

**TEOR E ALOCAÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTIO DE *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd.  
EM DOM FELICIANO – RS**

NUTRIENTS CONTENT AND ALLOCATION IN *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. PLANTATIONS  
IN DOM FELICIANO, RIO GRANDE DO SUL STATE

Rudi Witschoreck<sup>1</sup> Mauro Valdir Schumacher<sup>2</sup>

**RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo avaliar o teor e o padrão de alocação dos nutrientes nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*, em um povoamento com 5,5 anos de idade, localizado no município de Dom Feliciano-RS. Foram amostradas 24 árvores, com base na amplitude diamétrica, com determinação da biomassa, concentração e estoque de nutrientes nos seguintes componentes: folhas, frutos, galhos, casca do tronco, madeira do tronco e raízes. Para estudar a variação no teor dos nutrientes foram coletadas amostras de casca e madeira em diferentes posições ao longo do tronco. A estimativa do estoque de nutrientes, em cada componente, baseou-se nos valores médios, da biomassa e do teor de nutrientes, pelo número de árvores por classe diamétrica por hectare. A variação da concentração dos nutrientes ao longo do tronco, na casca e na madeira, foi estudada a partir do ajuste de equações de regressão, correlacionando concentração de nutrientes e a altura de coleta das amostras. Em termos médios, considerando-se todos os componentes da biomassa, prevaleceu a seguinte sequência quanto à concentração nutricional: N > Ca > K > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu. Os maiores teores, para a maioria dos nutrientes, foram observados nas folhas e os menores, para todos os nutrientes, foram verificados na madeira do tronco. O estoque total de nutrientes na biomassa de *Platanus x acerifolia* foi de 574,72 kg ha<sup>-1</sup>, de acordo com a seguinte ordem de alocação, entre os componentes: madeira do tronco ~ galhos > raízes ~ folhas > casca do tronco > frutos. Quanto aos nutrientes, a sequência de acúmulo foi a seguinte: N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu, sendo que N, K e Ca, representam 82,9% do total. Foi verificada grande variação na concentração de nutrientes ao longo do tronco, na casca e na madeira, com distinção dos padrões básicos: crescente, decrescente e invariável, da base da árvore em direção do ápice.

**Palavras-chave:** ciclagem de nutriente; estoque de nutriente; amostragem de biomassa.

**ABSTRACT**

This study had as objective to evaluate nutrients content and allocation pattern in different biomass components of *Platanus x acerifolia*, in a 5.5 year stand, located in Dom Feliciano, Rio Grande do Sul state. Twenty-four trees were sampled, based on diametric amplitude, with biomass determination in the following components: leaves, fruits, stem bark, wood and roots. To study the variation of nutrients concentration, wood and bark samples were collected in different positions along the stem. Nutrients stock estimation, in each component, was based on biomass average values and nutrients content, by the number of trees per diametric classes per hectare. Nutrients content variation along the stem, in bark and in wood was studied based on regression equations adjustment, correlating nutrients concentration and the point of collection. Considering all biomass components, the following sequence according to nutrients concentration was: N > Ca > K > Mg > P > S > Fe > Mn > B > Zn > Cu. The highest contents, for most nutrients, were observed in leaves and the lowest, for all nutrients, were observed in the wood. Total nutrients stock in *Platanus x acerifolia* biomass was 574.72 kg ha<sup>-1</sup>, according to the following allocation order, among the components: wood ~ branches > roots ~ leaves > bark > fruits. Regarding to nutrients, the accumulation sequence was

1 Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. rwitschoreck@yahoo.com.br

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado III do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil. Bolsista CNPq. schumacher@pesquisador.cnpq.br

Recebido para publicação em 03/01/2012 e aceito em 13/08/2012

as follows:  $N > K > Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu$ , where N, K and Ca represent 82.9% from the total. It was verified a great variance in nutrient concentration along the stem, bark and wood, with distinction of basic patterns: growing, decreasing and invariable, from the base of the tree towards to the top.

**Keywords:** nutrients cycling; nutrients stock; biomass sampling.

## INTRODUÇÃO

A origem híbrida do *Platanus x acerifolia* parece ter sido demonstrada por meio de marcadores moleculares (VIGOUROUX et al., 1997), enquanto alguns botânicos, entre eles López-González (1998), levantam a hipótese de que a espécie pode ser uma variação natural do *Platanus orientalis* L.

Segundo Reitz (1984), o *Platanus x acerifolia* é resultado do cruzamento genético espontâneo entre o *Platanus orientalis*, originário do sudeste da Europa, Ásia Menor, Irã, Afeganistão e noroeste da Índia e o *Platanus occidentalis* L., que tem sua origem no sul do Canadá e no leste dos Estados Unidos até o México, constituindo-se num híbrido de grande potencial madeireiro na região Sul do Brasil e também para outras regiões de clima temperado e frio.

No setor moveleiro, principalmente na área de móveis vergados, o açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) forneceu, por longo período, matéria-prima de boa qualidade, mas em função do esgotamento dos recursos e da legislação florestal, não pode mais ser explorado em condições naturais. A alternativa técnica e econômica encontrada para substituir essa espécie foi o plátano (*Platanus x acerifolia*), o qual, após os estudos tecnológicos, apresentou qualidade excelente para a fabricação de móveis e muitas outras utilidades.

A introdução do *Platanus* spp. no Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, deu-se por intermédio dos colonizadores italianos que o trouxeram com a finalidade de utilizá-lo como quebra-vento, suporte dos parreirais na viticultura e para ornamentação.

Embora sendo uma espécie de grande potencial, devido à versatilidade de aplicações de sua madeira, o conhecimento silvicultural deste híbrido, no Rio Grande do Sul e no Brasil, ainda é muito incipiente.

Alguns estudos realizados no Brasil, principalmente na Região Sul, até o presente momento, referem-se à época de coleta das estacas, profundidade de plantio, diâmetro e posição no ramo de onde deve ser efetuada a coleta das estacas e diferentes

técnicas de produção de mudas (OKIKA ONO et al., 1994; LAZZARI, 1997; TEDESCO et al., 1998a; TEDESCO et al., 1998b; FREDDO et al., 1999; DIAS et al., 1999; HOPPE et al., 1999; IENSEN et al., 1999; FREDDO et al., 2000a; FREDDO et al., 2000b; FREDDO et al., 2000c; OLIVEIRA et al., 2000).

Em decorrência da total inexistência de informações sobre as características nutricionais da espécie, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o teor e o conteúdo de macro e micronutrientes nos diferentes componentes da biomassa, em um povoamento de *Platanus x acerifolia*.

## MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado em um povoamento de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, localizado no município de Dom Feliciano, região sudeste do Rio Grande do Sul, nas coordenadas 30°15'30" S e 52°15'30" W; em uma fazenda de propriedade da Empresa Platanus Ltda.

O clima da região, segundo a classificação de Maluf (2000), é Temperado Úmido (TEUM), com temperatura média anual em torno de 16,5°C e precipitação média anual próxima de 1.500 mm. O solo da região pertence à unidade de mapeamento Camaquã, proveniente de rochas ácidas, derivado de granitos, sendo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (BRASIL, 1973; STRECK et al., 2008). Na Tabela 1 é possível verificar as características do solo da área de estudo, proveniente da coleta de quatro amostras compostas em cada profundidade.

O plantio foi efetuado em área de campo, com mudas de raiz nua, produzidas por estaquia, com um ano de idade e dimensões médias de 1,5 m de altura e de 3 a 5 cm de diâmetro. O espaçamento entre plantas foi de 3 m na linha e 5 m na entrelinha de plantio e o preparo de solo foi realizado por meio de roçada e abertura de covas com 40 cm de profundidade e 30 cm de diâmetro. Os tratos culturais aplicados constituíram-se de roçadas entre as linhas de plantio em número de duas por ano até o terceiro ano. Após o terceiro ano pós-plantio ocorreu o fe-

TABELA 1: Caracterização do solo da área do estudo, na profundidade de 0 – 80 cm.  
 TABLE 1: Soil characterization from the studied area (0 – 80 cm depth).

Profundidade (cm)	Argila	M.O.	pH (H <sub>2</sub> O)	P	K	Ca	Mg	Al	CTC <sub>efetiva</sub>	V
	g kg <sup>-1</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
0 – 20	198	26	5,5	18,2	98,5	4,3	1,0	0,2	6,1	61,0
20 – 40	214	21	4,9	3,5	59,5	2,7	0,8	1,0	4,7	41,5
40 – 60	285	13	4,6	2,2	44,5	2,3	0,7	1,4	4,5	34,9
60 – 80	275	8	4,7	2,0	41,0	1,8	0,7	1,1	3,7	36,3

Em que: Argila (densímetro); matéria orgânica (M.O.), combustão úmida (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); P disponível e K trocável (Mehlich-1); Ca, Mg e Al trocáveis, extração com KCl (1 mol L<sup>-1</sup>); V = saturação por bases.

chamento das copas, dispensando o controle da mata-competição. A partir do segundo ano pós-plantio foram aplicadas desramas anuais, cuja intensidade chegou a 50% da altura total das árvores visando à produção de madeira de alta qualidade para serraria. Para avaliação de variáveis dendrométricas foram demarcadas cinco parcelas de 20 m x 30 m, com medição de todos os diâmetros a altura do peito (DAP) e altura total das árvores. Com base nessas medições a amplitude diamétrica do povoamento foi dividida em oito classes de diâmetro.

A amostragem de biomassa consistiu no abate de três árvores por classe de diâmetro, totalizando 24 árvores. As árvores-amostra foram seccionadas na altura do solo e a biomassa foi separada e pesada nos seguintes componentes: folhas, frutos, galhos, casca do tronco, madeira do tronco e raiz. O sistema radicular de cada árvore foi escavado, lavado (para retirar o solo aderido) e pesado. Os componentes casca do tronco e madeira do tronco correspondem à biomassa compreendida entre a base da árvore até o diâmetro de ponteira de 2 cm. Em função das desramas realizadas no povoamento, a biomassa de galho diz respeito unicamente a galhos vivos, de diferentes diâmetros e a biomassa da ponteira com diâmetro menor do que 2 cm.

Após a pesagem de cada componente da biomassa, foram coletadas amostras representativas para determinação do teor de umidade e análise química. No caso da casca e madeira do tronco, para detectar variações na concentração de nutrientes ao longo do tronco, foram coletadas cinco amostras, nas seguintes alturas: 1,3 m (DAP), 3,3 m, 5,3 m, 7,3 m e 9,3 m, em relação à base da árvore.

No Laboratório de Ecologia Florestal, do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, as amostras coletadas foram secas em estufa com circulação e re-

novação de ar a temperatura de 60°C, até estabilização do peso, para determinação da massa seca. Após secagem, as amostras foram moídas em moinho de laminas do tipo Wiley com peneira de 20 *mesh*. As determinações analíticas foram realizadas de acordo com a metodologia de Miyazawa et al. (1999). O N foi determinado pelo método Kjeldhal, no extrato de digestão sulfúrica; B por espectrofotometria com digestão seca; e os demais elementos, no extrato de digestão nítrico-perclórico, sendo Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, P por espectrofotometria (VIS), K por fotometria de chama e S por turbidimetria.

A quantificação da biomassa das árvores foi obtida através do produto entre a biomassa média de cada componente e o número de árvores, por classe de diâmetro, por hectare.

O estoque de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia* foi estimado com base na biomassa e na concentração de nutrientes, extrapolando para unidade de área de acordo com o número de árvores por classe diamétrica. Na estimativa do estoque de nutrientes na biomassa de casca e madeira do tronco foi utilizada a média da concentração das cinco amostras coletadas ao longo do tronco.

O estudo da variação da concentração dos nutrientes ao longo do tronco foi realizado mediante o ajuste de equações de regressão, tendo como variável dependente o elemento químico (N, P, K, Ca, Mg e S, em g kg<sup>-1</sup> e B, Cu, Fe, Mn e Zn em mg kg<sup>-1</sup>) e a variável independente altura (hi), em metros, correspondente aos pontos de coleta das amostras de casca e madeira. Na seleção das equações foi observado o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), erro padrão da estimativa, significância da estatística F da análise de variância e a significância estatística dos coeficientes das equações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 observa-se que na biomassa de *Platanus x acerifolia* prevaleceu a seguinte ordem decrescente quanto à concentração de nutrientes: N, Ca, K, Mg, P, S, Fe, Mn, B, Zn e Cu, apesar da variação entre os diferentes componentes.

Os maiores teores de N, Ca, Mg, S, Fe, Mn e Zn foram observados nas folhas, P, K e Cu nos frutos e B na casca; e os menores, para todos os nutrientes, na madeira do tronco (Tabela 2).

As concentrações de nutrientes nas plantas variam bastante em função da espécie e genótipo, idade da planta, sítio, época do ano e da parte da planta analisada (PALLARDY, 2008). Segundo Bellote e Silva (2004), a concentração dos nutrientes nos componentes da biomassa está relacionada com

suas funções, apresentando, geralmente, o seguinte gradiente: folha > casca > ramo > tronco (alburno > cerne). A folha é o grande centro metabólico da planta, o que fica evidente pelo predomínio dos teores mais elevados de nutrientes (MARSCHNER, 1995), enquanto os menores teores estão associados a componentes que têm função mais estrutural, como é o caso da madeira do tronco e dos galhos (Tabela 2).

Tomando-se por base a biomassa total de 45,75 Mg ha<sup>-1</sup>, o estoque de nutrientes (574,72 kg ha<sup>-1</sup>) correspondeu a 1,3%, sendo que desse montante, macro e micronutrientes, respectivamente, corresponderam a 99,5% e 0,5% (Tabela 3). Individualmente merece destaque a contribuição relativa de N, K e Ca, respectivamente, com 40,5%, 21,5% e 20,9%, ou 82,9% do estoque total

TABELA 2: Concentração média e desvio padrão (entre parênteses) dos nutrientes, nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, em Dom Feliciano-RS.

TABLE 2: Nutrients average concentration and standard deviation (in parentheses), in different biomass components in 5.5 year *Platanus x acerifolia*, Dom Feliciano, Rio Grande do Sul state.

Nutrientes	Componentes da biomassa					
	Folhas	Frutos	Galhos	Casca do tronco	Madeira do tronco	Raízes
----- g kg <sup>-1</sup> -----						
N	25,49 (± 2,26)	11,06 (± 1,67)	4,68 (± 0,42)	8,66 (± 0,53)	2,88 (± 0,28)	5,05 (± 0,61)
P	1,70 (± 0,10)	2,02 (± 0,30)	0,58 (± 0,06)	0,67 (± 0,04)	0,36 (± 0,03)	0,79 (± 0,13)
K	11,10 (± 0,79)	13,39 (± 1,20)	2,42 (± 0,28)	3,44 (± 0,12)	2,08 (± 0,04)	2,14 (± 0,14)
Ca	14,75 (± 1,88)	2,34 (± 0,61)	2,64 (± 0,20)	11,86 (± 0,91)	0,55 (± 0,06)	2,84 (± 0,47)
Mg	3,22 (± 0,37)	1,07 (± 0,12)	0,73 (± 0,08)	2,09 (± 0,10)	0,35 (± 0,01)	1,37 (± 0,12)
S	1,43 (± 0,22)	0,61 (± 0,06)	0,53 (± 0,09)	1,39 (± 0,13)	0,47 (± 0,09)	1,13 (± 0,14)
----- mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	36,88 (± 1,26)	13,43 (± 1,36)	8,96 (± 1,25)	62,41 (± 3,61)	3,74 (± 0,37)	13,44 (± 2,03)
Cu	5,80 (± 0,58)	9,51 (± 1,15)	4,05 (± 0,69)	4,14 (± 0,25)	3,01 (± 0,40)	6,33 (± 0,71)
Fe	91,28 (± 13,59)	51,78 (± 15,38)	12,00 (± 3,36)	53,27 (± 8,56)	7,60 (± 1,30)	83,85 (± 18,26)
Mn	114,47 (± 20,30)	23,58 (± 2,30)	16,46 (± 4,03)	54,68 (± 3,11)	4,03 (± 0,57)	14,80 (± 2,76)
Zn	10,37 (± 1,07)	9,55 (± 1,59)	4,63 (± 0,46)	6,42 (± 0,49)	3,14 (± 0,27)	4,93 (± 0,60)

de macro e micronutrientes presentes na biomassa de *Platanus x acerifolia*.

O estoque de nutrientes na biomassa é função de uma série de fatores ligados à complexa relação solo-planta, para cada nutriente, com grande variação entre espécies e para diferentes condições de desenvolvimento, no entanto, pode ser utilizado como um indicativo da exigência nutricional, que no caso do *Platanus x acerifolia* apresentou a seguinte ordem: N > K ~ Ca > Mg > S > P > Fe > Mn > B > Zn > Cu (Tabela 3). Na Figura 1 apresenta-se a contribuição relativa de cada componente das árvores de *Platanus x acerifolia* para o estoque total de biomassa e nutrientes. Considerando-se os componentes da biomassa quanto à retenção de nutrientes, a sequência de acúmulo foi a seguinte: madeira do tronco ~ galhos > raízes ~ folhas > casca do tronco > frutos.

Por outro lado, a despeito do pequeno acúmulo de biomassa nas folhas, apenas 4,3%, esse componente, devido aos elevados teores de nutrien-

tes, representou 20,5% do estoque total e foi o principal em alocação de Ca (25,6%) e Mn (32,0%).

Do mesmo modo, a casca do tronco, representou apenas 4,4% da biomassa total e 9,9% do estoque de nutrientes, no entanto, foi o principal componente em acúmulo de B com 26,1%. O alto teor de B na casca merece destaque, já que foi praticamente o dobro do teor nas folhas, onde geralmente é mais concentrado. Assim como a alta concentração de Ca na casca é característica em algumas espécies do gênero *Eucalyptus*, o elevado teor de B, no mesmo componente em *Platanus x acerifolia*, pode ser uma propriedade dessa espécie, pelo menos nesta fase de desenvolvimento do povoamento.

Devido à dificuldade de amostragem das raízes, alguns estudos não consideram esse compartimento, no entanto, é evidente a importância das raízes em termos de alocação de biomassa e nutrientes. Neste estudo as raízes representaram 18,6% da biomassa total e 20,5% do estoque total de nutrientes; sendo caracterizado como o principal compo-

TABELA 3: Biomassa e estoque de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, em Dom Feliciano-RS.

TABLE 3: Biomass and nutrients stock in different 5.5 year *Platanus x acerifolia* trees components, Dom Feliciano, Rio Grande do Sul state.

Nutrientes	Componentes da biomassa						Total
	Folhas	Frutos	Galhos	Casca do tronco	Madeira do tronco	Raízes	
	----- Mg ha <sup>-1</sup> -----						
Biomassa	1,97	0,18	11,72	2,00	21,39	8,49	45,75
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----						
N	51,30	1,85	58,26	17,31	58,86	45,22	232,80 (40,5)
P	3,35	0,36	6,39	1,33	7,40	7,36	26,19 (4,6)
K	22,17	2,45	28,52	6,98	44,93	18,38	123,43 (21,5)
Ca	30,72	0,42	29,90	23,77	10,62	24,73	120,16 (20,9)
Mg	6,55	0,19	8,39	4,22	7,20	12,20	38,75 (6,7)
S	2,99	0,11	6,00	2,86	9,45	9,17	30,58 (5,3)
	----- g ha <sup>-1</sup> -----						
B	74,02	2,52	93,90	128,35	81,16	112,62	492,57 (0,1)
Cu	11,77	1,71	45,29	8,25	60,67	50,53	178,22 (< 0,1)
Fe	172,85	10,70	122,31	111,75	153,14	678,79	1249,54 (0,2)
Mn	222,12	4,26	175,31	105,25	76,57	110,48	693,99 (0,1)
Zn	20,97	1,77	52,56	12,57	67,46	41,77	197,10 (< 0,1)
Total (kg ha <sup>-1</sup> )	117,68 (20,5)	5,40 (0,9)	137,95 (24,0)	56,84 (9,9)	138,90 (24,2)	118,05 (20,5)	574,72

Em que: Valores entre parênteses referem-se à contribuição relativa, do respectivo nutriente ou componente da biomassa, para o estoque total de nutrientes.



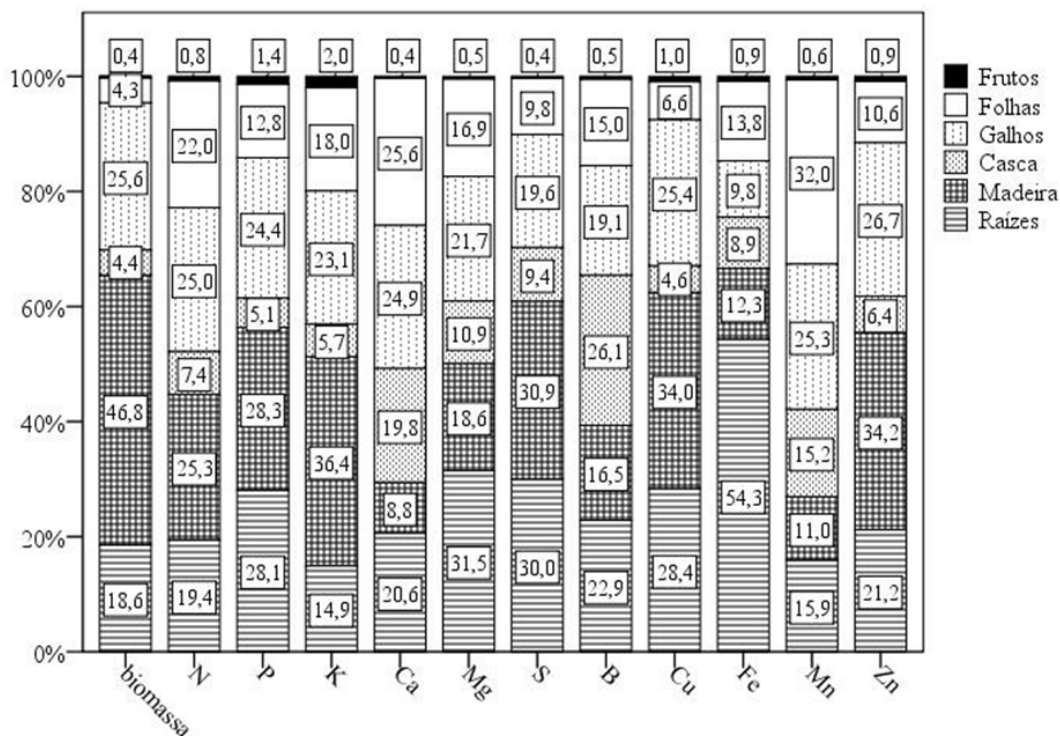


FIGURA 1: Contribuição relativa de cada componente da árvore para o estoque total de nutrientes e biomassa em plantio de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, em Dom Feliciano-RS.

FIGURE 1: Each tree component relative contribution for total nutrients stock and biomass in 5.5 year *Platanus x acerifolia* stand, Dom Feliciano, Rio Grande do Sul state.

nente em alocação de Mg (31,5%) e Fe (54,3%), e o segundo em P (28,1%), S (30,0%), B (22,9%) e Cu (28,4%). Reis e Barros (1990) salientaram a importância do sistema radicular nos estudos que avaliam a demanda de nutrientes para o crescimento da planta, bem como, quando o objetivo é analisar diferentes métodos de manejo sobre a produtividade das rotações subsequentes, especialmente no que se refere a espécies que se regeneram por brotação, como é caso do *Platanus x acerifolia*.

Embora a madeira do tronco tenha apresentado os menores teores nutricionais, em função da maior biomassa relativa (46,8%), esse componente foi o principal em acúmulo de nutrientes (24,2%), e o principal em alocação individual de N (25,3%), P (28,3%), K (36,4%), S (30,9), Cu (34,0%) e Zn (34,2%) (Figura 1).

Quanto à distribuição da biomassa, além do hábito de crescimento da espécie, o espaçamento amplo entre plantas (666 árvores por hectare), pode ter favorecido a alocação de biomassa e nutrientes nos galhos e raízes. Apesar das desramas que atingiram até 50% da altura total das árvores, os galhos de *Platanus x acerifolia* foram o segundo componente em acúmulo de biomassa (25,6%) e alocação

de nutrientes (24,0%). Leles et al. (1998); Ladeira et al. (2001) encontraram diferença na produção e distribuição de biomassa acima do solo e do sistema radicular, entre espécies de eucalipto, em função do espaçamento de plantio. Segundo Ladeira et al. (2001) e Leite et al. (1997), à medida que aumenta a densidade populacional, a biomassa total por unidade de área aumenta, ao passo que a produção de biomassa total por indivíduo diminui, mas, com elevação da alocação relativa de fotoassimilados no tronco. Schumacher et al. (2011) estudaram a partição de biomassa em plantios de *Eucalyptus* spp. (espécie com alta dominância apical), cultivados sob altas densidades de plantio, e estimaram aos 2, 4, 6 e 8 anos de idade, respectivamente, 20,3%, 18,0%, 6,4% e 5,9% da biomassa total (acima e abaixo do solo) no componente galho vivo.

Em virtude da grande representatividade em termos de biomassa relativa e por ser o principal compartimento envolvido na colheita florestal, inúmeros trabalhos têm sido desenvolvidos para esclarecer a alocação de biomassa e nutrientes na casca e na madeira do tronco (ATTIWILL, 1980; ZEN et al., 1981; ANDRAE e KRAPPENBAUER, 1983a, 1983b; ANDRAE, 1983; SILVA,

1996 apud BELLOTE e SILVA, 2004; FREITAS, 2000; RUBILAR et al., 2005; SAIDELLES, 2005; MORO et al., 2007; WITSCHORECK, 2008).

Na Tabela 4 são apresentados os parâmetros estatísticos dos modelos de regressão ajustados aos teores de nutrientes em relação à altura de coleta das amostras, de madeira e casca, ao longo do tronco de *Platanus x acerifolia*, aos 5,5 anos de idade.

Com exceção do Zn na casca, foi possível ajustar modelos lineares, logarítmicos ou quadráti-

cos, de acordo com o padrão de distribuição dos nutrientes, com níveis variáveis de aderência, capazes de descrever a variação dos nutrientes nas diferentes posições ao longo do tronco, tanto na casca como na madeira. De modo geral, as equações de regressão para casca, em relação à madeira, e dos macronutrientes, em relação aos micronutrientes (independente do componente da biomassa), apresentaram melhor ajuste aos dados. Isso pode ser uma característica da espécie vegetal, ou devido a aspectos

TABELA 4: Parâmetros estatísticos das equações de regressão utilizadas para descrever a concentração dos nutrientes, na casca e na madeira, ao longo do tronco, em plantio de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, em Dom Feliciano-RS.

TABLE 4: Statistical parameters from regression equations used to describe nutrients concentration in bark and wood, along the stem, in 5.5 year *Platanus x acerifolia* stand, Dom Feliciano, Rio Grande do Sul state.

Nutriente	Tipo de Modelo	Equações de regressão	R <sup>2</sup>	Syx	Prob. > F
Casca					
N	B	$y = 4,41878^{**} + 2,47820^{**} \cdot \ln h$	0,836	0,735	< 0,001
P	A	$y = 0,49155^{**} + 0,02953^{**} \cdot h$	0,687	0,056	< 0,001
K	C	$y = 2,11661^{**} + 0,29810^{**} \cdot h - 0,01141^{**} \cdot h^2$	0,925	0,144	< 0,001
Ca	A	$y = 15,00687^{**} - 0,51272^{**} \cdot h$	0,589	1,208	< 0,001
Mg	B	$y = 1,68396^{**} + 0,23177^{**} \cdot \ln h$	0,632	0,125	< 0,001
S	B	$y = 1,95221^{**} - 0,32730^{**} \cdot \ln h$	0,517	0,225	< 0,001
B	C	$y = 29,07700^{**} + 10,08648^{**} \cdot h - 0,65891^{**} \cdot h^2$	0,738	6,173	< 0,001
Cu	A	$y = 2,95611^{**} + 0,19906^{**} \cdot h$	0,717	0,353	< 0,001
Fe	A	$y = 25,01746^{**} + 4,59585^{**} \cdot h$	0,590	10,793	< 0,001
Mn	C	$y = 44,58640^{**} + 3,81521^{**} \cdot h - 0,30996^{**} \cdot h^2$	0,369	3,576	< 0,001
Zn	—	$y = 6,42$	—	—	ns
Madeira					
N	C	$y = 0,36815^{ns} + 1,00508^{**} \cdot h - 0,07945^{**} \cdot h^2$	0,652	0,517	< 0,001
P	A	$\ln y = -1,46002^{**} + 0,07664^{**} \cdot h$	0,575	0,187	< 0,001
K	A	$y = 1,85753^{**} + 0,04467^{**} \cdot h$	0,813	0,061	< 0,001
Ca	B	$y = 0,98925^{**} - 0,31099^{**} \cdot \ln h$	0,794	0,115	< 0,001
Mg	C	$y = 0,42167^{**} - 0,03662^{**} \cdot h + 0,00327^{**} \cdot h^2$	0,345	0,031	< 0,001
S	A	$y = 0,68839^{**} - 0,05180^{**} \cdot h$	0,713	0,095	< 0,001
B	A	$y = 2,52344^{**} + 0,25537^{**} \cdot h$	0,523	0,688	< 0,001
Cu	B	$y = 2,21764^{**} + 0,46471^{**} \cdot \ln h$	0,242	0,592	0,002
Fe	C	$y = 19,91833^{**} - 4,87362^{**} \cdot h + 0,37250^{**} \cdot h^2$	0,693	2,585	< 0,001
Mn	C	$y = 11,12779^{**} - 2,65364^{**} \cdot h + 0,19149^{**} \cdot h^2$	0,818	1,072	< 0,001
Zn	A	$y = 2,07613^{**} + 0,21603^{**} \cdot h$	0,545	0,573	< 0,001

Em que: Tipos de modelo: A = linear, B = logarítmico, C = quadrático; onde y = nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S em g kg<sup>-1</sup> e B, Cu, Fe, Mn e Zn em mg kg<sup>-1</sup>; h = altura de coleta das amostras (m), em relação à base da árvore. \*\* = significância p < 0,1; \* = significância p < 0,5; ns = não significativo; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, no caso do modelo quadrático corresponde ao coeficiente de determinação ajustado em função do número de coeficientes; Syx = erro padrão de estimativa; Prob. > F = nível de significância para a estatística F.

analíticos intrínsecos às determinações em amostras com baixa concentração nutricional, como é o caso da madeira.

A variação dos teores de nutrientes nas diferentes posições ao longo do tronco está ligada, principalmente, à diferença de idade dos tecidos e à mobilidade dos nutrientes (ATTIWILL, 1980; ANDRAE e KRAPPENBAUER, 1983a, 1983b; ANDRAE, 1983; RUBILAR et al., 2005). A diferenciação na concentração de nutrientes, entre componentes e dentro de um mesmo componente, intensifica-se com a idade, em decorrência da ciclagem interna (ciclagem bioquímica), que desloca nutrientes de tecidos senescentes para regiões com maior atividade metabólica (REIS e BARROS, 1990; PALLARDY, 2008). Em especial, no tronco, ao longo do tempo, ocorre um importante processo de diferenciação de tecidos que é a transformação de alburno em cerne. Segundo Burger e Richter (1991), o alburno, localizado nas camadas mais periféricas do tronco, constitui-se em tecido mais ativo fisiologicamente que o cerne (parte central do tronco) e diferentemente do cerne, o alburno é constituído por células parenquimáticas vivas que encerram substâncias nutritivas como amido, açúcares, proteínas etc. Vale lembrar que o crescimento das árvores ocorre devido à sobreposição de camadas de lenho, resultante da atividade dos tecidos meristemáticos, decorrente dos sucessivos ciclos de crescimento ao longo do tempo (BURGER e RICHTER, 1991; PALLARDY, 2008). Portanto, a idade média dos tecidos lenhosos varia em ordem decrescente no sentido longitudinal, da base da árvore em direção ao ápice e no sentido radial, da medula em direção à periferia do tronco. Attiwill (1980) quando estudou a ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Pinus obliqua* com 22 anos de idade, observou diferença nos teores de nutrientes, na casca e na madeira, entre a base das árvores e o ápice, e na madeira, da medula em direção à periferia do tronco (cerne – alburno).

Como a proporção de alburno aumenta da base da árvore em direção ao ápice, a concentração da maioria dos nutrientes tende a aumentar na região terminal superior do tronco. Assim, enquanto os elementos imóveis ou pouco móveis acumulam-se na base do tronco ou não variam expressivamente ao longo do tronco, os nutrientes com alta mobilidade apresentam os maiores teores na extremidade superior do tronco (ZEN et al., 1981; ANDRAE e KRAPPENBAUER, 1983a; PEREIRA et al., 1984; REIS e BARROS, 1990;

WITSCHORECK, 2008). Andrae e Krapfenbauer (1983a e 1983b) estudaram os teores de nutrientes na madeira e na casca de *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus saligna*, respectivamente, e atribuíram às concentrações mais elevadas de nutrientes na porção terminal do tronco a maior proporção de tecidos jovens; enquanto Ca, com padrão inverso, acúmulo na base do tronco, devido à baixa mobilidade.

Inicialmente, além do Zn na casca que se mostrou invariável, foi possível estabelecer mais dois padrões básicos de distribuição dos nutrientes, na casca e na madeira, da base em direção ao ápice do tronco: crescente e decrescente, possivelmente caracterizando nutrientes de alta e baixa mobilidade, respectivamente (Figura 2). A correlação entre os teores dos nutrientes e a altura de coleta ao longo do tronco pode ser linear ou mais curvilínea, mas, geralmente, foi crescente, exceto para Ca, Mg, S, Mn e Fe na madeira e Ca e S na casca. As tendências mais curvilíneas, para os padrões crescente e decrescente, parecem ter um mesmo ponto de inflexão, localizado na posição mediana do tronco ou região de inserção dos primeiros galhos da copa. Esse comportamento pode indicar diferentes graus de interação dos nutrientes com os componentes da copa (RUBILAR et al., 2005).

Vários estudos verificaram variação na concentração dos nutrientes ao longo do tronco, tanto na madeira quanto na casca, mas os padrões não são constantes nem para nutriente, nem para espécie vegetal (ATTIWILL, 1980; ZEN et al., 1981; ANDRAE e KRAPPENBAUER, 1983a, 1983b; ANDRAE, 1983; FREITAS, 2000; RUBILAR et al. 2005; SAIDELLES, 2005; WITSCHORECK, 2008).

Os padrões mais frequentes, para N, P e K, nutrientes com alta mobilidade, e Ca, com baixa mobilidade (MARSCHNER, 1995), são, respectivamente, crescente e decrescente, da base do tronco em direção ao ápice da copa (ANDRAE e KRAPPENBAUER, 1983a, 1983b; ANDRAE, 1983; FREITAS, 2000; RUBILAR et al., 2005; WITSCHORECK, 2008).

Andrae e Krapfenbauer (1983b) e Andrae (1983), respectivamente, avaliaram a variação na concentração de nutrientes ao longo do tronco, em um povoamento de *Eucalyptus saligna*, em duas ocasiões: aos 4 e 8 anos pós-plantio, e verificaram um padrão constante para os diferentes nutrientes, tanto na casca como na madeira.



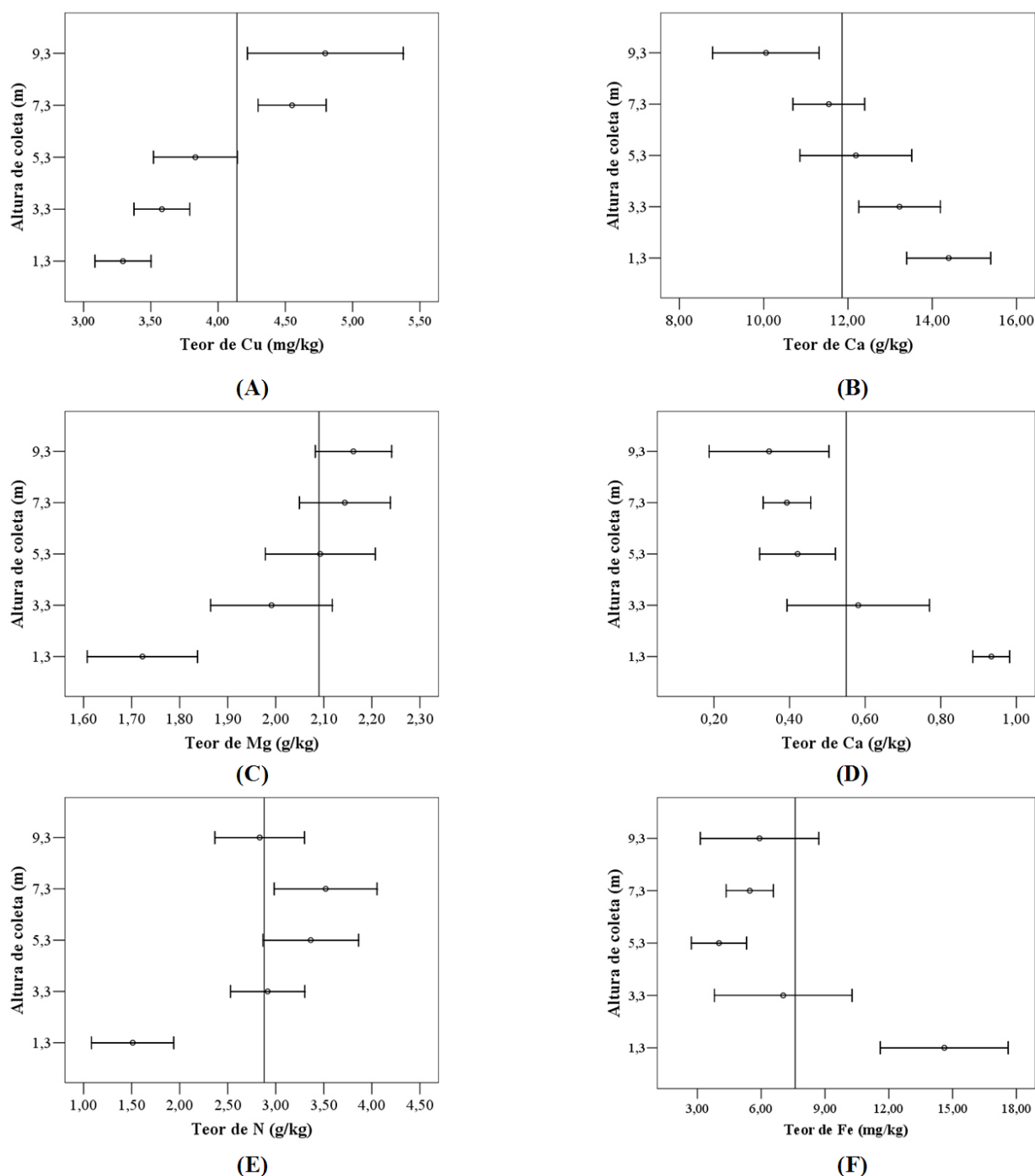


FIGURA 2: Intervalo de confiança ( $p = 0,05$ ) para os teores de nutrientes ao longo do tronco em *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, em Dom Feliciano-RS. (A) Cu na casca (padrão igual ao P, Fe na casca, P, K, B e Zn na madeira); (B) Ca na casca (padrão igual ao S na madeira); (C) Mg na casca (padrão igual ao N na casca e Cu na madeira); (D) Ca na madeira (padrão igual ao S na casca); (E) N na madeira (padrão igual ao K, B e Mn na casca); (F) Fe na madeira (padrão igual ao Mg e Mn na madeira). Linha vertical representa o teor médio de nutrientes.

FIGURE 2: Confidence intervals ( $p = 0,05$ ) for nutrients content along the stem in 5.5 year *Platanus x acerifolia*, Dom Feliciano, RS (A) Cu in bark (equal standard to P, Fe in bark, P, K, B and Zn in wood); (B) Ca in bark (equal standard to S in wood); (C) Mg in bark (equal standard to N in bark and Cu in wood); (D) Ca in wood (equal standard to S in bark); (E) N in wood (equal standard to K, B and Mn in bark); (F) Fe in wood (equal standard to Mg and Mn in wood). Vertical line represents the average content of nutrients.

Com base nas equações da Tabela 4 é possível estimar a posição ao longo do tronco dos teores médios de cada nutriente, na casca e na madeira. Para a casca, dependendo do nutriente, a altura do teor médio, variou entre 3,9 m e 6,1 m; e para a madeira, de 2,5 m a 5,7 m, o que corresponde, em média, a 5,5 m e 4,3 m, ou, em valores relativos a 50% e 40% da altura total do tronco, respectivamente.

O tronco é o principal compartimento em alocação de biomassa e nutrientes em plantios florestais. Portanto, em razão da representatividade desse compartimento e da variabilidade nos teores de nutrientes, tanto na casca como na madeira, é indicada uma abordagem mais criteriosa na obtenção de amostras representativas, quando o objetivo for estimar o estoque de nutrientes. Para estimativas mais precisas do estoque de nutricional, devido à variação na concentração de nutrientes tanto no sentido radial como no longitudinal do tronco (ATTIWILL, 1980), é necessário separar tecidos com diferentes constituições nutricionais, ou utilizar procedimentos amostrais que mantenham a proporcionalidade nas amostras que são utilizadas para análise química. Witschoreck (2008) verificou em árvores de *Pinus taeda* de 17 anos de idade que a média aritmética de amostras coletadas em diferentes alturas relativas ao longo do tronco pode não ser representativa do teor nutricional, para alguns nutrientes, no caso da estimativa do estoque de nutrientes. Esse autor sugeriu a amostragem e estimativa do estoque de nutrientes por secções do tronco ou a determinação de um teor médio ponderado, considerando o teor nutricional e a biomassa relativa de cada secção.

## CONCLUSÕES

Os componentes da copa são os principais em concentração de nutrientes, sobretudo, folhas e frutos. Com isso, a remoção da copa pela colheita floresta, que corresponde a 30% da biomassa total, acarreta uma taxa média de exportação de nutrientes de 40%, podendo atingir 47,9% para N, 43,1% para K e 50,8% para Ca; sendo que, em média, mais de 40% do estoque de nutrientes na copa está nas folhas.

O tronco representa 51% da biomassa total e aproximadamente 34% do estoque de nutrientes. No entanto, a casca, com apenas 8,6% da biomassa do tronco, acumula, em média, 30% dos macronutrientes e 38% dos micronutrientes do tronco. Portanto, o descasque no campo é uma medida efe-

tiva na redução do impacto da colheita da biomassa do tronco, o que pode representar uma redução nas taxas de exportação de nutrientes de 57% para Mn, 61% para B e 69% para Ca.

A madeira do tronco é o componente com os menores teores nutricionais, mas em função do maior acúmulo de biomassa (46,8%), representa em média mais de 20% do estoque total de nutrientes, podendo variar de 8,8% para Ca até 36,4% para K.

O teor nutricional varia significativamente ao longo do tronco, tanto na madeira como na casca, o que traz implicações para a amostragem e estimativa do estoque de nutrientes.

## AGRADECIMENTOS

À família de Juarez Martins Hoppe (*in memoriam*), pesquisador e professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, pela autorização de uso dos dados de sua tese de doutorado na elaboração deste artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F. Segundo inventário de biomassa e nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith no sul do Brasil. In: ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. **Pesquisa austríaco-brasileira (1973-1982)**. Santa Maria, 1983. p. 86-112.
- ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo – RS: inventário de nutrientes. In: \_\_\_\_\_. **Pesquisa austríaco-brasileira (1973-1982)**. Santa Maria, 1983a. p. 30-55.
- ANDRAE, F.; KRAPPENBAUER, A. Estudos da situação da biomassa e nutrientes de um reflorestamento de quatro anos com *Eucalyptus saligna* Smith em Santa Maria – RS. In: \_\_\_\_\_. **Pesquisa austríaco-brasileira (1973-1982)**. Santa Maria, 1983b. p. 68-85.
- ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Hérit.) forest: IV nutrient uptake and nutrient return. **Aust. J. Bot.**, v. 28, p. 199-222, 1980.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

- BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Sampling techniques and nutritional evaluations in eucalypt plantations. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (eds.) **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004, cap. 5, p. 113-139.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.
- DIAS, R. M. S. L.; FRANCO, E. T. H.; DIAS, C. A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v. 9, n. 2, p. 127-136, jul./dez. 1999.
- FREDDO, A. R.; HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Influência da profundidade de plantio de estacas no desenvolvimento dos brotos de mudas de *Platanus x acerifolia* In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p. 541.
- FREDDO, A. R.; HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Produção de mudas de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., através de mini-estacas em Tubetes. In: ENCONTRO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2000, Londrina. **Anais...** Londrina: Universidade de Londrina, 2000a. p. 215-216.
- FREDDO, A. R.; HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., produzidas em tubetes com diferentes substratos. In: ENCONTRO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2000, Londrina. **Anais...** Londrina: Universidade de Londrina, 2000b. p. 214-215.
- FREDDO, A. R.; OLIVEIRA, J.; HOPPE, J. M. Avaliação da brotação, enraizamento e da produção de biomassa de mudas de *Platanus x acerifolia*, produzidas através de mini-estacas em tubetes. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 15., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000c. p. 311.
- FREITAS, R. A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização no município de Alegrete-RS**. 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- HOPPE, J. M. et al. Influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus x acerifolia*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 25-28, jan./jun. 1999.
- IENSEN, E. A. M.; COELHO, L.; HOPPE, J. M. Germinação de Sementes de *Platanus x acerifolia* In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p. 576.
- LADEIRA, B. C. et al. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 69-78, jan./mar. 2001.
- LEITE, F. P.; et al. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 313-321, jul./set. 1997.
- LAZZARI, M. **Influência da época de coleta, tipos fisiológicos de estacas, boro, zinco e ácido indolbutírico no enraizamento de *Platanus acerifolia***. Santa Maria: 1997. 63 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- LELES, P. S. S. et al. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 41-50, jan./mar. 1998.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, G. Sobre el plátano del paseo, *Platanus orientalis* L. var. *acerifolia* Dryand. (Platanaceae) y su posible origen. **Anales Del Jardín Botánico de Madrid**, v. 56, n. 1, p. 159-161, 1998.
- MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do estado do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. cap. 4, p. 171-224.
- MORO, L. et al. Modelos matemáticos para estimativa de exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 223-230, maio/ago. 2007.
- OLIVEIRA, J.; HOPPE, J. M.; FREDDO, A. R. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Platanus x acerifolia*, produzidas em três diferentes tamanhos de tubetes In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 15., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria,

2000. p. 338.

ORIKO ONO, E. et al. Enraizamento de estacas de *Platanus x acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1373-1380, set. 1994.

PALLARDY, S. **Physiology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 2008. 454p.

PEREIRA, A. R. et al. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na região do cerrado. **Brasil Florestal**, n. 59, p. 27 – 37, 1984.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (eds). **Relação solo eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, 1990. cap. 7, p. 265-302.

REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense: Platanáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. 14 p.

RUBILAR, R. A.; ALLEN, H. L.; KELTING, D. L. Comparison of biomass and nutrient content equations for successive rotations of loblolly pine plantations on an Upper Coastal Plain Site. **Biomass and Bioenergy**, v. 28, p. 548-564, June 2005.

SAIDELLES, F. L. F. **Determinação da biomassa e altura de amostragem para a quantificação de nutrientes em *Acacia mearnsii* De Wild**. 2005. 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALIL, F. N. Biomassa em povoamentos de

*Eucalyptus* spp. de pequenas propriedades rurais em Vera Cruz – RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 17-22, jan.-mar., 2011.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

TEDESCO, N. et al. Efeito da época de coleta e plantio de estacas de *Platanus x acerifolia* no enraizamento. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1998, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade de Maringá, 1998a. p. 600.

TEDESCO, N. et al. Influência do período de armazenamento de estacas de *Platanus x acerifolia* no enraizamento. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1998, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade de Maringá, 1998b. p. 601.

VIGOUROUX, A. et al. Hybrid origin of *Platanus x acerifolia* confirmed and that of *P. densicoma* revealed using molecular markers. **Acta-Botanica-Gallica**, v. 144, n. 2, p. 243-252, 1997.

WITSCHORECK, R. **Biomassa e nutrientes no corte raso de um povoamento de *Pinus taeda* L. de 17 anos de idade no município de Cambará do Sul – RS**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ZEN, S.; POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z. **Variação na concentração de nutrientes ao longo do caule de *Eucalyptus saligna*: implicações na utilização energética dos resíduos florestais**. Piracicaba, IPEF, 1981. 7 p. (Circular Técnica 136).