

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ESPÉCIES NATIVAS UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-RS

Eleandro José Brun¹; Suzana Ferreira da Rosa²; Cristiane Roppa³; Mauro Valdir
Schumacher⁴; Flávia Gizele König Brun⁵

(recebido em 20.02.2011 e aceito para publicação em 15.03.2012)

RESUMO

A nutrição mineral de árvores urbanas deve ser considerada na implantação e condução de projetos de arborização. Objetivou-se fornecer parâmetros para essa prática, avaliando-se o teor de nutrientes nas folhas de cinco espécies florestais nativas presentes na arborização do Câmpus da Universidade Federal de Santa Maria/Rio Grande do Sul. Amostras foliares foram coletadas de ramos jovens, na porção média da copa, em exposição norte, preparadas e analisadas quanto aos teores de macro e micronutrientes. *Eugenia uniflora* apresentou deficiência de N e P. *Parapiptadenia rigida* apresentou teor muito baixo para P, mesmo com bom teor disponível no solo. Todas as espécies apresentaram teores adequados de K e Ca, pelo bom suprimento via solo e teores baixos de Al no mesmo. *Cedrella fissilis* apresentou-se adequadamente suprida de Mg, porém *Caesalpinia pluviosa* mostrou deficiência. *Eugenia uniflora* apresentou-se deficiente de S. *Cedrella fissilis* e *Peltophorum dubium* apresentaram deficiência de B. Todas as espécies mostraram teores entre adequados e altos de Cu. *Peltophorum dubium* apresentou teor abaixo do adequado para o Fe, mesmo assim sem deficiência. *Parapiptadenia rigida* apresentou toxicidade de Fe. *Cedrella fissilis*, *Eugenia uniflora* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram deficiência de Mn. *Eugenia uniflora*, *Parapiptadenia rigida* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram teores deficientes de Zn.

Palavras-chave: nutrição mineral de espécies arbóreas, arborização urbana, análise foliar.

¹. Eng. Ftal., Dr., Prof. da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos/PR. Estrada p/ Boa Esperança, km 4. Caixa Postal 157. CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.

². Eng^a. Ftal. M.Sc., Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Eng. Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, Camobi, 97105-900, Santa Maria-RS. suzanafdr@yahoo.com.br.

³ Eng^a. Ftal., M.Sc., Doutoranda em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Cx. P. 74529- 23851-970, Seropédica-RJ, cris_roppla@msn.com.

⁴. Eng. Ftal., Prof. Dr., Laboratório de Ecologia Florestal-DCFL-UFSM. Av. Roraima, Camobi, 97110-970, Santa Maria-RS. schumacher@pq.cnpq.com.br.

⁵. Eng. Ftal., M.Sc. Doutoranda em Recursos Florestais-ESALQ/USP, Prof^a. da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos/PR. E-mail: flaviag@utfpr.edu.br.



NUTRITIONAL EVALUATION IN NATIVE FOREST SPECIES FROM URBAN TREES IN THE CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, RS

ABSTRACT

The mineral nutrition of urban trees should be considered in the implantation and maintenance of afforestation projects. The objective was to provide parameters for this practice, evaluating the nutrient content in leaves of five woody species present in the campus trees of the Universidade Federal de Santa Maria / Rio Grande do Sul. Leaf samples were collected from young branches, in the middle portion crown, on exposition North, prepared and analyzed for contents of macro and micronutrients. *Eugenia uniflora* presented N and P deficiency. *Parapiptadenia rigida* showed very low level for P, even with good content available in the soil. All species showed adequate levels of K and Ca, by good supply in the soil and low levels of Al in it. *Cedrella fissilis* presented adequately supplied with Mg but *Caesalpinia pluviosa* showed deficiency. *Eugenia uniflora* presented S deficiency. *Cedrella fissilis* and *Peltophorum dubium* showed B deficiency. All species showed adequate to high contents of Cu. *Peltophorum dubium* presented low level for Fe, but without deficiencies. *Parapiptadenia rigida* showed toxicity of Fe. *Cedrella fissilis*, *Eugenia uniflora* and *Caesalpinia pluviosa* showed Mn deficiency. *Eugenia uniflora*, *Parapiptadenia rigida* and *Caesalpinia pluviosa* showed deficient levels of Zn.

Keywords: tree forest mineral nutrition, urban trees, leaf analyze.

INTRODUÇÃO

As árvores urbanas devem ser capazes de, além de ter bom crescimento em meio a condições frequentemente inóspitas, expressar uma gama de caracteres paisagísticos e realizar a prestação de serviços ambientais no meio onde foram plantadas, pois somente assim poderão expressar seus múltiplos benefícios relatados em literatura (SILVA FILHO e TOSSETTI, 2010; TEIXEIRA e SANTOS, 2001; BRUN, 2008).

Cabe ressaltar os benefícios recreativos das árvores, sendo um daqueles que propiciam qualidade de vida aos usuários, diretos ou indiretos, através da formação e



crescimento adequado, fato que é propiciado pelo manejo adequado dos exemplares plantados.

Esse manejo, incluindo também as atividades de implantação, deve levar em conta as condições do local de plantio, relacionadas às características físicas, químicas e biológicas do solo, como por exemplo o fornecimento de nutrientes à planta.

Tanto no que se refere à adubação de base, no plantio, assim como as de cobertura, as condições do solo são, na maioria dos projetos, de baixa fertilidade natural, com condições físicas inadequadas, presença de elementos tóxicos oriundos de construções e deposição de materiais diversos, alheios às condições naturais de um solo, entre outros.

Essa condição exige dos gestores da arborização urbana, uma atenção especial com a nutrição mineral dos exemplares plantados, mesmo que isso não tenha sido realizado com frequência na maioria das entidades que trabalham com a implantação de projetos de arborização, principalmente de vias públicas.

Dessa forma, a avaliação e/ou monitoramento do estado nutricional das plantas tem sido objeto de estudo por várias décadas, pois a diagnose nutricional mostra-se um bom indicador do estresse nutricional (MALAVOLTA, 1987). Em condições urbanas, muitas espécies podem apresentar problemas de crescimento e expressão da sua beleza cênica, além dos benefícios diversos que a sua presença causa aos transeuntes, os quais podem estar associados a problemas de ordem nutricional, pela deficiência do nutriente no solo ou pela incapacidade da planta absorvê-lo em função do solo não propiciar condições adequadas a tal, principalmente físicas (compactação, impermeabilização), mas também químicas e biológicas.

A diagnose foliar é um método que consiste em avaliar o solo usando a planta como extratora e mostra-se como uma das melhores formas de avaliação nutricional, pois as folhas são os órgãos que refletem melhor o estado nutricional das plantas (MALAVOLTA, 1989), refletindo a translocação de nutrientes em concentrações nutricionais (BELLOTE e SILVA, 2004).

A nutrição das plantas envolve a absorção de vários elementos químicos, todos ou a grande maioria dos presentes na litosfera, necessários ou não para os processos bioquímicos essenciais das plantas (LARCHER, 2004), sua distribuição dentro da planta e utilização dos elementos essenciais no metabolismo e no crescimento (RAVEN et al., 2001; LARCHER, 2004). Sob deficiência mineral dos nutrientes considerados essenciais, as plantas têm seu crescimento limitado e seu desenvolvimento torna-se anormal (LARCHER, 2004, BEGON et al., 2007). Além disso, existem algumas espécies que possuem exigências



especiais e podem esgotar distintos recursos minerais em diferentes quantidades (BEGON et al., 2007).

Segundo Epstein e Bloom (2004), apenas cerca de 1,5% da matéria fresca das plantas é representada pelos elementos minerais, formada por macro e microelementos que são absorvidos do ambiente, principalmente do solo.

Informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais nativas são escassas na literatura (SORREANO et al., 2008), e os poucos estudos existentes são restritos apenas a algumas formações vegetais. Há necessidade de se formar um banco de dados para as espécies nativas, estabelecendo faixas de limites padrões que indiquem seu estado nutricional, envolvendo os mais variados tipos de ecossistemas, o que permitirá comparações posteriores. Assim, se pode avaliar as características das espécies implantadas em ambientes de baixa fertilidade ou alterados, como em áreas degradadas e na arborização urbana, buscando promover condições nutricionais próximas das ideais ao seu ambiente natural. Na arborização urbana, os fatores de estresse são elevados, sendo comparáveis ou mais expressivos que em áreas degradadas, em muitos casos.

Com base nesses aspectos, este trabalho teve por objetivo avaliar o teor de nutrientes presentes no tecido foliar de algumas espécies florestais nativas, amostradas na arborização do Câmpus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, de forma a dar indicações sobre possíveis deficiências e excessos de macro e micronutrientes analisados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Câmpus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) de Santa Maria (RS). A UFSM está situada na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul (RS), sob coordenadas geográficas de 29°42'24" S e 53°48'42" W e altitude média de 95 m. O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961) é do tipo Cfa – temperado chuvoso com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação anual atinge cerca de 1770 mm. A temperatura média anual é de 18,8°C, tendo como a média do mês mais quente, em janeiro (24,6°C) e a do mês mais frio, em junho (12,0°C).

O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (STRECK et al., 2008). Para determinação das principais características do solo, foram coletadas quatro



amostras compostas, na área do Câmpus da UFSM, próxima das árvores que foram amostradas em relação às suas folhas. As coletas de solo foram realizadas a 10 cm de profundidade, com trado de rosca a partir da coleta de três amostras simples, após a limpeza da superfície do solo. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, tendo como base a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). Os resultados apresentados na Tabela 1 serviram como uma das bases de interpretação dos resultados encontrados nas frações foliares das espécies estudadas. Nota-se que, apesar da classificação do solo da área, no terceiro nível, ser distrófico, o valor V apresentou-se acima de 50%, o que caracterizaria o solo como eutrófico nesse nível, porém, esse maior valor é atribuído a fator típico em solos urbanos impactados pelas ações de urbanização, como por exemplo a presença de restos de construção, a mistura de horizontes, entre outros fatores, fazendo com que alguns dos elementos químicos que fazer parte da soma de bases (por exemplo o Ca), possam estar presentes em maior proporção nesse solo, elevando o valor V.

Tabela 1: Características químicas e argila do solo do Câmpus da UFSM, Santa Maria, RS.
Table 1: Chemicals characteristics and clay of the soil in the campus of UFSM, Santa Maria, RS.

	pH (H ₂ O 1:1)	Ag g kg ⁻¹	MO	V ----- (%) -----	M	K* - (mg.dm ⁻³) -	P* ----- (cmol. dm ⁻³) -----	Ca	Mg	Al	H+Al
Média	5,17	240,0	2,09	61,47	2,78	70,75	13,69	5,47	1,62	0,18	5,11
CV%	8,1	14,6	14,4	19,8	110,1	39,9	27,0	16,5	11,1	116,7	53,4

Ag =Argila; MO = Matéria Orgânica; V=Saturação de Bases; m=Saturação por Alumínio; * Extrator Mehlich-1

Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Comissão de Química e Fertilidade do Solo (SBCS-CQFS, 2004), o pH do solo apresentou valores baixos, fato que pode acarretar problemas de desenvolvimento, em função de restrições químicas à absorção de alguns nutrientes, como por exemplo o fósforo, entre outros. O teor de argila apresentado pelo solo, de 240 g kg⁻¹, fator determinante para a disponibilidade de P, enquadra o solo em uma faixa onde o teor de P disponível é tido como entre médio e alto (SBCS-CQFS, 2004). O potássio, para a CTC_{pH7} desse solo igual a 12,4 cmol_c.dm⁻³ (considerada média) tem teor considerado alto (SBCS-CQFS, 2004). Os teores de Ca e Mg também são considerados altos e o teor de matéria orgânica do solo é baixo (SBCS-CQFS,



2004). Para o Al, a saturação desse elemento é considerada baixa, alcançando menos de 3% da CTC (valor m%), fazendo com que a saturação de bases na CTC desse solo seja predominante (SBCS-CQFS, 2004).

Em termos gerais, o solo da área apresenta teores dos principais nutrientes considerados na análise classificados como entre médios e altos, porém, em função de fatores como o baixo teor de matéria orgânica (baixo potencial de disponibilização de nutrientes pela mineralização) e da acidez (tornando alguns nutrientes indisponíveis para as raízes), boa parte desses nutrientes podem não serem absorvidos adequadamente pelas raízes das plantas. Além disso, em áreas urbanas, a compactação do solo também pode ser um impedimento ao crescimento das raízes e à sua melhor absorção de nutrientes para a planta.

Para a realização do estudo, foi considerada a área urbana do Câmpus, a qual apresenta estrutura de ruas, calçadas, redes elétrica e hidráulica idênticas a qualquer cidade. Para a realização da coleta de amostras foliares, foram selecionadas espécies nativas do bioma Mata Atlântica que estão entre as mais freqüentes na arborização do local: cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.).

Para cada espécie, foram coletadas amostras foliares de quatro indivíduos em locais diferentes, com auxílio de um podão, coletaram-se cinco ramos de cada indivíduo na posição média da copa, com exposição norte, dos quais se retiraram folhas maduras com boas condições fitossanitárias. Tal procedimento é indicado como mais adequado por Biondi e Reissmann (2002).

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, onde foram limpas, secas em estufa de circulação de ar a uma temperatura de 70°C, até peso constante. Depois de secas, as amostras foram moídas e encaminhadas para a análise química. Todos esses procedimentos foram adotados seguindo a metodologia padrão do laboratório, descrita em Tedesco et al. (1995).

Foram determinados os teores de macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S e os micronutrientes: Fe, Cu, Mn, B e Zn seguindo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Para leitura dos extratos foi utilizado espectrofotômetro de absorção atômica (Mg, Fe, Cu, Mn e Zn), fotômetro de chama (K), colorímetro (P, S e B) e destilador vapodest 5.0 (N). Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se análise de variância e teste de Tukey com 5% de probabilidade.



Em função da dificuldade de encontrar na literatura científica, referências que dessem boas indicações do estado nutricional de espécies florestais nativas plantadas em área urbana, esse estudo realizou a interpretação do estado nutricional das espécies de forma genérica (estudos realizados em arborização urbana, em florestas nativas e plantadas), uma vez que ainda há a necessidade da ampliação dos estudos de nutrição de árvores urbanas, os quais forneçam o embasamento suficiente para comparações de dados mais consistentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Macronutrientes

Para o nitrogênio, a espécie que obteve o maior teor médio foi *Cedrella fissilis*, a qual não diferiu significativamente de *Peltophorum dubium*. O menor teor foi encontrado para *Eugenia uniflora* (Tabela 2), a qual se encontra na faixa considerada como deficiente para esse elemento por autores como Silveira et al. (2005), enquanto que os teores encontrados para as demais espécies indicam estarem bem nutridas. No entanto, valores de referência encontradas em Epstein e Bloom (2004), dão conta de que teores de 15 g kg⁻¹ são considerados normais para plantas, sendo encontrados com freqüência em sua matéria seca, sendo considerado, nesse caso, uma média das diferentes partes da planta.

Tabela 2: Teores médios de macronutrientes obtidos para algumas espécies florestais nativas plantadas na arborização do Câmpus da UFSM, Santa Maria, RS.

Table 2: Macronutrients medium contents obtained for some native forest species on the urban trees of the Campus of UFSM, Santa Maria, RS.

Espécie	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
<i>Cedrella fissilis</i>	30,04 a*	2,15 a	14,43 a	10,95 b	2,20 a	1,52 a
	(11,7)**	(19,7)	(12,6)	(5,9)	(24,1)	(17,1)
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	24,77 b	1,60 b	09,18 b	18,31 a b	1,20 b	1,43 a
	(7,1)	(6,3)	(6,2)	(43,0)	(30,7)	(11,3)



<i>Eugenia uniflora</i>	15,57 c (12,0)	0,96 c (4,7)	7,15 b c (15,2)	31,06 a (35,3)	1,91 a (23,7)	0,63 b (51,6)
<i>Parapitadenia rigida</i>	24,94 b (8,1)	0,97 c (9,4)	6,28 c (6,9)	11,58 b (86,9)	1,62 a b (1,3)	1,15 a (5,6)
<i>Peltophorum dubium</i>	27,40 a b (15,8)	1,61 b (10,3)	8,75 b (8,2)	6,34 b (1,6)	1,66 a b (0,9)	1,44 a (15,3)

*Médias seguidas por mesma letra, em coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$); ** os valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação (%) de cada média.

Peltophorum dubium, *Parapitadenia rigida* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram teores de N considerados dentro de intervalo adequado (entre médio e alto) em função da comparação com outros trabalhos, como acima de 18 g kg^{-1} (SILVEIRA et al., 2005), acima de 21 g kg^{-1} (KOPINGA e VAN DEN BURG, 1995) e entre $15\text{-}25 \text{ g kg}^{-1}$ (LARCHER, 2000), uma vez que essas espécies são leguminosas (Fabaceae), ou seja, capazes de fixar N atmosférico, fato pelo qual se pode explicar os teores relativamente elevados de N na composição química foliar destas espécies, apesar dos baixos teores de matéria orgânica presentes no solo da área.

Em estudo realizado no bairro Camobi (Santa Maria-RS), Brun et al. (2010) relataram teores foliares de $22,2 \text{ g kg}^{-1}$ para *Caesalpinia pluviosa* e teores em galhos iguais a $9,6 \text{ g kg}^{-1}$ para a mesma espécie. Esse nutriente, segundo Larcher (2000) apresenta intervalo geral de ocorrência nas plantas entre 15 e 25 g kg^{-1} , mostrando não ocorrer deficiência do mesmo nas espécies estudadas, sendo que apenas *Eugenia uniflora* apresentou teor foliar de N próximo ao limite inferior do intervalo.

Kopinga e Van den Burg (1995) realizaram uma revisão de trabalhos sobre teores de nutrientes em 48 espécies arbóreas usadas na arborização de ruas em cidades da Holanda, relatando, para N, valores médios menores que 17 g kg^{-1} como muito baixos, entre 17 e 21 g kg^{-1} como baixos, entre 21 e 27 g kg^{-1} como médios e valores ótimos os acima de 27 g kg^{-1} . Esse trabalho, pela sua vastidão amostral, em condições urbanas, mesmo que com espécies europeias, dá embasamento para comparações, mostrando também muitas semelhanças nos teores de N, se comparada aos dados do presente estudo e outros como Brun et al. (2010) em *Caesalpinia pluviosa* na área urbana de Santa Maria/RS, Biondi e Reissmann (2002) em *Handroanthus chrysotrichus* na arborização de Curitiba/PR.

Em estudos realizados com espécies nativas de floresta semidecídua do estado de São Paulo, Haddad et al. (2004) relataram teores foliares médios de N iguais a $13,9$ e $8,0 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente para *Croton priscus* e *Hymenaea courbaril*, sendo o experimento



conduzido no mesmo solo de ocorrência natural das espécies, o qual apresentava teores médios de matéria orgânica no início do estudo e baixíssimos após dois anos de condução do experimento. Esses autores consideraram que, apesar das perdas de N que podem ter ocorrido durante o experimento (p.e. para a atmosfera), o N que foi liberado pela mineralização da matéria orgânica foi predominantemente absorvido pelas plantas nos vasos para a construção de sua biomassa.

Esse aspecto demonstra a grande necessidade de N pelas plantas, fato que não será diferente em árvores plantadas na arborização urbana, as quais necessitarão obrigatoriamente de fertilizações com o nutriente, uma vez que a matéria orgânica dos solos, presente em maiores teores na camada superficial, é geralmente removida ou ao menos misturada com solo de maior profundidade em áreas urbanas, onde também é deficitária a ciclagem de nutrientes. É possível que adubação nitrogenada (de fonte química ou orgânica), deva ser feita não somente no plantio, mas também em épocas posteriores, visando manter a planta estável e com boa estrutura.

Ainda mais importante seria também a fertilização nitrogenada em áreas sujeitas à elevada poluição do ar, uma vez que a presença de poluentes pode inibir a absorção de N, podendo causar clorose nas folhas das plantas, como demonstrou Roberts et al. (1986), com mudas de quatro espécies usadas na arborização urbana.

Para o fósforo, de acordo com Silveira et al. (2005), com exceção de *Eugenia uniflora* ($0,96 \text{ g kg}^{-1}$) e *Parapiptadenia rigida* ($0,97 \text{ g kg}^{-1}$), as demais espécies estudadas apresentaram teores adequados.

Segundo a classificação apresentada em Kopinga e Van den Burg (1995), já anteriormente citados, os teores de P são considerados muito baixos quando menores que $1,0 \text{ g kg}^{-1}$, baixos quando entre 1 e $1,4 \text{ g kg}^{-1}$, normais quando entre 1,4 e $1,9 \text{ g kg}^{-1}$ e altos quando acima de $1,9 \text{ g kg}^{-1}$. Pelos dados apresentados por esses autores, *Eugenia uniflora* e *Parapiptadenia rigida* apresentaram teores muito baixos, *Peltophorum dubium* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram teores normais e *Cedrella fissilis* teores elevados do nutriente.

Fernandes et al. (2007), em estudo sobre o crescimento e absorção de nutrientes por mudas de Freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de fósforo e de Zinco, verificaram que a aplicação de doses de fósforo no solo (0; 150; 300 e 450 mg dm^{-3}) provocou aumento linear significativo no teor e conteúdo do nutriente nas folhas, caules e raízes das mudas, assim como uma redução, também linear, nos teores de Zn nas folhas e nas raízes, em função da interação com o P.



Apesar disso, no presente estudo, os baixos teores de P nas folhas de algumas espécies pode estar relacionado com dificuldades da planta em absorver esse nutriente, tendo em vista que o solo apresenta-se com bom teor do elemento, mas o baixo pH torna parte desse P indisponível para absorção (Tabela 1).

Na maioria dos solos brasileiros, é relatada uma carência generalizada de P, fato que compromete o bom crescimento das plantas arbóreas, sendo assim, esse nutriente é um dos mais usados na adubação de espécies arbóreas no Brasil. Sendo o P um nutriente de baixa mobilidade no solo (SENGIK, 2003), é de se esperar que na área de estudo, o fósforo presente tenha dificuldades de absorção por grande parte das espécies de plantas, uma vez que outros fatores presentes no solo da área de estudo contribuem para isso, tais como a acidez e da possível má condição física, aspecto frequente em muitos solos urbanos.

Parapiptadenia rigida foi a espécie que obteve o menor teor médio de K ($6,28 \text{ g kg}^{-1}$), diferindo significativamente das demais, mesmo assim a espécie não se encontra na faixa considerada como deficiente por Silveira et al. (2005).

Barroso et al. (2005) realizando diagnóstico de deficiências de macronutrientes em *Tectona grandis*, observou que na ausência de K em solução nutritiva houve redução do teor de K na parte aérea. Isso pode explicar os teores nutricionais adequados nas espécies estudadas, pois o solo possui uma boa disponibilidade deste nutriente (Tabela 1).

Em espécies florestais, cabendo citar espécies do gênero *Eucalyptus*, *Pinus* e *Araucaria*, as faixas de suficiência de K, segundo SBCE-CQFS (2004), ficam entre 6 e 15 g kg^{-1} , estando todas as espécies estudadas com teores foliares dentro desse limite, assim como Epstein e Bloom (2004) também apresentam um teor referência de 10 g kg^{-1} de potássio como sendo adequado na matéria seca de plantas, em termos gerais, independentemente de espécie.

Em trabalho realizado por Brun et al. (2010), na área urbana de Santa Maria/RS, o teor de K nas folhas de *Caesalpinia pluviosa* foi de $6,7 \text{ g kg}^{-1}$, destacando-se que, apesar de o teor estar em valor considerado adequado, foi menor do que o encontrado na arborização do Câmpus da UFSM (presente estudo), em função de que as condições de desenvolvimento das plantas no bairro serem mais estressantes do que no Câmpus, ocorrendo, no primeiro, calçadas mais estreitas, áreas livres menores, maior nível de poluição, etc. que podem ser indícios de menor absorção de nutrientes como o K.

O potássio, em função de suas características de alta mobilidade na planta, assim como pela significativa presença no solo, tem absorção em quantidades necessárias para as plantas, na grande maioria dos casos. O mesmo pode ser absorvido do solo pelas raízes

tanto na forma trocável como a não trocável (MEURER, 2006). Considerando que o K é absorvido do solo via difusão e fluxo de massa, da solução do solo para as raízes, permitir que a água da chuva chegue ao solo no entorno da árvore plantada em meio urbano é fundamental, com amplas áreas livres e calçamentos permeáveis.

Eugenia uniflora obteve o maior teor de Ca ($31,06 \text{ g kg}^{-1}$) não diferindo de *Caesalpinia pluviosa* ($18,31 \text{ g kg}^{-1}$). *Peltophorum dubium* apresentou um teor médio de Ca de $6,34 \text{ g kg}^{-1}$, teor próximo ao encontrado por Moraes Neto et al. (2003), o qual observou teores, em mudas de *Peltophorum dubium*, variando entre $8,7$ a $6,5 \text{ g kg}^{-1}$, em estudo com o objetivo de testar o efeito de doses e fontes de adubo no crescimento de mudas de cinco espécies arbóreas nativas.

Em Epstein e Bloom (2004) é relatado um valor de referência igual a 5 g kg^{-1} para o Ca na matéria seca de plantas. Grassi Filho (2007) e Larcher (2004) apresentaram um intervalo entre $3-15 \text{ g kg}^{-1}$ para Ca nas plantas, de modo geral. Para espécies de *Eucalyptus* sp., uma revisão realizada por Silveira et al. (2005) mostrou valores foliares de Ca variando entre 3 e 11 g kg^{-1} sendo considerados como uma faixa adequada de ocorrência.

O teor de Ca encontrado para *Caesalpinia pluviosa* foi semelhante ao encontrado por Brun et al. (2010), para a mesma espécie ($16,4 \text{ g kg}^{-1}$). *Cedrella fissilis* e *Parapiptadenia rigida* apresentaram teores adequados (SILVEIRA et al., 2005) e próximos aos relatados por Biondi e Reissmann (2002) para folhas de *Handroanthus chrysotrichus* plantados em Curitiba/PR, que foi de $10,2 \text{ g kg}^{-1}$.

Furtini Neto et al. (1999), investigando os fatores limitantes ao crescimento inicial de quatro espécies em solo ácido, observaram uma diminuição na absorção de Ca no tratamento com adição de Al. Para o presente estudo, o bom suprimento de Ca pelas espécies pode estar relacionado com isto, pois os teores de Al no solo foram baixos.

Os teores de Ca também podem estar relacionados com a disponibilidade de outros nutrientes como N, P e K, os quais apresentaram níveis considerados satisfatórios no solo, e este fator pode influenciar positivamente a absorção de Ca pelas espécies. Knapik e Angelo (2007), estudando o efeito da adubação no crescimento de mudas de *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo) observaram aumento nos níveis de Ca no tecido foliar para o tratamento com adubação NPK.

Cedrella fissilis foi a espécie que obteve o maior teor de Mg, com $2,20 \text{ g kg}^{-1}$, não diferindo significativamente de *Eugenia uniflora* ($1,91 \text{ g kg}^{-1}$), *Parapiptadenia rigida* ($1,62 \text{ g kg}^{-1}$) e *Peltophorum dubium* ($1,66 \text{ g kg}^{-1}$).

Segundo Yamada e Roberts (2005), a adição de K geralmente implica em diminuição dos teores de Ca e Mg na planta. Os autores consideram que isso pode ser explicado considerando o efeito da diluição, em que plantas bem supridas de K crescem mais e com isso há uma redução nos teores de Ca e Mg no tecido foliar. No presente estudo, esta relação antagônica entre K e Mg pode ter ocorrido, pois somente em *Cedrella fissilis* foi observado um teor dentro do nível considerado adequado, já para as demais espécies, os teores estão abaixo do adequado e para *Caesalpinia pluviosa* se observou um teor considerado deficiente, segundo as faixas de interpretação fornecidas por Silveira et al. (2005).

Epstein e Bloom (2004) apresentaram como referência para teor de Mg na matéria seca de plantas um valor igual a $2,0 \text{ g kg}^{-1}$, situação semelhante acontecendo com os valores de referência apresentados pela SBCS-CQFS (2004) para espécies florestais, com valores variando entre 2 e 8 g kg^{-1} .

Em relação ao S, o menor teor foi obtido por *Eugenia uniflora* ($0,62 \text{ g kg}^{-1}$), a qual provavelmente se encontra com deficiência do nutriente, apresentando um teor diferenciado das demais espécies. *Parapiptadenia rigida*, apesar de não ter diferido significativamente das outras espécies, apresentou um teor considerado como abaixo do adequado, enquanto as demais espécies apresentam níveis adequados, com base em Silveira et al. (2005).

Como valores de referência para a ocorrência de S nas plantas, Epstein e Bloom (2004) apresentam $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ como sendo adequado e SBCS-CQFS (2004) falam em um intervalo de $1,0$ a $2,0 \text{ g kg}^{-1}$.

Moura et al. (2006), em estudo sobre a distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia*, observaram teores médios de enxofre nas folhas variando de 1 a $1,25 \text{ g kg}^{-1}$, valores próximos aos encontrados no presente estudo e dentro da faixa considerada como referência.

A absorção de S em condições de poluição por NO_2 e SO_2 foi testada por Roberts et al. (1986), mostrando que, na presença de poluição de S no ar, a absorção desse nutriente foi facilitada em mudas de quatro espécies usadas na arborização urbana nos Estados Unidos. A área de estudo não se encontra sob condições elevadas de poluição, assim sendo possível entender que algumas espécies estudadas apresentaram baixos teores desse nutriente.

A ordem geral encontrada para os teores de macronutrientes analisados distribuiu-se em: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$, ficando o N, Ca e K com as maiores concentrações para as espécies avaliadas, conforme as relações obtidas: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ (*Cedrella fissilis*);



N>Ca>K>P>S>Mg (*Caesalpinia pluviosa*); Ca>N>K>Mg>P>S (*Eugenia uniflora*); N>Ca>K>Mg>S>P (*Parapitadenia rigida*) e N>K>Ca>Mg>P>S (*Peltophorum dubium*).

Mesmo assim, cada espécie com potencial de uso em ambiente urbano deve ser estudada quanto a sua nutrição enquanto estágio inicial de desenvolvimento (muda), em ambiente natural e no ambiente urbano, visando verificar quais as reais demandas de nutrientes que a mesma apresenta, uma vez que muitas espécies apresentam adaptações naturais a sobreviver com baixa disponibilidade mineral nos solos, podendo-se citar como exemplo *Eugenia uniflora*, que apresentou maiores teores somente para Ca e Mg.

Micronutrientes

Na Tabela 3 estão representados os teores médios de micronutrientes para as espécies analisadas. Em relação ao Boro, *Eugenia uniflora* foi a espécie que obteve o maior teor (35,55 mg kg⁻¹), não diferindo significativamente de *Parapitadenia rigida* (33,04 mg kg⁻¹) e *Caesalpinia pluviosa* (21,41 mg kg⁻¹).

Segundo os parâmetros de interpretação de Silveira et al. (2005), as espécies *Cedrella fissilis* (15,44 mg kg⁻¹), *Peltophorum dubium* (16,89 mg kg⁻¹) e *Caesalpinia pluviosa* (21,41 mg kg⁻¹) apresentaram-se como deficientes em Boro. Porém, apesar destas espécies possuírem teores abaixo do considerado adequado, este elemento caracteristicamente varia muito o seu teor foliar de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento da planta (COELHO e VERLENGIA, 1973).

Para Epstein e Bloom (2004), teor de B adequado em tecido vegetal fica em torno de 20 mg kg⁻¹, valor corroborado por SBCS-SQFS (2004), citando intervalo entre 10 e 50 mg kg⁻¹ para o tecido foliar de algumas espécies florestais. Porém, dados citados em Dechen e Nachtigall (2006) dão conta de que, apesar desse intervalo de ocorrência, os valores adequados para o crescimento normal de plantas fica entre 30 e 50 mg kg⁻¹ e as deficiências se pronunciam de forma mais severa em teores menores que 15 mg kg⁻¹. Essa afirmação corrobora com o descrito no parágrafo anterior, indicando, ao menos para *Cedrella fissilis* e *Peltophorum dubium*, situação de deficiência de B.

Tabela 3: Teores médios de micronutrientes obtidos para algumas espécies florestais nativas plantadas na arborização do Câmpus da UFSM, Santa Maria, RS.

Table 3: Micronutrients average contents obtained for some native forest species on the urban trees of the Campus of UFSM, Santa Maria, RS.

Espécie	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Eugenia uniflora</i>	35,55 a* (23,4)**	6,29 b (39,2)	129,50 b c (19,3)	30,35 a (5,7)	19,19 b (5,1)
<i>Parapipitadenia rigida</i>	33,04 a (36,4)	8,66 b (17,8)	450,30 a (15,0)	139,27 a (36,8)	19,17 b (23,9)
<i>Caesalpinia pluviosa</i>	21,41 a b (25,8)	15,75 a (14,5)	206,20 b (25,9)	87,15 a (42,2)	12,92 b (6,0)
<i>Peltophorum dubium</i>	16,89 b (21,9)	8,34 b (3,6)	93,02 c (12,3)	299,22 a (91,1)	26,65 a (20,2)
<i>Cedrella fissilis</i>	15,44 b (22,6)	10,06 b (26,4)	164,62 b c (32,5)	38,72 a (45,0)	26,74 a (8,8)

*Médias seguidas por mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$); ** os valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação (%) de cada média.

O B apresenta baixa translocação (CAMARGO, 1975) e imobilidade na planta (RAVEN et al., 2001) o que pode explicar os menores teores de B no tecido foliar de *Cedrella fissilis*, *Peltophorum dubium* e até de *Caesalpinia pluviosa*. Cabe considerar que o teor de B absorvido pela planta também apresenta correlações positivas com o teor de matéria orgânica do solo (FERREIRA e CRUZ, 1991) e que a melhor absorção se dá em pH mais próximo ao neutro (DECHEN e NACHTIGALL, 2006). Com base nisso, em função do solo da área de estudo apresentar baixo teor de matéria orgânica e pH, os níveis adequados verificados nas folhas de *Eugenia uniflora* e *Parapipitadenia rigida* podem estar relacionados com a maior capacidade de absorção e translocação do B por estas espécies.

Para Brun et al. (2010), o teor de B em folhas de *Caesalpinia pluviosa* em um bairro de Santa Maria/RS foi de 26,6 mg kg⁻¹, em faixa considerada como em pequena deficiência do nutriente. Outros autores como Roppa et al. (2005), estudando os teores de micronutrientes em *Syagrus romanzoffiana*, *Handroanthus heptaphyllum*, e *Handroanthus chrysotrichum*, relataram, para o Boro, respectivamente, 35,1 mg kg⁻¹; 70,0 mg kg⁻¹ e 88,0



mg kg⁻¹, sendo valores elevados, quando comparados aos do presente estudo, considerando que o estudo também foi realizado na arborização do Câmpus da UFSM.

Tal situação denota uma grande capacidade que algumas espécies apresentam em suprir suas necessidades de determinados nutrientes, como no caso o B, mesmo em condições impróprias para uma boa absorção.

Para o Cobre, percebeu-se que o maior teor médio foi encontrado para *Caesalpinia pluviosa* (15,75 mg kg⁻¹), a qual diferiu significativamente das demais espécies, estando a mesma com teor acima do citado como adequado por Silveira et al. (2005), entre 2 e 10 mg kg⁻¹. Mesmo assim, pode-se afirmar que todas as espécies apresentaram teores de Cu em níveis adequados, considerando intervalo entre 5 e 20 mg kg⁻¹ citado por Dechen e Nachtigall (2006).

No estudo realizado por Brun et al. (2010), os teores de Cu em *Caesalpinia pluviosa* foram menores, alcançando 7,2 e 6,5 mg kg⁻¹, respectivamente para folhas e galhos, dentro da faixa esperada para muitas espécies arbóreas.

Entretanto, as plantas têm a capacidade de absorver níveis bem mais elevados do elemento, tal como ocorreu no estudo de Medeiros et al. (2005), os quais estudaram as variações nos teores de nutrientes foliares em plantios de mangueira no Rio Grande do Norte, com valores entre 24 e até 469 mg kg⁻¹. Estudos indicam que o Cu, em condições de altas concentrações, apresenta mobilidade entre folhas velhas e novas e entre folhas e frutos (DECHEN e NACHTIGALL, 2006), porém, em concentrações baixas, esse fato parece não ocorrer, como também mostram os dados de Brun et al. (2010) no parágrafo anterior, com teores muito semelhantes entre folhas e galhos.

No estudo de Roppa et al. (2005), os teores de Cu em *Syagrus romanzoffiana* (8,6 mg kg⁻¹), *Handroanthus heptaphyllum* (9,2 mg kg⁻¹) e *Handroanthus chrysotrichum* (20,8 mg kg⁻¹) mostraram-se entre adequados a elevados para esse nutriente. Teores elevados de Cu podem estar relacionados à contaminação do solo com resíduos de construção, como em tintas e materiais assemelhados e não somente a teores originais do solo, ressaltando que tal comparação não é possível afirmar no presente estudo.

O Cu trocável no solo é fortemente adsorvido pela matéria orgânica do solo, onde o íon é fixado pelo húmus em uma forma mais estável que a forma trocável. Em um pH ácido, com um baixo teor de matéria orgânica do solo (além de baixo teor de húmus, pelo alto grau de antropização do solo urbano, levando a uma maior mineralização), é esperado que a proporção relativa de Cu trocável seja predominante e esteja mais prontamente disponível às plantas, o que pode explicar os teores adequados em todas as espécies pesquisadas.



Para o ferro, identificou-se *Parapiptadenia rigida* com o maior teor médio (450,30 mg kg⁻¹) o qual diferiu significativamente das demais espécies. Já a menor média foi observada em *Peltophorum dubium* (92,02 mg kg⁻¹). As demais espécies apresentaram teores considerados normais.

Em trabalho realizado por Caldeira et al. (2006), avaliando teores de micronutrientes em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro/PR, foram observados teores de Fe nas folhas das espécies estudadas acima de 100,0 mg kg⁻¹ para a maioria das espécies. Ao comparar com o presente estudo, observa-se que, com exceção de *Peltophorum dubium*, as espécies estudadas também obtiveram teores de Fe superiores a 100,0 mg kg⁻¹.

Segundo os dados disponíveis na literatura, fato que ocorre para a maioria dos nutrientes, mas singularmente para o Fe, a variabilidade de teores entre diferentes espécies é grande. Para algumas espécies de *Eucalyptus* sp., Silveira et al. (2005) apresentam teores foliares variando entre 63 e 200 mg kg⁻¹ como adequados. Para Dechen e Nachtigall (2006), a variabilidade do teor de Fe nas plantas pode ocorrer entre 10 e 1500 mg kg⁻¹ de matéria seca, considerando-se concentrações adequadas ao bom crescimento das plantas as que ocorrem entre 50 e 100 mg kg⁻¹, podendo-se considerar deficientes as plantas com menos de 10 mg kg⁻¹ de Fe.

O Fe apresenta baixa mobilidade dentro da planta (DECHEN e NACHTIGALL, 2006), apesar de que sua ocorrência preferencial seja nas folhas, em função da sua participação na formação da clorofila (LARCHER, 2004), fato exemplificado nos resultados de Brun et al. (2010), com teores foliares aproximadamente o dobro do encontrado nos galhos, para *Caesalpinia pluviosa*.

No estudo de Roppa et al. (2005), os teores de Fe nas três espécies pesquisadas variaram entre 142,2 mg kg⁻¹ em *Syagrus romanzoffiana* e 363,4 mg kg⁻¹ em *Handroanthus chrysotrichus*, ficando a espécie *Handroanthus heptaphyllum* com 219,9 mg kg⁻¹, podendo diagnosticar espécies acumuladoras de ferro, como em *H. chrysotrichus*. Biondi e Reissmann (2002) relataram tal situação para *Handroanthus chrysotrichus*, plantado em local poluído em Curitiba, com valores próximos a 200 g kg⁻¹.

Mesmo sendo difícil de afirmar com base nos dados do presente estudo, os teores encontrados em *Parapiptadenia rigida* também podem indicar situação de captação de maior nível de Fe, em função do teor elevado do elemento, fato também possível para *Caesalpinia pluviosa*.



Em relação ao manganês, identificou-se a maior média com 299,22 mg kg⁻¹ para *Peltophorum dubium*, não diferindo significativamente das demais espécies analisadas. Embora não tenha sido observada diferença significativa entre as espécies, *Cedrella fissilis*, *Eugenia uniflora* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram deficiência de Mn. Silveira et al. (2005) relataram, para espécies de *Eucalyptus* sp., teores considerados adequados variando entre 193 e 840 mg kg⁻¹. Para esses mesmos autores, teores menores que 100 mg kg⁻¹ são considerados como deficientes.

Em estudo realizado por Reissmann e Carneiro (2004), verificou-se que a maior saturação de bases diminuiu os níveis de Mn no tecido foliar de Erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Isso pode explicar os baixos teores de Mn observados para a maioria das espécies, pois o solo em estudo apresenta uma elevada saturação de bases.

Também se pode considerar, nesse caso, a influência do baixo valor de pH como importante na menor capacidade de absorção do nutriente pelas plantas, uma vez que favorece a redução do Mn, forma de difícil absorção (DECHEN e NACHTIGALL, 2006).

O maior teor médio para o Zn foi apresentado por *Cedrella fissilis* (26,74 mg kg⁻¹) o qual não diferiu de *Peltophorum dubium* (26,65 mg kg⁻¹). Estes valores estão próximos aos encontrados por Berger (2006) em folhas e talos de Erva-mate (24,73 mg kg⁻¹) e situam-se na faixa considerada adequada para todas as espécies em estudo.

Silveira et al. (2005), estudando a nutrição de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., relataram que valores adequados de Zn no tecido foliar variaram entre 12 e 50 mg kg⁻¹, tendo-se todas as espécies dentro desse intervalo. Já Dechen e Nachtigall (2006) relatam intervalos de ocorrência entre 3 e 150 mg kg⁻¹, afirmando que valores menores que 25 mg kg⁻¹ seriam considerados deficientes nas folhas das plantas. A boa disponibilidade P no solo da área de estudo pode estar influenciando a absorção de Zn, pois existe competição entre esses dois nutrientes, evidenciada em experimentos como de Marschner e Schropp (1977), onde altos teores de P podem causar deficiência de zinco.

Por outro lado, um fator positivo à absorção de Zn é que o mesmo encontra-se em maior disponibilidade em solos mais ácidos (DECHEN e NACHTIGALL, 2006), como no caso do presente estudo, acarretando o bom suprimento do elemento para as espécies estudadas.

No experimento de Brun et al. (2010), o teor médio foliar de Zn em *Caesalpinia pluviosa* está dentro do intervalo de necessidades para a planta, estabelecido em Larcher (2004), o qual é de 10 a 50 mg kg⁻¹.



Os teores de Zn na fração foliar, neste estudo, são semelhantes aos relatados por Roppa et al. (2005), que ficaram entre 19 e 24,4 mg kg⁻¹ para as espécies *Handroanthus chrysotrichum*, *Syagrus romanzoffiana* e *Handroanthus heptaphyllum*, menos para *Caesalpinia pluviosa*, que apresentou menor teor.

Considerando este estudo, a ordem geral encontrada para os teores de micronutrientes foi de: Fe>Mn>B>Zn>Cu, ficando o Fe e Mn com as maiores concentrações para as espécies avaliadas, conforme as relações obtidas: Fe>Mn>Zn>B>Cu (*Cedrella fissilis*); Fe>Mn>B>Cu>Zn (*Caesalpinia pluviosa*); Fe>B>Mn>Zn>Cu (*Eugenia uniflora*); Fe>Mn>B>Zn>Cu (*Parapitadenia rigida*) e Mn>Fe>Zn>B>Cu (*Peltophorum dubium*).

CONCLUSÕES

Quanto aos macronutrientes:

- Os teores foliares de N foram considerados normais para todas as espécies estudadas, menos para *Eugenia uniflora*, a qual apresenta deficiência do nutriente;
- *Eugenia uniflora* e *Parapitadenia rigida* apresentaram teores muito baixos para P;
- Todas as espécies pesquisadas apresentaram teores adequados de K e Ca;
- *Cedrella fissilis* apresentou-se adequadamente suprida de Mg, ao contrário de *Caesalpinia pluviosa*, com teor deficiente de Mg. As demais espécies apresentaram teores abaixo do adequado. *Eugenia uniflora* apresenta-se deficiente de S e *Parapitadenia rigida*, teores abaixo do adequado;

Quanto aos micronutrientes:

- *Cedrella fissilis* e *Peltophorum dubium* apresentam situação de deficiência de B;
- Todas as espécies apresentaram teores entre adequados e altos de Cu;
- Apenas *Peltophorum dubium* apresentou teor abaixo do considerado adequado para o Fe;
- *Cedrella fissilis*, *Eugenia uniflora* e *Caesalpinia pluviosa* apresentam deficiência de Mn;
- *Eugenia uniflora*, *Parapitadenia rigida* e *Caesalpinia pluviosa* apresentaram teores deficientes de Zn.



REFERÊNCIAS

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4ª ed. Porto Alegre: Artemed, 2007.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Sampling techniques and nutritional evaluations in eucalypt plantations. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. **Forest Nutrition and Fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004, p. 114-139.

BERGER, G. **Biomassa e nutrientes em plantios de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) no município de Nova Prata, RS**. 2006. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

BIONDI, D.; REISSMANN, C. B. Análise da composição química foliar do ipê –amarelo (*Tabebuia chryso-tricha* (Mart) Standl) na arborização urbana de Curitiba, PR. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 153-159. 2002.

BRUN, E. J.; BRUN, F. G. K.; SZYMCZAK, D. A.; MEYER, E. A.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação nutricional de indivíduos de sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) na arborização viária de Santa Maria – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, XIV. **Anais...** Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Bento Gonçalves, 2010.

BRUN, F. G. K. **Percepção sobre a arborização urbana no Bairro Camobi, Santa Maria - RS: Estudo de um caso**. 2008. 75 f. Monografia (Especialização em Educação Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Educação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, 2008.



CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAVICK, L. F.; SOARES, R. V.; VALÉRIO, A. F. Teores de Micronutrientes em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana - General Carneiro/Pr. **Ambiência**, v. 2, n. 1, p. 29 - 50. 2006

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar**. São Paulo: La Libreria-Divulgação de Obras Culturais LTDA e Editora e Distribuidora Herba LTDA. 1975. 258 p.

COELHO, F.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006, p. 327-354.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta. 2004. 2ª Edição.

FERNANDES, A. R.; PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; MIRANDA, J. R. P. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) em função de doses de Fósforo e de Zinco. **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.599-608, 2007.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1991. 734 p.

FURTINI NETO, A. E.; REZENDE, A. V.; VALE, F. R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L. A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 1999.

GRASSI FILHO, H. **Macronutrientes**. Disponível em: http://www.fca.unesp.br/instituicao/departamentos/recursos_naturais/ci_solo. Acesso em 10/12/2007.



HADDAD, C. R. B.; LEMOS, D. P.; MAZZAFERA, P. Leaf life span and nitrogen content in semideciduous forest tree species (*Croton priscus* and *Hymenaea courbaril*). Piracicaba, **Scientia Agricola**, v. 61, n. 4, p. 462-465. 2004.

KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Prunus sellowii* Koehne em resposta a adubações com NPK e pó de basalto. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 257-264. 2007.

KOPINGA, J.; VAN DEN BURG, J. Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. **Journal of Arboriculture**, v. 21, n. 1, p. 17-24. 1995.

LARCHER, W. A utilização dos elementos minerais. In: **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, p. 183-230. 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição Mineral das Plantas. In: **Curso de Atualização em Fertilidade do Solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 33-101.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MARSCHNER, H.; SCHROPP, A. Comparative studies on the sensitivity of six rootstock varieties of grapevine to phosphate induced Zn deficiency. **Vitis**, v. 16, p. 79-88. 1977.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte. Natal: EMPARN. 2003 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006, p. 281-298.



MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. J.; GERES, W. L. A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JR., J. H. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.

MOURA, O. N.; PASSOS, M. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; MOLICA, S. G.; LIRA JR., M. A.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 877-884, 2006.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

REISSMANN, C. B.; CARNEIRO, C. Crescimento e composição química de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.), transcorridos oito anos de calagem. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 381-386. 2004.

ROBERTS, B. R.; DOCHINGER, L. S.; TOWNSEND, A. M. Effects of atmospheric deposition on sulfur and nitrogen content of four urban tree species. **Journal of Arboriculture**, v. 12, n. 9, p. 209-212. 1986.

ROPPA, C.; ROSA, S. F.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J. Concentração de B, Fe, Mn, Zn e Cu em folhas de Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl), Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) e Jerivá (*Syagus romanzoffiana* (Cham.) Glassman.) componentes da arborização do campus da UFSM - RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, IX. **Anais...** Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Belo Horizonte, 2005.

SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Porto Alegre: Pallotti, 2001. 135 p.



SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. 22p. Disponível em: www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf. Acesso em: janeiro, 2011.

SILVA FILHO, D. F.; TOSETTI, L. L. Valoração das árvores no Parque Ibirapuera-SP importância da infraestrutura verde urbana. **Revista LAB Verde**, v. 1, p. 1-14, 2010.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005, p. 79-104.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (SBCS-CQFS). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS. 2004. 400 p.

SORREANO, M. C. M.; MALAVOLTA, E.; SILVA, D. H.; CABRAL, C. P.; RODRIGUES, R. R. Deficiência de micronutrientes em mudas de Sangra D'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, Lavras, v.14, n.2, p. 126-132, 2008.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2º ed., Porto Alegre: EMATER/RS ASCAR, 2008. 222 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 118p. (Boletim Técnico nº 5).

YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2005. 841 p.

