

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

**VANESSA DE SOUZA GOMES**

**EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS PURO E MISTO DE *Pinus*  
sp. NO SUDOESTE DA BAHIA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
2018**

VANESSA DE SOUZA GOMES

EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS PURO E MISTO DE *Pinus* sp.  
NO SUDOESTE DA BAHIA

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

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> D. Sc. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia

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

Campus de Vitória da Conquista – BA

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Exportação de nutrientes em povoamentos puro e misto de *Pinus* sp. no sudoeste da Bahia

Autora: Vanessa de Souza Gomes

Aprovada como parte das exigências para a obtenção do Título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

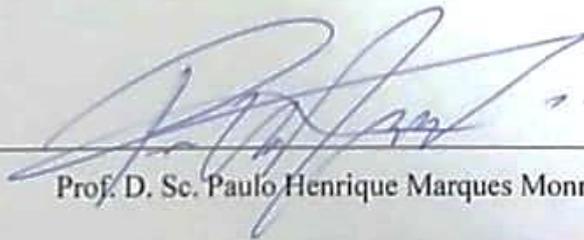


Prof.ª D. Sc. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia - UESB

Presidente



Prof. D. Sc. Alessandro de Paula - UESB



Prof. D. Sc. Paulo Henrique Marques Monroe - UESB

Data de realização: 04 de maio de 2018.

Colegiado de Engenharia Florestal - UESB - Campus Vitória da Conquista, Estrada do Bem Querer, Km 04.

Telefone: (77) 3425-9380

CEP: 45083-900

Email: ccengflor@uesb.edu.br

*A minha avó Maria (in memoriam), mulher de fé,  
exemplo de vida e perseverança.*

*DEDICO.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos alcançadas, por ter me guiado até aqui, me dando força, perseverança e fé para concluir esta etapa.

Aos meus queridos pais, Edeilton e Maria Cecília, minha eterna gratidão. Agradeço por nunca medirem esforços para realizar meus desejos, por cada oração, pelas inúmeras palavras de conforto e por estarem sempre presentes em cada momento. Muito obrigada por todo cuidado e amor dispensados a mim. Aos meus irmãos, Andressa e André, pelo apoio e carinho de sempre, por me acolherem em todas as idas a Brumado e serem meu descanso na loucura. Amo muito vocês!

Aos meus familiares que testemunharam essa caminhada e torceram por mim.

Aos professores da Engenharia Florestal, por compartilharem seus conhecimentos e experiências contribuindo para a minha formação pessoal e profissional. Agradeço especialmente a minha orientadora Patrícia, por ter sido uma grande mãe e amiga, pelos conselhos, confiança, amizade, paciência e por acreditar em mim desde o início.

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pelo conhecimento adquirido e pelos amigos conquistados.

A equipe da GEOAgro, em especial ao professor Odair e a José Renato, pela oportunidade de estágio, paciência e ensinamentos transmitidos.

As meninas do ap. 203, Lalá, Vêu e Lene, pelos ouvidos e colo emprestados. Agradeço a amizade e cumplicidade em todos os momentos.

Aos meus amigos, Maicon, Luma, Joyce, Tinôco, Kaique e Theilon, pelos bons anos de convívio, pelas resenhas, companhia nos momentos de alegrias e tristezas, nos diversos rolês, nos dias de feira, nas viagens e por estarem comigo durante esta trajetória.

As minhas companheiras de vida, Jhuly e Mari, por terem sido a minha família durante estes cinco anos. Obrigada por compartilharem comigo as melhores risadas, os desesperos, os dias e as noites de estudo, por segurarem as minhas mãos e transmitirem paz quando tudo parecia desabar. Vocês tornaram este caminho mais prazeroso. Sentirei muitas saudades!

A Paulo Monroe pelo grande apoio em laboratório e a Rafael pela coorientação.

Agradeço também a todos os colegas que me ajudaram na coleta de dados de biomassa no pinus. Sem o apoio de vocês a realização deste trabalho não seria possível.

Enfim, a todos aqueles que sempre me apoiaram, oraram por mim, me incentivaram e estiveram ao meu lado. Muito obrigada!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar.

**A formatação do presente trabalho segue as normas textuais do periódico FLORAM - Revista Floresta e Ambiente.**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
Caracterização da área .....	12
Biomassa e nutrientes .....	13
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
CONCLUSÕES .....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22
INSTRUÇÕES AOS AUTORES .....	26

# EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS PURO E MISTO DE *Pinus* sp. NO SUDOESTE DA BAHIA

## RESUMO

A extração de nutrientes em povoamentos florestais depende do tipo de manejo adotado, da composição de espécies, do potencial genético e da idade. O conhecimento sobre a distribuição de biomassa e nutrientes das árvores permite avaliar os impactos da retirada do recurso madeireiro no ecossistema. Este trabalho teve como objetivo quantificar a biomassa arbórea aérea e a exportação de nutrientes em dois plantios de *Pinus* (um puro e outro misto), considerando a adoção de dois tipos de manejo dos resíduos (conservacionista e convencional). As áreas de estudo estão localizadas na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista (BA). Foram selecionadas e abatidas 20 árvores do povoamento puro de *Pinus caribaea* e 40 árvores do povoamento misto (20 árvores de *Pinus oocarpa* e 20 árvores de *Pinus caribaea*), distribuídas em três classes diamétricas. Os componentes arbóreos foram separados e tiveram seus pesos frescos determinados em campo. Amostras destes foram conduzidas ao laboratório, secas em estufa, pesadas e moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. A produção de biomassa total foi maior no plantio misto (102,24 Mg ha<sup>-1</sup>) que no plantio puro (58,8 Mg ha<sup>-1</sup>). Nos dois plantios, o fuste foi o componente com maior participação na biomassa total, seguido da casca. A ordem de distribuição dos teores de nutrientes observada para maioria dos compartimentos das espécies de *Pinus* foi N > K > Ca > Mg > P. O manejo convencional dos resíduos é o que exporta maiores quantidades de nutrientes, sendo o Ca o nutriente mais impactado por esse manejo.

**Palavras-chave:** Manejo de resíduos; Acúmulo de nutrientes; Colheita florestal.

# NUTRIENTS EXPORTATION IN PURE AND MIXED STANDS OF *Pinus* sp. IN SOUTHWEST OF BAHIA

## ABSTRACT

The nutrients extraction in settlement forest depends on the type of management adopted, species composition, genetic potential and age. The knowledge about biomass and nutrients distribution of trees allows to evaluate the impacts of the withdrawal of the timber resource in the ecosystem. The objective of this work was to quantify the above ground biomass and nutrient export in two *Pinus* plantations (one pure and one mixed), considering the adoption of two types of waste management (conservation and conventional). The study areas are located in the State University of Southwest of Bahia, campus Vitória da Conquista (BA). Twenty trees of the pure *Pinus caribaea* and 40 mixed trees (20 *Pinus oocarpa* and 20 *Pinus caribaea*) were selected and felled, distributed in three diametric classes. The tree components were separated and had their fresh weights determined in the field. Samples were taken to the laboratory, dried in stove, weighed and ground to determine N, P, K, Ca and Mg contents. Total biomass production was larger in mixed planting (102,24 Mg ha<sup>-1</sup>) than in pure planting (58,8 Mg ha<sup>-1</sup>). In both plantations, the stem was the component with the largest participation in the total biomass, followed by the bark. The order of distribution of nutrient contents observed for most of the compartments of *Pinus* species was N > K > Ca > Mg > P. Conventional waste management is the one that exports the highest amounts of nutrients, Ca being the nutrient most impacted by this management.

**Keywords:** Waste management; Nutrients accumulation; Forest harvest.

## INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tornou-se, nos últimos anos, um dos mais relevantes no cenário global, com área total de florestas plantadas correspondente a 7,8 milhões de hectares. As espécies do gênero *Pinus* estão entre as mais plantadas no país, ocupando 1,6 milhões de hectares, o que representa 20,5% da área total (Ibá, 2017). A ampla utilização deste gênero está relacionada, principalmente, a utilização de sua madeira para extração de celulose, construção civil, mobiliário, compensados, aglomerados, chapas e resinas (Carneiro, 2013; Embrapa, 2014). Além disso, o gênero apresenta rusticidade e tolerância que possibilita adaptação em solos marginais à agricultura (Ferreira et al., 2004; Moro et al., 2008; Embrapa, 2014).

As espécies florestais de rápido crescimento, como as do gênero *Pinus*, apresentam intensa absorção de nutrientes e, como consequência, acumulam grandes quantidades de biomassa, o que normalmente requer suplementação nutricional. A retirada total desta biomassa por ocasião de desbastes ou colheita pode impactar negativamente o sítio, diminuindo sua capacidade produtiva (Poggiani, 1980; Sixel et al., 2015).

Nesse contexto, a adoção do manejo conservacionista dos resíduos (MCS) de colheita em plantios florestais pode representar diminuição de custos com adubação, exercendo importante papel na redução da exportação de nutrientes e manutenção da produtividade do sítio. Tal manejo permite que componentes das árvores, como topo, folhas, galhos, ramos e cascas sejam deixados sobre o solo (Queiroz & Silva, 2005) e reaproveitados no processo natural de ciclagem de nutrientes.

O MCS já é muito difundido no Brasil, especialmente nas grandes áreas de plantações comerciais, e normalmente é associado à fertilização mineral, o que contribui para a sustentabilidade da produção a longo prazo e redução de custos (Tutua et al., 2008). Apesar dos benefícios já comprovados do manejo conservacionista, a colheita florestal com retirada

do fuste juntamente com a casca (manejo convencional dos resíduos - MCV) ainda é muito adotada em algumas regiões do país. Este manejo promove maior exportação de nutrientes do sítio e requer maior atenção e custos com a correção da fertilidade do solo.

Além do tipo de manejo adotado, a extração de nutrientes depende de outros fatores externos, como a composição de espécies do povoamento florestal, e também de fatores internos, como o potencial genético e idade. Nessa condição, estudos sobre a distribuição de biomassa e nutrientes nos diferentes componentes das árvores podem permitir uma avaliação adequada dos impactos que a retirada do recurso madeireiro pode provocar no ecossistema (Watzlawick & Caldeira, 2004; Watzlawick et al., 2005), auxiliar no entendimento da dinâmica nutricional e reduzir o uso excessivo de fertilizantes, otimizando a produção do *Pinus*.

Embora já tenham sido realizados diversos trabalhos sobre biomassa e exportação de nutrientes em povoamentos homogêneos de *Pinus* e *Eucalyptus* (Santana et al., 1999; Schumacher & Caldeira, 2001; Moro et al., 2008; Viera et al., 2011; Lima et al., 2016), não são encontrados registros na literatura acerca de estudos realizados em plantios mistos de espécies do mesmo gênero.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa arbórea aérea e a exportação de nutrientes em dois plantios de *Pinus* (um puro e outro misto), considerando a adoção de dois tipos de manejo dos resíduos (MCS e MCV). Assumiu-se, portanto, a hipótese de que a dinâmica nutricional desses povoamentos florestais se diferencia de acordo com a composição de espécies.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área

O estudo foi realizado em dois povoamentos florestais, um puro de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W.H. Barrett & Golfari (10 anos de idade) e um misto composto por *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W.H. Barrett & Golfari e *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. (13 anos de idade), ambos em espaçamento de 3 x 3 m, localizados na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista (BA), cujas coordenadas geográficas são 14°53' de latitude Sul e 40°48' de longitude Oeste.

Os povoamentos foram implantados em uma área de capoeira baixa, onde se realizou uma limpeza com trator de esteiras e, posterior, gradagem. O plantio (seminal) foi feito com adubação localizada na cova, com 200 g de superfosfato simples. As manutenções na área foram realizadas por meio de capinas nas entrelinhas, aos dois, seis e 12 meses após o plantio.

O clima local é tropical de altitude (Cwb), de acordo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 21°C e precipitação pluviométrica variando entre 700 e 1100 mm anuais, distribuídas nos meses de novembro a março, com um período seco de quatro a cinco meses. A topografia é considerada plana a levemente ondulada, com altitude em torno de 880 m. O solo das áreas estudadas pertence à classe Latossolo Amarelo Distrófico (Embrapa, 2006). A caracterização química desse solo na profundidade 0-10 cm está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo (profundidade 0-10 cm).

**Table 1.** Chemical characterization of the soil (depth 0-10 cm).

Cobertura	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V	M
-----------	----	----	---	---	----	----	------	----	---	---

	g dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>3</sup>				— % —	
<i>Pinus misto</i>	5,1	20	1,0	0,23	1,0	0,9	3,8	0,3	36	12
<i>Pinus caribaea</i>	4,7	18	1,0	0,14	1,0	1,0	4,8	0,8	27	31

\*Análises realizadas de acordo com Embrapa (1997): pH (água); P e K extraíveis por Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis por KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e matéria orgânica (MO) por oxidação com Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4 N. As amostras de solo foram coletadas na profundidade 0-10 cm, com quatro repetições, uma por parcela de 15 x 15 m. Cada repetição foi constituída por uma amostra composta de 20 amostras simples. V – saturação por bases e m – saturação por alumínio.

### **Biomassa e nutrientes**

Inicialmente, foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) de todos os indivíduos das populações. No povoamento puro, as árvores de *Pinus caribaea* apresentavam DAP entre 5,8 e 23,8 cm. No povoamento misto, as árvores apresentavam diâmetros à altura do peito (DAP) variando de 7,5 a 25,0 cm para *Pinus oocarpa* e de 8,1 a 25,5 cm para *Pinus caribaea*. Os dados de DAP, de cada povoamento separadamente, foram distribuídos em três classes diamétricas, com amplitude de 6,5 cm.

Para a determinação da biomassa, foram selecionadas e abatidas 20 árvores do povoamento puro e 40 árvores do povoamento misto (20 árvores de *Pinus oocarpa* e 20 árvores de *Pinus caribaea*), distribuídas nas três classes de diâmetro.

A quantificação da biomassa das árvores-amostra foi realizada considerando o método de simples separação (Sanquetta et al., 2004). Os componentes arbóreos (acículas, galhos, casca e fuste) foram separados e tiveram seus pesos frescos determinados em campo, utilizando-se uma balança mecânica com capacidade de 150 kg e precisão de 50 g. Após a pesagem, foram retiradas amostras de cerca de 300 g de cada um dos componentes. No caso

do fuste e casca, foram coletadas três amostras por árvore em três posições do fuste (base, intermediária e extremidade superior).

As amostras de cada componente foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e conduzidas ao Laboratório de Solos e Biomassa Florestal, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, onde foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa (65°C) e pesadas (0,01 g de precisão). Com base nos valores de peso úmido e seco de cada amostra e de peso úmido determinado em campo, estimou-se a biomassa seca (kg) de cada um dos componentes e total da parte aérea de cada árvore, conforme a equação 1. Os valores foram projetados para hectare.

$$PS(c) = \frac{PS(a)}{PU(a)} \cdot PU(c)$$

Equação 1.

Em que: PS(c) = biomassa seca (kg); PU(c) = peso de matéria úmida (kg); PU(a) = peso de matéria úmida da amostra levada ao laboratório (kg); PS(a) = peso de matéria seca da amostra (kg).

A avaliação do conteúdo de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) foi realizada em duas árvores representativas de cada classe de diâmetro. Para isso, as amostras secas dos componentes arbóreos foram moídas em moinho de lâminas do tipo Willey. Os teores de N foram determinados pelo método Kjeldahl (por digestão sulfúrica), de P foi determinado por espectrofotometria, de K por fotometria de chama, Ca e Mg, por espectrometria de absorção atômica, seguindo as metodologias descritas por Tedesco et al. (1995).

O estoque de macronutrientes de cada um dos componentes da biomassa acima do solo (kg árvore<sup>-1</sup>) foi obtido a partir da multiplicação das suas concentrações de nutrientes

pelos respectivos valores de biomassa seca. O estoque total de macronutriente de cada árvore foi obtido pela soma dos estoques dos seus compartimentos.

O estoque de macronutrientes por unidade de área ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) foi obtido pelo produto entre o estoque médio de nutrientes de cada componente da biomassa e o número de árvores por hectare. No caso do plantio misto, considerando que metade da sua área era ocupada por *Pinus caribaea* e a outra metade por *Pinus oocarpa*, foi realizada a extrapolação da biomassa de cada espécie para meio hectare (0,5 ha), somando-se esses resultados para encontrar o valor correspondente a um hectare.

Para avaliação da exportação de nutrientes, foi considerada a adoção de dois tipos de manejo dos resíduos: (1) Manejo conservacionista (MCS) – a colheita é feita com o descascamento em campo e retirada apenas do fuste. Os demais componentes (galhos, casca e acículas) são mantidos no sítio; (2) Manejo convencional (MCV) – a colheita é feita com retirada do fuste com casca e manutenção dos demais componentes arbóreos em campo (galhos e acículas). O percentual de exportação de nutrientes foi calculado para cada manejo e tipo de plantio (puro e misto).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett). Os resultados de biomassa foram comparados pelo teste Tukey a 5% de significância e os de nutrientes pelos testes Wilcoxon (para comparar os manejos) e Kruscall-Wallis (para comparar as espécies), ambos a 5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados de biomassa total por unidade de área foram de  $58,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ , para o plantio puro de *Pinus caribaea*, e de  $102,24 \text{ Mg ha}^{-1}$ , para o plantio misto de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea*. Verificou-se diferença significativa entre esses resultados de biomassa, mas

esta já era esperada, uma vez que existe variação na idade dos povoamentos. A biomassa foi superior no povoamento misto, que apresentava maior idade.

Os valores de biomassa ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) observados nos dois povoamentos são menores que resultados encontrados por outros autores em outras regiões do Brasil, como os de Sette Júnior et al. (2006), para *Pinus taeda* com 12 anos de idade em Santa Catarina ( $147,83 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e por Corrêa & Bellote (2011), para *Pinus caribaea* com 11 anos de idade no estado de São Paulo. Esses menores resultados de biomassa podem ser atribuídos à adaptação das espécies a região de estudo, que apresenta baixos níveis de pluviosidade e de fertilidade do solo (Tabela 1). Outra possível explicação pode estar relacionada à ausência de aplicação de práticas silviculturais no povoamento estabelecido, como adubações de manutenção e desbastes.

Para ambas as espécies, o fuste foi o componente com maior participação na biomassa total (Tabela 2). Maiores contribuições do fuste têm sido comumente constatadas em diversos estudos, como os de Watzlawick et al. (2005) e Londero et al. (2011). A casca foi o segundo componente com maior participação na biomassa aérea, representando em média 20,4%. Juntos, fuste e casca perfazem em média 75,8% da biomassa arbórea acima do solo nos plantios puro e misto. Isso denota que a colheita com retirada do fuste sem descascamento em campo (manejo convencional dos resíduos) implicaria na exportação de uma significativa proporção da biomassa total e, conseqüentemente, dos seus nutrientes.

**Tabela 2.** Estoques de biomassa seca e participação de cada compartimento da parte aérea na composição da biomassa total.

**Table 2.** Dry biomass stocks and share of each compartment of the aerial part in the total biomass composition.

Biomassa	Componente arbóreo	Total
----------	--------------------	-------

	Acículas	Galhos	Casca	Fuste	
<i>Pinus caribaea</i> (puro)					
kg árvore <sup>-1</sup>	3,19	8,69	11,14	29,91	52,93
% <sup>(1)</sup>	6,03	16,41	21,05	56,51	100
<i>Pinus caribaea</i> (misto)					
kg árvore <sup>-1</sup>	6,12	15,36	17,63	55,77	94,89
%	6,45	16,19	18,58	58,78	100
<i>Pinus oocarpa</i> (misto)					
kg árvore <sup>-1</sup>	5,42	19,20	13,50	51,05	89,17
%	6,07	21,53	21,51	50,89	100

<sup>(1)</sup> Contribuição relativa do compartimento em relação a biomassa aérea total.

As concentrações de N, P, K, Ca e Mg dos diferentes componentes da biomassa aérea das espécies de *Pinus*, estão apresentados na Tabela 3. Observou-se que as espécies de *Pinus* nas condições de plantio puro e misto apresentaram padrão semelhante de distribuição de nutrientes nos compartimentos da parte aérea, sendo que, nas folhas foram verificados os maiores teores de todos os nutrientes analisados.

**Tabela 3.** Teores de nutrientes nos diferentes componentes das árvores de *Pinus*.

**Table 3.** Nutrient contents in different components of *Pinus* trees.

Componente	Espécies	Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> )				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas	<i>P. caribaea</i> (puro)	10,31 a	0,51 a	4,77 ab	2,44 a	1,14 a
	<i>P. caribaea</i> (misto)	9,64 a	0,32 b	3,68 b	1,46 b	0,87 a
	<i>P. oocarpa</i> (misto)	9,65 a	0,31 b	5,63 a	1,53 b	0,95 a
Galhos	<i>P. caribaea</i> (puro)	2,04 a	0,09 a	0,82 b	1,64 a	0,34 a
	<i>P. caribaea</i> (misto)	1,67 ab	0,14 a	0,87 b	1,29 a	0,36 a
	<i>P. oocarpa</i> (misto)	1,40 b	0,13 a	1,32 a	1,31 a	0,29 a
Casca	<i>P. caribaea</i> (puro)	1,64 ab	0,05 b	0,77 a	0,66 a	0,14 a
	<i>P. caribaea</i> (misto)	1,93 a	0,07 a	0,47 a	0,90 a	0,15 a
	<i>P. oocarpa</i> (misto)	1,58 b	0,06 ab	1,07 a	0,84 a	0,14 a
Fuste	<i>P. caribaea</i> (puro)	1,16 a	0,03 a	0,45 b	0,69 a	0,22 a
	<i>P. caribaea</i> (misto)	0,96 a	0,04 a	0,85 ab	0,48 b	0,23 a
	<i>P. oocarpa</i> (misto)	0,89 a	0,04 a	1,23 a	0,47 b	0,19 a

\* Letras iguais, na vertical, que comparam os conteúdos de nutriente de cada componente arbóreo entre espécies, não diferem entre si, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

Diversos autores, estudando essências florestais, também observaram maiores conteúdos de macronutrientes nas folhas (Merino et al., 2005; Viera et al., 2011; Salvador et al., 2016). A elevada concentração de nutrientes nas folhas deve-se ao fato destas estruturas concentrarem a maioria das células vivas da planta, fazendo destas um grande reservatório de nutrientes (Moura et al., 2006). De acordo com Merino et al. (2005), as espécies do gênero *Pinus* geralmente acumulam as maiores concentrações de nutrientes nas folhas e apresentam alta eficiência nutricional.

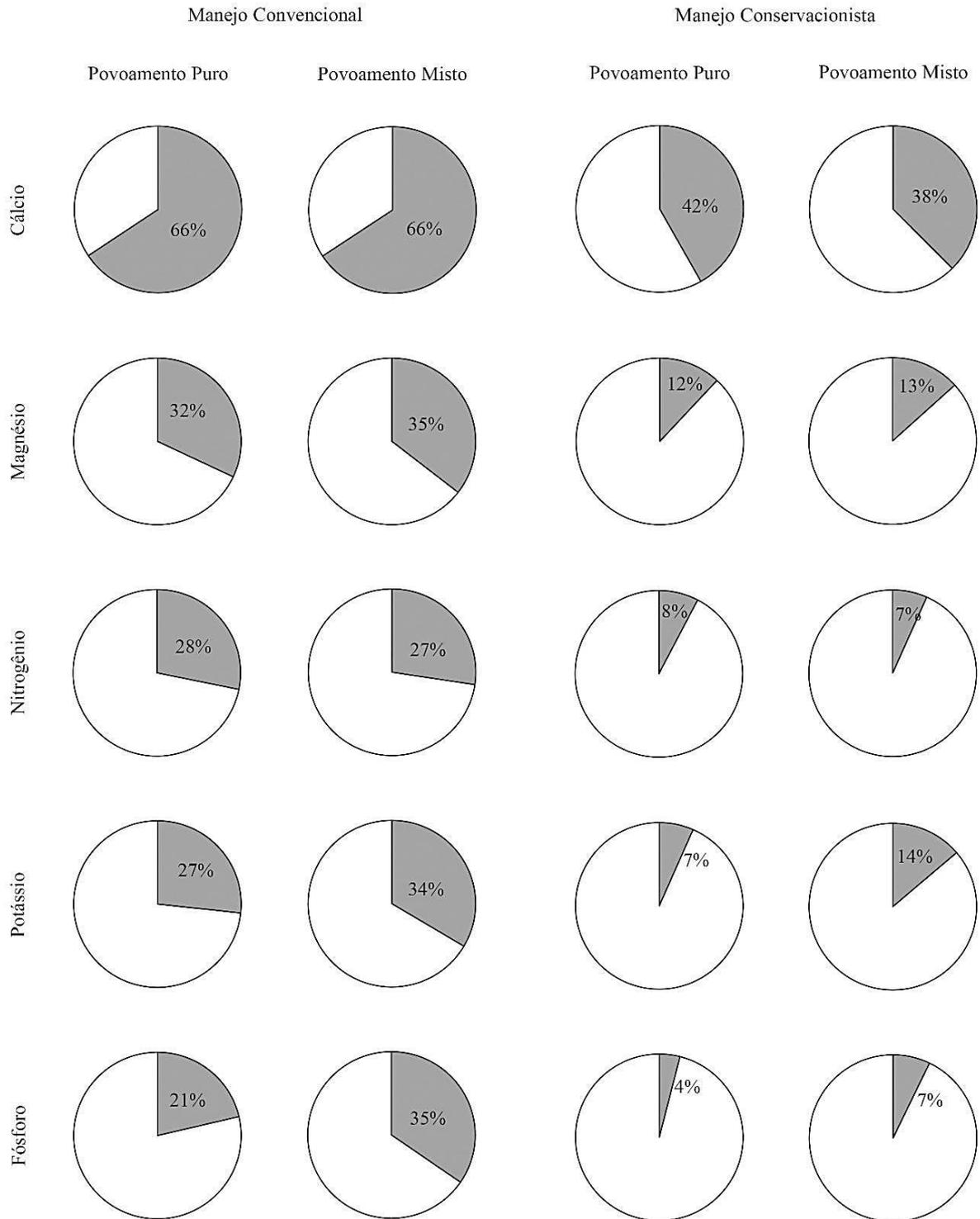
A ordem de distribuição dos teores de nutrientes observada para maioria dos compartimentos das espécies de *Pinus* ( $N > K > Ca > Mg > P$ ) foi semelhante à verificada por Caldeira et al. (2000) e Viera et al. (2013). A única exceção foi o componente fuste do *Pinus oocarpa*, que apresentou maior conteúdo de K. Maiores concentrações de K também foram verificadas por Ouro et al. (2001), nos componentes folhas e galhos de *Pinus radiata*, e por Silva et al. (1998), em árvores de *Pinus oocarpa*, principalmente nas folhas mais jovens.

Ao comparar as concentrações de cada macronutriente entre as espécies estudadas, observou-se que o *P. caribaea* em plantio puro apresentou os maiores teores de Ca nas folhas e no fuste, de P nas folhas e de N nos galhos. O *P. caribaea* em plantio misto, apresentou teores de N e P maiores na casca. Por outro lado, o *P. oocarpa* em povoamento misto, apresentou maiores teores de K nos compartimentos folhas, galhos e fuste. Essa variação nas concentrações de nutrientes pode estar relacionada à composição do povoamento (homogêneo ou heterogêneo), às características intrínsecas a cada espécie de *Pinus* ou ainda à diferença de idade dos plantios estudados.

Segundo Schumacher & Poggiani (1993), as características nutricionais de cada espécie, os diferentes níveis de fertilidade do solo e a idade da floresta são fatores que influenciam na distribuição de nutrientes na biomassa arbórea. Além disso, Santana et al. (1999), salientaram que a variação nas quantidades de nutrientes exportados por diferentes materiais genéticos pode ser resultante da capacidade de absorção, distribuição e utilização de nutrientes desses materiais.

De forma geral, as maiores concentrações dos nutrientes analisados foram observadas no *P. caribaea* em plantio puro. Isso sugere uma maior eficiência nutricional das árvores no plantio misto, já que este povoamento apresentou maior biomassa produzida quando comparado ao plantio puro, como discutido anteriormente. Segundo Silva et al. (1983), a idade das árvores é um fator que influencia a concentração de nutrientes e a biomassa produzida por cada espécie. Poggiani et al. (1983), ao compararem a eficiência de utilização de nutrientes em espécies florestais com diferentes idades, verificaram que árvores mais jovens tendem a ser menos eficientes que as árvores mais velhas.

A estimativa de exportação de nutrientes para o povoamento puro e para o povoamento misto, de acordo com tipo de manejo dos resíduos adotado (conservacionista ou convencional), está apresentada na Figura 1. Nota-se que o Ca é o nutriente mais impactado pelo tipo de manejo, apresentando exportação de 66% do seu estoque total com o manejo convencional (MCV). O descascamento em campo, com a adoção do manejo conservacionista (MCS) representa uma redução de cerca de 26% da exportação de Ca em relação ao MCV. Sixel et al. (2015) salientaram que a manutenção das cascas e ramos em campo favorece o retorno de maior proporção dos nutrientes estocados na biomassa ao solo.



**Figura 1.** Porcentagem de nutrientes exportados da planta (área em cinza) em povoamentos de *Pinus* sp. em virtude do tipo de manejo (convencional e conservacionista) e composição de espécies (puro ou misto).

**Figure 1.** Percentage of exported nutrients of the plant in stands of *Pinus* sp. due to the type of management (conventional and conservationist) and species composition (pure or mixed).

A grande remoção de Ca com a colheita convencional é justificada pelo fato da casca apresentar maiores quantidades desse nutriente, já que este elemento é pouco móvel nos tecidos vegetais e sua concentração aumenta com a idade da planta (Silva et al., 1998; Freitas et al., 2004). Freitas et al. (2004), estudando povoamentos de *Eucalyptus grandis* no município de Alegrete-RS, também verificaram que o Ca foi o elemento que sofreu maior variação na exportação, considerando a colheita com ou sem casca.

Para os demais nutrientes (N, P, K e Mg), verificou-se uma tendência de aumento da exportação do plantio misto em relação ao plantio puro. Além disso, como constatado para o cálcio, observou-se diminuição da exportação com a adoção do manejo conservacionista. Santana et al. (2008), avaliando plantios de eucalipto localizados em diferentes sítios no Brasil, concluíram que, aproximadamente, 75% de N, P, K, Ca e Mg estão em outros componentes da parte aérea da árvore, e não no lenho, evidenciando a importância do descascamento e manutenção da copa no campo. Ouro et al. (2001), observaram que a colheita de árvores inteiras leva a grandes perdas de nutrientes, principalmente de P e Ca. De acordo com Chen & Xu (2005), a manutenção dos resíduos de colheita no campo favorece o aumento da quantidade de N total nas camadas superficiais do solo, principalmente na forma de  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ . Para Merino et al. (2005), a exportação de alguns nutrientes, como P e K, em plantios florestais pode ser similar ou maior que as reservas disponíveis no solo, o que pode afetar o suprimento de nutrientes ao longo do tempo.

Os resultados encontrados no presente estudo evidenciaram que, independente do tipo de plantio, a retirada de madeira com casca, mantendo em campo apenas galhos e folhas, promove exportação de grande quantidade de nutrientes. Também é possível notar que, além

do manejo dos resíduos, a escolha da melhor idade de corte do ponto de vista nutricional pode contribuir para redução das perdas de nutrientes com a colheita, visto que o plantio mais velho apresentou tendência a uma maior exportação de nutrientes, embora com menores conteúdos na biomassa.

## CONCLUSÕES

O *P. caribaea* em plantio puro apresenta as maiores concentrações de macronutrientes.

O manejo convencional dos resíduos (MCV) exporta maiores quantidades de nutrientes, sendo o Ca o mais impactado por esse manejo.

O plantio misto é o que apresenta maior propensão a exportação dos nutrientes N, P, K e Mg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caldeira MVW, Schumacher MV, Tedesco N, Santos EM. Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* DE WILD. V. Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* DE WILD. procedência australiana. *Ciência Rural* 2000; 30(6): 977-982.

Carneiro RL. *Caracterização da capacidade fotossintética e da condutância estomática em árvores de Pinus caribaea var. hondurensis e de Pinus taeda em Itatinga, São Paulo* [Dissertação]. São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2013.

Chen CR, Xu ZH. Soil carbon and nitrogen pools and microbial properties in a 6-year-old slash pine plantation of subtropical Australia: impacts of harvest residue management. *Forest Ecology and Management* 2005; 206(1-3): 237-247.

Corrêa RS, Bellote AFJ. Soil attributes and biomass yield from *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Cerne* 2011; 17(2): 181-187.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro; 1997.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 2 ed. Rio de Janeiro; 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. *Cultivo de Pinus*. Sistemas de Produção. 2. ed. Versão Eletrônica; 2014.

Ferreira CA, Silva HD, Bellote AFJ, Dedecek R, Andrade GC, Ferraria MP. Pesquisas sobre nutrição de pinus no Sul do Brasil. *Revista da Madeira* 2004; (83).

Freitas R, Schumacher MV, Caldeira MVW, Spathelf P. Biomassa e conteúdo de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização, no município de Alegrete-RS. *Biomassa & Energia* 2004; 1(1): 93-104.

Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ. *Relatório Ibá 2017*. São Paulo: IBÁ; 2017.

Lima MCD, Barreto-Garcia, PAB, Sanquetta CR, Novaes ABD, Melo LCD. Biomass and carbon stock from *Pinus caribaea* var. *hondurensis* under homogenous stands in southwest Bahia, Brazil. *Ciência Rural* 2016; 46(6): 957-962.

Londero EK, Schumacher MV, Szymczak DA, Viera M. Exportação e reposição nutricional no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em área de segunda rotação. *Ciência Florestal* 2011; 21(3): 487-497.

Merino A, Balboa MA, Soalleiro RR, González JGA. Nutrient exports under different harvesting regimes in fast-growing forest plantations in southern Europe. *Forest Ecology and Management* 2005; 207(3): 325-339.

Moro L, Ferreira CA, Silva HD, Reissmann CB. Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. baseada em volume estimado pelo sistema SISPINUS. *FLORESTA* 2008; 38(3).

Moura ON, Passos MAA, Ferreira RLC, Molica SG, Lira Junior MDA, Lira MDA et al. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. *Revista Árvore* 2006; 30(6): 877-884.

Ouro G, Pérez-Batallón P, Merino A. Effects of silvicultural practices on nutriente status in a *Pinus radiata* plantation: nutriente export by tree removal and nutriente dynamics in decomposing logging residues. *Annals of Forest Science* 2001; 58(4): 411-422.

Poggiani F. Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. *Série Técnica IPEF* 1980; 1(2): 1-11.

Poggiani F, Couto HTZ, Suiter Filho W. Biomass and nutrient estimates in short rotation intensively cultured plantation of *Eucalyptus Saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Pinus oocarpa*. *IPEF* 1983; 4(23): 37-42.

Poggiani F, Schumacher MV. Nutrient cycling in native forests. In: Gonçalves JLM, Benedetti V. Eds. *Forest nutrition and fertilization*. Piracicaba: IPEF; 2004.

Queiroz D, Silva JMS. Resíduo aproveitável para carvão de eucalipto em área de floresta cultivada com quatorze anos de idade. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal* 2005; (06).

Salvador SM, Valdir Schumacher M, Viera M, Stahl J, Consensa CB. Biomassa e estoque de nutrientes em plantios clonais de *Eucalyptus saligna* Smith. em diferentes idades. *Scientia Forestalis* 2016; 44(110).

Sanquetta CR, Corte APD, Balbinot R, Leal MCBS, Ziliotto MAB. Proposta metodológica para quantificação e monitoramento do carbono estocado em florestas plantadas. In: Sanquetta CR, Ziliotto MAB. *Mercado de carbono: Mercado e ciência*. Curitiba; 2004.

Santana RC, Barros NF, Neves JCL. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis* 1999; (56): 155-169.

Santana RC, Barros NF, Ferreira Novais R, Garcia Leite H, Comerford NB. Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2008; 32: 2723-2733.

Schumacher MV, Caldeira MVW. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie *maidenii*. *Ciência Florestal* 2001; 11(1): 45-53 .

Schumacher MV, Poggiani F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantados em Anhembi, SP. *Ciência Florestal* 1993; 3(1): 21-34.

Sette Junior CR, Nakajima NY, Geromini MP. Captura de carbono orgânico em povoamentos de *Pinus taeda* L. na região de Rio Negro, SC. *FLORESTA* 2006; 36(1): 33-44.

Silva AC, Santos AR, Paiva AV. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. *Revista da Universidade de Alfenas* 1998; (4): 11-18.

Silva HD, Poggiani F, Coelho LC. Eficiência de utilização de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus*. *Boletim de Pesquisa Florestal* 1983; (6/7): 1-8.

Sixel RMM, Arthur Junior JC, Gonçalves JLM, Alvares CA, Andrade GRP, Azevedo AC et al. Sustainability of wood productivity of *Pinus taeda* based on nutrient export and stocks in the biomass and in the soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 2015; 39(5): 1416-1427.

Tedesco MJ, Gianello C, Bissani CA, Bohnen H, Volkweiss SJ. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995.

Tutua SS, Xu ZH, Blumfield TJ, Bubb KA. Long-term impacts of harvest residue management on nutrition, growth and productivity of an exotic pine plantation of sub-tropical Australia. *Forest ecology and management* 2008; 256(4): 741-748.

Viera M, Schumacher MV, Bonacina DM. Biomassa e nutrientes removidos no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul, RS. *Revista Árvore* 2011; 35(3): 371-379.

Viera M, Schumacher MV, Kleinpaul IS. Estoque de nutrientes em consórcios de *Eucalyptus urograndis*, *Acacia mearnsii* e *Zea mays*. *Ciência Florestal* 2013; 23(3): 317-327.

Watzlawick LF, Caldeira MVW. Estimativa de biomassa e carbono orgânico em povoamentos de *Pinus taeda* L. com diferentes idades. *Biomassa & Energia* 2004; 1(4): 371-380.

Watzlawick LF, Sanquetta CR, Caldeira MVW. Estoque de carbono orgânico e biomassa em *Pinus taeda* L. *Biomassa & Energia* 2005; 2(1): 7-17.

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

### APRESENTAÇÃO DOS MANUSCRITOS (TEXTO)

- **Formatação:** Os textos (incluindo o Resumo) devem ser editados em *Word*, em papel tamanho A4 (21 x 29,7 cm), com todas as margens 2,5 cm, fonte Times New Roman 12 e com espaçamento duplo. Figuras, tabelas e ilustrações devem estar inseridas no corpo do texto. No item “REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS” (ver item Referências) o texto deve conter espaçamento simples.

#### **Página inicial:**

Para os artigos submetidos em PORTUGUÊS e ESPANHOL - os artigos devem conter, nesta ordem: Título, Resumo, Palavras-Chave, Título em Inglês (Title), Resumo em Inglês (Abstract), e Palavras-Chave em Inglês (Keywords).

Para os artigos submetidos em INGLÊS - os artigos devem conter, nesta ordem: Título, Resumo e Palavras-Chave.

**Título:** Objetivo e sucinto, evitando expressões como “Estudos sobre; Contribuição ao; Sobre um; Levantamento de; Investigação de, etc.” Deve ser centralizado e conter no máximo 12 palavras. Nome científico deve estar em itálico e somente use nome vulgar caso a espécie seja amplamente conhecida e inequívoca.

**Resumo:** Deve conter no mínimo 40 e no máximo 150 palavras.

**Palavras-chave:** Inserir de três a cinco palavras-chave. Palavras presentes no Título do artigo não devem ser usadas.

**Corpo do texto:** O artigo deve ser estruturado com os seguintes Itens: INTRODUÇÃO; MATERIAL E MÉTODOS; RESULTADOS E DISCUSSÃO (podendo ser em itens separados); CONCLUSÕES; e REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

**Introdução:** Deve ser breve, esclarecer o problema estudado, citar literaturas relevantes sobre o tema e concluir com o objetivo do estudo.

**OBS:** Não colocar nomes dos autores, filiação, endereço de e-mail, agradecimentos e fonte de financiamento. Essas informações serão coletadas durante a submissão do artigo através do sistema de submissão. O nome do arquivo Word não deve conter os nomes dos autores.

## **FIGURAS, TABELAS, EQUAÇÕES E UNIDADES DE MEDIDAS**

**Figuras:** Devem ser apresentadas com resolução (acima de 300 dpi) e ter alinhamento justificado. O título deve ser autoexplicativo, numerado em algarismo arábico, alinhado na margem esquerda e posicionado logo abaixo da figura. Aqui incluem-se gráficos, fotografias (nítidas e com contraste), desenhos, etc. Todas as figuras devem estar citadas no texto. Artigos submetidos em Português/Espanhol deverão apresentar os títulos das Figuras em Português/Espanhol e também em Inglês, conforme exemplo a seguir.



**Figura 1.** Localização da Serra da Concórdia.

**Figure 1.** Localization of Serra da Concórdia.

**OBSERVAÇÕES:** Imagens coloridas são publicadas somente na versão eletrônica da revista; Quando o artigo for submetido na **língua inglesa**, não há a necessidade da inclusão do título da FIGURA na língua portuguesa.

**Tabelas:** Devem complementar e não duplicar o texto. Devem ser numeradas em algarismos arábicos, enviadas em formato editável e ter alinhamento justificado. O título deve ser autoexplicativo alinhado na margem esquerda, sem recuo e posicionado acima da tabela. Todas as tabelas devem estar citadas no texto. Artigos submetidos em Português/Espanhol deverão apresentar os títulos das Tabelas em Português/Espanhol e também em Inglês, conforme exemplo a seguir.

**Tabela 1.** Classes de uso do solo na Serra da Concórdia.

**Table 1.** Classes of land use of Serra da Concórdia.

<b>Atividade</b>	<b>Posição</b>	<b>Repetição</b>
Roçada	2/1/7/1	32
Coveamento	2/1/3/1	30
Adubação	2/1/2/1	28
Desrama	4/1/3/1	28

**Equações:** Devem ser numeradas e citadas no texto.

**Unidades de medidas:** Devem ser apresentadas conforme o Sistema Internacional de Unidades (SI).

## **CITAÇÕES**

Devem ser apresentadas conforme sistema autor-data

- **Um autor:** Gottlieb (1996) ou (Gottlieb, 1996)
- **Dois autores:** Stell & Torres (1989) ou (Stell & Torres, 1989)
- **Mais de dois autores:** Valle et al. (1998) ou (Valle et al., 1998)

## **REFERÊNCIAS**

As referências devem ser apresentadas em ordem alfabética. Cada referência deverá ser apresentada em parágrafo próprio, sem recuo e com espaçamento simples (1.0). Os parágrafos das referências deverão ser separados entre si por um parágrafo adicional (uma linha vazia). Nas referências, apresentar até os 6 primeiros autores. Para obras com mais de 6 autores apresentar o nomes dos 6 primeiros seguidos da expressão et al. Ex: Mattos ADM, Jacovine LAG, Valverde SR, Agostinho LS, Silva ML, Lima, JE et al.

Atenção:

- 1) Referências com mais de 10 anos de publicação devem, ser evitadas e estão limitadas a, no máximo, 50% de todas as citações do artigo.

2) Não serão aceitos a citação de: monografias, dissertações e teses; resumos em congressos, conferências, encontros e outros eventos; trabalhos apresentados em congresso e artigos de jornais não científicos.

Os exemplos de referências:

### **Livros e folhetos**

Harborne JB. *Introduction to ecological biochemistry*. 3rd ed. London: Academic Press; 1988.

### **Capítulo de livro**

Kuiters AT, van Beckhoven K, Ernst WHO. Chemical influences of tree litters on herbaceous vegetation. In: Fanta J, editor. *Forest dynamics research in Western and Central Europe*. Wageningen: Pudoc; 1986.

### **Artigos publicados em revistas científicas**

Latorraca JVF, Albuquerque CEC. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. *Floresta e Ambiente* 2000; 7(1): 279-291.

### **Artigos aceitos para publicação**

Almeida MV. Qualidade da madeira de *E. urophylla* da região de Seropédica – RJ. *Floresta e Ambiente*. In press. Santana R. Effect of the fast growth on the wood. *Floresta e Ambiente*. In press.

### **Referências legislativas**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Portaria n. 187, de 16 de setembro de 1998. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF (1998 set. 24); Sec. 2: 8301-8302.

### **Documentos eletrônicos**

Bellato MA, Fontana DC. *El niño e a agricultura da região Sul do Brasil*. [cited 2001 abr. 6]. Available from: <http://www.cntp.embrapa.br/agromet/elniño2>.

### **Normas técnicas**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR-6023: informação e documentação – referências – elaboração*. Rio de Janeiro; 2000.

### **Patentes**

Nogueira MM. *Branqueamento de celulose kraft através de oxigênio*. BR. n. MT023467. 1978 maio 3.

Casa Erlan Ltda, Silva MA. *Embalagens especiais*. BR n. DT456345. 1990 out. 12.

### **Traduções**

Willeitner H. *Proteção florestal*. Trad. M Peixoto. São Paulo: Nova; 1985. Original em inglês.