021 e janeiro de 2022.

Tabela 1. Deciduidade e densidade de enfolhamento da copa
Table 1. Canopy deciduity and foliage density

| Densidade de enfolhamento da copa | Deciduidade foliar |
|---|---|
| Rala: com ramificações esparsas e não formam um adensamento que impeça a visão através da copa | Caducifólia: perda de 100% da folhagem no período de seca |
| Média: com média ramificação e adensamento que impeça parcialmente a visão através da copa | Subcaducifólia: perda de folhagem variando entre 25 e 50% no período de seca |
| Densa: com elevada ramificação e elevado número de folhas | Perenifólia: perda de menos de 10% da folhagem no período de seca |

As qualificações quanto a deciduidade foliar e densidade de enfolhamento da copa foram usadas como uma medida indireta da disponibilidade de luz na comunidade. Isso porque quanto maior o enfolhamento da copa e menor a deciduidade, maior a interceptação da luz pela folhagem e menor a disponibilidade de luz nos estratos inferiores (SANQUETTA, 1995).

Medida de densidade e disposição dos indivíduos

Para se obter as medidas de densidade e disposição dos indivíduos na comunidade, foi realizada a visualização em campo, conforme Peixoto, Labaki e Santos (1995) (Figura 3, Tabela 2).



Figura 3. Disposição e densidade dos indivíduos.
Figure 3. Disposition and density of individuals

Tabela 2. Classes de densidade e disposição dos indivíduos na comunidade
Table 2. Density classes and disposition of individuals in the Community

| Densidade dos indivíduos | Disposição dos indivíduos |
|---|--|
| Isolado: Indivíduo separado dos outros elementos de um mesmo conjunto | Casual: Indivíduos dispostos casualmente de forma aleatória |
| Parcialmente isolado: Indivíduos distantes entre si | Pontual: Indivíduos dispostos equidistantes entre si |
| Agrupados/rarefeitos: Indivíduos próximos entre si, de modo que as copas não se tocam | Isolada: Muitos indivíduos dispostos de forma ordenada e relativamente juntos, sem formar um dossel |
| Agrupados/densos: Indivíduos muito próximos uns dos outros de modo que as copas se tocam, formando um dossel | Difusa: Indivíduos dispostos em mosaicos, onde as copas se tocam formando um dossel |
| — | Intersectante: Indivíduos dispostos em fileira, formando um dossel. |
| — | Agglomerada: Indivíduos dispostos de forma muito unida, onde as copas se tocam formando um dossel |

Processamento dos dados

A análise da estratificação vertical foi conduzida pela distribuição do número de indivíduos nos diferentes estratos, conforme método proposto por Souza, Meira Neto e Schetino (1998).

Estrato inferior: indivíduos com $h_i < (\bar{h} + s)$

Estrato médio: indivíduos com $(\bar{h} - s) \geq h_i < (\bar{h} + s)$

Estrato superior: indivíduos com $h_i \geq (\bar{h} + s)$

Em que: \bar{h} = Média das alturas totais (h_1) dos indivíduos amostrados e; s = Desvio padrão das alturas totais (h_1) dos indivíduos amostrados.

A área basal (G) de cada estrato foi obtida a partir da soma de todas as áreas seccionais (g) dos indivíduos, convertidos em m^2 , calculada por meio da fórmula:

$$g = \frac{\pi * DAP^2}{40.000}$$

Em que: π = valor de razão entre a circunferência e diâmetro de um círculo; DAP = diâmetro medido a altura do peito dos indivíduos; e 40.000 = fator de conversão para se obter a área seccional quando o diâmetro é dado em centímetros.

Assim, a fórmula de área basal é expressa por:

$$\sum_{i=1}^n g_i$$

Os cálculos foram realizados no *software* Mata Nativa 4.0 (CIENTEC, 2016) e os resultados foram interpretados por meio de análises descritivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade de enfolhamento da copa e deciduidade foliar

Foram amostrados 53 indivíduos, distribuídos em 22 espécies, 13 famílias e 22 gêneros. Sobre a densidade de enfolhamento da copa, 9 espécies (40,9%) foram qualificadas como densa; 9 (40,9%) como média e 4 (18,18%) como rala. Sobre a deciduidade foliar, 7 espécies (31,82%) foram qualificadas como perenifólias; 8 (36,36%) como subcaducifólias e 7 (31,82%) como caducifólias (Tabela 3).

Tabela 3. Número de indivíduos, enfolhamento e estratificação vertical da arborização da praça Doutor João Alves, Montes Claros, Minas Gerais

Table 3. Number of individuals, foliage and vertical stratification of afforestation in the Doutor João Alves square, Montes Claros, Minas Gerais

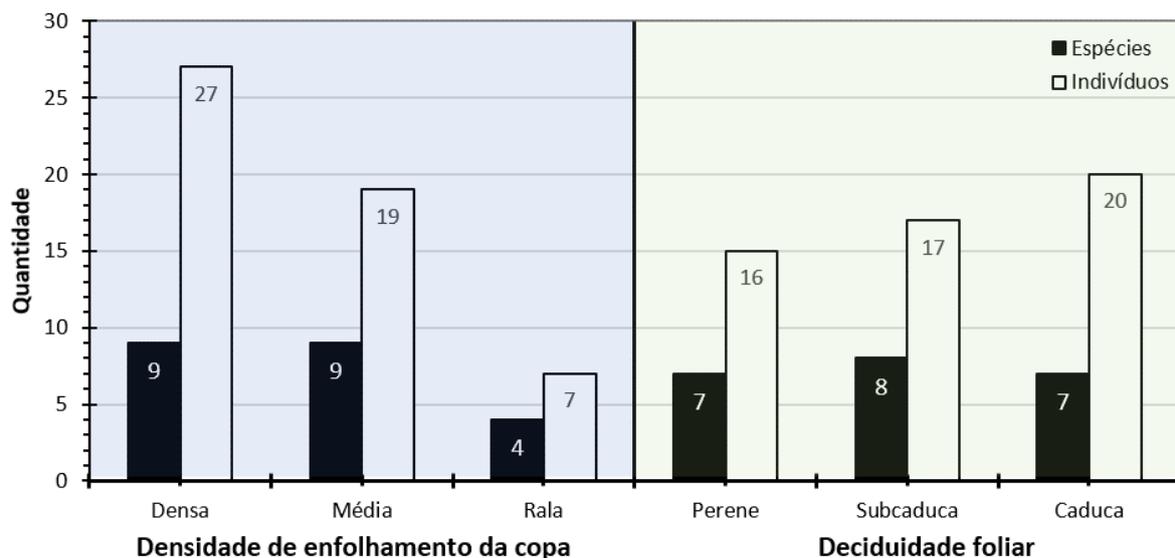
| Lista florística | | | Enfolhamento | | Posição ocupada no estrato | | |
|--|------------------------|----|--------------|------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| Família/Espécie | Nome popular | NI | Des. | Dec. | $h_1 < 4,60$ | $4,60 \leq h_1 < 11,36$ | $h_1 \geq 11,36$ |
| ANACARDIACEAE | | | | | | | |
| <i>Mangifera indica</i> L. | mangueira | 1 | D | P | 1 | 0 | 0 |
| APOCYNACEAE | | | | | | | |
| <i>Plumeria rubra</i> L. | jasmim-manga | 1 | M | Sc | 0 | 1 | 0 |
| ARECACEAE | | | | | | | |
| <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart. | Macaúba | 1 | D | P | 0 | 1 | 0 |
| <i>Caryota mitis</i> Lour. | palmeira-rabo-de-peixe | 3 | D | P | 0 | 2 | 1 |
| <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook | palmeira-real | 5 | D | P | 0 | 0 | 5 |
| <i>Washingtonia</i> cf. <i>filifera</i> (Linden ex André) H.Wendl. | palmeira-de-saia | 3 | D | P | 0 | 2 | 1 |
| ASTERACEAE | | | | | | | |
| <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray | girassol-mexicano | 4 | R | C | 0 | 4 | 0 |
| BIGNONIACEAE | | | | | | | |
| <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos | ipê-rosa | 1 | M | C | 0 | 1 | 0 |
| <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore | ipê-amarelo | 1 | M | C | 1 | 0 | 0 |
| <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. | bisnagueira | 3 | M | Sc | 1 | 2 | 0 |
| COMBRETACEAE | | | | | | | |
| <i>Terminalia catappa</i> L. | sete-copas | 4 | M | Sc | 0 | 4 | 0 |
| FABACEAE | | | | | | | |
| <i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth. | albizia/faveiro | 2 | D | C | 0 | 2 | 0 |
| <i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis | sibipiruna | 4 | D | Sc | 0 | 4 | 0 |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | leucena | 1 | M | Sc | 0 | 1 | 0 |
| <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. | algarobeira | 6 | D | C | 0 | 3 | 3 |
| MALVACEAE | | | | | | | |
| <i>Ceiba pubiflora</i> (A.St.-Hil.) K.Schum. | paineira | 5 | M | C | 1 | 4 | 0 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | mutamba | 2 | M | Sc | 1 | 1 | 0 |
| MYRTACEAE | | | | | | | |
| <i>Psidium guajava</i> L. | goiabeira | 1 | M | Sc | 1 | 0 | 0 |
| NYCTAGINACEAE | | | | | | | |
| <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd. | buganville | 1 | R | P | 0 | 1 | 0 |
| POLYGONACEAE | | | | | | | |
| <i>Triplaris gardneriana</i> Wedd. | pau-formiga | 1 | R | C | 0 | 1 | 0 |
| RUBIACEAE | | | | | | | |
| Indeterminada | — | 1 | R | Sc | 1 | 0 | 0 |
| SAPINDACEAE | | | | | | | |
| <i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk. | pitomba | 2 | D | P | 0 | 2 | 0 |
| Total | | 22 | | | 7 | 36 | 10 |

Nota: Número de indivíduos (N); Densidade de enfolhamento da copa (Des.): Densa (D), Média (M), Rala (R); Deciduidade foliar (Dec.): Perenifólia (P), Subcaducifólia (Sc), Caducifólia (C); Altura (h).

Ao todo, 81,82% das espécies e 86,79% dos indivíduos variaram de média a densa em relação a densidade de enfolhamento da copa (Figura 4). A família Arecaceae foi a mais representativa, com quatro espécies (*Roystonea oleracea*, *Caryota mitis*, *Washingtonia* cf. *filifera* e *Acrocomia aculeata*), as quais foram qualificadas como densa; seguida por Fabaceae, com três espécies (*Albizia lebbbeck*, *Prosopis juliflora* e *Cenostigma pluviosum*). Na categoria média, Bignoniaceae foi a mais representativa, com três espécies (*Tabebuia aurea*, *Handroanthus heptaphyllus* e *Spathodea campanulata*); seguida por Malvaceae, com duas

espécies (*Guazuma ulmifolia* e *Ceiba pubiflora*). Em comunidades estratificadas verticalmente como a da PDJA é preferível que as plantas com densidade foliar densa ou média componham os estratos superiores. A maior área de cobertura foliar intercepta mais radiação solar, propiciando uma melhora microclimática abaixo do estrato inferior, por onde a população transita (ZORZI, 2014).

Figura 4. Densidade de enfolhamento da copa e deciduidade foliar
Figure 4. Canopy leaf density and leaf deciduousness



Em relação à deciduidade foliar (Figura 4), verificou-se que 31,82% das espécies são perenifólias. Nesta categoria, todas as palmeiras foram classificadas como perenifólias. Outros 36,36% das espécies foram qualificadas como subcaducifólias, destacando-se *Terminalia catappa* e *C. pluviosum*. As demais espécies (31,82%) foram qualificadas como caducifólias; nesta categoria se encontram duas das três espécies com maior número de indivíduos na comunidade, *P. juliflora* e *C. pubiflora*.

Devido à deciduidade de *P. juliflora* e *C. pubiflora*, recomenda-se o uso consorciado com espécies perenifólias ou subcaducifólias. Uma alternativa interessante é a *C. pluviosum*, pois o microclima formado pela sombra dessa planta pode reduzir a temperatura entre 12 e 16 °C quando agrupada, e entre 12,5 e 14,5 °C quando isolada (ABREU- HARBICH LABAKI; MATZARAKIS, 2015), e a espécie é comumente observada na arborização da região.

No geral, em zonas áridas e semiáridas é recomendado o uso de espécies arbóreas ou arborescentes que compartilhem características de densidade de enfolhamento da copa variando de média a densa, e deciduidade variando de subcaducifólia a perenifólia. Na PDJA há algumas espécies-chave com base na combinação destas características, isto é, copa densa e perenifólia (*Arecaceas* e *Talisia esculenta*); copa densa e subcaducifólia (*C.*

pluviosum); adensamento de copa médio e subcaducifolia (*T. catappa*, *G. ulmifolia*, *S. campanulata* e *Psidium guajava*). Para as espécies indicadas foi considerado a produção do recurso sombra entre a abril a setembro, época seca em Montes Claros (Figura 2). Plantas caducifolias também são funcionais na arborização em relação à sombra, mas no período favorável ao crescimento, quando estão com 100% da folhagem.

Estratificação vertical e adensamento da comunidade

A estrutura vertical da comunidade tem três estratos: superior ($h_1 \geq 11,36$), médio ($4,60 \leq h_1 < 11,36$) e inferior ($h_1 < 4,60$) (Figura 5, Tabela 4).



Figura 5. Perfil de estratificação da comunidade
Figure 5. Community stratification profile

No estrato superior foram verificados 10 indivíduos e 4 espécies (Tabela 4). Há o predomínio das palmeiras (três espécies), sendo *R. oleracea* exclusiva deste estrato. As palmeiras são plantas arborescentes com bom desenvolvimento nas zonas tropicais (BAKER; DRANSFIELD, 2016). Essas angiospermas são comuns na arborização urbana devido à facilidade de se encontrar mudas, cultivo prático e estética que se adapta à vários ambientes (LORENZI et al., 1996). Em eventos extremos como chuvas torrenciais, espécies de palmeiras

estão entre as poucas que se mantêm resistentes, pois a sua estrutura anatômica permite maior flexibilidade do caule. Devido a ocuparem a porção superior na estratificação, este estrato recebe a maior radiação solar.

Tabela 4. Divisão dos estratos verticais na comunidade
Table 4. Division of vertical strata in the community

| Estratos | Estratos (m) | H média | Nº de espécies | Nº de indivíduos | G |
|--------------|-------------------------|---------|----------------|------------------|---------------|
| I | $h_1 < 4,60$ | 3,2 | 7 | 7 (13,21%) | 0,0230 |
| II | $4,60 \leq h_1 < 11,36$ | 7,4 | 17 | 36 (67,92%) | 3,4890 |
| III | $h_1 \geq 11,36$ | 13,4 | 4 | 10 (18,87%) | 2,1956 |
| Total | | | 22 | 53 | 5,7076 |

Nota: Altura (H); Número (Nº); G (Área basal).

No estrato médio foi encontrado o maior número de espécies e indivíduos (Tabela 4). Este estrato é o mais diversificado e compartilha o maior número de táxons com o estrato superior (3 sp.) e inferior (3 sp.). As espécies *C. pubiflora*, *T. catappa*, *C. pluviosum* e *Tithonia diversifolia* predominaram, com quatro indivíduos cada uma (11,11% do total), seguida por *P. juliflora*, com três indivíduos (Tabela 3). As espécies *C. pluviosum*, *T. catappa*, *T. esculenta*, *A. aculeata*, *A. lebbeck*, *Bougainvillea* sp., *H. heptaphyllus*, *Leucaena leucocephala*, *Plumeria rubra*, *T. diversifolia* e *T. gardneriana* são exclusivas deste estrato. Por ocuparem a porção média, este estrato recebe a radiação solar não interceptada pelo estrato superior. Porém, por apresentar os maiores quantitativos de espécies e indivíduos, essa camada deve receber mais atenção.

No estrato inferior foram encontradas sete espécies (Tabela 4) com um indivíduo cada: *C. pubiflora*, *S. campanulata*, *G. ulmifolia*, *P. guajava*, *Mangifera indica*, Rubiaceae (indeterminada), e *T. aurea*. Nesse estrato, os indivíduos recebem menor intensidade luminosa, pois a radiação solar precisa atravessar várias camadas de folhas e galhos das espécimes dos estratos superiores. Por conta disso, essa camada apresenta temperatura e umidade relativa do ar mais amenas quando comparada aos demais estratos devido à funcionalidade da estratificação.

Em relação à área basal, ela cresce à medida que o número de indivíduos aumenta por estrato (Tabela 4). Porém, apesar de o estrato superior possuir menos de 1/3 do número de indivíduos em relação ao estrato médio, sua área basal é mais da metade do médio. Isso se deve à presença dos indivíduos com os maiores CAPs na comunidade. A área basal é uma medida de densidade, e quanto mais elevada, provavelmente os espécimes possuem maior copa (SOARES; NETO; SOUZA, 2017), sendo assim, o estrato médio pode ser o principal responsável pelo sombreamento desta comunidade. Estes autores concluíram que existem

relações significativas entre a cobertura de copa, área basal e altura das árvores, sendo que, à medida que o CAP aumenta, o comprimento da copa também aumenta.

Analisando a estratificação como um todo, considera-se o predomínio das palmeiras no estrato superior, algo positivo. As folhas grandes das palmeiras, maiores do que as folhas das demais espécies da comunidade (observação pessoal), com elevada densidade foliar e perenifólias, funcionam como um filtro ao interceptarem parte da radiação solar, enquanto espécies de estratos inferiores podem se encontrar parcialmente ou totalmente sem folhas (Figura 6). Porém, é necessário ressaltar que as palmeiras possuem menor área de copa em comparação às árvores. Por isso, indica-se o uso de espécies arbóreas, com baixa deciduidade e elevado adensamento de copa no estrato superior. A espécie *P. juliflora* é a única arbórea entre as espécies do estrato superior, com três indivíduos, mas por ser caducifólia, não é uma espécie-chave na comunidade para produzir sombra.



Figura 6. Funcionalidade da estratificação da comunidade no período de seca
Figure 6. Functionality of community stratification in the dry season

O estrato médio é composto principalmente por indivíduos arbóreos adultos, com distintos graus de adensamento de copa e deciduidade. Dos 36 indivíduos, 16 (44,44%) possuem adensamento foliar da copa denso, 14 (38,89%) médio, e 6 (16,67%) ralo. Em relação à deciduidade, 15 indivíduos (41,67%) são caducifólios, 13 (36,11%) subcaducifólios e

8 (22,22%) perenifólios. A comunidade em camadas funciona como um filtro, onde parte da radiação solar é retida pelo estrato superior e, neste caso, por apresentar maior área basal, o estrato médio recebe a maior parte da radiação solar (Figura 5). Nesta comunidade, apesar de o estrato médio apresentar distintos níveis de adensamento de copa e deciduidade, há predomínio de copas densas e médias (83,3%) e deciduidade variando de subcaducifólia a caducifólia (77,78%).

O dossel é contínuo nas porções Sul e Oeste da praça, devido à densidade do agrupamento dos indivíduos variar de rarefeitos à densos, e à disposição variar de difusa, intersectante à aglomerada (Figura 7). Tal condição é boa e potencializa a produção de sombra em comunidades vegetais estratificadas, sobretudo na época desfavorável ao crescimento, pois permite maior absorção de energia luminosa, que resulta em maior redução da temperatura. Nas porções Norte e Leste a densidade do agrupamento dos indivíduos varia de isolados a parcialmente isolados, e a disposição varia entre pontual, isolados e difusos (Figura 7). Nestas condições a produção de sombra é menor devido o maior distanciamento dos indivíduos e consequente ausência de dossel contínuo.



Figura 7. Perfil da densidade e disposição dos indivíduos na comunidade
Figure 7. Profile of the density and disposition of individuals in the community

São poucas as praças em Montes Claros com estratificação bem definida e com densidade e disposição dos indivíduos mais agrupados como a PDJA. Em alguns locais, além de não apresentarem estratos, predomina-se uma ou duas espécies com deciduidade foliar elevada. É possível inferir que em regiões áridas ou semiáridas, a mescla de espécies com distintos graus de deciduidade e adensamento foliar da copa, associado à densidade e disposição dos indivíduos agrupados em locais que há estratificação vertical bem definida, são bons para a arborização urbana na produção de sombra. Nesta situação, a arborização funcionará como um filtro, amenizando a radiação solar intensa, principal queixa da população nestas regiões. Com estas características, mesmo na época quente, as praças manterão os locais agradáveis para lazer e permanência das pessoas. Além disso, no planejamento da arborização estes atributos estruturais e foliares podem ser inseridos.

Esta pesquisa é uma das pioneiras na avaliação da estratificação vertical e atributos funcionais em praças. Embora iniciais, as informações levantadas contribuem para o conhecimento sobre a seleção de espécies arbóreas para o meio urbano, sobretudo, visando contornar o problema de intensa incidência solar em áreas áridas e semiáridas. Assim, os resultados encontrados podem subsidiar a seleção das espécies para compor o planejamento da arborização urbana de Montes Claros.

CONCLUSÕES

Foi verificada uma estratificação vertical bem definida na PDJA, onde há o predomínio de espécies com densidade de enfolhamento da copa variando de média a densa, e maior número de espécies subcaducifólias. Há três estratos bem definidos na comunidade. O perfil de agrupamento dos indivíduos varia de rarefeito a denso e a disposição variou entre difusa, intersectante à aglomerada.

A estratificação vertical associada a espécies com elevado adensamento foliar de copa e baixa deciduidade, com agrupamento dos indivíduos mais densos e a disposição dos indivíduos variando de difusa à aglomerada são fatores fundamentais no planejamento urbano, sobretudo em zonas áridas e semiáridas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos dois revisores anônimos pelas sugestões para aprimoramento do artigo.

REFERÊNCIAS

- ABDULBAQI, F. K. The effect of afforestation and green roofs techniques on thermal reduction in Duhok city. **Trees, Forests and People**, Amsterdã, v. 8, p. 100-267, 2022.
- ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Effect of Tree Planting Design and Tree Species on Human Thermal Comfort in the Tropics. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdã, v. 10, n. 4, p. 99-109, 2015.
- ARRUDA, D. M.; FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; DUQUE-BRASIL, R.; SCHAEFER, C. E. R. Padrões fitogeográficos de florestas secas sensu stricto no norte de Minas Gerais, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 85, p. 623-634, 2013.
- AZEVEDO, P. V.; BEZERRA, P. T. C.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; SANTOS, C. A. C. Characterization of human thermal comfort in urban areas of brazilian semiarid. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 30, n. 4, p. 371-380, 2015.
- BAKER, W. J.; DRANSFIELD, J. Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Londres, v.182, n.2, p.207-233, 2016.
- CIENTEC. **Software Mata Nativa 4**: Sistema para análise fitossociológica, elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, 2016.
- ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; TICCHETTI, I. **Variáveis Dendrométricas**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2002. 102p.
- FONSECA, A. P. M.; XAVIER, M. V. B.; PASTORELLO, C. E. S. P.; AGUIAR, R. M. A. S. Status florístico e silvicultural das praças com maior fluxo de pessoas em Montes Claros, Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v.17, n.1, p.01-16, 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change and land**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf>. Acesso em 17 de mai. de 2022.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M., MEDEIROS-COSTA, J.T., CERQUEIRA, L.S.C., VON BEHR, N. **Palmeiras no Brasil – Nativas e Exóticas**. Editora Plantarum Ltda, Nova Odessa, S.P. 1996. 303p.
- LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. **Princípios gerais e planejamento de sistemas agroflorestais**.: Embrapa, 1998. 27 p.
- MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Thermal comfort provided by street trees in cities. **Arboricultural Journal**, Londres, v. 42, n. 3, p. 153-164, 2020.
- NÚÑEZ-FLOREZ, R.; PÉREZ-GÓMEZ, U.; FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, F. Functional diversity criteria for selecting urban trees. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdã, v. 38, p. 251-266, 2019.
- OLDFIELD, E. E.; WARREN, R. J.; FELSON, A. J.; BRADFORD, M. A. Challenges and future directions in urban afforestation. **J. Appl. Ecol.**, Londres, v. 50, n. 5, p. 1169-1177, 2013.

PARKER, G. G.; BROWN, M. J. Forest canopy stratification - is it useful? **The American Naturalist**, Chicago, v. 155, n. 4, p. 473-484, 2000.

PEIXOTO, M. C.; LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F. Conforto Térmico nas Cidades: avaliação de efeitos da arborização no controle da radiação solar. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Antac, p. 629-634, 1995.

SANQUETTA, C. A. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama hM. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 55-68, 1995.

SANTOS, G. R.; FONSECA, R. S.; GONÇALVES, C. B. Arborização urbana em Jequitaiá-MG: atributos funcionais e diversidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 1-13, 2019.

SILVEIRA, J. E.; PASTORELLO, C. E. S. P.; FONSECA, R. S. Aspectos florísticos e ecológicos do campus regional da Universidade Federal de Minas Gerais em Montes Claros-MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 28-41, 2020.

SMITH, A. P. Stratification of temperature and tropical forests. **The American Naturalist**, Chicago, v. 107, n. 957, p. 671-683, 1973.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Mensuração Florestal. Lavras: Editora UFV, 2017. E-book. Disponível em: <www.mensuracaoflorestal.com.br>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SOUZA, A. L.; MEIRA-NETO, J. A. A M.; SCHETINO, S. Avaliação florística, fitossociológica e paramétrica de um fragmento de floresta atlântica secundária, município de São Canário, Espírito Santo. Viçosa: **Sociedade de Investigações Florestais**, p. 121, 1998.

VELOSO, M. D. M.; BRAGA, L. L.; RODRIGUES, P. M. S.; SANTOS, M. R.; MIRANDA, W. O.; BRANDÃO, D. O.; NUNES, Y. R. F. Caracterização da arborização urbana em três ambientes na cidade de Montes Claros, MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 118-133, 2015.

XAVIER, M. V. B.; ALMEIDA, E. S.; FONSECA, A. P. M.; ALMEIDA, L. V. O. Dendroflora da Escola Estadual Professora Clara Menezes Dias, Jaíba-mg: estrutura, síndromes de dispersão primária e polinização. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 1-20, 2021.

XAVIER, M. V. B.; SANTOS, K. L. A.; PASTORELLO, C. E. S. P.; AGUIAR, R. M. A. S. Praça Itapetinga, Montes Claros, Minas Gerais: atributos funcionais, diversidade, chave dendrológica e guia de identificação. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 16, n. 4, p. 17-36, 2022.

ZAPPI, D. C.; LOVO, J.; HIURA, A.; ANDRINO, C. O.; BARBOSA-SILVA, R. G.; MARTELLO, F.; GADELHA-SILVA, L.; VIANA, PEDRO L.; GIANNINI, T. C. Telling the Wood from the Trees: Ranking a Tree Species List to Aid Urban Afforestation in the Amazon. **Sustainability**, Suíça, v. 14, n. 3, p. 1-16, 2022.

ZORZI, L. M. **Contribuições da arborização para o conforto ambiental e a eficiência energética urbana**. Vila Flores, 2014. 37f. Monografia (Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) – Universidade Federal de Santa Maria, Vila Flores, 2014.