

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
COLEGIADO DE ENGENHARIA FLORESTAL

KAÍQUE MESQUITA CARDOSO

**USO DE ESPÉCIES DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BIOMONITORAMENTO DE
POLUIÇÃO AMBIENTAL**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2015

KAIQUE MESQUITA CARDOSO

**USO DE ESPÉCIES DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BIOMONITORAMENTO DE
POLUIÇÃO AMBIENTAL**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / *Campus* de Vitória da Conquista – BA, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Paula

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
COLEGIADO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: Uso de espécies da arborização urbana no biomonitoramento de poluição ambiental

Autor: Kaíque Mesquita Cardoso

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela banca examinadora:

Prof. D. Sc. Alessandro de Paula - UESB
Presidente

Profa. M. Sc. Daíse Cardoso de Souza Bernardino - UESB

Prof. D. Sc. Douglas Gonçalves da Silva - UESB

Data de realização: 07 de outubro de 2015

UESB – Campus de Vitória da Conquista – BA, Estrada do Bem Querer, Km 04

Telefone: (77) 3424-8500

CEP: 45083-900

E-mail: ccflorestal@uesb.br

"A natureza não é cruel, apenas implacavelmente indiferente. Essa é uma das lições mais duras que os humanos têm de aprender."

Richard Dawkins

***Esta monografia segue as normas
estabelecidas pela revista Ciência Florestal***

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
Áreas de estudo.....	8
Amostragem.....	9
Preparo das amostras.....	9
Determinação do Material Particulado	9
Digestão das Amostras.....	9
Procedimento Analítico	9
Espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (GF AAS)	9
Análises Estatísticas	10
Análise de Agrupamento Hierárquico	10
Análise de Componentes Principais	10
Análise de Correlação.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
Análise de Agrupamento Hierárquico.....	13
Análise de Componentes Principais.....	14
Análise de Agrupamento com a Variável Cobre	14
Análise de Correlação.....	15
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
DIRETRIZES PARA AUTORES (REVISTA CIÊNCIA FLORESTAL)	18

USO DE ESPÉCIES DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BIOMONITORAMENTO DE POLUIÇÃO AMBIENTAL

USE OF SPECIES OF URBAN TREES IN THE ENVIRONMENTAL POLLUTION BIOMONITORING

RESUMO

O biomonitoramento consiste na utilização de organismos vivos para apontar possíveis poluições ambientais. Objetivou-se neste estudo avaliar a influência da intensidade do tráfego urbano na disponibilidade de elementos e sólidos em suspensão, bem como identificar a potencialidade no acúmulo e retenção das substâncias em diferentes espécies arbóreas, utilizando suas folhas como biomonitores passivos e de acumulação. Como amostras utilizaram-se folhas de árvores coletadas em duas áreas no município de Vitória da Conquista (BA): com trânsito de veículos e atividades antrópicas moderadas; e em uma zona de maior tráfego e com atividades intensas. Foram determinados o material particulado (MP) depositado nas folhas pelo método gravimétrico e os elementos Fe, Cu, Ni, Co e Cd por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (EAA FG). O Fe se distinguiu significativamente das demais variáveis, com concentrações superiores aos outros metais. Utilizaram-se análises estatísticas multivariadas para a interpretação dos dados. A análise de agrupamento hierárquico separou dois grupos de acordo com a espacialidade e a análise de componentes principais permitiu a explicação desta tendência amostral. Um grupo foi constituído por MP, Fe e Cd, pelo fato de serem originados do desgaste dos veículos e queima de combustíveis fósseis. As espécies da família Fabaceae apresentaram uma maior similaridade em relação ao elemento Cu, isto porque a atividade metabólica do Cu tem comportamento inversamente proporcional à concentração de nitrogênio. O trânsito de veículos influenciou diretamente na disponibilidade de alguns elementos tóxicos e na concentração de partículas sólidas depositadas. Concluiu-se que a espécie influi no acúmulo dos elementos químicos e apresentam diferentes potenciais de captação. A arborização pode ser utilizada como biomonitora passiva de acumulação.

Palavras-chave: *Bauhinia variegata*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Terminalia catappa*, EAA FG.

ABSTRACT

The biomonitoring is the use of living organisms to identify possible environmental pollution. The objective of this study was to evaluate the influence of intensity of urban traffic in the availability of elements and suspended solids, as well as identify the potential in the accumulation and retention of substances in different tree species using its leaves as passive biomonitors and accumulation. As samples we used tree leaves collected from two areas in the municipality of Vitoria da Conquista (BA): with transit vehicles and moderate human activities; and in a zone of increased traffic and intense activities. We determined the particulate matter (MP) deposited in the leaves by the gravimetric method and the elements Fe, Cu, Ni, Co and Cd by atomic absorption spectrometry with graphite furnace (GF AAS). The Fe was significantly distinguished from other variables, with concentrations higher than other metals. The data was interpreted by multivariate analysis. Cluster analysis separated two groups, one consisting of MP, Fe and Cd, because they are originated from the wear and tear of vehicles and burning fossil fuels. The species of the family Fabaceae showed greater similarity to the Cu element, namely, because the Cu metabolic activity is inversely proportional to the concentration of nitrogen behavior. The vehicle traffic directly influenced the availability of some toxic elements and the concentration of solid particles deposited. It is concluded that the species influences the accumulation of chemical elements and have different potentials capita. The trees can be utilized as biomonitors passive accumulation.

Keywords: *Bauhinia variegata*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Terminalia catappa*, GF AAS.

INTRODUÇÃO

Os elementos tóxicos sempre foram encontrados e ocorreram de forma natural no meio ambiente (ESTEVES, 1998), contudo algumas atividades sociais têm contribuído de maneira efetiva para o aumento significativo desses contaminantes em distintos ecossistemas, permitindo que estes se tornem disponíveis em recursos hídricos, solos e atmosfera. Tal problemática socioambiental é um fato que deve ser investigado, visto que ao depender das concentrações de metais pesados em contato com o organismo proporciona diversos riscos à saúde devido à exposição (SATARUG et al., 2010).

Qualquer substância com potencialidade de contaminação e que possa causar danos em seres vivos e materiais é considerada poluente. Esta pode advir tanto de fenômenos naturais quanto das atividades humanas. Esses poluentes do ar são emitidos e podem ser encontrados na forma gasosa ou como material particulado e metais (KLUMPP et al., 2001; MMA, 2011).

56 O material particulado, os gases e os metais tóxicos, são originados principalmente por resíduos
 57 industriais e veículos automotores. Veículos movidos à diesel apresentam a maior concentração média de emissão
 58 de partículas, seguidas pela gasolina (três vezes menos) e etanol (sete vezes menos) (SILVA, 2007). A constituição
 59 do combustível explica esses resultados, pois além de ser formado por hidrocarbonetos pesados e altos teores de
 60 metais como o enxofre, o óleo diesel ainda necessita de alta quantidade de ar aquecido para promover a ignição.
 61 Além do enxofre permitir maior formação de partículas, os três combustíveis apresentam como composição
 62 elementar os metais ferro (Fe), cobre (Cu) e chumbo (Pb) sendo, que ao depender da particularidade do
 63 combustível e do tipo de partícula (fina ou grossa) também são encontrados os metais alumínio (Al), silício (Si),
 64 potássio (K), cálcio (Ca), crômio (Cr), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn). Para atender as exigências do
 65 mercado consumidor, a gasolina, antes de ser distribuída é enriquecida com aditivos (corantes, agentes
 66 antidetonantes, antioxidantes, inibidores de corrosão e elevadores de volatilidade). Estes compostos contêm
 67 elementos-traço como Fe, Cr, Cu e Pb, que advém, em sua maior parte, dos óleos antes do refino (SILVA, 2007).

68 Dessa forma, pode-se perceber o alto grau de comprometimento do ambiente urbano devido à emissão e
 69 acúmulo dessas partículas. Tanto a identificação desses poluentes, como a determinação de suas concentrações, é
 70 fundamental para a elaboração de políticas públicas e tomadas de decisão quanto a seus mecanismos de emissão.

71 Neste contexto, o uso de bioindicadores de poluição ambiental é imperioso, pois permite, segundo
 72 Klumpp et al. (2001), detectar os efeitos dos poluentes sobre os organismos e inferir sobre a qualidade do ar.
 73 Sendo assim, o uso da arborização urbana como bioindicadora é o ideal, já que são componentes filtrantes dessas
 74 partículas e gases são expostas diuturnamente as fontes emissoras.

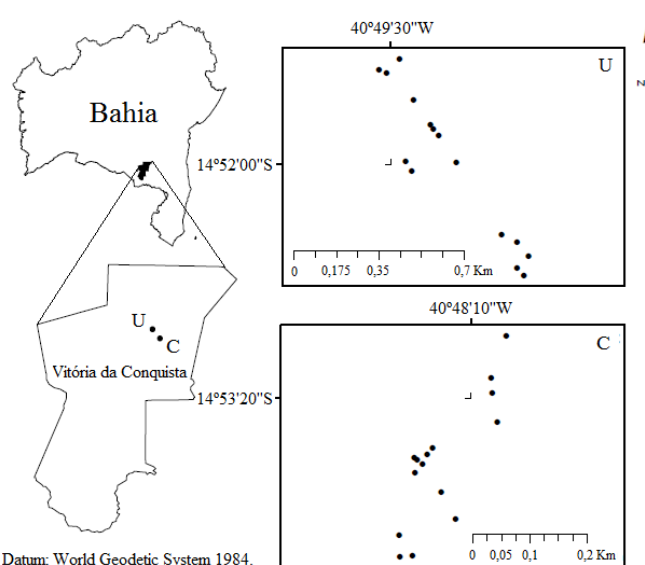
75 As plantas podem ser usadas como indicadoras de reação ou como indicadoras de acumulação. As
 76 indicadoras de reação são aquelas que em contato com a poluição respondem por meio de deformações na
 77 anatomia, apresentando danos visíveis em suas estruturas. As indicadoras de acumulação são resistentes à
 78 poluição, acumulam substâncias tóxicas nos tecidos foliares e permitem a detecção do poluente por meio de
 79 análises químicas. Quanto à obtenção da espécie para fins do biomonitoramento, podem ser ativa quando se expõe
 80 uma espécie por um determinado período e passiva, quando as análises são realizadas em espécies já existentes
 81 no meio (MARTINS, 2009).

82 Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da intensidade do tráfego urbano na
 83 disponibilidade de elementos e sólidos em suspensão, bem como identificar a potencialidade no acúmulo e
 84 retenção das substâncias em diferentes espécies arbóreas, utilizando suas folhas como biomonitores passivos e de
 85 acumulação.

87 MATERIAL E MÉTODOS

88 Áreas de estudo

89 O estudo foi realizado em duas áreas localizadas no município de Vitória da Conquista – BA. Uma situa-
 90 se no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Esta área foi selecionada, pois apresenta
 91 trânsito de veículos e com atividades antrópicas moderadas. Neste trabalho é representada pela letra “C”. A outra
 92 área selecionada foi a Avenida Olívia Flores no Bairro Candeias. Esta é uma zona de maior tráfego urbano e com
 93 atividades intensas, sendo representada pela letra “U” (Figura 1).



94
 95 FIGURURA 1. Localização das árvores amostradas nas áreas em estudo: U (avenida) e C (*campus*).
 96 FIGURE 1. Location of the trees in the areas of the study: U (avenue) and C (*campus*).

97 Segundo a classificação climática de Köppen, a região estudada é do tipo Aw quente com estação seca
 98 bem acentuada e precipitações anuais em média de 700 mm. O clima é do tipo Tropical de Altitude, cuja
 99 temperatura média no mês mais quente é de 22,1°C, no mês mais frio é de 15,8°C, e com média anual de 20°C. A
 100 vegetação pertence à tipologia de Floresta Estacional variando de Semidecidual à Decidual (SOARES FILHO,
 101 2000).

102 A cidade de Vitória da Conquista possui uma população de 306.866 pessoas, com uma densidade
 103 demográfica de 91,41 habitantes/km² e com 90% da população residente no meio urbano (IBGE, 2013). A frota
 104 na cidade para o mês de dezembro de 2013 somou um total de 104.954 veículos, sendo esta a terceira maior frota
 105 de veículos do estado da Bahia (DENATRAN, 2013).

107 Amostragem

108 Foram coletadas folhas de três espécies florestais, sendo: 1 - Amendoeira (*Terminalia catappa* L., Família
 109 Combretaceae); 2 - Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth., Família Fabaceae) e 3 - Pata-de-vaca
 110 (*Bauhinia variegata* L., Família Fabaceae). Cada amostra foi composta por três ramos de cinco árvores. A coleta
 111 foi realizada em dezembro de 2013. Com o propósito de avaliar a influência espacial da poluição na qualidade
 112 ambiental, realizou-se a coleta apenas neste período. Este mês se apresentou com chuvas regulares em toda a
 113 região.

114 A seleção das folhas foi padronizada para compor o universo amostral. Com o auxílio de um podão, foram
 115 coletados ramos entre 2,0 e 3,0 metros de altura na parte exterior da copa.

117 Preparo das amostras

118 *Determinação do Material Particulado*

119 Logo após coletadas, as folhas foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis e levadas ao laboratório.
 120 A determinação do material particulado foi realizada por meio do método gravimétrico (BRAUN et al., 2003;
 121 INOUE E REISSMANN, 1991; MENEZES e CATALUÑA, 2008). Prepararam-se primeiramente filtros
 122 quantitativos. Estes foram previamente secos em estufa até peso constante. Foram cortadas e pesadas 3,0 ± 0,001
 123 g das folhas homogeneizadas. Em seguida, as folhas foram lavadas sobre os filtros e estes enviados novamente
 124 para estufa e secas até peso constante. Por diferença entre as massas inicial e final, obteve-se a quantidade de
 125 material particulado depositados nas folhas.

127 *Digestão das Amostras*

128 A segunda etapa de preparação das amostras consistiu inicialmente de sua secagem na estufa em bandejas
 129 de alumínio à temperatura de 60 °C por 48 horas. Assim, com as amostras de folhas secas, estas foram trituradas
 130 com o propósito de facilitar o processo de extração. Neste processo, as amostras foram submetidas a uma digestão
 131 ácida assistida por microondas, em triplicata (CARODE et al., 2008; VACCARO et al., 2004; CARNEIRO et al.,
 132 2006; MELO e SILVA, 2008).

133 Pesou-se 1 ± 0,001 g da amostra em balança analítica, adicionada a esta 6 mL de HNO₃ 65 % em frascos
 134 fechados de Teflon. A amostra então foi levada ao microondas pressurizado em uma proveta analítica (modelo
 135 DGT 100 plus), para a execução do programa de aquecimento apresentado na Tabela 1. O método de digestão foi
 136 baseado no manual de preparação de amostra do digestor por microondas.

137 TABELA 1: Programa de aquecimento utilizado para digestão assistida em forno de micro-ondas.

138 TABLE 1: Heating program used for assisted digestion in a microwave oven.

Etapa	Tempo (min)	Potência (W)
1	7	330
2	2	800
3	5	500
4	10	0

140 Posteriormente, as amostras foram avolumadas diretamente em balões de 25 mL. Ao completar o seu
 141 volume com água ultrapura obtida pelo sistema Milli-Q, foram transferidas para frascos de polietileno.

142 Com o intuito de evidenciar a interferência dos reagentes, realizou-se um ensaio em branco contento a
 143 solução extratora e a água ultrapura, seguindo o mesmo fluxograma de preparo da amostra.

146 Procedimento Analítico

147 *Spectrometria de absorção atômica em forno de grafite (GF AAS)*

148 As determinações de Cd, Ni, Co e Fe foram realizadas por GF AAS, Perkin-Elmer Precisely – modelo
 149 AAnalyst 600, em triplicata com protocolo de análise sugerido pelo fabricante na Tabela 2. Para a preservação da
 150 amostra em temperaturas de pirólise maiores e eliminação de interferentes da matriz, foram utilizados
 151 modificadores químicos para a determinação do Cd (0,05 mg $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + 0,003 mg $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$).

152 TABELA 2: Programação do aquecimento do GF AAS, sendo: Tr = tempo de rampa em segundos, Te = tempo
 153 de espera em segundos e Fi = fluxo interno.

154 TABLE 2: Programming warming GF AAS, as follows: Tr = ramp time in seconds, Te = timeout in seconds and
 155 Fi = internal flow.

Etapas	Temperatura (°C)					Tr	Te	Fi
	Cd	Fe	Ni	Co	Cu			
1.Secagem			110			1	30	250
2.Secagem			130			15	30	250
3. Pirólise	500	1440	1110	1400	1200	10	20	250
4. Atomização	1500	2100	2300	2400	2000	0	5	0
5. Limpeza	2450	2450	2450	2450	2450	1	3	250

156 No equipamento foram introduzidos 20 microlitros no forno pela pipeta automática. Em seguida, a
 157 amostra foi submetida a uma série de etapas programadas (secagem, pirólise, atomização e limpeza). Na etapa de
 158 secagem, com temperaturas relativamente baixas o solvente da amostra evaporou e logo após com temperaturas
 159 mais elevadas ocorreu a calcinação ou a conversão da matéria orgânica em H_2O e CO_2 . Em seguida ocorreu a
 160 etapa de pirólise, sendo a amostra vaporizada e atomizada. Posteriormente, ocorreu um rápido aumento da
 161 temperatura, cerca de 2500°C . Sendo assim, a técnica consistiu em gerar uma nuvem densa de átomos, que em
 162 condições controladas, permitiu a absorção das partículas atomizadas, medida em uma região acima da superfície
 163 de aquecimento. A última etapa foi a da limpeza, realizada a temperaturas muito altas foi utilizada para evitar o
 164 efeito memória do analito (SKOOG et al., 2007).

165 A calibração realizada foi do tipo externa. Os limites de detecção e quantificação foram calculados
 166 segundo as equações 1 e 2, respectivamente (RIBANI et al., 2004). Em que, “s” representa o desvio padrão da
 167 resposta de cinco leituras do branco, e “S” representa a inclinação da equação da reta.

$$\text{LD} = 3,3 \text{ s/S (1)}$$

$$\text{LQ} = 10 \text{ s/S (2)}$$

171 Análises Estatísticas

172 Devido à existência de fatores como a morfologia das folhas e localidade das amostras, que poderiam
 173 afetar a quantidade de elementos químicos depositados, as análises de agrupamento hierárquico (AAH) e de
 174 componentes principais (ACP) foram aplicadas nos resultados analíticos com o propósito de obter variáveis
 175 capazes de caracterizar a originalidade das amostras sob a influência das atividades citadinas. Todos os cálculos
 176 foram realizados com o auxílio dos programas SPSS 16.0.

177 Para a interpretação dos dados, foi gerada uma matriz de dados 6 x 6, onde as linhas corresponderam as
 178 amostras de folhas (casos) e as colunas as variáveis MP, Fe, Ni, Cu, Co e Cd. Como as variáveis não possuíam a
 179 mesma escala foi necessário escalonar os dados por meio do método Z-Score. A medida de similaridade usada foi
 180 a distância euclidiana e o método hierárquico aglomerativo utilizado foi o método de ligação de Ward.

182 Análise de Agrupamento Hierárquico

183 Portando-se das concentrações médias de cada ponto amostral, foi utilizada a análise hierárquica de
 184 cluster. Este é um método numérico multivariado, que possui como objetivo propor uma estrutura classificatória
 185 ou de reconhecimento da existência de grupos, baseado na similaridade das variáveis e a diferença entre os
 186 membros de classes distintas (REGAZZI, 2001).

187 Para a representação gráfica dos resultados optou-se pela utilização de um dendrograma. A similaridade
 188 entre as amostras foi medida por distância euclidiana.

190 Análise de Componentes Principais

191 Nesta análise o princípio fundamental foi baseado na redução da dimensão do conjunto dos resultados
 192 analíticos, em que se preservou a maior quantidade de informação (variância). Assim, para a análise de
 193 componentes principais foram avaliadas as principais influências das variáveis no comportamento de grupos.

194 Na ACP considerou-se um método fatorial, pois a redução do número de variáveis foi feita pelo
 195 estabelecimento de novas variáveis ortogonais entre si, denominadas de componentes principais (CP) e foram
 196 obtidas pela combinação linear das variáveis iniciais, por meio de fatores.

197 Os componentes principais foram organizados em ordem decrescente de importância e os gráficos foram
 198 obtidos através da análise das amostras em um sistema cartesiano onde os seus eixos são as CP.

199

200 *Análise de Correlação*

201 Para a observação das correlações e seus respectivos graus de importância, aplicou-se a partir da matriz
 202 de dados das concentrações médias das variáveis uma análise de correlação com base no coeficiente de correlação
 203 de Pearson.

204

205 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

206 As médias das determinações do material particulado e elementos químicos demonstraram que tanto o
 207 local quanto a espécie influenciaram nos resultados (Tabela 3). O comportamento das variáveis foi dinâmico,
 208 expondo a influência e especialidade dos elementos químicos.

209

210 TABELA 3: Médias de concentração das variáveis da leitura em triplicata das amostras de folha seguidas pelo
 211 desvio padrão, sendo: C1 = indivíduo de *Terminalia catappa* situado no *campus*, C2 = indivíduo de *Caesalpinia*
 212 *peltophoroides* situado no *campus*, C3 = indivíduo de *Bauhinia variegata* situado no *campus*, U1 = indivíduo
 213 de *Terminalia catappa* situado na avenida, U2 = indivíduo de *Caesalpinia peltophoroides* situado na avenida,
 214 U3 = indivíduo de *Bauhinia variegata* situado na avenida.

215 TABLE 3: Means concentration of variables in triplicate of swatches followed by the standard deviation, where:
 216 C1 = *Terminalia catappa* located on *campus*, C2 = *Caesalpinia peltophoroides* located on *campus*, C3 =
 217 *Bauhinia variegata* located on *campus*, U1 = *Terminalia catappa* located in the avenue, U2 = *Caesalpinia*
 218 *peltophoroides* located in the avenue, U3 = *Bauhinia variegata* located in the avenue.

219

Amostra	MP (g Kg ⁻¹)	Cd (mg Kg ⁻¹)	Co (mg Kg ⁻¹)
C1	2,001±0,001	0,018±0,000	0,179±0,002
C2	3,009±0,005	< LQ	0,097±0,006
C3	2,271±0,001	< LQ	0,138±0,008
U1	3,673±0,007	0,053±0,005	0,198±0,013
U2	3,678±0,006	0,067±0,007	0,113±0,007
U3	4,011±0,011	0,048±0,004	0,230±0,012
Amostra	Cu (mg Kg ⁻¹)	Fe (mg Kg ⁻¹)	Ni (mg Kg ⁻¹)
C1	0,789±0,034	803,933±12,887	1,680±0,064
C2	0,344±0,011	1100,100±3,536	1,426±0,083
C3	< LQ	540,100±3,122	0,501±0,030
U1	0,788±0,057	1498,933±5,575	1,872±0,070
U2	0,279±0,006	1645,600±9,014	1,260±0,046
U3	< LQ	2069,267±2,021	1,786±0,088

220

221 Alguns elementos traço não foram quantificados pois permaneceram abaixo do limite de quantificação
 222 (LQ) do método para a técnica GF AAS (Tabela 4), o Cd em algumas amostras oriundas do *campus* e o Cu para
 223 *Terminalia catappa* (Tabela 3).

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233 TABELA 4. Parâmetros analíticos para técnica de GF AAS: Coeficiente de determinação (R^2), desvio padrão da
 234 resposta analítica do branco (DP branco), limite de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) do método.
 235 TABLE 4. Analytical parameters for GF AAS technique: Determination coefficient (R^2), standard deviation of
 236 analytical response of white (DP branco), limit of detection (LD) and limit of quantification (LQ) of the method.

Elemento	R^2	Faixa linear (mg Kg ⁻¹)	Inclinação da curva	DP Branco (n = 5)	LD (mg Kg ⁻¹)	LQ (mg Kg ⁻¹)
Cd	0,9957	0,0040 – 0,0160	0,0062	0,0024	0,0013	0,0039
Co	0,9993	0,0050 – 0,1000	0,0039	0,0001	0,0001	0,0004
Cu	0,9907	0,0070 – 0,1200	0,0028	0,0004	0,0004	0,0012
Fe	0,9993	0,0070 – 0,1200	0,0022	0,0015	0,0022	0,0067
Ni	0,9964	0,1000 – 0,5000	0,0040	0,0039	0,0032	0,0096

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

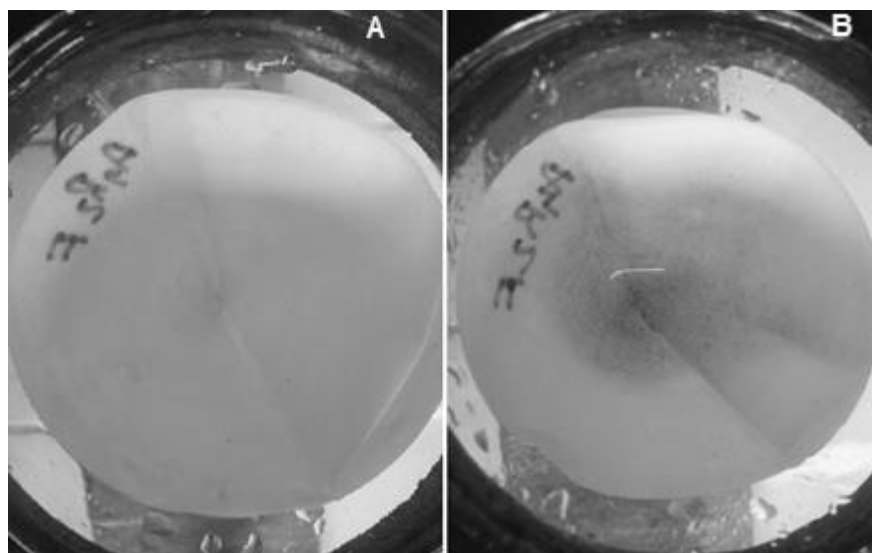
O Fe se distinguiu significativamente das demais variáveis, com concentrações muito superiores aos outros metais (Tabela 3). Isso pode ser explicado devido à presença deste elemento em todos os tipos de combustíveis e partículas de fuligem (SILVA, 2007). O Fe também está relacionado com a poeira e ressuspensão do material particulado, além de estar presente na composição química da terra e ser gerado no desgaste de peças metálicas dos veículos (MOREIRA, 2010).

Verificou-se que este elemento apresentou teores elevados quando comparados com estudos semelhantes realizados por outros autores. Para Silva (2011), que estudou contaminantes atmosféricos em avenidas principais da cidade de Patos - PB, as concentrações mais elevadas de Fe variaram em torno de 444,0 mg Kg⁻¹. Já Moreira (2010) quantificou teores médios de 199,72 mg Kg⁻¹ do elemento em folhas de árvores localizadas no parque Ibirapuera da cidade de São Paulo - SP. A área de estudo e a metodologia aplicada, respectivamente, explicam os altos teores neste estudo. A cidade de Patos, de acordo com o autor, possui uma frota de 24.123 veículos, cerca de quatro vezes menor do que Vitória da Conquista - BA (SILVA, 2011). Moreira (2010), que objetivou estudar a absorção de elementos pela folha, lavou-as com o propósito de evitar a contaminação de superfície e assim reduzindo provavelmente os teores de acumulação. Concentrações superiores foram determinadas por Martins (2009), que ao estudar a influência de corredores de tráfego veicular em parques da cidade de São Paulo, por meio do acúmulo de metais traços em cascas de árvores, obteve concentrações superiores a 5.000 mg Kg⁻¹ em locais de influência citadina e inferiores a 106 mg Kg⁻¹ em área distantes de corredores de tráfego veicular.

Para os elementos Cu, Cd e Co, foram determinadas concentrações inferiores quando comparados na literatura. Moreira (2010) obteve teores na média de 9,38 mg Kg⁻¹ de Cu e 0,23 mg Kg⁻¹ de Cd em folhas de árvores. Para Martins (2009), as variações da concentração de Cu mostraram influência da intensidade do tráfego veicular na acumulação do elemento em cascas de árvores, sendo inferior a 20 mg Kg⁻¹ em área controlada, e superior a 90 mg Kg⁻¹ em parques urbanos. Já o Co apresentou 0,2 mg Kg⁻¹ em área controlada e 3,9 mg Kg⁻¹ em amostras oriundas de local próximo aos corredores de tráfego veicular. De acordo com Moreira (2010), a provável fonte de Cu na atmosfera de emissão veicular está relacionada ao desgaste de peças, em relação ao Cd a principal fonte é devido ao atrito dos pneus. Aponta-se que os teores de ordem inferior neste estudo são devido a pequena frota de veículos da cidade de Vitória da Conquista, quando comparados aos estudos realizados na cidade de São Paulo - SP, que possuía registro de 6.673.882 veículos, 63 vezes maior que a área deste estudo (MOREIRA, 2010).

Os teores de Ni obtidos neste estudo foram inferiores aos encontrados por Martins (2009), que relatou 5,0 mg Kg⁻¹ do elemento presente em cascas de árvores oriundas de uma área controlada e 15,1 mg Kg⁻¹ no meio urbano. Por permanecer em geral por um período mais longo na planta, as cascas das árvores tendem a acumular maiores concentrações de poluentes atmosféricos.

Especialmente em relação ao material particulado, foi possível observar ainda no momento das análises a distinção entre as espécies do *campus* e as espécies da avenida pelo acúmulo de material particulado nos filtros (Figura 2). Verificou-se que houve uma maior acumulação de material particulado nas folhas de árvores localizadas na avenida, com uma proporção que variou entre 1,2 a 1,8 maior para com o *campus*, apontando assim o efeito poluidor do tráfego de veículos. Inoue e Reissmann (1991), ao verificar o efeito da descarga de veículos automotores na deposição de particulados em folhas de *Ligustrum lucidum*, constataram que a amostra coletada em local de intenso movimento de veículos apresentou um pouco mais que o dobro de conteúdo de matéria sólida em relação a amostra oriunda de um bosque da periferia da cidade (445 mg/m²). De acordo com Carneiro (2004), o material particulado ou partículas inaláveis são produzidos nos processos de combustão veicular.



278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

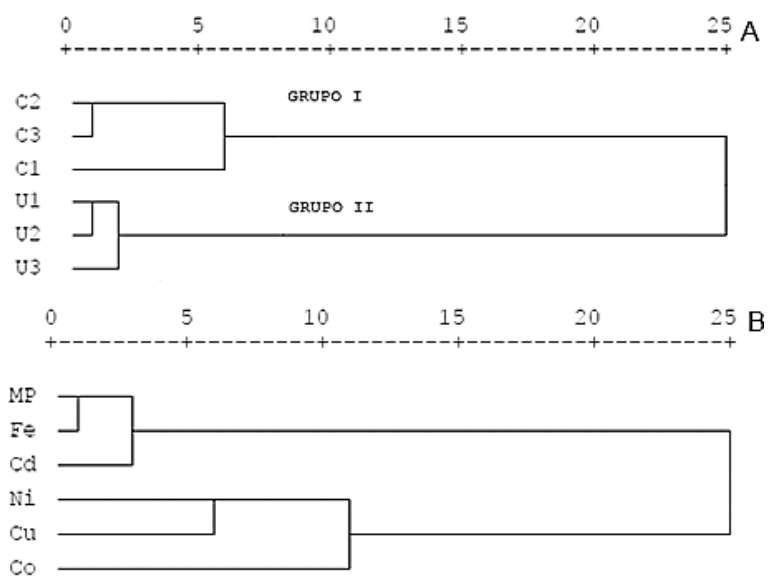
289

FIGURA 2: Material particulado retido no papel-filtro após lavagem de uma mesma espécie em locais distintos: *campus* (A) e avenida (B).

FIGURE 2: Particulate matter trapped in the filter paper after washing of the same species in different locations: *campus* (A) and avenue (B).

Análise de Agrupamento Hierárquico

Na avaliação do dendrograma foi possível observar a formação de dois grupos principais (Figura 3A). O primeiro grupo foi formado por amostras originadas do *campus*. O grupo II, formado somente por amostras da avenida, apresentou uma maior similaridade. Tal fato pode ser explicado em função da localidade das amostras, sendo as da avenida, influenciadas pela maior exposição das árvores aos contaminantes na zona de maior tráfego.



290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

FIGURA 3: Dendrogramas de similaridade (A) por amostras coletadas no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e na avenida Olívia Flores e (B) por concentração de elementos químicos.

FIGURE 3: Dendrograms of similarity (A) for samples collected on the *campus* of the State University of Southwest Bahia and Avenue Olivia Flores and (B) by concentration of chemical elements.

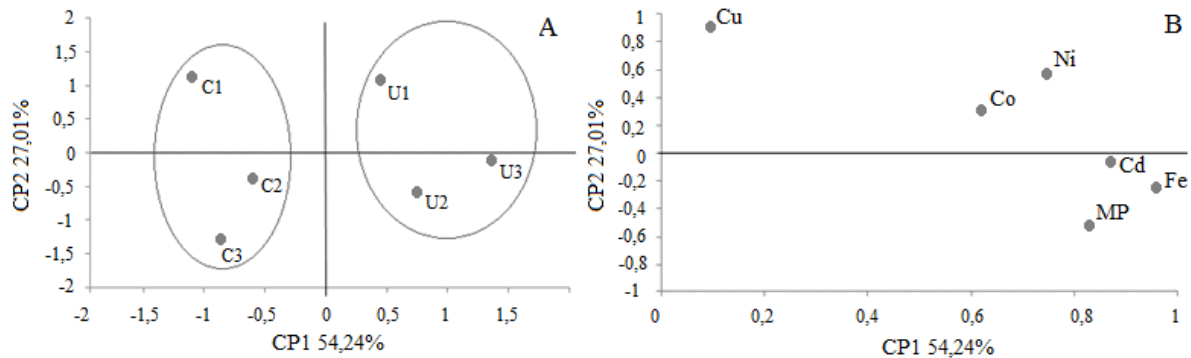
Em relação à análise de agrupamento por concentração de variáveis (Figura 3B), também se pôde observar a formação de dois grupos. Sendo o primeiro constituído pelas variáveis MP, Fe e Cd. A formação deste grupo pode ser explicada em função da fonte do material particulado depositado. Esse material depositado foi gerado principalmente pelo desgaste de peças dos automóveis, os quais contêm ferro na sua composição, aglutinado ao cádmio, originado provavelmente dos processos de galvanoplastia, sendo a cromagem um artifício comum em peças de veículos (MOORE e RAMAMOORTHY, 1984), bem como pela queima de combustíveis fósseis

302 (MATTHEWS, 1984; DUARTE e PASQUAL, 2000). Já o grupo II formou-se a partir das demais variáveis com
 303 subgrupos caracterizados principalmente pela origem e especificidade química da natureza dos elementos.
 304

305 **Análise de Componentes Principais**

306 Foram selecionados dois componentes (CP1 x CP2) derivados por rotação varimax, o segundo
 307 componente concentrou 27,01% da variância total e o primeiro componente 54,24%, totalizando 81,25% de
 308 variância total (Figura 4).

309 No gráfico de escores (Figura 4A) pode ser observada a distribuição das amostras, as quais formaram dois
 310 grupos, novamente separando amostras do *campus* e da avenida, mostrando assim uma influência direta no
 311 comportamento dos dados referente à espacialidade. Ao longo do eixo da CP1 é possível observar que as amostras
 312 do *campus* apresentaram valores negativos, enquanto que nas amostras da avenida foram obtidos valores
 313 positivos. Sendo assim, o gráfico de escore corrobora com a análise de agrupamento do dendrograma.



314

315 FIGURA 4: Análise de componentes principais (CP1 x CP2): gráfico de escores (A) e loadings (B).

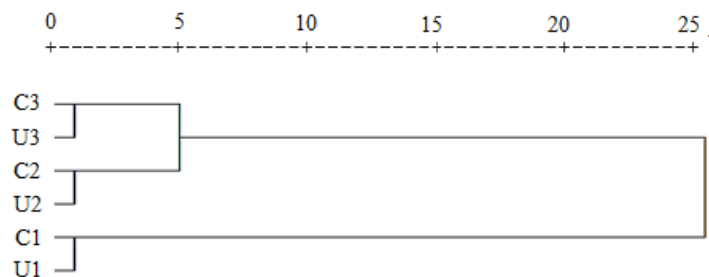
316 FIGURE 4: Principal component analysis: scores plot (A) and loadings plot (B).

317

318 O gráfico de loadings, representado na Figura 4B, permite a caracterização de tendências entre as variáveis
 319 e quanto elas influenciaram o sistema e comportamento das amostras. Ao longo do eixo da CP1 pode observar
 320 que a maioria dos elementos proporcionaram e explicaram a distinção referente aos dois grupos, todos com valores
 321 positivos. O Fe, Cd e MP contribuíram para uma maior diferenciação dos agrupamentos, juntamente com o Co e
 322 Ni. Contudo, é notório que o elemento Cu distanciou-se com um valor superior e positivo quando analisado o eixo
 323 da CP2, instigando assim uma análise mais detalhada desta variável.
 324

325 **Análise de Agrupamento com a Variável Cobre**

326 De acordo com a Figura 5, se pode observar a formação de três grupos, sendo agora determinados pela
 327 espécie vegetal.



328

329 FIGURA 5: Dendrograma de similaridade para o elemento cobre (Cu) para as amostras coletadas no *campus* da
 330 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e na avenida Olívia Flores.

331 FIGURE 5: Dendrogram of similarity to the copper element (Cu) for samples collected on the *campus* of the State
 332 University of Southwest Bahia and Avenue Olivia Flores.
 333

334 Com base na análise de agrupamento é possível ainda a observação de que as espécies 2 (*Caesalpinia*
 335 *peltophoroides*) e 3 (*Bauhinia variegata*) possuem uma maior similaridade quanto ao comportamento das
 336 variáveis em relação à espécie 1 (*Terminalia catappa*). Tal fato pode ser explicado devido as espécies 2 e 3
 337 pertencerem à família Fabaceae. Gilbert (1950) evidenciou que a atividade metabólica do cobre comporta de
 338 modo inversamente proporcional à concentração de nitrogênio (N). O autor destaca que a existência de uma alta

339 concentração de N na planta impede a translocação do Cu nas folhas. Mattos Júnior et al. (2010) também
 340 demonstraram que o suprimento de Cu em citros é deficiente quando ocorre excesso da adubação nitrogenada.
 341 Logo, pela capacidade de espécies florestais pertencentes à família Fabaceae de assimilar N, devido a relação
 342 simbiótica com fixadores biológicos (BARBERI et al., 1998), o Cu originado do material particulado é impedido
 343 por complexos protéicos/nitrogenados de se translocar na planta, permanecendo acumulado no tecido superficial
 344 da folha. Já para a espécie 1 (família Combretaceae), por possuir naturalmente um menor teor de N, permite uma
 345 translocação mais eficiente do Cu para outras partes do vegetal.

346

347 **Análise de Correlação**

348 Na Tabela 5 observa-se uma correlação significativa entre o MP e o Fe, mostrando que estes se
 349 comportaram de modo similar nas amostras, já que o material particulado advindo de qualquer tipo de fuligem de
 350 origem veicular possui Fe em sua constituição (SILVA, 2007). Pode-se perceber também uma forte correlação do
 351 Cd com o Fe, estes elementos estão associados, uma vez que este primeiro é a matéria-prima para processos de
 352 galvanoplastia em peças automotivas (MOORE e RAMAMOORTHY, 1984). O Cd também manteve uma forte
 353 correlação com o material particulado.

354

355 TABELA 5: Matriz de correlação entre as variáveis (MP, Cd, Ni, Fe, Co e Cu) nas amostras de folha, sendo: *
 356 para correlações significativas a 0,05.

357 TABLE 5: Matrix of correlation between variables (MP, Cd, Ni, Fe, Co and Cu) in swatches, as follows: * to
 358 significant correlations 0.05.

	MP	Cd	Ni	Fe	Co	Cu
MP	1					
Cd	0,729	1				
Ni	0,318	0,483	1			
Fe	0,892*	0,807	0,617	1		
Co	0,267	0,359	0,574	0,439	1	
Cu	-0,333	0,125	0,575	-0,153	0,133	1

359

360 Alterações em correlações negativas também foram observadas, como o Cu com o MP e o Fe, todavia,
 361 esta não foi uma correlação significativa. No entanto é possível inferir que o Cu se comporta de modo
 362 independente ao Fe e a sua diluição no material particulado é dependente da espécie botânica (Tabela 5).

363 Outras correlações importantes não foram observadas, infere-se assim sob a especificidade de cada
 364 elemento químico.

365 De acordo com Moreira (2010), a floresta urbana pode ser usada como instrumento de descontaminação
 366 atmosférica, sendo que a interação da floresta com a poluição é preciso ser entendida. Devido ao modelo
 367 econômico atual e a sua decorrente ação destrutiva para com os recursos naturais (PEREIRA e DIEGUES, 2010),
 368 a poluição atmosférica nos centros urbanos tornou-se além de um problema para a saúde pública, uma
 369 preocupação com os gastos financeiros por parte da degradação da vegetação e construções. Verificou-se neste
 370 estudo que biomonitoramento além de se apresentar como uma técnica barata, permitiu aferir sobre áreas
 371 impactadas pelo trânsito automotivo, uma vez que para a maioria dos elementos estudados a área de maior tráfego
 372 de veículos proporcionou uma tendência no maior acúmulo de poluente. Apontou-se também que as espécies de
 373 árvores estudadas, devido suas capacidades de retenção dos poluentes atmosféricos, uma forma de filtrar o ar da
 374 cidade, que, de certa forma, interceptaram parte dos componentes químicos que seriam possivelmente inalados
 375 pela população, causando provavelmente danos à saúde.

376

377 **CONCLUSÕES**

378 O trânsito de veículos influi diretamente na disponibilidade de alguns elementos tóxicos e no aumento de
 379 partículas sólidas depositadas sobre folhas de árvores.

380 O material particulado, o ferro e o cádmio foram as variáveis que melhor explicaram o comportamento
 381 das amostras oriundas do meio urbano, estando presentes em maiores teores neste local.

382 O elemento químico Fe ocorre em maior quantidade e está presente no material particulado, juntamente
 383 com o Cd.

384 Espécies da família Fabaceae não assimilam o cobre originado do material particulado e este tende a ficar
 385 com uma maior concentração do elemento na superfície foliar.

386 As folhas de árvores podem ser utilizadas como biomonitores passivos de acumulação e permitem a
 387 investigação de impactos ambientais.

As árvores podem ser utilizadas como barreiras naturais que “filtram” o ar citadino.

388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBERI, A. et al. Nodulação em leguminosas florestais em viveiros no sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras; v. 4, n. 1, p. 145-153, dez. 1998.
- BRAUN, S.; APPEL, L. G.; SCMAL, M. A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel – A questão dos particulados. Estratégias atuais para a redução e controle das emissões e tendências futuras. **Química nova**, São Paulo; v. 27, n. 3, p. 472-482, jun. 2003.
- CARNEIRO, R. M. A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. 169p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2004.
- CARNEIRO, C.; REISSMANN, C. B.; MARQUES, R. Comparação de métodos de análise Química de K, Ca, Mg e Al em folhas de erva-mate (*Ilexpara guariensis* St. Hil.). **Cerne**, Lavras; v. 12, n. 2, jun. 2006.
- CARODE, S.; MATOSO, E.; SANTOS, M. C. A espectrometria atômica e a determinação de elementos metálicos em materiais poliméricos. **Química Nova**, São Paulo; v. 31, n. 6, p. 1533-1542, set. 2008.
- DENATRAN – **Departamento Nacional de Trânsito (Frota por município 2013)**. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/frota2013.htm>>. Acesso em: 27 agos.2014.
- DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e Zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, Botucatu; v. 15, n. 1, p.46-58, mar. 2000.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência, 1998, 575 p.
- GILBERT, S. G. A Biochemical basis for copper-nitrogen balance in tung. **Plant Physiology**, v. 26, n. 2, p. 398-405, abr. 1950.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Vitória da Conquista – BA)**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=293330&search=bahia|vitoria-da-conquista|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em 27.agos.2014.
- INOUE M. T.; REISSMANN, C. B. Efeitos da poluição na fotossíntese, dimensões da folha, deposição de particulados e conteúdo de ferro e cobre em alfeneiro (*Ligustrum lucidum*) da arborização de Curitiba, PR. **Revista Floresta**. Paraná; v. 21, n. 12, p. 3-11, dez. 1991.
- KLUMPP, A. et al. Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet). **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 511-518, dez. 2001.
- MAGNA, G. A. M. et al. Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais no município de Santo Amaro-Bahia. **Química Nova**, São Paulo; v. 31, n. 7, p. 989-997, mai. 2013.
- MARTINS, A. P. G. **Cascas de árvores como biomonitorios da poluição atmosférica de origem veicular em parques urbanos da cidade de São Paulo**. 2009. 110p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- MATTHEWS, P.J. Control of metal application rates from sewage sludge utilization in agriculture. **CRC Crit. Rev. Environ. Control**, Ohio; v.14, p.199-250, 1984.
- MATTOS JÚNIOR, D. et al. Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citro em diferentes porta-enxertos. **Bragantia**, Campinas; v. 69, n. 1, p. 135-147, mar. 2010.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A. Influência de métodos de digestão e massa de amostra na recuperação de nutrientes em resíduos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo; v. 31, n. 3 p. 556-561, mar. 2008.
- MENEZES, E. W.; CATALUÑA. Amostragem do material particulado e fração orgânica volátil das emissões em motor ciclo diesel sem a utilização de túnel de diluição. **Química Nova**, São Paulo; v. 31, n. 8, p. 2027-2030, nov. 2008.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas Por Veículos Automotores Rodoviários. **Relatório Final**. Brasília, DF, 2011. 114p.
- MOORE, J.W.; RAMAMOORTHY, S. **Heavy metals in natural waters**. New York: Springer-Verlag, 1984, 328 p.
- MOREIRA, T. C. L. **Interação da vegetação arbórea e poluição atmosférica na cidade de São Paulo**. 2010. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, 2010.
- PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná; n. 22, p. 37-50, dez. 2010.
- REGAZZI, A. J. INF 766 - **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001. 166 p.

- 445 RIBANI, M. et al. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. **Química Nova**, São Paulo; v. 27, n.
446 5, p. 771-780, jun. 2004.
- 447 SATARUG, S. et al. Cadmium, environmental exposure, and health outcomes. **Environ Health Perspect**, North
448 Columbia; v. 118, n. 2, p. 182–190, fev. 2010.
- 449 SILVA, M. F. **Emissão de metais por veículos automotores e seus efeitos à saúde**. 2007. 156f. Dissertação
450 (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 2007.
- 451 SILVA, M. F. **Avaliação da qualidade do ar utilizando espécies arbóreas na cidade de Patos-PB**. 2011. 63p.
452 Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, 2011.
- 453 SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de Química Analítica**. São Paulo; ed. 8, p. 796 – 824. 2007.
- 454 SOARES FILHO, A. O. **Estudo fitossociológico de duas florestas em região ecotonal no planalto de Vitória**
455 **da Conquista**. Dissertação (Mestrado em Ecologia). 154 p. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.
- 456 VACCARO, S. et al. Comparação entre três diferentes métodos de análise de tecido vegetal. **Bol. Pesq. Fl.**,
457 Colombo; n. 48, p. 15-28, jun. 2004.

DIRETRIZES PARA AUTORES (REVISTA CIÊNCIA FLORESTAL)

Instructions to authors

1. A revista CIÊNCIA FLORESTAL publica artigos técnico-científicos inéditos, resultantes de pesquisa de interesse da área florestal. Também são aceitas notas técnicas e artigos de revisão. Os textos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

[**Ciência Florestal** publishes original scientific and technical articles resulting from researches on Forestry Engineering. Technical notes and review articles are also accepted. The texts can be written in Portuguese, English and Spanish.]

2. Para submeter um trabalho para publicação são cobrados os seguintes valores: §1Taxa de submissão: R\$50,00 (cinquenta reais). O pagamento dessa taxa não garante a publicação do trabalho.

§2Taxa de publicação: R\$250,00 (duzentos e cinquenta reais). Esse valor deve ser recolhido somente após o aceite do trabalho. Os valores devem ser depositados na conta corrente n. 220611-0, da agência do Banco do Brasil n. 1484-2. O comprovante do depósito da taxa de submissão deverá ser enviado juntamente com o trabalho. O comprovante da taxa de publicação deverá ser enviado a CIÊNCIA FLORESTAL, por fax (55-3220.8444/22) ou e-mail (cienciaflorestal@ufsm.br), informando o nome do trabalho ao qual se refere o depósito. Os valores depositados não serão devolvidos.

[Tramitation charges: 1) Submission fee: R\$ 50.00 (equivalent to US\$ 30.00). The payment of this fee does not guarantee the paper publication. 2) Publication fee: R\$ 250.00 (equivalent to US\$ 150.00). This value is charged only after the acceptance of the paper. The values must be deposited in the bank account # 220611-0, Banco do Brasil, agency # 1484-2. The deposit receipt shall be sent along with the paper. The receipt of the publication fee must be sent to Ciência Florestal by fax (55 55 3220 8444/22) or by e-mail (cienciaflorestal@ufsm.br), informing the paper name which belongs to this receipt. The values deposited will not be refunded.]

3. Os manuscritos devem ser encaminhados à revista via online por meio da PLATAFORMA SEER. O autor que cadastra o artigo assume a responsabilidade pelas informações, que os demais autores estão de acordo com submissão e que o artigo é inédito. Os conceitos e afirmações emitidas no artigo são de exclusiva responsabilidade dos autores. Contudo, o Conselho Editorial reserva-se o direito de solicitar ou sugerir modificações no texto original.

[The manuscripts should be submitted by PLATAFORMA SEER. The author registering the work assumes the responsibility for all information, and that the other author are in agreement with this work and that the article has not been published before. The concepts and assumptions appearing in the article are of fully responsibility of the authors. However, The Editing Committee has the right of asking for modifications in the original text.]

4. Os artigos devem ser organizados na seguinte sequência:

[The articles must be organized in this sequence:]

4.1. Artigo científico e nota técnica: Título, Resumo, Introdução com Revisão de Literatura, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências Bibliográficas. Antes do item Referências Bibliográficas, quando apropriado, mencionar a aprovação pela Comissão de Ética e Biossegurança da Instituição.

[Scientific article and technical note: title, abstract, introduction and literature review, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and references. Before the item references write when appropriate, mention its approval by the Ethics and Biosecurity Committee of the Institution.]

4.2. Artigo de revisão bibliográfica: Título, Resumo, Introdução, Desenvolvimento, Considerações finais, Agradecimentos e Referências Bibliográficas.

[Article of bibliographical review: title, abstract, introduction, development, final considerations, acknowledgements, references.]

5. O manuscrito deve ser editado no Microsoft Word, com espaço simples, linhas numeradas continuamente e sem os nomes dos autores, fonte Times New Roman, tamanho 11, tabulação de 1,25 cm, formato A4, com 2 cm de margens esquerda, inferior e superior, e 1,5 cm de margem direita, orientação retrato e máximo de 12 páginas.

[The paper must be edited in Microsoft Word, simple space, lines numbered continuously and without the authors' names, letter type Times New Roman, size 11, tab 1.25 cm, size A4, with 2.0 cm of left, inferior and superior margins and 1.5 cm in the right margin, portrait orientation and maximum of 12 pages.]

6. O Título do manuscrito, com no máximo duas linhas, deve ser centralizado e em negrito, com letras maiúsculas, redigido em português ou espanhol, seguido da versão em inglês.

[The paper title, up to 2 lines, must be centralized and in bold type, in capital letters and followed by the Portuguese version.]

7. O Resumo deve ser apresentado em um único parágrafo e redigido em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As palavras RESUMO e ABSTRACT devem ser redigidos em letras maiúsculas e centralizados.

[The abstract has to be presented in a single paragraph and written in two languages, being the Portuguese language one of them. The words RESUMO and ABSTRACT must be in capital letters.]

8. Logo após o texto do Resumo e do Abstract devem ser incluídos os termos Palavras-chave e Keywords, respectivamente, com alinhamento à esquerda, contendo até quatro termos, separados por ponto e vírgula.

[ABSTRACT and RESUMO must be followed by Keywords and Palavras-chave, respectively, aligned to the left, containing up to four words, separated by semicolons.]

9. Os grandes itens devem ser escritos em letras maiúsculas, alinhados à esquerda. Os demais itens devem obedecer à seqüência exemplificada a seguir: MATERIAL E MÉTODO - (item primário) – todo em maiúsculas e negrito. Caracterização do local - (item secundário) - só a inicial maiúscula e em negrito. Solo - (item terciário) - só a inicial maiúscula, em negrito e itálico. Horizonte A – (item quaternário) - só a inicial maiúscula, em itálico.

[The primary titles must be written in capital letters, aligned to the left. The other ones must obey the sequence as follows: MATERIAL AND METHOD – (primary item) – fully in capital letters and in bold type. Characterizing the local – (secondary item) – In bold type but the first letter in capitals. Soil – (tertiary item) – The initial in capitals, in bold type and in italics. Horizon A – (quaternary item) – only the initial letter in capitals, in italics.]

10. As siglas e abreviaturas, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, deverão ser colocadas entre parênteses, precedidas do nome por extenso.

[The acronyms and abbreviations, when they first appear in the paper, must be within brackets, preceded by their full names.]

11. Figuras (gráficos e fotografias), com resolução mínima de 300dpi, devem ser em preto-e-branco, sem-sombreamento e contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 17 cm, sempre com orientação da página na forma retrato (fonte: Times New Roman, tamanho da fonte: 11, não-negrito e não-itálico).

[Figures (graphs and photographs), with minimum resolution of 300dpi, must be black and white, with shadows and frame. The dimensions (height and width) cannot be larger than 17

cm, always with portrait page orientation, letter type of Times New Roman, size 11, non-bold type and non-italics.]

12. As figuras e tabelas devem ser auto-explicativas e alocadas no texto logo após sua primeira chamada. A identificação das mesmas deve ser expressa em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As tabelas devem ser produzidas em editor de texto (Word) e não podem ser inseridas no texto como figuras. Para tabelas com conteúdo numérico, as vírgulas devem ficar alinhadas verticalmente e os números centralizados na coluna.

[The figures and tables must self-explanatory and located in the text right after they are mentioned. Their identification must be expressed in two languages, being the English language one of them. The tables must be produced in Word text editor and cannot be put in the text as being figures. For the tables which include numbers, the points must be aligned vertically and the numbers must be centralized in the column.]

13. Nomes científicos devem ser escritos por extenso (Ex:Araucaria angustifolia) e em itálico.

[Scientific names must be fully written (ex: Araucaria angustifolia) and in italics.]

14. Fórmulas editadas pelo módulo Equation Editor, do Microsoft Word, devem obedecer à fonte do texto, com símbolos, subscrito/sobrescrito etc., em proporções adequadas.

[Formulae edited by the module Equation Editor, of Microsoft Word, must obey the text letter, with symbols, subscript/superscript, etc, in suitable proportions.]

15. Citações bibliográficas serão feitas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, usando o sistema "autor-data". Todas as citações mencionadas no texto devem ser relacionadas na lista de Referências Bibliográficas, de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT.

[Bibliographical quotations will be carried out in accordance with NBR 10520 from ABNT, using the system author-date. All quotations mentioned in the text must listed down in the reference list, in compliance with NBR 6023 from ABNT.]

16. Na versão final do artigo o autor deve inserir os nomes dos co-autores, posicionados logo abaixo do título em inglês, e identificados com número seqüencial sobrescrito. O chamamento dos autores deve ser indicado no rodapé da primeira página, antecedido do número de identificação.

[In its final version, all authors names must be inserted immediately below the paper title and identified with its superscript sequence number. The authors calling must be indicated as footnote at the first page.]

17. Os manuscritos submetidos à revista passam pela triagem inicial do comitê de área, são enviados para revisores ad hoc, devolvidos aos autores para correções e, posteriormente, passam pela avaliação final do Conselho Editorial. Os artigos aceitos são publicados preferencialmente na ordem de aprovação e os não-aceitos são comunicados aos autores. Não são fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis, no formato "pdf", no endereço eletrônico da revista (www.ufsm.br/cienciaflorestal).

[The manuscripts subjected to *Ciência Florestal* are submitted to the area committee which will decide the need of sending to ad hoc reviewers. The trial version is returned to the authors for corrections and, later, are finally evaluated by the Editing Committee. The accepted articles are published preferably in the order of their approval. Offprint will not be provided. The articles are available, in 'pdf' format, at the following electronic address: www.ufsm.br/cienciaflorestal.]

18. Em caso de dúvidas, consultar os artigos já publicados ou o Conselho Editorial no e-mail cienciaflorestal@ufsm.br.

[For further information and doubts consult the published articles and the Editing Committee through the e-mail: cienciaflorestal@ufsm.br.] Atualizado em 30/09/2011.