

Estado nutricional de espécies arbóreas florestais existentes no Bioma Amazônico

Fernando Antônio Rebouças Sampaio^(1*); Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽²⁾; Rafael Montanari⁽³⁾; Gláucia Amorim Faria⁽⁴⁾; Poliana Aparecida Leonel Rosa⁽⁵⁾; Thaís Soto Boni⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Instituto Federal de Rondônia/IFRO; Ji-Paraná, RO; Brasil, 76900-075 (*apresentador, fernando.sampaio@ifro.edu.br).

⁽²⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (mcmteixeirafilho@agr.feis.unesp.br).

⁽³⁾ Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (montanari@agr.feis.unesp.br).

⁽⁴⁾ Departamento de Matemática, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (glauucia@mat.feis.unesp.br).

⁽⁵⁾ Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (UNESP/FEIS); Ilha Solteira, São Paulo, Brasil, 15.385-000 (thais.sboni@gmail.com, polirosa1@hotmail.com).

RESUMO: Estudos da nutrição mineral de plantas florestais são necessários para gerir, conservar e explorar as florestas. Dessa forma objetivou-se avaliar o estado nutricional de cinco espécies florestais existentes no Bioma da Amazônia. O estudo foi desenvolvido usando folhas recém maduras provenientes de ramos primários situados na parte mediana das copas das espécies florestais *Cedrela fissilis* (Cedro Rosa), *Amburuna acreana* (Cerejeira), *Cordia goeldiana* (Freijó), *Tabebuia serratifolia* (Ipê Amarelo) e *Swietenia macropylla* (Mogno). Após a coleta das folhas, as amostras foram preparadas e analisadas quanto aos teores de macronutrientes. Às concentrações dos teores de nutrientes em ordem decrescente, em média, foi na seguinte ordem: Ca>N>K>Mg>S>P. Em todas as espécies, Ca e N foram os nutrientes com as maiores concentrações foliares, enquanto que o P, com exceção na espécie Cerejeira, apresentou os menores teores foliares. Os teores foliares de N entre as espécies foram considerados como adequados, com exceção das espécies Mogno e Cedro Rosa que se encontravam na faixa de deficiência. As espécies Mogno, Ipê Amarelo e Cedro Rosa apresentaram teores de P abaixo da faixa adequada. Todas as espécies apresentaram teores inadequados de K (deficientes). O Mogno foi a única espécie que apresentou teor deficiente de Mg. Todas as espécies se encontravam com teores de Ca acima da faixa adequada e teores de S dentro da faixa de suficiência.

Termos de indexação: macronutrientes, diagnose foliar, teores de nutrientes foliares.

INTRODUÇÃO

Os estudos da nutrição mineral de plantas florestais são fundamentais e necessários para gerir, conservar e explorar as florestas e a melhor forma de se fazê-los, é por meio da diagnose foliar, que reflete o acúmulo de produtos fotossintéticos e a translocação de nutrientes nas folhas em

concentrações nutricionais (BELLOTE; SILVA, 2004).

A concentração de nutrientes nos tecidos vegetais é determinada em parte, pelas condições edafoclimáticas (CALDEIRA, 2006), enquanto que a eficiência no uso dos nutrientes pode variar entre as espécies e também dentro de uma mesma espécie de planta (BÜNDCHEN et al., 2013). As espécies também apresentam diferenças entre si quanto ao teor de nutrientes foliares, mesmo em ambientes edáficos praticamente iguais (WOOD et al., 2011).

Na Amazônia, as informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais nativas são escassas. A maioria dos estudos somente têm abordados aspectos relacionados às características botânicas, morfológicas, usos da madeira e habitats naturais (LORENZI, 2014).

No tocante a composição elementar dessas espécies não se tem encontrado referências, impossibilitando dessa forma a elaboração de qualquer hipótese sobre as suas exigências nutricionais. Baseado nessas premissas, objetivou-se avaliar a concentração de nutrientes presentes no tecido foliar de cinco espécies florestais presentes na Amazônia, de forma a dar indicações sobre possíveis deficiências e excessos dos macronutrientes analisados.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em setembro de 2017, no bosque do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Campus de Ji-Paraná (10°52'52" S e 61°58'06" W, altitude de 185 m.), no município de Ji-Paraná (RO).

O clima na região segundo Köppen, é do tipo "Awi" megatérmico e úmido, com temperatura média de 25 °C, precipitação anual em torno de 1.800 mm, regularmente distribuída em dois períodos bem distintos: um chuvoso (outubro a abril) e outro escasso de chuvas (junho a agosto). A média anual da umidade relativa do ar é em torno de 77%.

O solo foi caracterizado como Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico (EMBRAPA, 2013), e na ocasião

da execução do trabalho, apresentava na camada de 0,00-0,20 m, as seguintes características: 320 g kg⁻¹ de argila; 41 g dm⁻³ de matéria orgânica; 5,5 de pH em CaCl₂; 13 mg dm⁻³ de fósforo extraível (resina); 0,1, 5,6 e 0,8 cmol_c dm⁻³ de potássio, cálcio e magnésio trocáveis, respectivamente; 7 mg dm⁻³ de enxofre, 8,7 cmol_c dm⁻³ de CTC e 75% de saturação por bases.

As espécies florestais estudadas foram: Cedro Rosa (*Cedrela fissilis* Vell); Cerejeira (*Amburuna acreana* Ducke), Freijó (*Cordia goeldiana* Huber), Ipê-Amarelo (*Tabebuia serratifolia* Vahl) e Mogno (*Swietenia macropylla* King).

Para cada espécie florestal (cinco plantas por espécie), com auxílio de um podão, foram coletadas, em triplicata, amostras representativas de folhas recém-maduras provenientes de ramos situados na parte mediana das copas, dirigidas aos quatro pontos cardeais, conforme as recomendações de Biondi e Reissmann (2002).

Após a coleta, as folhas foram postas a secar em estufa de circulação de ar a uma temperatura de 65 °C por um período 72 horas. Depois de secas, foram moídas (moinho tipo Willey, em peneira de 1 mm de diâmetro), colocadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, SP.

Destas amostras foram determinados os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), conforme metodologia descrita por Malavota et al. (1997).

As concentrações dos nutrientes foram submetidas à análise de variância e suas médias foram comparadas entre as espécies, ao nível de 5% de significância por meio do teste de Tukey, considerando um delineamento inteiramente casualizado. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** apresenta os teores de macronutrientes encontrados nos tecidos foliares das espécies florestais estudadas. De modo geral, as espécies apresentaram elevada variação interespecífica na concentração foliar dos nutrientes, indicando extração diferenciada destes a partir de uma mesma disponibilidade de nutrientes no solo.

As concentrações médias dos nutrientes entre as espécies obedeceram a seguinte ordem decrescente: Ca>N>K>Mg>S>P. Em termos percentuais médios, o Ca foi o nutriente mais concentrado nas folhas das espécies, com concentrações de 41,2, 93,9, 76,2 85,0 e 91,2% superiores às concentrações de N, P, K, Mg e S, respectivamente, enquanto que o P obteve menor concentração, sendo estas 89,6, 74,3, 93,9, 59,1 e 30,8% inferiores às concentrações de N, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

O Cedro Rosa, Freijó e Ipê Amarelo tiveram o mesmo comportamento (Ca>N>K>Mg>S>P), mas

houve variações entre às espécies para alguns nutrientes, onde a Cerejeira apresentou teores de P>S e o Mogno teores de S>Mg>P. Bündchen et al. (2013), estudando o estado nutricional de espécies arbóreas perenes e decíduas da floresta subtropical no sul do Brasil, verificaram teores médios de macronutrientes na ordem de N>K>Ca>Mg>S>P, diferentes em comparação a este estudo, quanto a N, K e Ca mas semelhantes quanto a Mg, S e P.

As espécies Cerejeira e Freijó apresentaram os maiores teores de N (22,8 e 22,1 g kg⁻¹, respectivamente), diferindo entre si, e entre as demais. Logo a seguir aparece o Cedro Rosa (16,7 g kg⁻¹) com teores diferentes em relação ao Ipê Amarelo (13,4 g kg⁻¹) e ao Mogno (11,4 g kg⁻¹), que por sua vez diferiram entre si. A concentração de N foliar determinada na espécie Cerejeira foi 50% maior do que a concentração de N encontrada na espécie Mogno.

Avaliando a concentração foliar de N em espécies de florestas tropicais, Leaf (1973) obteve concentrações de N variando de 17 a 27 g kg⁻¹. Baseado em valores de referências obtidos por Epstein e Bloom (2004) e por Silveira et al. (2005), teores de 15 g kg⁻¹ de N na matéria seca são considerados normais para plantas.

Novais et al. (2007) consideraram como adequados teores de N entre 20 e 50 g kg⁻¹ de matéria seca para o crescimento normal de plantas, enquanto que Malavolta et al. (1997) e Furlani (2004) citaram como deficientes teores foliares de N menores do que 10 g kg⁻¹, nesse sentido, os teores de N foliares determinados nas espécies estavam adequados.

A Cerejeira foi a espécie que apresentou o maior teor de P (3,9 g kg⁻¹) diferindo das demais espécies estudadas. A espécie Freijó com 1,8 g kg⁻¹ de P, também apresentou teores diferentes em relação às outras espécies, enquanto que Cedro Rosa e Ipê Amarelo tiveram comportamento semelhante entre si. O Mogno foi a espécie com o menor teor foliar de P, porém não diferiu dos teores encontrados na espécie Ipê Amarelo.

Tendo como referência os estudos de Silveira et al. (2005), as espécies Mogno (1,0 g kg⁻¹), Ipê Amarelo (1,2 g kg⁻¹) e Cedro Rosa (1,3 g kg⁻¹) apresentaram teores de P abaixo da faixa adequada (<1,4 g kg⁻¹), enquanto que o Freijó apresentou teores normais e a Cerejeira teores elevados do nutriente. Leaf (1973) verificou concentrações foliares de P em florestas tropicais variando de 1,0 a 2,0 g kg⁻¹. Portanto, dentro da concentrações obtidas no presente estudo.

Plantas que apresentam teores foliares de P menores do que 1,0 g kg⁻¹ estão deficientes (MALAVOLTA et al., 1997; FURLANI, 2004), enquanto que acima de 3,0 g kg⁻¹ podem-se observar sintomas de toxidez, como a presença de manchas vermelho-escuras nas folhas mais velhas das plantas (NOVAIS et al., 2007). Com esta referência, o Mogno tende a apresentar sintomas de deficiência enquanto que a Cerejeira pode apresentar sintomas de toxidez. Contudo, isto precisa ser mais pesquisado.

A Cerejeira foi também a espécie que apresentou o maior teor de K nas folhas ($8,0 \text{ g kg}^{-1}$) não diferindo do Ipê Amarelo ($7,9 \text{ g kg}^{-1}$) mas diferindo das demais. Freijó e Mogno tiveram comportamento semelhante entre si e superiores ao Cedro Rosa.

Com exceção do Cedro Rosa que obteve o menor teor ($4,6 \text{ g kg}^{-1}$), todas as espécies se encontram dentro da faixa considerada como adequada ou de suficiência para espécies florestais tropicais (LEAF, 1973; SILVEIRA et al., 2005), porém, todas abaixo do limite de referência proposto como adequado por Epstein e Bloom (2004) de 10 g kg^{-1} de K na matéria seca de plantas, independentemente da espécie. Novais et al. (2007) consideraram como adequados para o crescimento normal das plantas teores variando de 10 a 30 g kg^{-1} . Plantas deficientes apresentam teores foliares inferiores a 8 g kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1997; FURLANI, 2004).

A espécie florestal Freijó obteve o maior teor de Ca ($41,7 \text{ g kg}^{-1}$) diferindo de todas as demais. O mesmo comportamento tiveram as espécies Cedro Rosa, Cerejeira, Mogno e Ipê Amarelo, diferindo entre si. A concentração de Ca foliar determinada no Freijó foi 59% maior do que a concentração de Ca encontrada no Ipê Amarelo.

Todas as espécies, apresentaram teores de Ca acima do que foram determinados por autores que estudaram a concentração média de Ca nas folhas de espécies arbóreas em diferentes fitofisionomias, como Silva (1990), em ambiente de Cerrado ($10,6 \text{ g kg}^{-1}$), e Leaf (1973) em Florestas Tropicais ($15,0 \text{ mg kg}^{-1}$), e Leaf (1973) em Florestas Tropicais ($15,0 \text{ mg kg}^{-1}$). Malavolta et al. (1997) consideraram como adequados teores de Ca de 6 a 8 g kg^{-1} para Araucária e de 8 a 12 g kg^{-1} para Eucalipto. Já Epstein e Bloom (2004) mencionaram como adequados teores de até 6 g kg^{-1} de Ca na matéria seca de plantas. Plantas deficientes apresentam teores foliares de Ca menores que $4,0 \text{ g kg}^{-1}$ (MALAVOLTA et al., 1997 e FURLANI, 2004).

Em relação ao Mg, o Freijó foi também a espécie que obteve o maior teor com $5,7 \text{ g kg}^{-1}$ diferindo das demais espécies. Na sequência foram Cerejeira, Freijó, Ipê Amarelo e Mogno, todas com comportamento diferentes. O menor teor de Mg foi encontrado no Mogno ($2,5 \text{ g kg}^{-1}$), com valor inferior a 56% do teor de Mg encontrado na espécie Freijó. BRUN et al. (2012) determinaram teores de $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ na espécie Cedro Rosa, sendo esta concentração 42% inferior ao determinado para a espécie neste estudo.

Teores de Mg variando de 3 e 5 g kg^{-1} na matéria seca são adequados para o crescimento normal das plantas (NOVAIS et al., 2007). São consideradas plantas deficientes aquelas que apresentarem teores foliares menores de 3 g kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1997). Com base nessa referência, entre as espécies

estudadas, apenas o Mogno se encontra na faixa de deficiência.

Para as espécies de Eucalipto e Pinus, são considerados como adequados teores de Mg variando de 4 a 5 g kg^{-1} e de $1,5$ a $2,0 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (MALAVOLTA et al., 1997). Epstein e Bloom (2004) apresentaram como referência para teor de Mg na matéria seca de plantas um valor igual a 2 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} . Leaf (1973), analisando árvores em florestas tropicais obteve teores foliares de Mg variando de 1 a 3 g kg^{-1} .

Para o S, as maiores concentrações no tecido foliar foram obtidas com as espécies Cerejeira e Freijó (ambas com 3 g kg^{-1}) as quais não diferiram das demais espécies. Todas as espécies apresentaram teores adequados acima dos valores de referência, que é a partir de 1 g kg^{-1} de S (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN; BLOOM, 2004; FURLANI, 2004; SILVEIRA et al., 2005). Brun et al. (2012), avaliando o estado nutricional de *Cedrela fissillis* (Cedro Rosa) observaram teores foliares de S de $1,5 \text{ g kg}^{-1}$, valores estes, 30% inferior ao encontrado neste estudo para a mesma espécie.

CONCLUSÕES

As concentrações médias dos macronutrientes entre as espécies estudadas obedeceram a seguinte ordem $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$. Entre todas as espécies, Ca e N foram os macronutrientes que apresentaram as maiores concentrações foliares, enquanto que o P, com exceção na espécie Cerejeira, foi o macronutriente com os menores teores.

No Cedro Rosa (*Cedrela fissillis*), Freijó (*Cordia goeldiana*) e Ipê Amarelo (*Tabebuia serratifolia*) verificou-se concentrações foliares de $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$; enquanto que na Cerejeira (*Amburana acreana*) foi de $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$; e no Mogno (*Swietenia macropylla*) foi de $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{S} > \text{Mg} > \text{P}$.

Os teores foliares de N entre as espécies analisadas foram considerados como adequados, com exceção das espécies Mogno e Cedro Rosa que se encontraram na faixa de deficiência. As espécies Mogno, Ipê Amarelo e Cedro Rosa apresentaram teores de P abaixo da faixa adequada. Todas as espécies apresentaram teores inadequados de K. O Mogno foi a única espécie que apresentou teores deficientes de Mg. Todas as espécies se encontraram com teores de Ca acima da faixa adequada e teores de S dentro da faixa de suficiência.

REFERÊNCIAS

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.

BIONDI, D.; REISSMANN, C.B. Análise da composição química foliar do ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl) na arborização urbana de Curitiba-PR. Ciência Florestal, 12: 153-159, 2002.

BRUN, E.J. et al. Avaliação nutricional de espécies nativas

- utilizadas na arborização do campus da Universidade Federal de Santa Maria-RS. REVSBAU, 7: 89-111, 2012.
- BÜNCHEN, M. et al. Status nutricional e eficiência no uso de nutrientes em espécies arbóreas da floresta subtropical no sul do Brasil. Sci. For., 41: 227-236, 2013.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Teores de micronutrientes em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista Montana – General Carneiro. Ambiência, 2: 29-50, 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2004. 478 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Revista Ciência Agrotecnologia, 38:109-112, 2014.
- FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004, p. 40-75.
- LEAF, A.L. Plant analysis as an aid in fertilizing forests. In: WALS, L.M.; BEATON, J.D. Soil testing and plant analysis. Madison, Soil Science of America: 1973, p. 427-454.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v.1, 2014. 768 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, H.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2007. 1.017p.
- SILVA, F.C. Compartilhamento de nutrientes em diferentes componentes da biomassa aérea de espécies de um Cerrado. Brasília: Universidade de Brasília, 1990. 80p.
- 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.
- WOOD, T. E. Et al. Interspecific Variation in Foliar Nutrients and Resorption of Nine Canopy-tree Species in a Secondary Neotropical Rain Forest. Biotropica, 43: 544-551, 2011.

Tabela 1 - Teores médios de macronutrientes obtidos para espécies florestais plantadas no bosque do Instituto Federal de Rondônia – Campus Ji-Paraná, RO – setembro/2017

Espécie Florestal	Teores de Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cedro Rosa (<i>Cedrela fissilis</i>)	16,7 c	1,3 c	4,6 c	36,5 b	3,8 d	2,2 a
Cerejeira (<i>Amburuna acreana</i>)	22,8 a	3,9 a	8,0 a	27,4 c	5,3 b	3,0 a
Freijó (<i>Cordia goeldiana</i>)	22,1 b	1,8 b	7,3 b	41,7 a	5,7 a	2,9 a
Ipê Amarelo (<i>Tabebuia serratifolia</i>)	13,4 d	1,2 cd	7,9 a	17,1 e	4,8 c	2,0 a
Mogno (<i>Swietenia macropylla</i>)	11,4 e	1,0 d	7,4 b	24,3 d	2,5 e	2,9 a
DMS	0,10	0,21	0,46	1,59	0,22	2,27
Média	17,3	1,8	7,0	29,4	4,4	2,6
CV (%)	0,2	4,1	2,3	1,9	1,8	30,9

Médias seguidas pela mesma letra em coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.