

ARBORIZAÇÃO VIÁRIA CONFLITUOSA COM A REDE ELÉTRICA NA REGIÃO OESTE DE BELO HORIZONTE - MG

URBAN FORESTRY CONFLICTED WITH THE POWER GRID IN THE WESTERN REGION OF BELO HORIZONTE – MG

Altamir Fernandes de Oliveira¹, Gabriel de Assis Pereira², Ednilson dos Santos³, Keilla Dayane da Silva Oliveira⁴, Raquel de Souza Pompermayer⁵, Silvério José Coelho⁶, José Aldo Alves Pereira⁷

RESUMO

O manejo entre árvores e redes elétricas é de grande interesse, pois lida com benefícios inegáveis à população e ao meio ambiente. Sendo assim, este trabalho avaliou de forma quali-quantitativa o inventário-censo de árvores conflituosas com a rede elétrica da Região Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais. Verificou-se que das 10.337 árvores que ocupam espaço potencialmente conflitante com a fiação, 52,76% estão entre as dez espécies mais frequentes, como *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna), *Murraya exotica* L. (murta), *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. (quaresmeira) e *Ligustrum japonicum* Thunb. (alfeneiro), tendo, ainda, apresentado problemas sanitários significativos nas análises de raiz, base, tronco e copa das árvores. A ausência de espaço para o desenvolvimento das espécies, as lesões de tronco e de copa foram expressivas, separando-as em um grupo à parte na análise de agrupamento UPGMA ($R^2=0,9658$). No entanto, apresentaram algum tipo de incompatibilidade as espécies *Terminalia catappa* L. (sete-copas), *Lagerstroemia speciosa* L. Pers. (escumilha-africana), *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton (ipê-rosado) e *Bauhinia variegata* L. (pata-de-vaca). As instituições responsáveis pelo manejo da arborização urbana devem priorizar as espécies que ocorrem em maior número e que apresentam os problemas de compatibilidade e sanitários, pois juntas, correspondem a uma grande parcela da população estudada.

Palavras-chave: Árvores; Energia elétrica; Manejo integrado.

ABSTRACT

The management of trees and networks is of great interest, bringing uncounted benefits to the population and environment. So, this study evaluated quali-quantitatively the inventory-census of conflicting trees with the electric grid in Belo Horizonte Western Region, Minas Gerais State, Brazil. In the 10,337 trees potentially located in conflicting spaces with the wiring, 52.76% are among the ten most common species, with *Caesalpinia peltophoroides* Benth., *Murraya exotica* L., *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. and *Ligustrum japonicum* Thunb., presenting significant health problems in roots, base, trunk and canopy. The lack of space for the development of the species, stem and canopy lesions were significant, and it required a separate study of cluster analysis UPGMA ($R^2=0.9658$). However, the species *Terminalia catappa* L., *Lagerstroemia speciosa* L. Pers., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton and *Bauhinia variegata* L. presented some kind of incompatibility. The institutions which are responsible for the management of urban forestry should prioritize the most numerous species and the ones which present incompatibility and phytosanitary problems, because together, these species make up a large portion of the studied population.

Keywords: Trees; Electric power; Integrated management.

Recebido em 20.04.2016 e aceito em 17.06.2016

1 Biólogo, Administrador Público, Prof. Dr. na UFVJM, Câmpus Mucuri, Teófilo Otoni-MG, altamirf83@gmail.com

2 Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal pela UFLA, Lavras-MG, gabriel_assispereira@hotmail.com

3 Engenheiro Florestal, Dep. de Gestão Municipal, Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, ednilsons@gmail.com

4 Administradora, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade pela UFVJM, Câmpus Mucuri, Teófilo Otoni-MG, keilla.ufvjm@gmail.com

5 Engenheira de Produção, Profa. Dra. na UFVJM, Câmpus Mucuri, Teófilo Otoni-MG, rasop97@yahoo.com

6 Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. na Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, sjcoelho65@gmail.com

7 Engenheiro Florestal, Prof. Dr. na Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, j.aldo73@gmail.com

INTRODUÇÃO

São vários os benefícios que as árvores trazem ao ambiente urbano, e dois deles são os mais citados na literatura específica internacional por serem os que mais influenciam no clima urbano, que são a interceptação da luz do sol e da energia solar, com o calor sendo usado para transpiração e o fornecimento de sombra proporcionado pelas suas copas extensas e elevadas (ARMSON; STRINGER; ENNOS, 2013). Outros benefícios que as árvores trazem ao meio ambiente são: melhoria da qualidade do ar e das ilhas de calor, redução dos custos com refrigeração artificial, valorização econômica de imóveis, desenvolvimento cognitivo de crianças, alívio ao estresse muito comum na modernidade, completude espiritual, estética, melhoria da qualidade do ar e redução de barulhos provenientes das mais diversas fontes urbanas (JACK-SCOTT et al., 2013).

As árvores no meio urbano aumentam sobremaneira a qualidade de vida nas cidades tropicais assim como influenciam bastante no crescimento econômico das populações urbanas (KJELGREN; JOYCE; DOLEY, 2013).

O processo de urbanização do Estado e Minas Gerais vem se desenvolvendo desde a década de 1960, com clímax na década de 1970, quando a maior parte da população passa a residir em cidades. Tal estudo espacial da urbanização nas décadas de 1970, 1980 e 1990, concluiu que as Regiões Sul, Sudeste, Centro-oeste e Oeste do Estado perceberam maior urbanização do que as Regiões do Norte e Nordeste, sendo a Região do Jequitinhonha a menos urbanizada. O estudo concluiu ainda sobre uma excessiva urbanização nos grandes centros (cidades com população maior que 100 mil habitantes), e principalmente na capital, Belo Horizonte (ANDRADE, 2015; CARVALHO; RIGOTTI, 2015).

A arborização viária foi um dos critérios levados em consideração quando do planejamento da cidade de Belo Horizonte, com a criação de dois viveiros destinados a produzir mudas no Parque Municipal Renné Gianetti, em 1895 (SANTOS, 2000). O Brasil tem um grande potencial para utilização de espécies nativas no meio urbano, devido sua extensão territorial e abrangência de diversos biomas, porém, o que se vê atualmente é a utilização de espécies exóticas, seja por força cultural ou desconhecimento (CUPERTINO; EISENLOHR, 2013).

A semelhança entre locais ou regiões na utilização de espécies para a arborização é um fator a ser considerado, visto que as espécies se adaptam a diversos fatores locais e regionais. Uma similaridade florística baixa, ou seja, a utilização das mesmas espécies em larga escala deve ser evitada, e para conter problemas ecológicos no meio urbano a utilização de espécies diferentes e bem aceitas pela população é uma alternativa que pode contribuir para uma maior similaridade florística entre locais a serem comparados (CUPERTINO; EISENLOHR, 2013).

Lima et al. (2006) afirmam que um dos principais problemas encontrados na arborização viária é a compatibilização entre árvores e redes de distribuição de energia elétrica; os órgãos responsáveis pela gestão e manutenção das árvores no ambiente urbano optam pela poda dos galhos das espécies de maior porte ou o plantio de espécies de pequeno porte a fim de que estes não interfiram no sistema elétrico.

As redes aéreas de distribuição de energia se dividem em convencional, protegida ou isolada. Podem ser destinadas ao fornecimento de energia em baixa tensão (BT) e média tensão (MT). A rede convencional é aquela que possui seus condutores nus, apoiados em isoladores que são fixados em suportes horizontais denominados cruzetas para a MT (13.800 volts) e em suportes verticais denominados armação secundária para a BT (127/220 volts). Esta modalidade de rede não permite toques, pois é desprotegida e as árvores que estão em conflito ou crescendo em sua direção devem receber melhores práticas de arboricultura e serem podadas corretamente (CEMIG, 2011).

A rede protegida só existe em média tensão, possuindo camadas de polietileno de baixa densidade em seus cabos que já suportam toques eventuais. Essa rede é sustentada por um cabo de aço e a separação entre os cabos é feita por um espaçador losangular. A poda na rede protegida deve ser feita a uma distância menor em relação à rede convencional, pois ela é mais compacta e suporta contatos eventuais dos galhos. Por fim, a rede isolada é composta de cabos que contém várias camadas de isolamento que são aterrados, possibilitando o contato contínuo de galhos. As podas devem ser executadas com uma certa frequência para que não ocorra o desenvolvimento dos galhos por cima dos cabos, englobando-os. Essa modalidade de rede é encontrada em baixa e média tensão (CEMIG, 2011).

Os benefícios ambientais da rede protegida incluem a preservação da arborização com interferências mínimas de poda e um visual menos poluído, melhorando a paisagem das cidades (BRITO; CASTRO, 2007). Os assuntos relativos à arborização viária são objetos de estudos técnico-científicos que podem contribuir com novos conhecimentos no âmbito do comportamento das árvores e espécies em ambiente urbano, ficando evidente nestas duas últimas décadas as intenções e trabalhos com o objetivo de incluir nas cidades a “volta ao estado natural” por que o homem sempre fez parte (CHURKINA et al., 2015). Santos (2000) inventariou 55.041 árvores na Região Administrativa Centro-Sul (RACS), em Belo Horizonte, MG, percebendo uma homogeneidade em toda a área de estudo e demonstrando que as características dos bairros não influenciaram muito na quantidade de árvores plantadas. Segundo este, houve uma diversidade significativa no número de espécies, porém um concentrado número de indivíduos nas dez espécies mais frequentes.

A proporção entre nativas e exóticas foi de 55,61% e 44,39%, respectivamente. Uma das conclusões de seu trabalho foi que a regional Centro-Sul está com a arborização

plenamente estabelecida, considerando-se a relação quantidade de árvores adultas e mudas. Também, por mais que as árvores apresentaram boa qualidade, observaram-se problemas sanitários localizados, como o ataque de cochonilhas em magnólias (*Michelia champaca*) nos bairros Lourdes e Funcionários, e indícios de que os alfeneiros (*Ligustrum* sp.) estão em processo de degeneração em toda a área estudada.

Da população inventariada, 25,42% (cerca de 14.000 árvores) estavam em conflito com a rede elétrica ou possuíam potencial para crescimento com conflito com a rede convencional/nuva e foi necessário o trabalho conjunto entre a concessionária e a Prefeitura para a substituição gradativa pela rede protegida e/ou isolada com podas de indivíduos que estavam em conflito com a rede, além de uma negociação quanto à partilha dos custos das ações para a melhoria da arborização da capital (SANTOS, 2000).

Essa parceria, no ano de 2011, permitiu a concretização da efetivação do inventário-censo das árvores de Belo Horizonte, trabalho este que está sendo executado pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), financiado pela Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), possuindo atualmente resultados plenos de algumas regiões inventariadas e auditadas, como por exemplo, a Região Administrativa Oeste (RAO), região de estudo deste trabalho.

Segundo a PBH (2013), a ocupação da RAO iniciou-se no começo do século XX com o surgimento dos bairros Buritis e Estoril, que se deu no início da década de 1980. As primeiras ocupações ocorreram entre 1935 e 1938 no Morro das Pedras. A RAO situa-se na bacia hidrográfica do Ribeirão Arrudas e ocupa 36,14 Km² do território do município, possuindo nove parques ecológicos, um Centro de Vivência Agroecológica – CEVAE, 72 praças, seis jardins e 20 canteiros centrais de avenidas.

Nesse contexto, sendo relevante o conhecimento das espécies arbóreas que compõem e se distribuem pela malha urbana da cidade, objetivou-se analisar o inventário-censo das árvores da Região Administrativa Oeste de Belo Horizonte que ocupam espaço potencialmente conflitante com a rede de distribuição de energia elétrica respondendo às seguintes questões: i) quais são as dez espécies mais frequentes, e dentre essas espécies, quantas são nativas do Brasil e quantas são exóticas? ii) estratificando as situações-problemas mais encontradas na malha urbana nas classes raiz, base, tronco e copa, quais são as espécies que tiveram as interferências mais significativas nestas classes, analisando o conjunto das dez espécies mais frequentes? iii) de modo geral, quais foram as situações-problemas com maior percentual de ocorrência para as dez espécies mais frequentes? iv) na análise de agrupamento, quais são os grupos formados, baseados nas situações-problemas com maior percentual de ocorrência para as dez espécies mais frequentes? v) na análise de correspondência, quais são as espécies

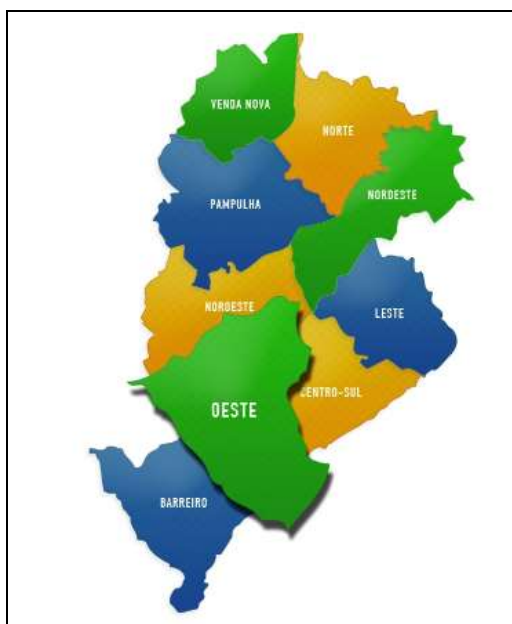
afins às situações-problemas com maior percentual de ocorrência para as dez espécies mais frequentes?

MATERIAL E MÉTODOS

A cidade de Belo Horizonte possui uma área de 331,401 Km² e uma população de 2.375.151 habitantes, sem população residente rural, com uma densidade demográfica de 7.167,02 habitantes por Km². Essa capital detém 12,12% da população total do estado (IBGE, 2010).

Com um elevado índice de urbanização, Belo Horizonte se situa a 19°51'09" latitude sul e a 43°58'42" longitude oeste, com altitude média de 852 metros e clima tropical de altitude com duas estações bem definidas, sendo a chuvosa entre outubro e março e a seca entre abril e setembro (WEBER, 2015; SILVA et al., 2016).

O inventário foi realizado levando-se em consideração a divisão político-administrativa adotada pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), que divide o município em nove regiões (Figura 1): Barreiro, Oeste, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Pampulha, Norte e Venda Nova. O objeto deste estudo foi o levantamento completo das árvores da Região Administrativa Oeste (RAO), que comporta 100.969 domicílios residenciais, uma população de 308.549 habitantes (13% do total de habitantes da cidade), distribuídos em 67 bairros oficiais (IBGE, 2010).



Fonte: Adaptado de PBH (2013)

Figura 1. Delimitação das regiões administrativas do município de Belo Horizonte-MG, evidenciando a regional administrativa Oeste

Figure 1. Delimitation of Administrative Regions in the municipality of Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil, evidencing the Western one

Os dados analisados foram coletados entre julho de 2012 e maio de 2013 pelo Laboratório de Estudos em Manejo Florestal (Lemaf-UFLA), executora do inventário-censo, contratado pela PBH e pela Gerência de Gestão Ambiental da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Para o objetivo do trabalho, delimitou-se o universo de estudo com a aplicação de um filtro na planilha da RAO, selecionando as árvores que tinham relação direta com as redes elétricas (tocando a rede ou com cabos inclusos) de baixa e média tensão (BT e MT), independente de sua característica de isolamento.

Os principais atributos e variáveis das árvores analisados neste trabalho foram: localização, classes de altura, tipo de rede elétrica, posição e conflito da árvore junto à rede elétrica, relação entre copa e cabos, cavidades no tronco ou na base, presença de erva-de-passarinho, base da árvore (presença de brotações, cupins ou outros insetos, orelha-de-pau), poda executada, copa (rala, com fungos e com lesão), tronco com lesão, área livre no entorno do tronco (justa, menor ou maior que 15 cm e cimentada) e largura da calçada. As análises de agrupamento e de correspondência foram feitas no programa PAST 2.0, segundo Hammer e Harper (2008).

As análises de agrupamento foram feitas utilizando o algoritmo UPGMA (agrupamento de médias aritméticas não ponderadas) com os índices de dados de abundância: baseados em distância Euclidiana, de Correlação (de Pearson ou de Spearman), de Bray-Curtis, de Morisita e de Chord. Foram utilizados os dendrogramas que tiveram maior coeficiente de correlação. Nas matrizes analisadas as linhas se referiram às espécies e as colunas às situações-problemas.

Para nomear as espécies pelos seus nomes científicos utilizou-se o banco de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (2013) e o *The Plant List* (2010) e quando as espécies não constavam na lista, a pesquisa foi feita com base em LORENZI et al. (2003) e LORENZI (2009).

Ainda assim, quando não se conseguiu realizar a identificação das espécies, foram feitas exsicatas das mesmas e enviadas para especialistas na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), obtendo então suas devidas identificações e/ou atualizações. Os materiais estão tombados em herbário e podem ser consultados no Laboratório de Pesquisa em Arborização Urbana (LAPAR) da UFLA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O inventário-censo da RAO de Belo Horizonte totalizou 52.992 árvores, sendo que 10.337 (19,5%) tocavam os cabos da rede de distribuição de energia elétrica. Em inventário realizado por Santos (2000) na Região Administrativa Centro-Sul (RACS), a porcentagem de

indivíduos que possuía potencial para crescimento e conflito com a rede convencional/nua era 25,42% (cerca de 14.000 árvores). Considerando-se que foram contabilizadas espécies que ainda não estavam tocando a rede e a modalidade de rede mais frequente, os resultados se assemelham.

Dos 10.337 indivíduos em situação de contato com a rede, 52,76% pertencem às dez espécies mais frequentes: *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna) (11,33%), *Murraya exotica* L. (murta) (7,74%), *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cogn. (quaresmeira) (5,74%), *Ligustrum japonicum* Thunb. (alfeneiro) (5,54%), *Bauhinia variegata* L. (pata-de-vaca) (5,06%), *Terminalia catappa* L. (sete-copas) (4,81%), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena) (3,96%), *Lagerstroemia speciosa* L. Pers. (escumilha-africana) (3,51%), *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton (ipê-rosado) (2,59%) e *Lagerstroemia indica* L. (resedá) (2,49%), dentre as quais somente duas espécies são nativas, sibipiruna e quaresmeira.

Fabaceae foi a família mais representada, com 28,57% da população, seguida de Bignoniaceae (8,12%), Rutaceae (8,03%), Lythraceae (6,86%) e Melastomataceae (5,81%), que, juntas, perfizeram 57,39% da população em potencial conflito com a rede elétrica. Eliminando árvores destopadas, espécies não identificadas e indivíduos com identificação somente em nível de gênero, portanto sem conhecimento de origem, verificou-se a ocorrência de 59,36% de espécies exóticas e 40,64% de espécies nativas.

Espécies nativas valorizam mais a flora local e podem incentivar a proteção da biodiversidade em que a cidade está localizada, porém os benefícios de espécies exóticas utilizadas nas cidades são os mesmos, e nesse caso, este trabalho não tem o objetivo de fundamentar essa discussão conceitual. A preocupação com a estrutura urbana para o estabelecimento de espécies arbóreas de boa qualidade, independente da origem, é mais prioritária no momento devido à destinação escassa de recursos da administração pública ao manejo da arborização.

Correlacionaram-se as dez espécies mais frequentes (Tabela 1) com as situações-problemas encontradas, divididas em quatro classes: raiz, base, tronco e copa, totalizando 17 atributos avaliados. A tabela mostra a porcentagem de situações-problemas na coluna "Total Geral", relativas à população total inventariada (10.337 indivíduos). A porcentagem acumulada das dez espécies mais frequentes é apresentada na última coluna "Total (1 a 10)". Para cada situação-problema foram destacadas as três espécies que apresentaram a maior porcentagem no grupo dos dez mais frequentes.

Tabela 1. Situações-problemas encontradas nas 10 (dez) espécies mais frequentes tocando a rede elétrica na RAO de Belo Horizonte-MG

Table 1. Problem-situations found in the ten most frequent species that were in conflict with the power grid in the Western Administrative Region of Belo Horizonte, MG, Brazil

Situações-problema encontrados (estruturais e de estado fitossanitário)												
Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total (A a J)	
Total Geral (%)	% em relação ao total de indivíduos (10.337)											
A	5,843	<u>0,744</u>	0,164	0,377	<u>0,580</u>	0,367	<u>0,667</u>	0,038	0,135	0,087	0,038	3,202
B	21,128	<u>4,005</u>	0,270	1,093	<u>1,267</u>	<u>1,673</u>	<u>2,341</u>	0,290	0,715	0,396	0,183	12,237
C	14,627	<u>1,731</u>	0,599	0,793	1,373	<u>1,470</u>	<u>1,402</u>	0,203	0,899	0,377	0,183	9,035
D	9,664	0,067	<u>1,306</u>	0,696	0,096	0,599	0,319	<u>1,064</u>	0,270	0,029	<u>1,247</u>	5,698
E	5,562	<u>0,551</u>	0,183	<u>0,319</u>	<u>1,625</u>	0,290	0,270	0,029	0,183	0,096	0,087	3,637
F	0,522	<u>0,116</u>	<u>0,029</u>	0,019	<u>0,038</u>	0,000	0,000	0,009	<u>0,029</u>	0,009	0,009	0,261
G	13,350	<u>2,254</u>	<u>0,909</u>	0,880	<u>2,631</u>	0,841	0,677	0,183	0,445	0,251	0,241	9,316
H	9,548	<u>1,054</u>	0,406	0,706	<u>2,515</u>	<u>0,735</u>	0,416	0,048	0,261	0,164	0,203	6,510
I	0,561	<u>0,058</u>	<u>0,125</u>	0,019	<u>0,077</u>	0,009	0,019	0,000	0,029	0,029	0,000	0,367
J	20,576	<u>3,627</u>	<u>1,731</u>	1,625	<u>3,695</u>	1,480	0,735	0,241	0,609	0,348	0,367	14,462
K	82,857	<u>11,077</u>	<u>7,623</u>	<u>5,562</u>	5,446	4,769	4,333	2,254	3,463	2,370	2,457	49,356
L	82,586	<u>10,999</u>	<u>7,59</u>	<u>5,523</u>	5,436	4,769	4,392	2,118	3,443	2,360	2,447	49,085
M	1,576	0,038	0,058	0,038	<u>0,570</u>	<u>0,135</u>	<u>0,077</u>	0,067	0,009	0,000	0,029	1,025
N	5,369	<u>0,638</u>	0,232	<u>0,561</u>	<u>0,532</u>	0,348	0,096	0,164	0,019	0,106	0,135	2,834
O	5,620	<u>1,131</u>	0,183	<u>0,493</u>	<u>0,512</u>	0,164	0,406	0,183	0,029	0,116	0,038	3,260
P	66,982	<u>8,203</u>	<u>6,191</u>	<u>4,798</u>	4,469	4,159	3,337	1,925	2,641	1,789	1,770	39,281
Q	15,942	<u>2,699</u>	<u>1,131</u>	<u>0,977</u>	<u>1,393</u>	1,054	0,802	0,290	0,628	0,532	0,174	9,683

Nota: Espécies mais frequentes - 1 (*Poincianella pluviosa* – sibipiruna), 2 (*Murraya exotica* – murta), 3 (*Tibouchina granulosa* – quaresmeira), 4 (*Ligustrum japonicum* – alfeneiro), 5 (*Bauhinia variegata* – pata-de-vaca), 6 (*Terminalia catappa* – sete-copas), 7 (*Leucaena leucocephala* – leucena), 8 (*Lagerstroemia speciosa* – escumilha-africana), 9 (*Tabebuia heterophylla* – ipê-rosado), 10 (*Lagerstroemia indica* - resedá)

Situações-problemas - A (raiz cortada ou com estrangulamento), B (raiz causando danos à calçada), C (ausência de área livre), D (base com presença de brotação), E (base com presença de cavidade), F (base com presença orelha-de-pau), G (base com presença insetos), H (tronco com presença cavidade), I (tronco com presença orelha-de-pau), J (tronco com presença insetos), K (tronco com presença lesão), L (lesão de casca), M (copa com presença de erva-de-passarinho), N (copa com presença de folhas de coloração anormal), O (copa com presença de galho seco), P (copa com presença de lesão), Q (copa com sinais de poda).

Situações-Problemas Referentes às Raízes das Árvores Inventariadas

A concentração dos problemas do grupo (Figura 2) se refere aos danos que as raízes causam às calçadas (parte mais escura da figura). A espécie que apresentou maior porcentagem dentro desta situação (4,00%) foi a sibipiruna, seguida de sete-copas (2,34%), pata-de-vaca (1,67%), alfeneiro (1,26%) e quaresmeira (1,09%). O desenvolvimento das raízes provocou rompimentos das calçadas e das vias de rolamento, o que é bastante comum quando não se tem áreas livres o suficiente para o estabelecimento do indivíduo arbóreo. Nesse caso, o porte do indivíduo é que vai influenciar no tamanho do dano.

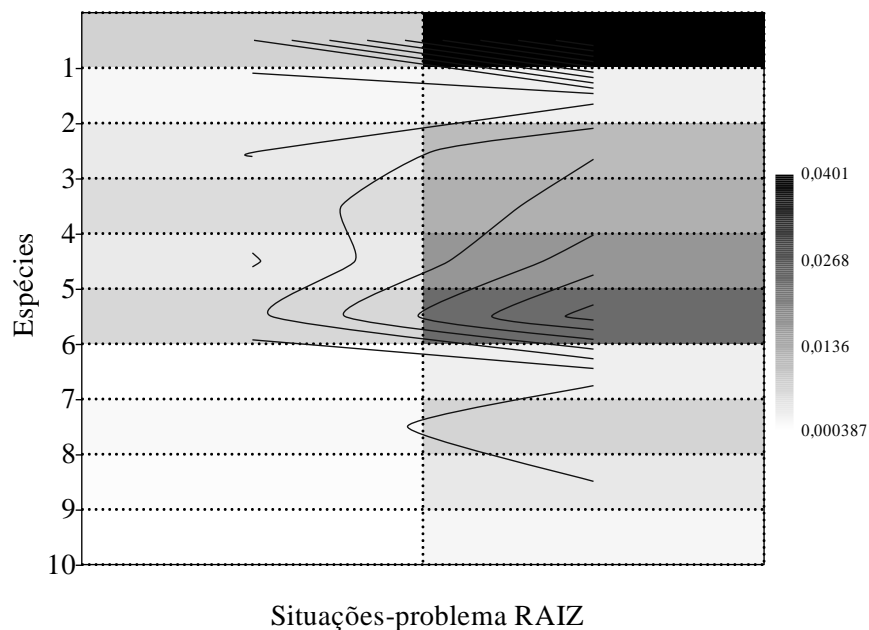


Figura 2. Matriz de porcentagem das situações-problemas relativas às raízes das árvores inventariadas: 1 (raiz cortada ou com estrangulamento) e 2 (raízes com danos às calçadas) correlacionadas às dez espécies estudadas (Tabela 1). Gradação de porcentagem: 0,0387 (branco) a 4,01% (preto)

Figure 2. Percentage matrix of problem situations concerning to the inventoried tree roots: 1 (cut or strangulated), 2 (damaging to the sidewalks) correlated to the ten studied species (Table 1). Gradient percentage: 0.0387 (total white) to 4.01% (total black)

Situações-Problemas Referentes às Bases das Árvores Inventariadas

Houve três regiões com maior destaque na matriz de porcentagem correspondente das situações-problemas referentes às bases das árvores inventariadas (Figura 3). A primeira delas foi relativa à situação “ausência de área livre”, que se destacou em todas as espécies, com maior porcentagem para sibipiruna (1,73%), pata-de-vaca (1,47%), sete-copas (1,40%), alfeneiro (1,37%) e escumilha-africana (0,89%). A situação “base com cavidade” também foi evidente com destaque para o alfeneiro (1,62%), corroborando relatos que a espécie é vulnerável à formação de grandes ocos em sua base e tronco (SANTOS, 2000). Analisando a última região mais destacada, a situação “base com infestação de inseto”, verificou-se que o alfeneiro (2,63%) e a sibipiruna (2,25%) foram as espécies mais afetadas.

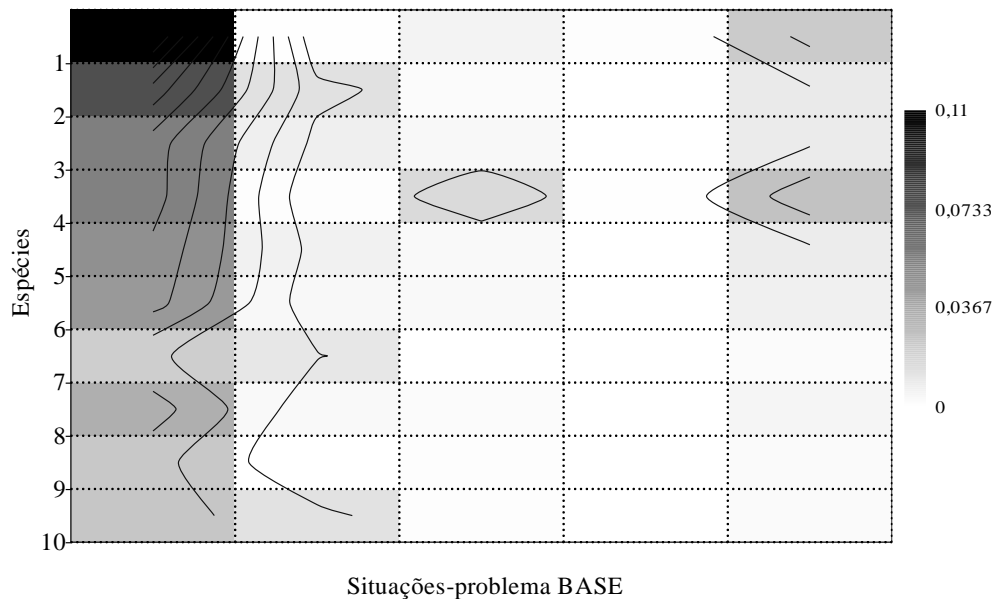


Figura 3. Matriz de porcentagem das situações-problemas relativas às bases das árvores inventariadas: 1 (ausência de área livre), 2 (base com brotação), 3 (base com cavidade), 4 (base com orelha-de-pau) e 5 (base com insetos) correlacionadas às dez espécies estudadas (Tabela 1). Gradação de porcentagem: 0 (branco) a 11% (preto)

Figure 3. Percentage matrix of problem situations concerning to the inventoried tree bases: 1 (no free area), 2 (budding sprouts), 3 (cavities), 4 (infested with fungi "*P. sanguineus*"), 5 (infested with insects) correlated to the ten studied species (Table 1). Gradient percentage: 0 (total white) to 11% (total black)

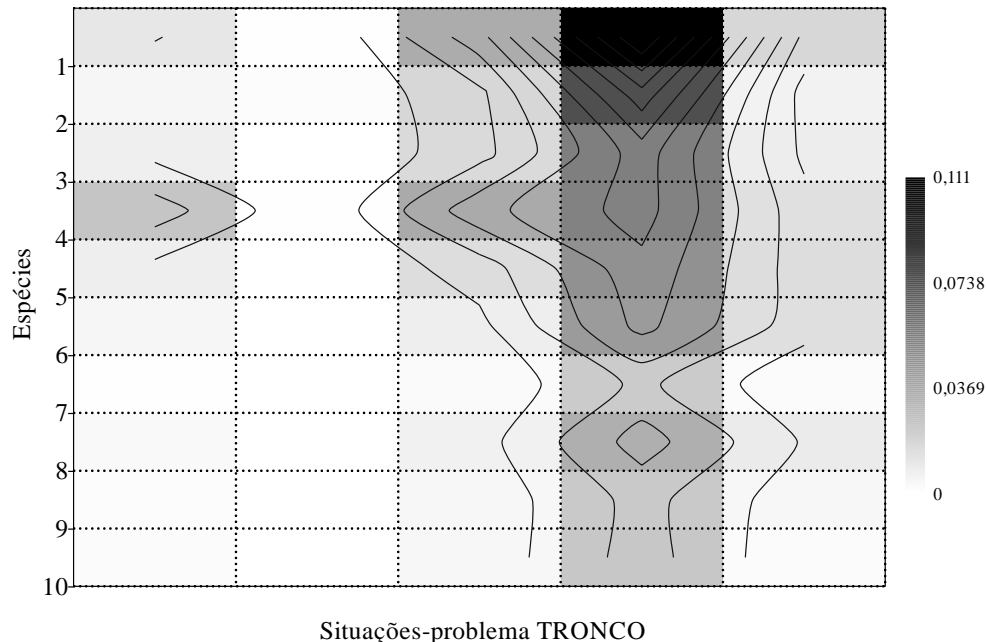
Situações-Problemas Referentes aos Troncos das Árvores Inventariadas

Quanto às situações-problemas relativas ao tronco das espécies estudadas (Figura 4), verificou-se que o alfeneiro foi o mais afetado (2,51%) quanto à situação “tronco com cavidade”, corroborando Santos (2000). Apesar de ter pouca ocorrência, o problema “tronco com insetos” teve representatividade, mesmo que baixa, nas espécies alfeneiro (3,69%) e sibipiruna (3,62%), o que pode estar relacionado a vulnerabilidade destas espécies à infestação de insetos. Em nova análise, percebeu-se que todas as espécies tiveram problemas com “lesão no tronco”, principalmente as quatro primeiras: sibipiruna (11,07%), murta (7,62%), quaresmeira (5,56%) e alfeneiro (5,44%).

Isso leva à suposição de que pode estar relacionado ao anelamento feito quando há a intenção de causar morte no indivíduo, às lesões causadas por veículos que esbarram no tronco das árvores e às doenças que acometem a casca da árvore, deixando o tronco ferido e fácil de ser lesionado.

A investigação de Morgenroth, Santos e Cadwallader (2015), a respeito dos conflitos por que as árvores estão submetidas em ambiente urbano, principalmente com relação aos equipamentos de manutenção, mostra que 62,9% de 1018 árvores investigadas apresentaram no mínimo uma lesão generalizada. Considerando as árvores com raízes expostas, o índice é

maior ainda, perfazendo 93,6% do total. Uma das recomendações dos autores, e que tem total aplicação neste trabalho, é a busca por práticas alternativas para reduzir os danos às estruturas arbóreas.



- Figura 4. Matriz de porcentagem das situações-problemas relativas aos troncos das árvores inventariadas: 1 (tronco com cavidade), 2 (tronco com orelha-de-pau), 3 (tronco com insetos), 4 (tronco com lesão) e 5 (lesão de casca) correlacionadas às dez espécies estudadas (Tabela 1). Gradação de porcentagem: 0 (branco) a 11,1% (preto)
- Figure 4. Percentage matrix of problem situations concerning to the inventoried tree trunks: 1 (cavity), 2 (infested with fungi "*P. sanguineus*"), 3 (infested with insects), 4 (injured trunk), 5 (bark injury) correlated to the ten studied species (Table 1). Gradient percentage: 0 (total white) to 11.1% (total black)

Situações-Problemas Referentes às Copas das Árvores Inventariadas

Das situações-problemas relativas à copa (Figura 5), a principal foi "copa com lesão", o que pode estar relacionado às podas anteriores ao inventário, as quais retiraram boa parte da massa vegetal, contribuindo para que houvesse lesões de todos os graus. Ressalta-se aqui, que a poda bem feita faz com que os pontos podados se compartimentalizem, formando cicatrizações (CEMIG, 2011). Nesse caso não se formam lesões e essa prática deve estar inserida na gestão pública e de concessionárias que promovem podas frequentes nos indivíduos arbóreos da cidade.

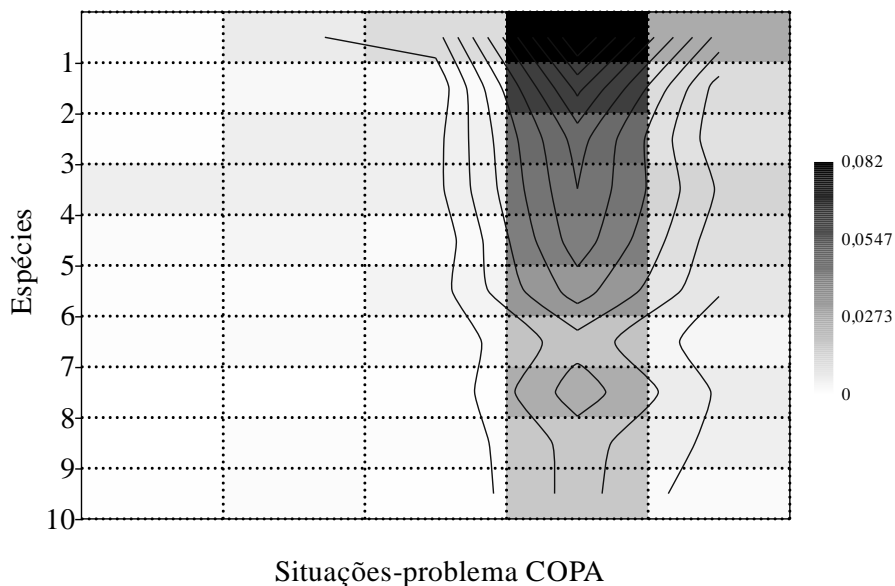


Figura 5. Matriz de porcentagem das situações-problemas relativas às copas das árvores inventariadas: 1 (copa com erva-de-passarinho), 2 (copa com folhas de coloração anormal), 3 (copa com galhos secos), 4 (copa com lesão) e 5 (copa podada) correlacionadas às dez espécies estudadas (Tabela 1). Gradação de porcentagem: 0 (branco) a 8,2% (preto)

Figure 5. Percentage matrix of problem situations concerning to the inventoried tree crowns: 1 (crown with “Finch”), 2 (crown with abnormal coloring sheets), 3 (crown with dead branches), 4 (injured crown), 5 (pruned crown) correlated to the ten studied species (Table 1). Gradient percentage: 0 (total white) to 8.2% (total black)

A viabilidade econômica da utilização das redes de distribuição protegidas, pelas concessionárias, é demonstrada por ser uma configuração de rede bastante segura para os consumidores e público em geral (BRITO; CASTRO, 2007). Também, a referida modalidade de rede garante uma distribuição mais confiável de energia aos consumidores evitando frequentes interrupções a hospitais, centros comerciais, bancos e hotéis. Segundo contato realizado com os técnicos de serviço de campo da CEMIG, essa rede reduz as falhas em até 15 vezes em relação à rede convencional. Nesse caso, as lesões de copa poderão ser minimizadas, uma vez que as necessidades e quantidades de poda são menores.

Oliveira et al. (2014) e Dupras et al. (2016) salientam a necessidade de se utilizarem métodos como o Delphi, opinião especializada e análises multivariadas, como o tipo TWISPAN (*Two Way Indicator Species Analysis*), para recomendações adequadas aos variados cenários de poda de árvores e a relação com os equipamentos elétricos urbanos, pois essas pesquisas não são tão triviais de serem conduzidas dados aos referidos cenários na urbe. Em estudo pioneiro realizado em 35 cidades do Estado de Minas Gerais, Oliveira et al. (2015) verificaram que pouco mais da metade (52,28%) das árvores inventariadas sob rede elétrica foram podadas apenas pela motivação do conflito com a fiação, e que as 20 espécies mais frequentes corresponderam a 75,59% do total de indivíduos justificando ações direcionadas, já que essas espécies em sua maioria eram de grande porte, incompatíveis ao convívio com a rede.

Análises Gerais

Numa observação geral dos quatro grupos: raiz, base, tronco e copa, a análise tridimensional (3D) se mostrou eficaz para identificar os pontos em que os gestores devem dar maior atenção, uma vez que evidenciam quais situações-problemas e quais espécies foram mais frequentes no universo estudado (Figura 6).

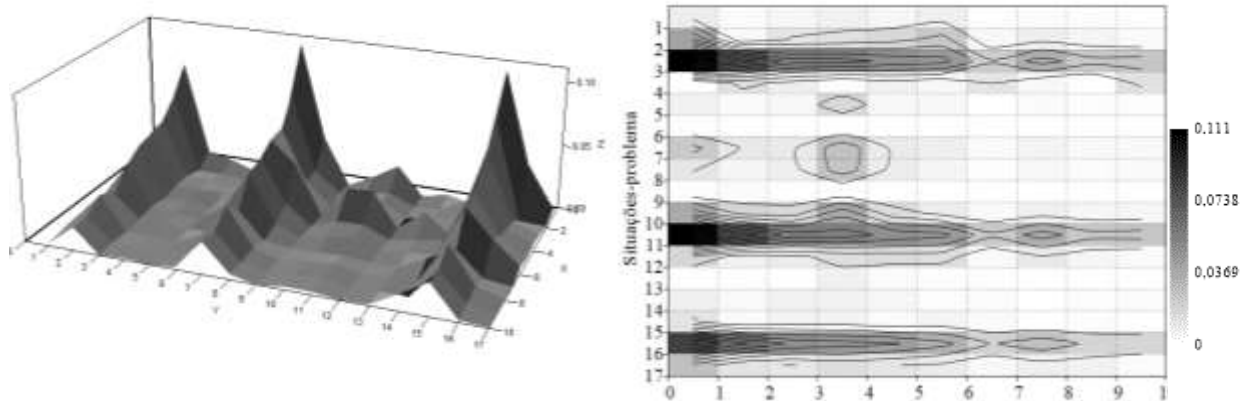


Figura 6. Superfície tridimensional (3D) e sua matriz correspondente correlacionando as dez espécies mais frequentes (eixo x) com as situações-problemas avaliadas (eixo y) e a porcentagem da espécie em relação à população apresentada para cada situação-problema (eixo z). A relação de espécies, situações problemas e porcentagens estão listadas na Tabela 1

Figure 6. Three-dimensional surface (3D) and its corresponding matrix that correlate the ten most frequent species (x-axis) with problem situations evaluated (y-axis) and the percentage of species in relation to the population presented for each problem situation (z axis). The relation of species, problem situations and percentages are listed in Table 1

As situações-problemas 3, 11 e 16 exibiram gradações parecidas, o que significa que todas espécies tiveram um percentual de ocorrência semelhante dentro das três situações ausência de área livre, tronco com lesão e copa com lesão, sendo as quatro primeiras espécies as que mais se destacaram (sibipiruna, murta, quaresmeira e alfeneiro). A análise de agrupamento UPGMA baseada na distância euclidiana entre os dados analisados (Figura 7), demonstrou que houve a formação de dois grupos principais, sendo que o primeiro destacou as três situações-problemas citadas acima, e que foram as mais expressivas dentro de seus grupos (Figuras 3, 4 e 5).

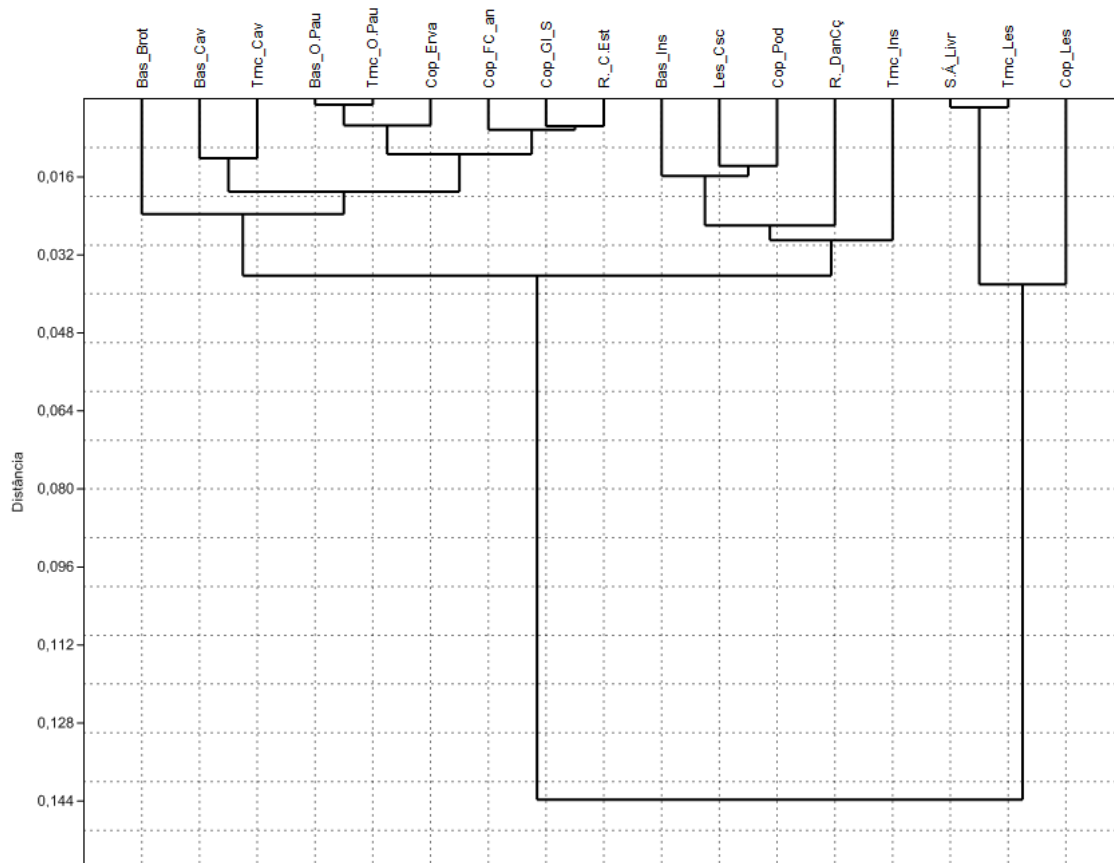


Figura 7. Dendrograma da análise de agrupamento UPGMA baseado na distância euclidiana entre os dados de porcentagem das situações-problemas com suas variações entre as dez espécies estudadas. $R^2=0,9658$

Figure 7. Dendrogram of UPGMA cluster analysis based on Euclidean distance between the data of percentage of problem situations with its variations among the ten species studied. $R^2=0.9658$

Foi feita uma análise de correspondência das três situações-problemas com relação às dez espécies estudadas, visando encontrar as espécies mais afins a cada situação (Figura 8). O resultado evidenciou pelo menos três grupos: 1) grupo com ausência de área livre (sete-copas), 2) grupo com lesão de tronco (escumilha-africana, ipê-rosado e sibipiruna) e 3) grupo com lesão de copa (quaresmeira e pata-de-vaca).

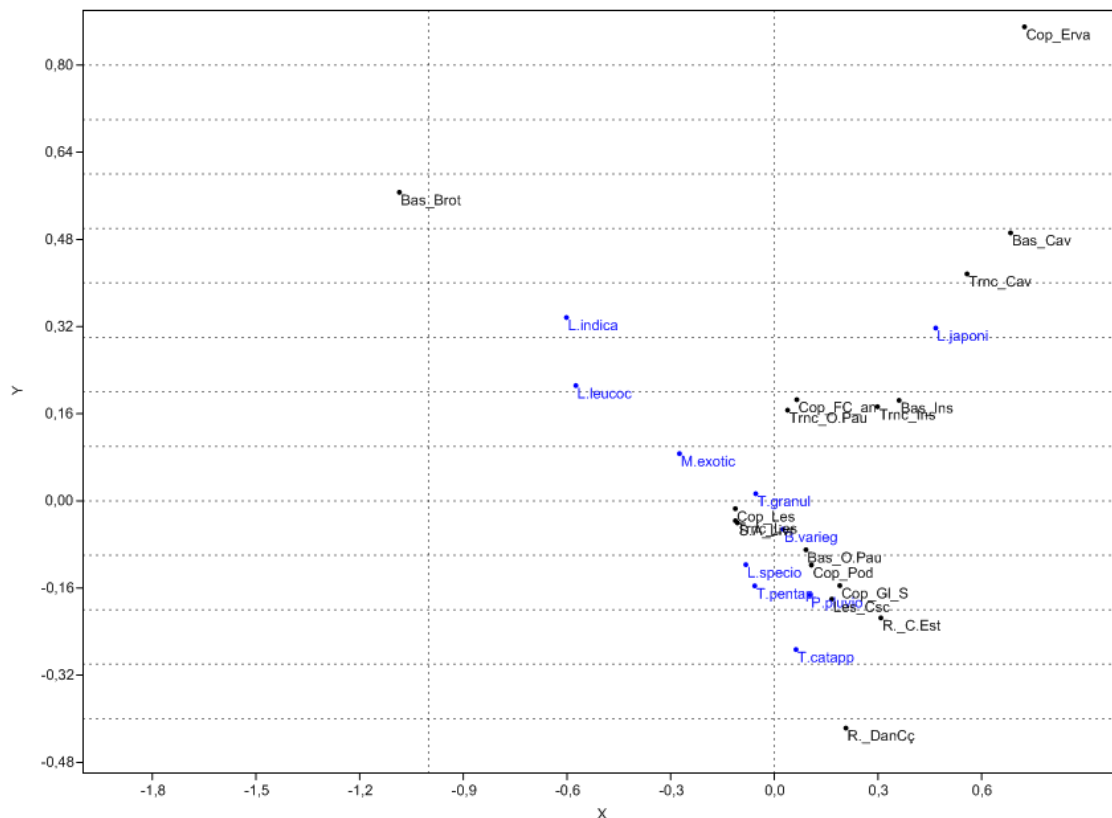


Figura 8. Análise de correspondência entre as dez espécies mais frequentes (Tabela 1) e as três situações-problemas mais evidenciadas: ausência de área livre, copa com lesão e tronco com lesão. Valor de Eigen (abscissa = $8,53 \cdot 10^{-4}$ para 96,78% do total / ordenada = $2,83 \cdot 10^{-5}$ para 3,22% do total)

Figure 8. Correspondence analysis between the ten most frequent species (Table 1) and the three more evident problem situations: lack of free area, canopy with injury and trunk with lesion. Eigen value (abscissa = $8,53 \cdot 10^{-4}$ for 96.78% of total / ordinate = $2,83 \cdot 10^{-5}$ for 3.22% of total)

De acordo com a estrutura das concessionárias de energia e com a administração dos municípios, entende-se que uma parceria entre a gestão pública e concessionária de energia elétrica seja firmada para que deem preferência ao tratamento dos indivíduos das espécies que apresentam problemas estruturais de ausência de espaço para desenvolvimento e troncos e copas com lesão, os quais podem estar associados a um manejo inadequado.

É notória a visão dos cidadãos a respeito dos impactos negativos de uma má gestão do verde urbano, principalmente com relação aos custos e danos que as árvores nessa situação podem provocar à sociedade, às estruturas urbanas e ao poder público (MULLANEY; LUCKE; TRUEMAN, 2015).

Também, se faz necessário um trabalho de conscientização junto à população, mostrando a importância de deixar espaços livres para o desenvolvimento e estabelecimento das árvores. Ainda, cabe ressaltar que, caso sejam realizados trabalhos de substituição gradual dessas espécies, que sejam aproveitadas oportunidades para o plantio de espécies nativas, observando-se índices mínimos de áreas verdes, adaptando-o às realidades regionais

para criar mínimos de arborização no meio urbano e sob rede elétrica, a fim de garantir os benefícios das árvores na *urbe*.

Essa recomendação vai de encontro às pesquisas de Kraxner (2016), que demonstra a grande contribuição dos ecossistemas florestais peri-urbanos que irão contribuir com a resiliência urbana, ou seja, à segurança energética e redução de emissões de gases de efeito estufa. Ainda, os autores sugerem uma gestão adequada que minimize os diversos conflitos ambientais, econômicos e sociais.

CONCLUSÕES

As situações-problemas ‘ausência de área livre’, ‘tronco com lesão’ e ‘copa com lesão’ foram as que mais se destacaram nas análises estatísticas, para todas as espécies, especialmente para sibipiruna, murta, quaresmeira e alfeneiro. Sugere-se à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e à CEMIG o manejo integrado da arborização na Região Administrativa Oeste priorizando as espécies acima junto às redes elétricas de média e baixa tensão, uma vez que juntas, correspondem a um terço da população da região.

Atenção especial também deve ser dada à sete-copas, pois esta é uma espécie de grande porte e na análise de correspondência a mesma teve afinidade com o grupo com ausência de área livre, talvez por estarem localizadas em espaços confinados e com pouca possibilidade de um desenvolvimento saudável. Por fim, como as espécies escumilha-africana e ipê-rosado estiveram presentes no grupo das espécies com problemas de lesão de tronco e quaresmeira e pata-de-vaca no grupo das espécies com problemas de lesão de copa, elas devem compor o grupo secundário das ações de manejo das referidas instituições.

Mais pesquisas devem ser realizadas no sentido de associar os tipos de rede com os conflitos potenciais que as espécies mais frequentes apresentam. Desta forma, as ações de manejo das instituições em conjunto com as prefeituras que lidam diretamente com o assunto serão mais efetivas.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, nos nomes de Márcia Mourão e Júlio De Marco e a Companhia Energética de Minas Gerais, por autorizarem o acesso e uso dos dados, incentivando esse estudo. Aos facilitadores do Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal da Universidade Federal de Lavras, que também contribuíram para que este trabalho fosse feito.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.C. As cidades médias e suas inserções nos campos regionais: o contexto do sul de Minas. **Territorium Terram**, São João del Rei, v.3, n.5, p.64-79, 2015.
- ARMSON, D.; RAHMAN, M. A.; ENNOS, A. R. A comparison of the shading effectiveness of five different street tree species in Manchester, UK. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v.39, n.4, p.157-164, 2013.
- BRITO, M. L. S.; CASTRO, P. M. Viabilidade econômica de redes de distribuição protegidas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 2, n.1, p. 130-137, 2007.
- CARVALHO, A.M.; RIGOTTI, J.I.R. As migrações nas cidades medias de Minas Gerais e seus impactos no crescimento e na composição por sexo e idade da população no período 1980-2010. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v.32, n.2, p.235-256, 2015.
- CHURKINA, G.; GROTE, R.; BUTLER, T.M.; LAWRENCE, M. Natural selection? Picking the right trees for urban greening. **Environmental Science and Policy**, Carouge, v.47, p.12-17, 2015.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: CEMIG/Fundação Biodiversitas, 2011.
- CUPERTINO, M.A.; EISENLOHR, P.V. Análise florística comparativa da arborização urbana nos campi universitários do Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.3, p. 739-750, 2013.
- DUPRAS, J.; PATRY, C.; TITTLER, R.; GONZALEZ, A.; ALAM, M.; MESSIER, C. Management of vegetation under electric distribution lines will affect the supply of multiple ecosystem services. **Land Use Policy**, Adelaide, v.51, p. 66-75, 2016.
- HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T. **Paleontological Data Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2008, 368 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados estatísticos das cidades mineiras**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/uf.php?coduf=31&search=minas-gerais>>. Acesso em 11 ago. 2013.
- JACK-SCOTT, E.; PIANA, M.; TROXEL, B.; MURPHY-DUNNING, C.; ASHTON, M. S. Stewardship success: how community group dynamics affect urban street tree survival and growth. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v.39, n.4, p.189-196, jul. 2013.
- KJELGREN, R.; JOYCE, D.; DOLEY, D. Subtropical-tropical urban tree water relations and drought stress response strategies. **Arboriculture and Urban Forestry**, Champaign, v.39, n.3, p.125-131, mai. 2013.
- KRAXNER, F. et al. Bioenergy and the city - What can urban forests contribute? **Applied Energy**, Västerås, v.165, p. 990-1003, 2016.
- LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Lista de espécies da flora do Brasil**. 2012. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>. Acesso em: 09 set. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vols. 2 e 3, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 384 p.

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**, Michigan, v.134, p. 157-166, 2015.

OLIVEIRA, A.F.; PEREIRA, J.A.A.; COELHO, S.J.; PEREIRA, G.A. Uso da classificação da vegetação no manejo integrado entre árvores e redes de distribuição de energia elétrica. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.9, n.2, p.168-183, 2014.

OLIVEIRA, A.F.; PEREIRA, J.A.A.; PEREIRA, G.A.; COELHO, S.J.; NEVES, C.L.P.; REZENDE, S.W.; GARCIA, F.H.S. Modalidades de poda avaliadas na arborização viária sob rede elétrica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.10, n.2, p.1-13, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Regional Oeste: Oeste em dados**. 2013. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pldPlc=eceTaxonomiaMenuPortal&app=regionaloeste&tax=16423&lang=pt_BR&pg=5483&taxp=0&>. Acesso em 22 ago. 2013.

SANTOS, E. **Avaliação quali-quantitativa da arborização e comparação econômica entre a poda e a substituição da rede de distribuição de energia elétrica da região administrativa Centro-Sul de Belo Horizonte – MG**. 2000. 181 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, T.F.G.; VINÇON-LEITE, B.; GIANI, A.; FIGUEREDO, C.C.; PETRUCCI, G.; LEMAIRE, B.; VON SPERLING, E.; TASSIN, B.; SEIDL, M.; KHAC, V.T.; VIANA, P.S.; VIANA, V.F.L.; TOSCANO, R.A.; RODRIGUES, B.H.M.; NASCIMENTO, N.O. Modelagem da Lagoa Pampulha: uma ferramenta para avaliar o impacto da bacia hidrográfica na dinâmica do fitoplâncton. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Belo Horizonte, v.21, n.1, p.95-108, jan.-mar., 2016.

THE PLANT LIST. **The Plant List – a working list of all plant species**. 2010. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 09 set. 2013.

VELASCO, G. D. N.; LIMA, A. M. L. P.; COUTO, H. T. Z. Análise comparativa dos custos de diferentes redes de distribuição de energia elétrica no contexto da arborização urbana. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.679-686, 2006.

WEBER, T.M.; DERECZYNSKI, C.P.; SOUZA, R.H.S.; CHOU, S.C.; BUSTAMANTE, J.F.; PAIVA NETO, A.C. Investigação da previsibilidade sazonal da precipitação na região do Alto São Francisco em Minas Gerais. **Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ**, Rio de Janeiro, v.38, n.2, p.24-36, 2015.