

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**ESTUDO DO TEOR DE FÓSFORO EM MADEIRAS DE CLONES DE  
*Eucalyptus* EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO**

VERENA SILVA MELO

Cruz das Almas - BA, março de 2018

VERENA SILVA MELO

**ESTUDO DO TEOR DE FÓSFORO EM MADEIRAS DE CLONES DE  
*Eucalyptus* EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, pela estudante Verena Silva Melo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Clair Rogério

Cruz das Almas - BA, março de 2018

VERENA SILVA MELO

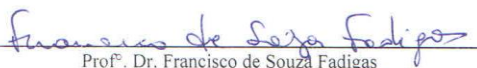
**ESTUDO DO TEOR DE FÓSFORO EM MADEIRAS DE CLONES DE  
*Eucalyptus* EM DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO**

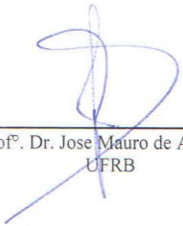
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, pela estudante Verena Silva Melo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em: \_\_07\_\_ / \_\_03\_\_ / \_\_2018\_\_

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Clair Rogério da Cruz  
UFRB

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Francisco de Souza Fadigas  
UFRB

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jose Mauro de Almeida  
UFRB

Cruz das Almas - BA, março de 2018

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela sua imensa proteção.

A minha tia, mãe e amiga Ligia Carvalhal por ter me oferecido sempre o melhor e por ter me proporcionado a realização de um sonho que foi a minha graduação, sem ti eu não sou nada.

A minha mãe Vera Lúcia por está sempre presente.

Ao meu orientador, professor Clair Rogério pela sua compreensão e paciência ao decorrer de todo o trabalho.

As minhas parceiras no laboratório, Ivana Amorim e Luise Oliveira por todo apoio vindo a mim para a realização do nosso projeto.

Aos funcionários do Complexo de Engenharia Florestal pela amizade que conseguimos construir nesse período.

E não poderia de deixar de agradecer aos meus amigos de turma que se tornaram mais do que essenciais em minha vida, Maria Thieta, Camilo Maia, Nayara Aguiar, Rafaela Faria, Camila Piqui, Jessica Cavalotti, Mariana Nogueira e Diego Castro.

As minhas amigas Tamara Rocha, Ana Carolina e Helen Liz pelo apoio e ajuda na elaboração dessa defesa.

Aos meus amigos de infância, Gabriella Neri, Gabriela Oliveira, Fernanda, Julia, Narleson, Fabiana, Franciele e Tailane que mesmo não estando presentes na elaboração desse trabalho, estão sempre no meu coração e sei que vibram comigo por cada conquista.

Obrigada a todos!

*“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

A madeira de *Eucalyptus* destaca-se principalmente pelo grande número de espécies e adaptações aos mais diversos locais de plantio. O teor de fósforo na madeira pode influenciar negativamente na qualidade das ligas metálicas por torná-las mais duras e por isso, mais frágeis e também é considerado como um forte poluente ao ser eliminado pela fumaça densa e negra nos fornos das grandes indústrias. O objetivo deste trabalho foi determinar o teor de fósforo encontrado na madeira de quatro materiais genéticos, sendo elas: *E. grandis* x *E. urophylla*, *Eucalyptus urophylla*, *E. urophylla* x *E. grandis* (implantação) e *E. urophylla* x *E. grandis* (reforma), em diferentes idades (5,0; 5,1 e 6,1). Foram obtidas 3 árvores por material genético e 5 discos de cada árvore, totalizando 15 amostras e 12 árvores de *Eucalyptus*. Foi avaliado o teor de  $P_2O_5$  por material genético e pela sua variação longitudinal ao longo do fuste, considerando a altura comercial de cada árvore. As análises foram estimadas pela determinação de fósforo pelo método de amarelo de vanadato. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Foi possível verificar que a presença do fósforo é altamente encontrada na parte mais jovem das árvores, localizada na fração 100% da sua altura comercial e o menor teor de fósforo foi apontado na posição 0% (base) da altura comercial que é caracterizada pela fração mais envelhecida da árvore. Foi possível avaliar também que a espécie *E. urophylla* x *E. grandis* (reforma), possui um valor superior no teor de fósforo, provavelmente por seu plantio ser proveniente de condução.

**Palavras-chave:** Material genético, Posição longitudinal, Madeira.

## ABSTRACT

The wood of *Eucalyptus* stands out mainly for the great number of species and adaptations to the most diverse places of planting. The content of phosphorus in wood can negatively influence the quality of the metal alloys by making them harder and therefore more fragile and also considered as a strong pollutant to be eliminated by the dense and black smoke in the ovens of the great industries. The objective of this work was to determine the phosphorus content found in the wood of four genetic materials: *E. grandis* x *E. urophylla*, *Eucalyptus urophylla*, *E. urophylla* x *E. grandis*(implantation) and *E. urophylla* x *E. grandis*(retirement), at different ages (5.0, 5.1 and 6.1). Three trees were obtained by genetic material and 5 disks of each tree, totaling 15 samples and 12 *Eucalyptus* trees. The P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content was evaluated by genetic material and its longitudinal variation along the stem, considering the commercial height of each tree. The analyzes were estimated by the determination of phosphorus by the vanadate yellow method. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test. It was possible to verify that the presence of phosphorus is highly found in the younger part of the trees, located in the fraction 100% of its commercial height and the lowest phosphorus content was pointed at the position 0% (base) of the commercial height that is characterized by the fraction more aged tree. It was also possible to evaluate that the species *E. urophylla* x *E. grandis*(replantation), has a higher value in the phosphorus content, probably because its planting comes from conduction.

**Key words:** Genetic material, Longitudinal position, Wood.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
3.1 ASPECTOS GERAIS DO <i>EUCALYPTUS</i> .....	12
3.2 O HÍBRIDO <i>EUCALYPTUS GRANDIS X EUCALYPTUS UROPHYLLA</i> .....	12
3.3 CARVÃO VEGETAL EM RELAÇÃO À DENSIDADE DA MADEIRA .....	13
3.4 MINÉRIO NO BRASIL .....	14
3.5 FÓSFORO .....	15
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
4.1 MATERIAL EXPERIMENTAL .....	16
4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	16
4.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO .....	17
4.4 ANÁLISES DE DADOS .....	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos produtos madeireiros obtidos no Brasil é oriunda de madeira de *Eucalyptus*. A espécie tem se destacado principalmente pelo grande número de espécies e adaptações aos mais diversos locais de plantio. As propriedades da madeira de eucalipto por possuir grande plasticidade ambiental e altos índices de produtividade, são utilizadas nos mais diversos segmentos, sua madeira atualmente é utilizada como matéria-prima em vários setores, como os de mobiliário, construção civil, energia, carvão vegetal, celulose e papel, dentre outros, dessa forma vem se firmando industrialmente no país.

Além das espécies puras, o melhoramento genético pode encontrar cruzamentos de espécies melhorando as propriedades da madeira e a adaptabilidade desses materiais genéticos nas diferentes regiões do país. Na região nordeste da Bahia, o material genético denominado urograndis (*E. grandis* x *E. urophylla*) tem se destacado tanto por suas propriedades quanto pela adaptação e desenvolvimento satisfatório para a indústria.

Uma das utilizações em que o eucalipto se destaca no mercado brasileiro é a produção de carvão vegetal. Para a produção do seu material uma das propriedades de grande relevância é a densidade básica da madeira, madeira mais densa produz carvão com densidade mais elevada, o que resulta em vantagens para a maioria dos usos aos quais se prestam esse insumo.

Grande parte do carvão produzido no Brasil é destinada à redução do minério na produção de metais. A qualidade das ligas metálicas, no entanto pode ser influenciada pela densidade do carvão, pela granulometria, pelo teor de umidade, pela friabilidade do carvão e teor de carbono fixo.

Além desses fatores, outro fator de grande relevância para a qualidade das ligas metálicas é o teor de fósforo. O fósforo normalmente é adicionado na fase inicial do plantio de eucalipto através da adubação, são inseridas quantidades de acordo a necessidade nutricional da espécie. Cada componente está presente em quantidades específicas nas quais podem ser influenciadas pelas condições pela qual a madeira está submetida, e dessa forma estão presentes tanto na madeira quanto na casca, sendo que na casca os valores tendem a serem maiores.

O teor de fósforo na madeira pode influenciar negativamente na qualidade das ligas por torná-las mais duras e por isso, mais frágeis e também sendo considerado como um forte poluente ao ser eliminado pela fumaça densa e negra nos fornos das grandes indústrias (FREDERICO, 2009).

Dessa forma o presente trabalho visa determinar os teores de fósforo na madeira de diferentes materiais genéticos, assim como a variação desse componente em diferentes posições no fuste da árvore.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Determinar o teor de fósforo encontrado na madeira de quatro materiais genéticos de *Eucalyptus*, assim como sua variação longitudinal ao longo do fuste.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ASPECTOS GERAIS DO *EUCALYPTUS*

O eucalipto (*Eucalyptus* sp.) pertencente à família das Mirtaceae é considerado nativo da Austrália, onde cobre 90% da área do país, formando densos maciços florestais nativos. Além do elevado número de espécies, existe um número muito grande de variedades e híbridos. Em 2016 os plantios de *Eucalyptus* preencheram 5,7 milhões de hectares da área de árvores plantadas do País (IBÁ, 2017). Da madeira das diversas espécies encontradas de *Eucalyptus*, atualmente se produzem diversos produtos por ano, um setor muito importante é do carvão vegetal e o de chapa de fibra, com uma produção anual de 558 mil metros cúbicos (REMADE, 2014).

O *Eucalyptus* é um gênero importante no fornecimento de matéria-prima para diversas finalidades industriais e suas espécies são as principais utilizadas para o fornecimento de biomassa para geração mineradora (CORTEZ et al., 2009). Em função de sua grande plasticidade ambiental, altos índices de produtividade e características energéticas (densidade da madeira e poder calorífico), o gênero *Eucalyptus* é o mais utilizado para a implantação de florestas para fins industriais (SANTOS, 2010).

A produtividade embora dependa de diversos fatores, como o local a se plantar, os tratamentos culturais e os insumos disponibilizados, os diversos plantios visam suprir a matéria-prima para vários seguimentos, como o de papel e celulose, carvão vegetal, lenha, serrados, compensados e lâminas, painéis reconstituídos. Desta maneira a cultura do eucalipto pode ser considerada altamente versátil, devido à quantidade de produtos e subprodutos (SHIMIZU, 2006).

Atualmente, as espécies do gênero *Eucalyptus* são as mais utilizadas para a produção de carvão vegetal, suas características de rápido crescimento e densidade consideráveis garantem um carvão renovável e de boa qualidade (IBÁ, 2015).

#### 3.2 O HÍBRIDO *EUCALYPTUS UROPHYLLA X EUCALYPTUS GRANDIS*

As técnicas de produção de mudas de híbridos de eucalipto estão altamente avançadas e evoluindo a cada dia, assim, proporcionando a possibilidade do uso de elevado número de clones para plantio. Entretanto, esses clones necessitam de avaliações criteriosas sobre

produtividade, eficiência de utilização de nutrientes e tolerância ao estresse hídrico (GONSAGA, 2017).

O *Eucalyptus Urophylla* x *Eucalyptus Grandis* é um híbrido desenvolvido no Brasil e popularmente chamado de “urograndis”. Esse cruzamento visa obter ganhos genéticos devidos aos efeitos da heterose e a combinação entre características, nesse caso, associa as boas características de crescimento do *E. grandis*, com a boa brotação, densidade da madeira e resistência *E. urophylla* (PALUDZYSZYN, 2011). Lopes (2008), afirma que foi na década de 1990 que esse híbrido se destacou com o aumento da clonagem, sendo o responsável por maior homogeneidade nas florestas plantadas e impulsionando o crescimento no setor florestal brasileiro.

### 3.3 CARVÃO VEGETAL EM RELAÇÃO À DENSIDADE DA MADEIRA

Embora a madeira possa ter diversas destinações, cada uma exigindo propriedades específicas, o carvão vegetal requer como característica fundamental, a densidade da madeira. A densidade é uma das mais importantes características para identificar espécies produtoras de carvão de boa qualidade. Essa propriedade é obtida a partir da relação entre massa absolutamente seca da madeira e o volume saturado, sendo expressa em  $\text{g.cm}^{-3}$  ou  $\text{kg.m}^{-3}$  (SANTOS, 2010). Existe no Brasil mais de 120 indústrias que produzem ferro-gusa, ferro-liga e aço a partir do carvão vegetal. O setor siderúrgico é responsável por 14% das áreas plantadas no país (IBÁ, 2017).

Para cada uso, o carvão vegetal deve apresentar algumas características específicas. Segundo Costa et al., (2014) o setor siderúrgico apresenta preferência por carvão de maior densidade, pois apresentam resistência mecânica nos altos fornos siderúrgicos, e elevados poderes caloríficos. Devem-se analisar o teor de carbono fixo, materiais voláteis e cinzas, pois essas características influenciam no poder calorífico e o desempenho do carvão nos fornos siderúrgicos.

Brito (1993), aponta que a densidade da madeira afeta diretamente a capacidade de produção do carvão vegetal. O autor relaciona esse fato à maior produção em massa ocasionada pela ocupação no forno por madeiras mais densas, para um determinado volume. Conforme Vale et al., (2001) existe alta correlação entre densidade básica da madeira e a densidade aparente do carvão, ou seja, quanto maior for a densidade da madeira, mais denso será o carvão vegetal o que resulta em algumas vantagens para a maioria dos usos aos quais se prestam esse insumo, podendo variar entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie e

dentro de uma mesma árvore em função, principalmente, do ciclo de vida da árvore e das condições climáticas e edáficas do povoamento.

Segundo Santos (2010), a espessura de parede das fibras influencia diretamente a densidade e indiretamente na conversão da madeira em carvão, pois, fibras de parede celular espessas apresentam maior volume de biomassa para sustentar a degradação térmica da madeira.

### 3.4 MINÉRIO NO BRASIL

O Brasil é um país privilegiado quando o assunto é disponibilidade de recursos minerais. A grande extensão territorial, a localização geográfica e sua formação geológica criaram condições para que o país apresente uma ampla oferta de diversos tipos de minérios. O minério disponibiliza ao mercado produtos de grande importância, o minério de ferro, por exemplo, foi utilizado para dar suporte à Revolução Industrial, em meados do século XVIII. O mineral constitui matéria-prima na produção de muitos itens, entre os quais se destacam automóveis, máquinas e equipamentos (IBRAM, 2015).

A mineração integra a cadeia produtiva composta pelas indústrias de base, além da matéria-prima de diversas outras. Este conjunto produz e dissemina uma infinidade de produtos que se relacionam diretamente à qualidade de vida das populações. Qualquer objeto metálico, desde a mais simples panela até o mais complexo instrumento científico, é fabricado a partir de uma variedade de insumos minerais. Os cabos transmissores de energia elétrica, o automóvel, a geladeira, o celular, computadores, monitores tudo tem origem no minério que a natureza coloca à disposição do homem. E não são apenas os metálicos. Um tijolo, uma telha ou o revestimento dos fornos metalúrgicos são feitos com minérios (IBRAM, 2012).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2016), o setor mineral arrecadou US\$ 11,5 bilhões ao longo do primeiro semestre de 2016. A balança foi considerada como excelente, já que as exportações com mineração e transformação mineral arrecadaram US\$ 22,6 bilhões, enquanto que as importações foram de US\$ 11,1 bilhões. Com isso, o setor representou 21% de todas as vendas do país no mercado externo. As importações da mineração totalizaram US\$ 3,9 bilhões, apresentando crescimento de 53%, justificando pelo aumento, tanto em volume como valor das importações de carvão metalúrgico e potássio.

### 3.5 FÓSFORO

O fósforo (P) é um nutriente de fator limitante para o crescimento do eucalipto nos solos brasileiros, assim, os ganhos em produtividade são elevados e apresentam grandes respostas (BARROS, 2013) à adubação. O P se caracteriza por ser um macronutriente que participa como um componente estrutural de macromoléculas, fazendo parte da estrutura de ácidos nucleicos, fosfolipídios de membranas celulares e ésteres de carboidratos, atuando em processos de produção de energia e ativação enzimática nas plantas (FERNANDES, 2015).

A necessidade de fósforo pelo eucalipto é de 20 a 28 kg ha<sup>-1</sup> para um bom crescimento e desenvolvimento, mas as doses de fertilizantes aplicadas são bem mais elevadas, em razão da grande sorção desse nutriente na maioria dos solos brasileiros, cerca de 80% do fósforo aplicado acaba tornando-se indisponível para a planta (FERNANDES, 2010). O conteúdo de fósforo no eucalipto é variável nos vários compartimentos da planta, devido a vários fatores, como idade, fertilidade do solo e produtividade. A absorção do fósforo pelas plantas é feita pelo mecanismo de difusão, esse mecanismo pode ser afetado por vários fatores, mas a baixa umidade no solo reduz drasticamente a absorção. As formas em que o fósforo está disponível para as plantas são H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> e HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>. Após a absorção, 80 a 90% do fósforo é rapidamente incorporado a compostos orgânicos (MALAVOLTA, 1997).

Rocha et al. (2013), afirma que o fósforo apresenta efeito positivo no crescimento e na qualidade de mudas de eucalipto. Já em relação às indústrias siderúrgicas, principalmente envolvendo a fabricação do carvão vegetal, a presença do fósforo na estrutura da madeira não é considerada bem apreciada. É necessário um produto isento de enxofre e fósforo, pois tem grande influência na qualidade do carvão.

Frederico (2009), afirma que o teor de materiais voláteis desejável esteja abaixo de 23,5% em espécies do gênero *Eucalyptus*, pois ocasiona a produção de muita fumaça, principalmente nos fornos das siderúrgicas, além de possuir menor eficiência energética, o que não é desejável para o carvão doméstico.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para realização deste trabalho o material foi proveniente de povoamentos implantados no Nordeste da Bahia. Foram coletadas três árvores de *Eucalyptus* de quatro materiais genéticos (Tabela 1), totalizando 12 árvores.

**Tabela 1-** Descrição dos materiais genéticos de *Eucalyptus* coletados na região nordeste da Bahia.

<b>Material genético</b>	<b>Espécie</b>	<b>Idade</b>
1	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	5
2	<i>Eucalyptus urophylla</i>	5,1
3	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i> (implantação)	6,1
4	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i> (reforma)	6,1

A seleção das árvores em campo se deu através do diâmetro médio do povoamento obtido de inventário florestal. Foram criadas faixas de diâmetro aceitáveis com o DAP variando até 4 mm em torno do diâmetro médio de inventário. Foram retirados cinco discos de madeira por árvore coletada nas alturas correspondentes a 0 (base), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Evitaram-se árvores mortas e indivíduos localizados nas bordas dos talhões.

### 4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

As amostras foram levadas para o Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no campus de Cruz das Almas – Bahia. Foi realizada a separação da casca dos discos e em seguida foram picados em cavacos e moídos em moinho Willey. As amostras foram também secas naturalmente em até uma umidade média de 10,5%. Depois de moídas as amostras foram classificadas entre as peneiras de 40 e 60 mesh.



### 4.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FÓSFORO

Para extração do P utilizou-se cerca de 0,1 g de amostra, moída e classificada. Para digestão, utilizou-se 1ml de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), 2 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) concentrado e 0,7 g de mistura catalisadora, contendo selenito de sódio + sulfato de potássio ( $Na_2SeO_3 + K_2SO_4$ )(EMPBRAPA, 2009).

A digestão foi feita em bloco digestor com aquecimento gradual de temperatura chegando até  $350^\circ C$ , permanecendo nessa temperatura por uma hora após o aquecimento. Depois de esfriarem as amostras foram transferidas para tubo de centrifuga e diluídas de água destilada até 20 ml.

A determinação do teor de fósforo foi feita através do método de amarelo de vanadato, usando 5 ml do extrato diluído e 2,5 ml da mistura em partes iguais de solução de molibdato a 5% e de vanadato 0,25%. A curva de calibração foi obtida utilizando os padrões de 2,5; 5,0; 7,5 e 10  $mg L^{-1}$  de fósforo e a medida foi feita a 420nm em espectrômetro de absorção molecular. Para obter o resultado final foi aplicado uma fórmula para calcular o valor de  $P_2O_5$  em  $mg.kg^{-1}$ .

$CP = A. FD/FP$ , onde:

CP = concentração de P na madeira em  $mgKg^{-1}$  de  $P_2O_5$

FD = fator de diluição da amostra

FP = inclinação da curva de calibração

### 4.4 ANÁLISES DE DADOS

Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 ilustra o teor de  $P_2O_5$ mg.kg<sup>-1</sup> em diferentes posições longitudinais na madeira de *Eucalyptus*, assim como a média geral por árvore.

**Tabela 2** – Valores médios do teor de fósforo/ $P_2O_5$ mg.kg<sup>-1</sup> nos diferentes materiais genéticos e em diferentes posições longitudinais do fuste.

Teor de fósforo/ $P_2O_5$ mg.kg <sup>-1</sup>						
Posição Longitudinal (%)						
Material genético	0	25	50	75	100	Média
1	238	258	277	300	580	330
2	238	287	310	330	709	375
3	255	238	270	328	607	339
4	409	438	424	472	668	482
CV%	29%	29%	22%	21%	9,11%	

De acordo com as médias, o material genético que apresentou maior teor de fósforo foi o número 4 e o menor foi o número 1. Os valores da parte superior da planta (100% da altura comercial) são pouco superiores aos valores de referência citados por Foelkel (2005), que estão entre 100 e 500 mg.kg<sup>-1</sup>. No entanto, os valores médios de fósforo desse trabalho, só alcançam médias superiores à 500 mg.kg<sup>-1</sup> quando o teor de fósforo determinado na altura de 100% é considerado. A amostra retirada a 100 % da altura comercial apresentou valores mais elevados que as outras partes do tronco principalmente por se tratar de um tecido relativamente jovem. Segundo Almeida (2009), o fosfato é prontamente móvel na planta e pode ser conduzido em direção a parte com maior deficiência do nutriente, visando o seu desenvolvimento. O autor caracteriza o fósforo como um nutriente limitante no crescimento das espécies de *Eucalyptus*, sendo assim a própria árvore direciona o nutriente necessário para o metabolismo da sua parte mais jovem.

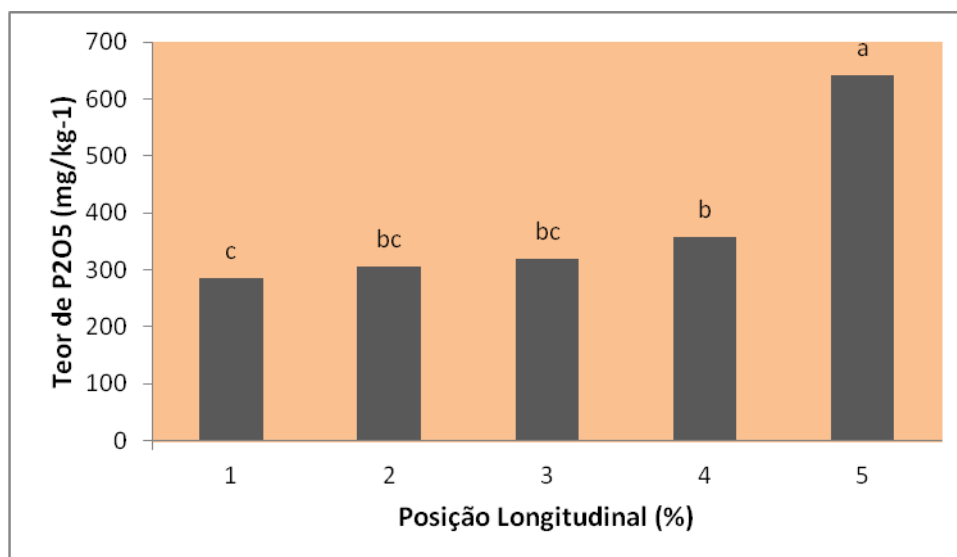
Na Tabela 3, encontram-se os valores obtidos na análise de variância em que foram analisadas a influência do material genético e da posição longitudinal, além da interação desses dois fatores no teor de fósforo da madeira.

**Tabela 3-** Análise de variância do material genético e posição longitudinal dos dados avaliados. FV (Fator de variação); GL (Grau de liberdade); QM (Quadrado médio); \*\* (significativo); ns (não significativo).

FV	GL	QM
<b>Material Genético</b>	3	72302**
<b>Posição Longitudinal</b>	4	259821**
<b>Interação MG x PL</b>	12	4062ns
<b>Resíduo</b>	40	3580

No Tabela 3, pode-se observar que existe variação estatística significativa entre materiais genéticos e entre posições longitudinais. A interação entre material genético e posição longitudinal não apresentou variação estatística significativa. Isso significa que pelo menos um material genético e uma posição longitudinal se diferenciam das demais. A não significância da interação mostra que o comportamento longitudinal do teor de fósforo não difere entre materiais genéticos.

Na Figura 1, encontram-se os valores obtidos na análise de variância dos dados de teor de fósforo/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>mg.kg<sup>-1</sup> em diferentes posições longitudinais do fuste.

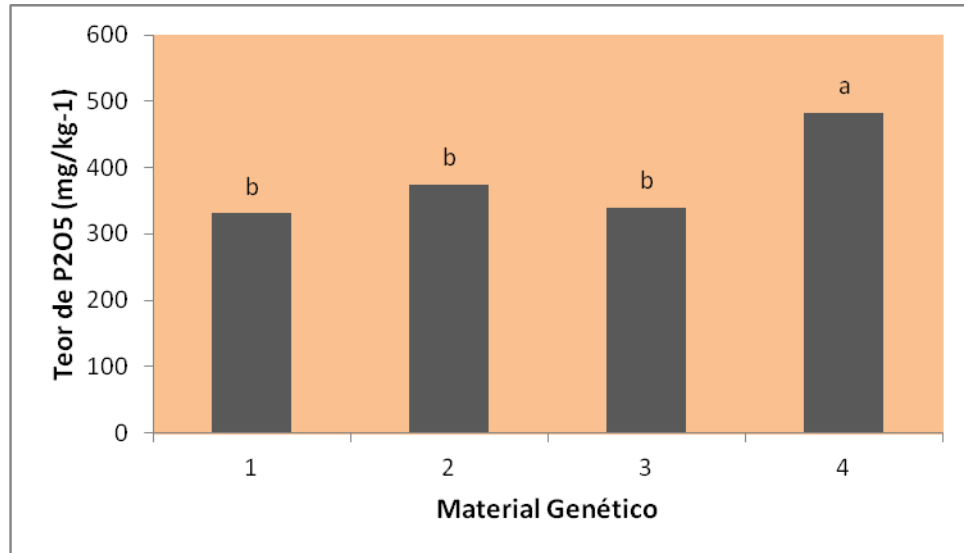


**Figura 1-** Teor de P em função da posição longitudinal de coleta das amostras no fuste: 1- 0%; 2- 25%; 3- 50%; 4- 75 %; 5- 100 % (base).

De acordo com o teste de Tukey para posição longitudinal, o teor de fósforo encontrado na posição 100% difere estatisticamente dos demais. Além disso, o teor de fósforo encontrado na posição 0% ou base do fuste foram os menores e também diferente

estatisticamente dos demais. Segundo Wadt et al., (1999) a fração 0% que corresponde a base da árvore, apresenta a menor média do teor de fósforo, por ser considerada a parte mais envelhecida da árvore. O mesmo autor afirma que a deficiência do fósforo se concede pela idade mais avançada.

Na Figura 2, encontram-se os valores obtidos na análise de variância dos dados de teor de fósforo ( $P_2O_5$  mg.kg<sup>-1</sup>) nos diferentes materiais genéticos.



**Figura 2** - Valores médios do teor de P no fuste de acordo com o material genético amostrado: (1) *E. grandis* x *E. urophylla*, (2) *Eucalyptus urophylla*, (3) *E. urophylla* x *E. grandis* (implantação) (4) *E. urophylla* x *E. grandis* (reforma).

De acordo com o teste de tukey o híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* (reforma), que apresentou maiores teores de fósforo, é o único que difere dos demais estatisticamente. O material genético 3 e 4 se diferem entre si apenas pela relação ao manejo dos seus plantios sendo que, o material genético 3 foi implantado e o 4 foi conduzido a partir de brotações. Sendo assim, o processo de condução pode ter influenciado para que os maiores teores fossem observados no sistema de reforma. Gatto et al., (2003) descreveu que os maiores teores de P, Ca e Mg no solo foram registrados no plantio conduzido por reforma florestal, que na sua grande maioria é conduzida por talhadia (brotação), caracterizando assim um maior teor de nutrientes pela provável permanência dos restos culturais provenientes da colheita anterior da floresta e pela maior quantidade de serrapilheira (do eucalipto e do sub-bosque) presente no local. O mesmo autor afirma que florestas provenientes de reforma possuem vantagens nutricionais por ser oriunda de povoamentos adultos e participar ativamente da exportação de nutrientes da raiz da árvore que lhe deu origem.

## 6. CONCLUSÕES

O teor de fósforo na madeira de *Eucalyptus* varia de acordo o material genético e posição longitudinal no fuste.

Em todos os materiais genéticos a posição 0% (base da altura comercial) da árvore apresentou os menores teores de fósforo e a posição 100% (topo da altura comercial), correspondente a parte mais jovem da árvore, apresentou maior concentração do elemento.

Entre os materiais genéticos o maior teor de fósforo foi encontrado no híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*, o que indica que sistemas de condução por rebrota (reforma) favorece o acúmulo desse elemento no fuste da árvore.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. C. R. **Nutrição, crescimento, eficiência de uso de água e de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais: Área de concentração em Silvicultura e Manejo Florestal) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BARROS N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. de. Nutrição de adubação mineral do eucalipto. In: VALE, A. B. do; PIRES, J. M. M.; VILAR, M. B.; COSTA, C. B.; NACIF, A. de P. (Ed.). *Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, manejo e ambiência*. Viçosa: UFV, 2013. p. 187-208

BRITO, J. O. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. Piracicaba: **IPEF**, 1993. 6 p. (Circular Técnica, 181).

CORTEZ, C. L.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G., COELHO, S. T.; MOREIRA, J. R.; AMENDOLA, F. C. B.; GAVIOLI, F. Análise do processo produtivo do eucalipto no sistema “short rotation” para o uso como combustível em uma usina termoelétrica. In, CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIONERGIA, 4, 2009, Curitiba, **Anais...** São Paulo: Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2009. p. 7.

COSTA, T. G.; BIANCHI, M. L.; PROTÁSIO, T. de P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no Cerrado para produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 37-46, jan./mar 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília,DF: **Embrapa Solos/Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. 2. Ed. rev. Ampl. 627p.

FERNANDES, L. V. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

FERNANDES, J. B. **Crescimento, características nutricionais e fisiológicas de progênies de *Eucalyptus grandis* w. *Hill. Exmaidensob diferentes doses de fósforo***. 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2015.

FREDERICO, P. G. U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal**. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FOELKEL, C. **Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos:** Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. 2005. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/> . Acesso em: 20/02/2018.

GATTO, A., Barros, N.F., Novais, R.F., Costa, L.M., Neves, J.C., **Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.635-646, 2003

GONSAGA, R. F. **Produção de madeira e eficiência de utilização de nutrientes em clones de eucalipto em diferentes idades.** 50 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira.** Brasília, set/2015. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005836.pdf>. Acesso em: 20 fevereiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e análises da economia mineral brasileira** 7ed. Brasília, dez/2012. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>. Acesso em: 20 fevereiro de 2018.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Ibá 2017**, São Paulo, 33 p, 2017.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá 2015**, Brasília, 96p. 2016 Disponível em: < [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

MALAVOLTA, E. A.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba: Editora Potafós, 1997. 304 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA- MME. **Setor de mineração atinge superávit de US\$ 11,5 bilhões.** Brasília, jul/2017. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/07/setor-de-mineracao-atinge-superavit-de-us-11-5-bilhoes>. Acesso em: 20 fevereiro de 2018.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas. Colombo: **Embrapa Florestas**. 2011. 64 p. (Séries Documentos. 214).

REMADE, O. Eucalipto e Suas Origens **REVISTA DA MADEIRA** - EDIÇÃO Nº59 - SETEMBRO DE 2014. Disponível [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=20](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=20) Acesso 20 de fev 2018.

ROCHA, J. H. T.; PIETRO, M. R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M. B. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 535-543, 2013.

SANTOS, R. C. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto**. 121 f. Tese - (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SHIMIZU, T; CARVALHO, M. M. e LAURINDO, F. J. B. "Strategic Aligment Process and Decision Support Systems: Theory and Case Studies." Hershey, Pennsylvania, **IRM** Press, 2006.

VALE, A. T.; COSTA, A. F.; GONZALES, J. C.; NOGUEIRA, M. Relação entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 89- 95, jan./fev. 2001.

WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS,N.F. & DIAS, L.E. Variações no estado nutricional de eucaliptos por influência do material genético e da idade da árvore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, número34, p.1797-1803, 1999.