

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DOIS VIZINHOS**

ALEX DOMINGUES DA SILVA

**ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO EM *Pinus elliotti* var. *elliotti* x *Pinus caribaea*
var. *hondurensis* SOB DELINEAMENTO ANEL DE NELDER**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2018

ALEX DOMINGUES DA SILVA

**ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO EM *Pinus elliotti* var. *elliotti* x *Pinus caribaea*
var. *hondurensis* SOB DELINEAMENTO ANEL DE NELDER**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun

Coorientador: Prof. Dr. Mauricio Romero Gorenstein

DOIS VIZINHOS

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

Título: **ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO EM *Pinus elliotti* var. *elliotti* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* SOB DELINEAMENTO ANEL DE NELDER**

por

ALEX DOMINGUES DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 03 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Eleandro José Brun
Orientador

Prof. Dr. Veridiana Padoin Weber
Membro titular (UTFPR)

Mestranda. Juliana Dias Castro
Membro titular (UTFPR)

Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

ESPAÇAMENTO E ADUBAÇÃO EM *Pinus elliotti* var. *elliotti* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* SOB DELINEAMENTO ANEL DE NELDER. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

O presente trabalho teve como objetivo comparar e analisar a influência do espaçamento e níveis de adubação em uma unidade experimental, verificando em qual dos espaçamentos e níveis de adubação utilizados no experimento proporcionaram o melhor desenvolvimento para o híbrido na região de Dois Vizinhos – PR. O projeto avaliado está instalado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. O delineamento utilizado no projeto é o do tipo anel de Nelder, que conta com diferentes espaçamentos, calculados pela distância do indivíduo em direção ao centro do anel e pelo ângulo de abertura dos raios em que foram plantados. Os níveis de adubação são divididos em 6 tratamentos à base de adubação Fosfatada (27% de P205) com base na recomendação de adubação de SC e RS, sendo a testemunha (0g/planta⁻¹); 1x (119,1g/planta⁻¹); 2x (238,2g/planta⁻¹); 4x (476,4g/planta⁻¹); 6x (714,6g/planta⁻¹) e 8x (952,8g/planta⁻¹). Os indivíduos não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) para as variáveis altura, diâmetro à altura do peito (dap), área transversal e relação altura diâmetro (h/d), apresentando diferença apenas para a área de copa. Os indivíduos, provavelmente, não expressaram diferença entre as variáveis anteriores pela questão da idade (27 meses), aonde a variação de espaçamento pode ter inibido a influência da adubação sobre as variáveis.

Palavras-chave: Influência; espaçamento; idade.

ABSTRACT

The objective of this work was to compare and analyze the influence of spacing and levels of fertilization on an experimental unit, verifying in which of the spacings and levels of fertilization used in the experiment provided the best development for the hybrid in the region of Dois Vizinhos - PR. The evaluated project is installed in the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos. The design used is Nelder ring type, which has different spacings, calculated by the distance of the individual towards the center of the ring and the opening angle of the rays in which they were planted. Fertilization levels are divided into 6 treatments based on Phosphated fertilization (27% of P205) based on the fertilization recommendation of SC and RS, being the control (0g / plant-1); 1x (119.1g / plant-1); 2x (238.2g / plant-1); 4x (476.4g); 6x (714.6g) and 8x (952.8g / plant-1). The individuals did not present statistical differences ($P > 0.05$) for the variables height, diameter at breast height, cross-sectional area, and height-diameter relation (hd), presenting only difference for crown area, the individuals probably did not express difference between the previous variables by the question of age (27 months), the spacing variation may have inhibited the influence of fertilization on the variables.

Key words: Influence, spacing, age.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivos gerais	7
2.2 Objetivos específicos	7
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1 Descrição do gênero <i>Pinus</i> e híbridos	8
3.2 Espaçamento.....	9
3.3 Adubação.....	10
4 METODOLOGIA	12
4.1 Localização da área de estudo	12
4.2 Manutenção do experimento e obtenção de dados	14
4.3 Análise dos dados	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5.1 Influência do espaçamento e adubação sobre a altura	16
5.2 Influência do espaçamento e adubação sobre o Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	18
5.3 Influência do espaçamento e adubação sobre a área de copa	20
5.4 Área transversal	23
5.5 Relação altura diâmetro (H/D).....	24
5.6 Volume cilíndrico	25
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Na região sudoeste do Paraná, grande parte da produção de madeira vem de pequenos produtores, que muitas vezes realizam o plantio para futuramente utilizar a mesma em diferentes formas, como lenha, construção civil, movelaria, venda da tora bruta e etc. Na maioria das vezes os plantios realizados são de algum modo voltados para renda dos produtores, sendo para suprir sua própria demanda ou não pagar um valor acima do desejado, ou para venda da madeira para terceiros e indústrias.

Com o foco da produção direcionado a renda, os produtores esperam sempre que suas florestas rendam o suficiente para gerar lucros, sendo assim, surgem questionamentos sobre a viabilidade dos plantios florestais quando os mesmos não atingem a produção esperada, ocasionando na diminuição dos futuros plantios ou migrando para culturas anuais.

Na procura de melhorias para suas plantações, os produtores buscam novas tecnologias que consigam suprir as suas necessidades. Uma das alternativas surge a partir da hibridação, no entanto, podem existir diferenças na forma de conduzir o povoamento, as quais o produtor não está acostumado, pois de maneira empírica o mesmo pode escolher o espaçamento e adubação que não permitam que o material se expresse da forma desejada, independente do objetivo da produção.

Existem várias maneiras de se testar o desenvolvimento de uma espécie sobre diferentes situações, uma delas é a utilização do delineamento sistemático de Nelder, que através de um plantio em círculo com raios concêntricos, consegue em uma pequena área, avaliar variações como: espaçamento e adubação. No entanto, há algumas dificuldades, principalmente na análise dos dados quando há alta mortalidade.

Para auxiliar as escolhas para o manejo do *Pinus* híbrido (*Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) na região Sudoeste do Paraná, e também para complementar as pesquisas sobre os tratamentos silviculturais sobre híbridos, e que são escassos na literatura, observou-se a necessidade do presente trabalho. Portanto, será utilizado o teste de diferentes tipos de espaçamentos e adubação para o híbrido *PEE* x *PCH*, utilizando o delineamento sistemático de Nelder.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O presente trabalho tem por objetivo geral, comparar a influência do espaçamento e níveis de adubação no crescimento e desenvolvimento de *Pinus* híbrido (*PEE x PCH*) plantados em unidades experimentais tipo anel de Nelder (leque) em Dois Vizinhos-PR.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar dentre os espaçamentos e níveis de adubação propostos no delineamento, quais apresentarão um maior desenvolvimento das plantas.
- b) Analisar o comportamento das variáveis dendrométricas: altura total; diâmetro à altura do peito, área de copa, área transversal, volume cilíndrico e relação altura diâmetro, em relação a resposta à diferentes espaçamentos e níveis de adubação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Descrição do gênero *Pinus* e híbridos

De acordo com Marchiori (1996) existem aproximadamente 90 espécies da família Pinaceae no gênero *Pinus*.

As primeiras sementes de *Pinus elliotii* foram introduzidas no Brasil em 1936, pelo Instituto Florestal de São Paulo, foram investigadas e largamente pesquisadas no sul do país em 1955, devido à sua facilidade de produção e gestão, grandes áreas de reflorestamento com *Pinus taeda* foram implantadas entre 1955 e 1964 (Associação Brasileira de Papel e Celulose - BRACELPA, 2010).

Já em 2016, plantios florestais ocupam 7,84 milhões de hectares, os plantios de eucalipto ocupam a maior parte (5,7 milhões de hectares), os plantios de *Pinus* ocupam 1,4 milhões de hectares, e estão situados principalmente no Paraná (42%), Santa Catarina (34%) (IBÁ – INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES, 2017).

Estudos sobre hibridação foram bastante empregados em Queensland com diversas espécies de *Pinus*, nas décadas de 20 e 30, ainda décadas depois houveram plantios com o objetivo de obtenção de variedades superiores, e com características que se encaixem no mercado (NIKLES, 1996).

Com o melhoramento é possível de gerar indivíduos com alto incremento volumétrico, parecidos ao de *P. caribaea* var. *hondurensis*, e madeiras de qualidade física e mecânica próximas à de *P. elliotii* (SHIMIZU et al., 2008)

Grande parte da hibridação bem-sucedida em *Pinus sp* tem sido obtida pela combinação de espécies da mesma subseção taxonômica (SHIMIZU et al., 2008).

O híbrido em referência, sob o ponto de vista silvicultural, apresenta um alto potencial no que diz respeito à produção de madeira; porém, são escassas as referências na literatura sobre a qualidade dessa madeira e do seu potencial de aplicação tecnológico para geração de produtos madeireiros específicos, especialmente no Brasil (ALMEIDA et al., 2014).

Os climas subtropical e temperado de altitude do sul do Brasil, não apresentam extremos de temperatura que impeçam o crescimento do *Pinus*. Ainda, grande parte da região em questão, apresenta elevada precipitação e bem distribuída entre os meses, ou seja, não há déficit hídrico (Motta et al., 2014)

De acordo com os dados da empresa PINUS BRASIL (2009), é possível reduzir dez anos no ciclo do *Pinus*, da implantação até o corte final, fazendo do cultivo um potencial gerador de recursos e investimentos.

3.2 Espaçamento

O espaçamento inicial entre os indivíduos é uma das mais importantes decisões na implantação de um povoamento, tal decisão afeta a formação geral da floresta, os tratamentos silviculturais, a qualidade da madeira, a colheita florestal, e de modo consequente, o custo da colheita (SIMÕES et al., 1976). Quando se utiliza de espaçamentos inadequados podem ocorrer aumentos na intensidade dos efeitos da deficiência hídrica, resultado da competição intraespecífica por água, luz e nutrientes (LELES et al., 1998)

Segundo Berger (2000), o espaçamento é uma das variáveis que atuam sobre o crescimento de um povoamento e que pode ser controlada eficientemente pelo silvicultor, desempenhando um papel muito importante quando se deseja produzir madeira de boa qualidade.

Lima et al. (2013), dizem que para o *Pinus taeda*, quando se desejam maiores diâmetros, deve-se optar por espaços vitais maiores, no entanto, se o objetivo for apenas produção volumétrica os menores espaços vitais produzem um incremento em volume por unidade de área superior.

Macedo et al. (2000) afirmam, que a escolha do espaçamento correto tem como objetivo garantir para cada indivíduo o espaço suficiente para se obter o crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo, sem desconsiderar a questão da proteção ao solo, o espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume do produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, sendo função do sítio, da espécie e do potencial do material genético utilizado.

Segundo Silva (2005), para determinação da área vital ótima para um indivíduo, os ensaios experimentais devem conter um número suficiente de indivíduos mensuráveis, necessitando assim de grandes áreas.

Experimentos tradicionais possui limitações sobre os espaços ensaiados, pois possuem grandes áreas, não se garantindo homogeneidade dentro dos blocos, aumentando o erro experimental, e conseqüentemente diminuindo a sensibilidade dos efeitos nos tratamentos (STAPE, 1995).

Para superar essas dificuldades Nelder (1962) propôs o delineamento sistemático tipo leque, onde o plantio é feito em anéis que causam a variação do espaço vital dos indivíduos, utilizando menores áreas.

Stape e Binkley (2010) utilizando o delineamento de Nelder para avaliar o desempenho do *Eucalyptus dunnii*, encontraram resultados semelhantes aos delineamentos clássicos, favorecendo ainda mais a indicação da utilização do delineamento de Nelder para testes de espaçamentos.

Em 2010, diversas empresas florestais estavam utilizando o delineamento sistemático de Nelder, principalmente para identificar o espaçamento de plantios em área com déficit hídrico (IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS, 2010).

3.3 Adubação

O solo deve oferecer à planta, características físicas e químicas que ofereçam a disponibilidade de nutrientes e água (CUNHA et al., 2006).

Espécies como *Pinus taeda* e *Pinus elliotti var. elliottii* são pouco exigentes, não apresentando sintomas de deficiência nutricional nas primeiras rotações, dispensando fertilização mineral (REVISTA MADEIRA, 2004).

Simões et al. (1970) descrevem que em um plantio inicial de *Pinus Caribaea var. bahamensis*, obteve influência positiva em relação a adubação mineral de N x P x K + Calcário durante o primeiro ano, onde os maiores crescimentos foram proporcionados pelo fósforo e pelo calcário.

Segundo Gonçalves (1995), os plantios de *Pinus* retiram quantidades baixas de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) do solo, portanto a melhor alternativa para repor essas pequenas quantidades exportadas, seria através do uso de fertilizantes que contenham estes nutrientes em sua composição, ao invés de aplicar calcário.

Mesmo com a retirada do horizonte A, o Pinus não tem apresentado sintomas de carência de N, desta forma, é provável que haja acúmulo e manutenção do N no sistema (Motta et al., 2014)

Os solos utilizados para Pinus, especialmente os mais pobres quimicamente, geralmente, são profundos e garantem boa disponibilidade de água e nutrientes. Sendo incomum o plantio em áreas com acúmulo de água ou camadas que impeçam o crescimento radicular (Motta et al., 2014).

Osara (1968) afirma, que para se obter uma madeira de alto nível, não se pode ignorar a adubação, necessitando também, das informações sobre quais circunstâncias essa fertilização será utilizada.

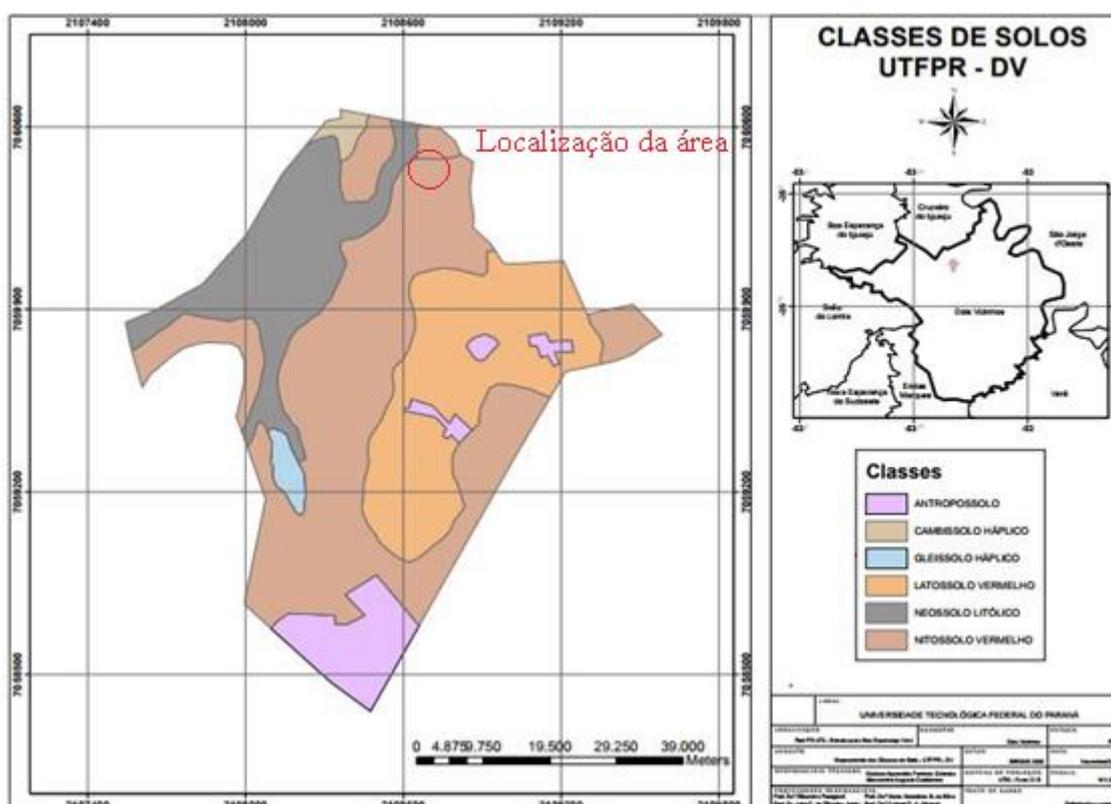
4 METODOLOGIA

4.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na área da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus - Dois Vizinhos, Paraná, implantada em dezembro de 2015, as coordenadas da área são 25° 41'19"S e 53° 05' 43"W estando em 513 m de altitude. Segundo Cabreira (2015), o solo onde se encontra o experimento é um Nitossolo vermelho.

Como mostra a Figura 1, grande parte do solo da universidade é composta por Nitossolo vermelho.

Figura 1 – Classes de solos UTFPR – DV

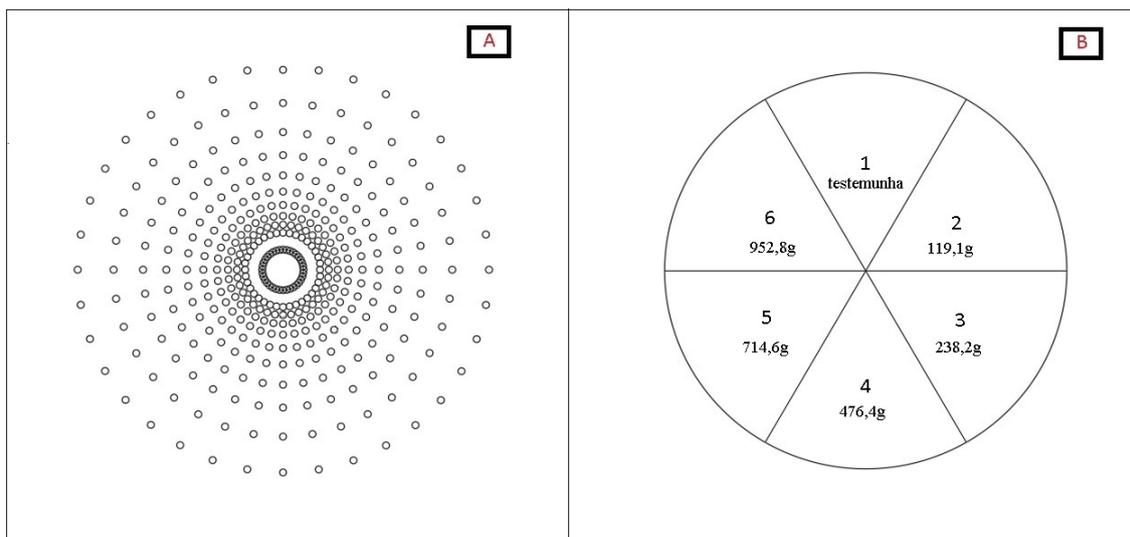


Fonte: Cabreira (2015) Adaptada.

Conforme a Figura 2, a unidade experimental de *Pinus* híbrido é uma área que possui um plantio em delineamento sistemático do tipo anel de Nelder (leque), cada repetição é composta por um anel que possui 36 raios concêntricos, totalizando 11 espaçamentos por raio, sendo 396 plantas por

repetição e 792 no total do experimento (2 anéis). Cada anel é dividido em 6 fatias, os quais representam os níveis de adubação, sendo eles: a testemunha; 1x a recomendação de adubação do manual de adubação e calagem, baseado na análise do solo; 2x a recomendação de adubação; 4x a recomendação de adubação; 4x a recomendação de adubação e 8x a recomendação de adubação para verificar a toxicidade.

Figura 2 – Exemplo do experimento.



A) exemplo da distribuição dos indivíduos a campo. B) exemplo da distribuição dos tratamentos de adubação na área.

Fonte: Silva et al. (2018)

A variação do espaçamento é medida de acordo com a distância do indivíduo até o centro do círculo central do anel onde a área útil (espaçamento) tendo 11 variações de espaçamento, sendo menor e maior distância como bordadura (1,07; 1,15; 1,47; 1,94; 3,31; 4,45; 6,87; 10,06; 14,78; 20,28 e 22,18 m² planta⁻¹ de espaço vital)

De acordo com Alvarez et al.(2013), a região em que o município está localizada é uma região subtropical úmida, que a partir da classificação de Koeppen, é o Cfa (C= climas pluviais temperados, mês mais frio entre +18°C e -3°C; f = sempre úmido, com chuva em todos os meses do ano; a = temperatura do mês mais quente superior a 22°C).

4.2 Manutenção do experimento e obtenção de dados

A manutenção do experimento ocorreu, a partir de roçadas com roçadeira motorizada, coroamentos com enxada, controle de formigas por isca mirex-s® formicida com princípio ativo do grupo químico sulfonamida, e também por aplicações de herbicida (Glifosato), aplicado com bomba costal.

As seguintes variáveis dendrométricas foram coletadas aos 27 meses:

- Altura total (m);
- Diâmetro a altura do peito – DAP (cm);
- Diâmetros da copa (m²) no sentido dos raios e dos anéis em relação ao centro do experimento;

A altura foi medida com o auxílio de uma régua topográfica e o DAP medido com paquímetro, já o diâmetro da copa foi obtido a partir de medidas com fita métrica.

A avaliação dos nutrientes no solo foi realizada a partir de análises de solo de 0-20 cm, as análises foram reunidas em 1 amostra composta para cada 3 amostras simples, as quais foram coletadas em todos os anéis, uma amostra a cada parcela com dose de adubação aplicada. As análises químicas do solo foram enviadas para um laboratório de solos e analisados a partir de uma central analítica.

4.3 Análise dos dados

O cálculo da área associada de cada indivíduo (área vital), foi realizado a partir do modelo de equação utilizado por Stape (1995).

Equação 1 – Equação utilizada por Stape.

$$A = \frac{\theta \cdot r^2 \left(\alpha - \frac{1}{\alpha} \right)}{2}$$

Onde: (A): área entre as plantas; (θ): ângulo de abertura dos raios, utilizados em radianos; (α): razão da progressão geométrica dos raios.

Para a análise estatística do trabalho foi utilizado o software R software de livre licença, para verificar a influência do espaçamento e adubação em relação as variáveis dendrométricas, uma vez que se trata de um experimento

com esquema bifatorial, com fatores quantitativos (espaçamento) x quantitativo (dose de adubação).

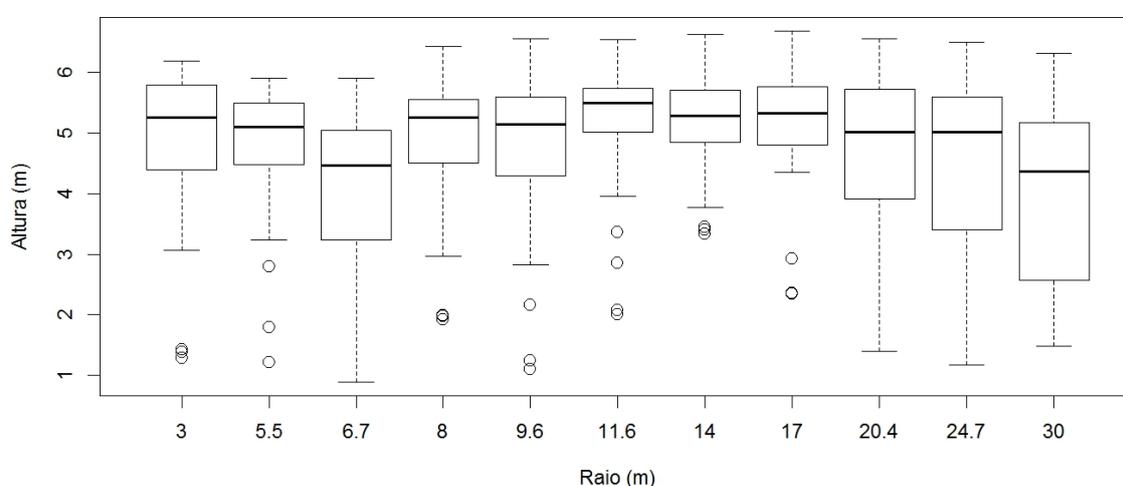
Para realização da estatística, foi gerado um banco de dados e posteriormente, realizado as operações (códigos do R) para gerar os gráficos, análise de variância (ANOVA) e o teste de tukey.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Influência do espaçamento e adubação sobre a altura

Verificou-se que quando analisados pelo espaçamento, os indivíduos apresentaram uma resposta inversamente proporcional ao aumento da área útil, como pode ser visto na Figura 3, aonde os maiores valores de área útil demonstraram os menores valores médios de altura, entretanto, eles não diferiram estatisticamente dos demais.

Figura 3 – Distribuição da altura conforme a variação do espaçamento

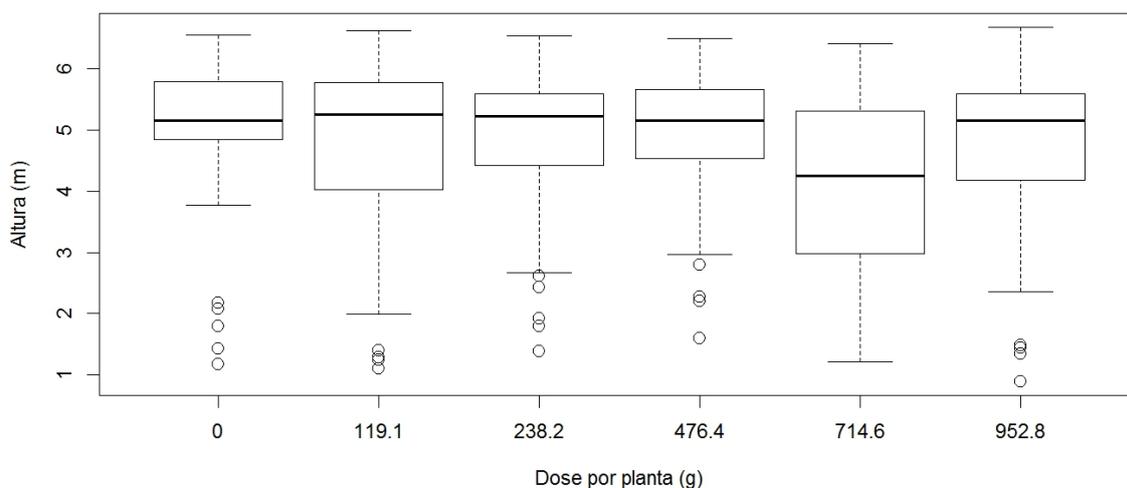


Fonte: O autor.

O raio de 6,7 metros foi o que apresentou menor resultado nesta comparação (aproximadamente 4,5 metros de altura), já o raio de 11,6 apresentou o maior valor (aproximadamente 5,5 metros de altura), porém, os demais tratamentos estão próximos.

Mesmo que não apresentando diferença estatística entre os espaçamentos, os maiores valores de raio estão apresentando uma tendência a crescer menos, isso pode estar atribuído a matocompetição sofrida pelos mesmos.

Os indivíduos analisados pela diferença nas doses de adubação (Figura 4) demonstraram uma variação menor quando comparado aos espaçamentos.

Figura 4 – Distribuição da altura conforme a variação da adubação

Fonte: O autor.

Os valores para altura ficaram próximos aos 5,2 metros de altura, com exceção do tratamento 6x a recomendação (714,6 g/planta⁻¹) que pode estar apresentando uma toxicidade aos indivíduos, o tratamento de 8x a recomendação não apresentou essa possível toxidez. Os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si para esta variável.

A altura média dos indivíduos foi de 4,7 metros quando analisado espaçamento x adubação (Tabela 1).

Tabela 1 - Altura média dos indivíduos aos 27 meses, submetidos a diferentes espaçamentos e doses de adubação. Valores de altura expressos em metros.

RAIO (m)	DOSES (g/planta)						Média	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	4,9 a	4,5 a	4,8 a	5,5 a	4,1 a	5,0 a	4,8 ab	9,6
5,5	5,2 a	5,2 a	4,9 a	4,2 a	3,8 a	5,2 a	4,8 ab	12,8
6,7	4,4 a	3,8 a	4,9 a	4,5 a	3,5 a	2,7 a	4,0 b	19,8
8	4,9 a	4,4 a	4,8 a	5,0 a	4,2 a	5,6 a	4,8 ab	10,2
9,6	6,1 a	3,3 a	4,8 a	5,7 a	4,6 a	4,8 a	4,9 ab	19,8
11,6	4,5 a	5,1 a	5,1 a	5,8 a	5,5 a	5,3 a	5,2 a	8,3
14	5,0 a	6,0 a	5,0 a	4,8 a	4,2 a	5,3 a	5,0 ab	12,1
17	5,4 a	5,1 a	5,2 a	5,6 a	4,1 a	5,2 a	5,1 a	10,0
20,4	4,6 a	5,1 a	4,9 a	4,8 a	4,4 a	3,7 a	4,6 ab	10,6
24,7	4,6 a	4,9 a	5,0 a	4,8 a	3,2 a	3,7 a	4,4 ab	16,5
30	5,5 a	4,4 a	3,7 a	4,1 a	2,9 a	3,9 a	4,1 b	21,4
média	5,0 a	4,7 ab	4,8 a	5,0 a	4,1 b	4,5 ab	4,7	7,4
CV (%)	10,2	15,8	8,3	12,0	17,2	20,2	13,9	32,6

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Fonte: O autor.

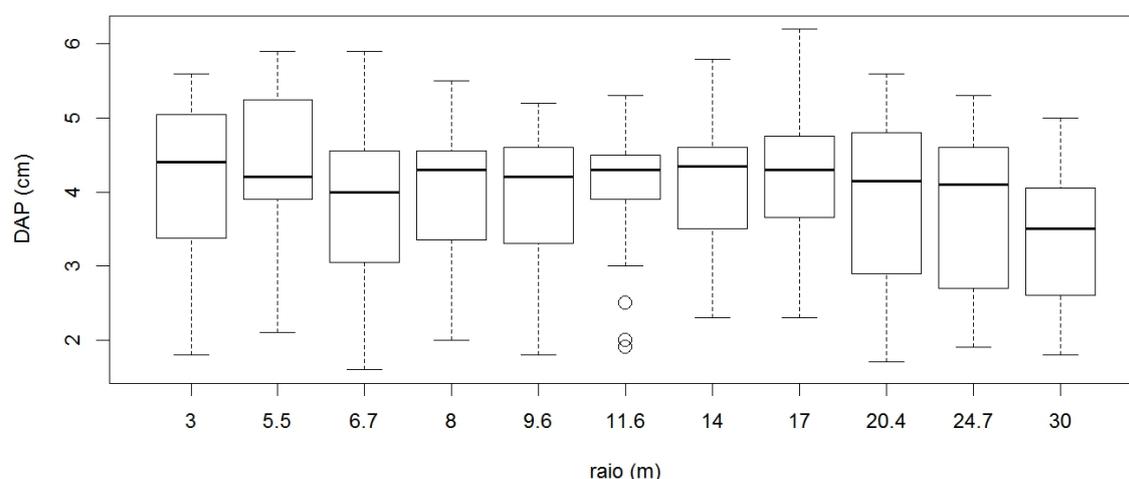
Os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre eles ($P > 0,05$), somente a média dos tratamentos apresentaram diferença, onde, os valores médios dos raios 6,7 e 30 metros diferiram de 11,6 e 17 metros, já nas doses, a testemunha (0 g/planta^{-1}) e a dose de 4x a recomendação ($476,4 \text{ g/planta}^{-1}$) diferiram da dose de 6x recomendação ($714,6 \text{ g/planta}^{-1}$).

Fernández et al. (2000) encontraram resultados positivos de crescimento para o *Pinus taeda* utilizando NPK, relatando que o P foi positivo para o crescimento em altura.

5.2 Influência do espaçamento e adubação sobre o Diâmetro à Altura do Peito (DAP)

Assim como a altura, o DAP apresentou uma resposta negativa (Figura 5) ao aumento do espaçamento, entretanto, quando se trata de diâmetro, espera-se que o mesmo responda positivamente ao aumento da área útil disponível para cada planta.

Figura 5 – Distribuição do diâmetro conforme a variação do espaçamento



Fonte: O autor.

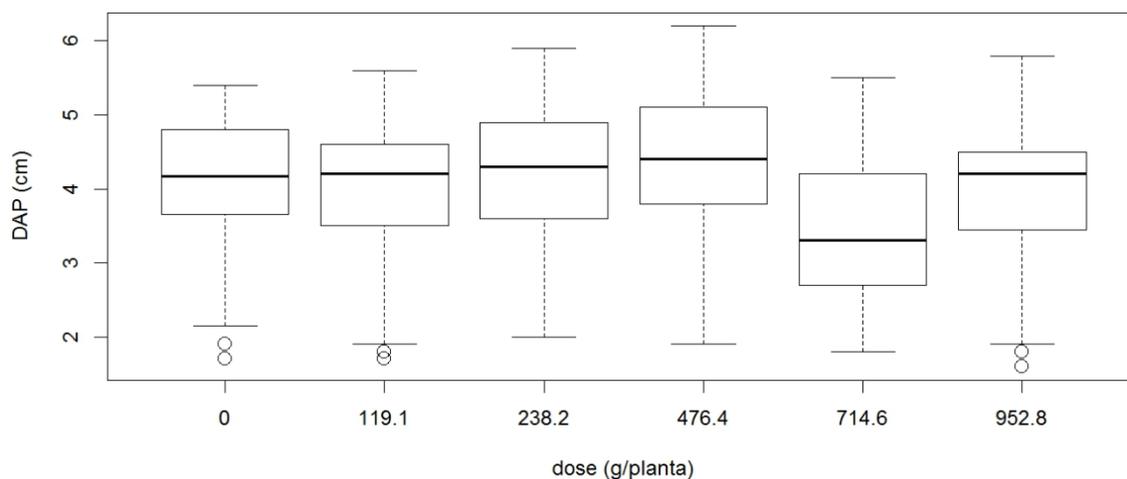
Com mais espaço para se desenvolver, os indivíduos com maiores raios (espaçamentos) deveriam apresentar maiores valores, entretanto, ocorreu o inverso, como os indivíduos são jovens, ainda podem estar se estabelecendo contra a matocompetição oferecida pelas ervas daninhas.

Moraes et al. (2013) relataram uma resposta semelhante para o Jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.) aos 24 meses de idade, também disposto em delineamento sistemático de Nelder. Entretanto, Inoue et al. (2011)

concluíram que para o *Pinus taeda*, os valores de diâmetro chegam a dobrar nos maiores espaçamentos.

O DAP respondeu de forma semelhante a altura, quando comparado as doses de adubação aplicada (Figura 6)

Figura 6 – Distribuição do diâmetro conforme a variação da adubação



Fonte: O autor.

Os indivíduos aparentam uma toxicidade na 5ª dose, desta forma, apresentando o menor valor, entretanto, a maior (952.8 g) dose não apresentou o menor valor de DAP, não podendo se afirmar a presença dessa toxidez.

Outra alternativa, é que o espaçamento possa ter inibido a resposta dos indivíduos sobre a variação nas doses.

Mesmo com essa variação entre os resultados, os mesmos não diferiram estatisticamente, como pode ser visto pelos limites mínimos e máximos dos tratamentos.

O teste de Tukey para o diâmetro (Tabela 2) não apresentou diferença significativa entre os indivíduos ($P > 0,05$) quando comparados em função do espaçamento e adubação.

Tabela 2 – Diâmetro médio dos indivíduos aos 27 meses, submetidos a diferentes espaçamentos e doses de adubação. Valores de diâmetro expressos em centímetros.

RAIO (m)	DOSE (g/planta)						Média	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	4,4 a	3,7 a	4,3 a	4,8 a	3,2 a	4,5 a	4,1 ab	13,9
5,5	5,0 a	4,7 a	4,3 a	4,0 a	3,9 a	4,4 a	4,4 a	9,3
6,7	3,7 a	3,4 a	4,6 a	4,6 a	3,5 a	2,7 a	3,7 ab	19,9
8	3,7 a	3,6 a	4,2 a	4,2 a	3,7 a	4,8 a	4,0 ab	10,8
9,6	4,7 a	3,1 a	4,0 a	4,3 a	3,8 a	4,1 a	4,0 ab	13,5
11,6	3,8 a	3,9 a	4,2 a	4,4 a	4,2 a	4,0 a	4,1 ab	6
14	3,5 a	4,5 a	4,1 a	4,9 a	3,3 a	4,0 a	4,0 ab	14,6
17	4,4 a	4,1 a	4,3 a	4,6 a	3,3 a	4,1 a	4,1 ab	10,6
20,4	4,0 a	3,8 a	4,4 a	4,3 a	3,4 a	3,4 a	3,9 ab	11
24,7	3,7 a	4,2 a	4,0 a	4,2 a	3,0 a	3,3 a	3,7 ab	13,7
30	3,9 a	3,7 a	3,2 a	3,5 a	3,0 a	3,3 a	3,4 b	13,1
média	4,1 ab	3,9 ab	4,2 a	4,3 a	3,5 b	3,9 ab	4	7,4
CV (%)	12,2	11,9	8,8	8,9	11,3	16,3	11,6	13,1

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Fonte: O autor.

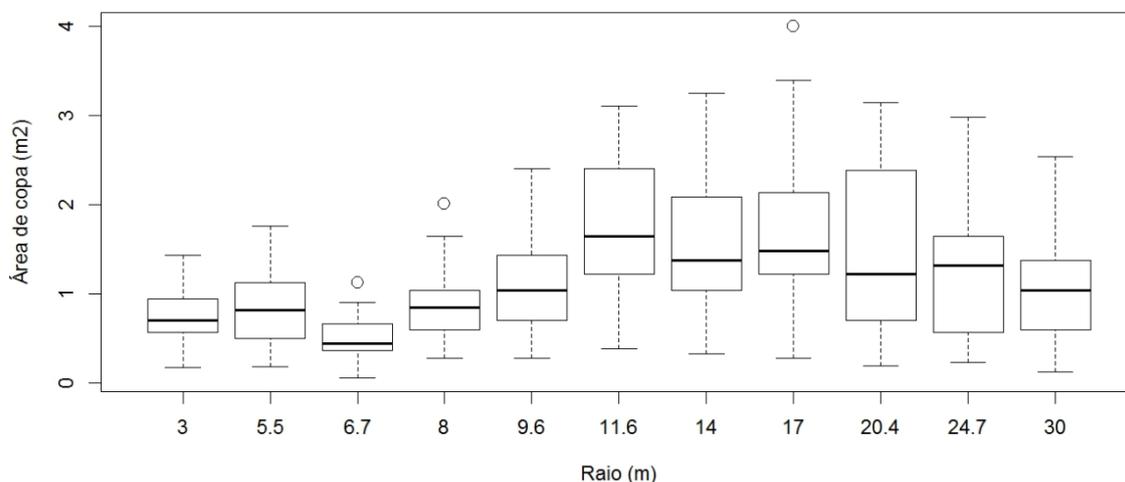
Nos valores médios de DAP, o espaçamento demonstrou diferença apenas nas médias, sendo elas entre as dosagens 2x e 4x a recomendação com a dosagem de 6x a recomendação, as dosagens apresentaram diferenças nos raios 5,5 metros com o raio de 30 metros. Pacheco et al. (2015) não obtiveram diferenças estatísticas em diâmetro para o *Pinus taeda* sobre diferentes espaçamentos aos 3 anos de idade, a diferença ocorreu a partir dos 5 anos.

Fernández et al. (2000) encontraram influência positiva para o DAP para o *Pinus taeda* com adubação fosfatada. A variável pode não ter expressado interação pela questão da idade, assim como ocorreu no trabalho citado anteriormente.

5.3 Influência do espaçamento e adubação sobre a área de copa

Para a área de copa, é possível verificar um aumento nos valores conforme o aumento da área vital (Figura 7).

Figura 7 – Distribuição da área de copa (m^2) conforme a variação do espaçamento

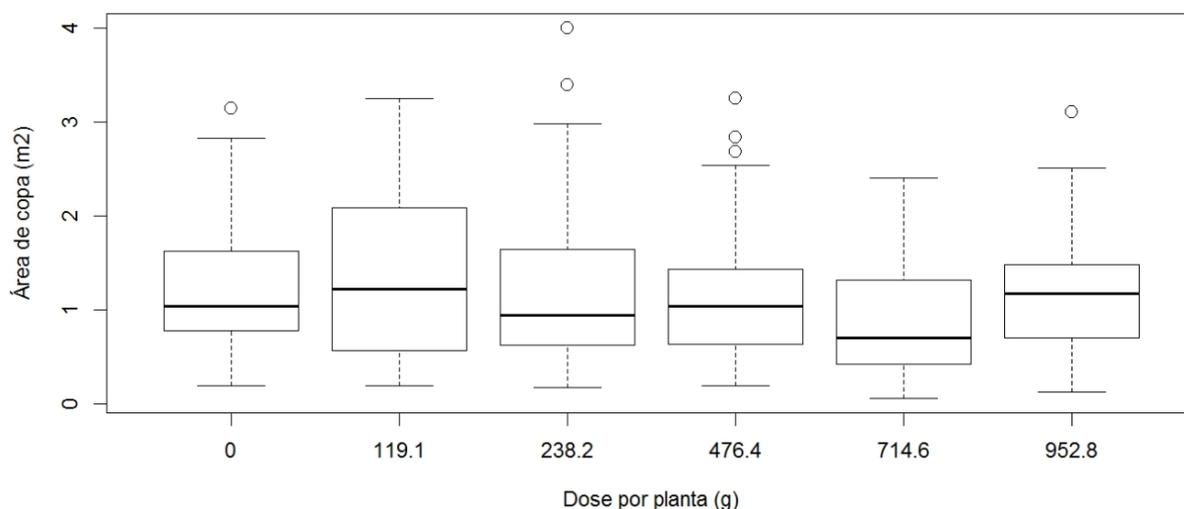


Fonte: O autor.

Os valores médios para a área de copa apresentaram um comportamento já esperado, tendo menores valores nos espaçamentos mais adensados, ainda assim, não apresentou uma tendência positiva com o aumento do espaçamento, já que apresentou uma queda nos raios 20,4 e 30m.

Para os indivíduos que possuem maiores áreas para desenvolvimento é esperado que tenham um maior desenvolvimento, já que os mesmos possuem mais espaço para se desenvolver.

Figura 8 – Distribuição da área de copa (m^2) conforme a variação de adubação



Fonte: O autor.

Como pode ser visto na Figura 8, houve uma pequena diferença entre os valores de área de copa entre as diferentes dosagens aplicadas, onde novamente a dosagem de 6x a recomendação está entre os menores valores.

O maior valor foi encontrado em 119,1g/planta⁻¹(1x a recomendação), já o menor valor foi encontrado em 714,6 g/planta⁻¹(6x a recomendação), aonde, até o momento, a recomendação se mostra suficiente para a planta.

Ao analisar a variação da área de copa na Tabela 3, nota-se a concentração dos maiores valores nos espaçamentos médios, entretanto, estes maiores valores não diferem estatisticamente dos demais (P > 0,05).

Tabela 3 - Área de copa média dos indivíduos aos 27 meses, submetidos a diferentes espaçamentos e doses de adubação. Valores em expressos em m².

RAIO (m)	DOSE (g/planta)						Média	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	0,68 b	0,61 b	0,64 b	0,87 b	0,59 b	0,94 b	0,72 de	20,21
5,5	0,76 b	1,11 ab	0,89 b	0,65 b	0,78 b	0,81 b	0,83 cde	19,07
6,7	0,73 b	0,31 b	0,64 b	0,71 b	0,31 b	0,32 b	0,50 e	41,45
8	0,78 b	0,62 b	0,76 b	0,96 ab	0,64 b	1,30 ab	0,84 cde	29,89
9,6	1,18 ab	0,91 b	1,01 ab	0,97 ab	1,24 ab	1,34 ab	1,11 bcd	15,21
11,6	1,62 ab	1,48 ab	1,81 ab	1,91 ab	1,50 ab	2,01 a	1,73 a	12,87
14	1,23 ab	2,49 a	1,37 ab	1,49 ab	0,78 b	1,37 ab	1,45 ab	38,80
17	1,67 ab	1,81 ab	2,43 a	1,70 ab	0,94 b	1,73 ab	1,71 a	28,35
20,4	1,30 ab	1,98 ab	0,99 ab	1,68 ab	1,52 ab	1,13 ab	1,43 ab	25,49
24,7	1,44 ab	2,07 a	1,74 ab	1,06 ab	0,53 b	0,73 b	1,26 abc	46,97
30	1,47 ab	1,30 ab	1,00 ab	0,97 ab	0,78 b	0,79 b	1,05 bcde	26,68
média	1,17 ab	1,34 a	1,21 a	1,18 ab	0,87 b	1,13 ab	1,15	13,36
CV (%)	31,72	51,92	47,23	36,99	44,97	42,73	35,12	20,68

Fonte: O autor.

Os tratamentos apresentaram grande variação (CV%) se observado os valores médios, tanto do espaçamento, quanto da dosagem, porém, a variável espaçamento demonstrou maior influência em relação a adubação. Nutto et al. (2001) também relataram um alto coeficiente de variação em *Pinus elliotti* em idade mais avançada.

A área de copa apresenta uma grande variação, isso pode estar ligado também aos indivíduos que apresentam a característica rabo de raposa (fox-tail), aonde a copa tem um menor crescimento em área.

Fox-tail é um comportamento anormal do *Pinus sp*, o qual apresenta crescimento de acículas apenas no eixo vertical, sem apresentar ramos (EMBRAPA, 2018).

5.4 Área transversal

Na tabela 4 são apresentadas as análises estatísticas para a área transversal, o maior valor encontrado foi no raio 5,5 metros (0,00196 m²) e sem dose de adubação, porém, este valor não variou estatisticamente dos demais.

Tabela 4 - Área transversal média dos indivíduos aos 27 meses, submetidos a diferentes espaçamentos e doses de adubação. Valores de área de copa expressos em metros quadrados.

RAIO (m)	DOSE (g/planta)						Media	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	0,00160 a	0,00114 a	0,00155 a	0,00178 a	0,00082 a	0,00168 a	0,00143 a	25,8
5,5	0,00196 a	0,00175 a	0,00158 a	0,00131 a	0,00133 a	0,00157 a	0,00158 a	15,7
6,7	0,00109 a	0,00095 a	0,00172 a	0,00183 a	0,00100 a	0,00063 a	0,00120 ab	39,1
8	0,00110 a	0,00107 a	0,001452	0,00142 a	0,00116 a	0,00180 a	0,00133 ab	20,7
9,6	0,00177 a	0,00083 a	0,00128 a	0,00143 a	0,00120 a	0,00138 a	0,00131 ab	23,5
11,6	0,00117 a	0,00125 a	0,00143 a	0,00154 a	0,00142 a	0,00126 a	0,00135 ab	10,5
14	0,00099 a	0,00159 a	0,00140 a	0,00194 a	0,00093 a	0,00126 a	0,00135 ab	27,9
17	0,00154 a	0,00135 a	0,001492a	0,00169 a	0,00091 a	0,00137 a	0,00139 ab	19,2
20,4	0,00134 a	0,00125 a	0,00161 a	0,00148 a	0,00096 a	0,00096 a	0,00127 ab	21,0
24,7	0,00115 a	0,00142 a	0,00134 a	0,00143 a	0,00072 a	0,00093 a	0,00116 ab	24,7
30	0,00118 a	0,00113 a	0,00087 a	0,00102 a	0,00069 a	0,00094 a	0,00097 b	18,5
média	0,00135ab	0,00125ab	0,00143a	0,00154a	0,00102a	0,00126ab	0,00131	13,7
CV(%)	23,3	21,6	15,6	17,0	23,6	28,5	12,0	39,4

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Fonte: O autor.

Para esta variável Pacheco et al. (2015) também não encontraram diferença estatística em um povoamento de *Pinus taeda* em diferentes espaçamentos possuindo 3 anos de idade.

Como esta variável está diretamente ligada ao diâmetro dos indivíduos, o povoamento provavelmente não possui idade para demonstrar diferença entre os tratamentos.

5.5 Relação altura diâmetro (H/D)

A relação altura diâmetro é realizada para indicar se os indivíduos estão crescendo mais em altura ou em diâmetro, sendo os valores maiores que 1 indicam crescimento em altura, e menor que 1, indica maior crescimento em diâmetro, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 – Relação altura diâmetro (HD) dos indivíduos aos 27 meses.

RAIO (m)	DOSE (g/planta)						Media	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	1,06 a	1,16 a	1,06 a	1,16 a	1,26 a	1,11 a	1,13 abc	6,71
5,5	1,17 a	1,10 a	1,05 a	0,96 a	0,98 a	0,93 a	1,03 c	8,72
6,7	1,23 a	1,29 a	1,25 a	1,25 a	1,19 a	1,25 a	1,24 ab	2,40
8	1,33 a	1,17 a	1,14 a	1,18 a	1,11 a	1,18 a	1,19 abc	6,30
9,6	1,28 a	0,97 a	1,23 a	1,32 a	1,22 a	1,16 a	1,2 abc	10,36
11,6	1,44 a	1,33 a	1,26 a	1,00 a	1,31 a	1,34 a	1,28 a	11,54
14	1,19 a	1,27 a	1,24 a	1,31 a	1,30 a	1,31 a	1,27 a	3,68
17	1,20 a	1,13 a	1,25 a	1,18 a	1,07 a	1,07 a	1,15 abc	6,29
20,4	1,05 a	1,12 a	1,11 a	1,03 a	0,94 a	1,20 a	1,07 bc	8,17
24,7	1,17 a	1,27 a	1,13 a	1,16 a	1,27 a	1,05 a	1,17 abc	7,26
30	1,43 a	1,14 a	1,14 a	1,17 a	0,96 a	1,12 a	1,16 abc	12,98
média	1,23 a	1,18 a	1,17 a	1,16 a	1,15 a	1,16 a	1,18	2,59
CV(%)	10,46	8,83	6,79	10,21	12,25	10,25	6,53	0,28

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Fonte: O autor.

Como são indivíduos jovens, a maioria possui valor superior a 1, indicando maior crescimento em altura, assim como as demais variáveis, com exceção da área de copa, a relação HD não apresentou diferença estatística entre os indivíduos.

Quando os indivíduos são jovens, espera-se que cresçam mais em altura, portanto os resultados foram conforme o esperado.

5.6 Volume cilíndrico

A Tabela 6 demonstra os valores médios do volume cilíndrico com casca dos indivíduos aos 27 meses de idade, o maior valor encontrado foi 0,01082 m³, que pertence ao raio 11,6 metros.

Tabela 6 – Volume cilíndrico médio dos indivíduos aos 27 meses. Valores de volume expressos em metros cúbicos.

RAIO (m)	DOSE (g/planta)						Media	CV(%)
	0	119,1	238,2	476,4	714,6	952,8		
3	0,01026 a	0,00931 a	0,00847 a	0,00574 a	0,00644 a	0,00822 a	0,0080 a	21,2
5,5	0,00892 a	0,00603 a	0,00815 a	0,00981 a	0,00346 a	0,00880 a	0,00753 a	31,4
6,7	0,00687 a	0,00767 a	0,00835 a	0,00721 a	0,00474 a	0,00436 a	0,00653ab	24,8
8	0,00578 a	0,00710 a	0,00778 a	0,00913 a	0,00803 a	0,00695 a	0,00746ab	15,2
9,6	0,00521 a	0,00955a	0,00723 a	0,00963 a	0,00427 a	0,00674 a	0,00710ab	30,9
11,6	0,01082 a	0,00347 a	0,00642 a	0,00816 a	0,00602 a	0,00666 a	0,00693ab	35,2
14	0,00559 a	0,00515 a	0,00768 a	0,00758 a	0,00559 a	0,01002 a	0,00693ab	26,8
17	0,00531 a	0,00409 a	0,00864 a	0,00987 a	0,00408 a	0,00207 a	0,00568ab	52,6
20,4	0,00855 a	0,00725 a	0,00767 a	0,00949 a	0,00440 a	0,00782 a	0,00753 a	22,9
24,7	0,00622 a	0,00762 a	0,00722 a	0,00709 a	0,00276 a	0,00442 a	0,00589ab	32,4
30	0,00652 a	0,00565 a	0,00384 a	0,00488 a	0,00204 a	0,00448 a	0,00457 b	33,8
média	0,00728a	0,00663ab	0,00741a	0,00805a	0,00471b	0,00641ab	0,00675	17,1
CV (%)	27,8	29,5	18,2	21,3	36,5	36,6	15,1	50,6

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Fonte: O autor.

Os volumes cilíndricos não tiveram diferenças estatísticas (P> 00,5) entre os indivíduos, possuindo apenas diferenças entre suas médias, aonde o menor espaçamento 3 metros de raio (1,15 m²) obteve a maior média.

Como os indivíduos ainda são jovens, os maiores espaçamentos não influenciaram positivamente para esta variável.

Os indivíduos não demonstraram diferença entre os tratamentos para o volume cilíndrico aos 27 meses de idade. Pacheco et al (2015) não encontraram diferença no volume sem casca de *Pinus taeda* com 3 anos de idade, tendo diferença apenas no 5º ano.

6 CONCLUSÃO

Com exceção da área de copa, os tratamentos não apresentaram diferença estatística para as variáveis analisadas, pois, os híbridos em questão são jovens, desta forma, ainda não expressaram respostas conclusivas sobre as variações de espaçamento somadas as diferentes dosagens de adubação;

O espaçamento é uma variável que demora mais que a adubação para apresentar resultados, portanto, acredita-se que o espaçamento pode ter inibido a resposta que a dosagem possa ter causado, ou os indivíduos ainda não responderam aos diferentes tratamentos, necessitando de mais tempo para que possam demonstrar diferença para cada situação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Natalie Ferreira de et al. **Produção e avaliação da qualidade de lâminas de madeira de um híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis***. 2014.
- BERGER, RUTE. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. Sob o efeito do espaçamento e da fertilização**. Santa Maria, 2000.
- BRACELPA. ***Pinus***, Brazil: Bracelpa – Associação Brasileira de Papel e Celulose, 2010. Disponível em: < <http://bracelpa.org.br/bra2/?q=en/node/227>> acesso em: 2 de setembro de 2017.
- CABREIRA, Mariana Aparecida Fontana. **Mapeamento das Classes de Solo - UTFPR –DV**. Dois Vizinhos – Paraná. 2015.
- CUNHA, Alexson de Mello et al. **Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp.** 2006.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de *Pinus*: Espécies de *Pinus* mais plantadas no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3715&p_r_p_-996514994_topicId=3229> Acesso em: 02 de dezembro de 2018.
- FERNÁNDEZ, R. et al. **Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación**. Asociación Forestal Argentina. Virasoro, Corrientes, 2000.
- GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. 1995.
- GONÇALVES, JL de M. **Nutrição e fertilização florestal**. IPEF, 2000.
- INOUE, M. T.; FIGUEIREDO FILHO, A.; LIMA, R. **Influência do espaço vital de crescimento na altura e diâmetro de *Pinus taeda* L.** Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 377-385, 2011.
- IPEF. **Notícias**. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, ed 206, p12, 2010. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ipefnoticias/ipefnoticias206.pdf>> Acesso em: 03 de Outubro de 2018.
- 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, v. 22, n. 1, 1998.

LIMA, Rodrigo et al. **Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de *Pinus taeda* L.** 2013.

MACEDO, Renato Luiz Grisi. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais.** UFLA: FAEPE, 2000.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das gimnospermas.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 158 p.

MORAES, M. A. et al. **Variação genética em progênies de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. Utilizando o delineamento sistemático tipo “leque”.** Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 175-183, 2013.

MORO, L. **PRODUTIVIDADE, CICLAGEM DE NUTRIENTES E ÍNDICES DO SISTEMA DRIS EM PLANTIOS DE PINUS SUBMETIDOS À ADUBAÇÃO NPK EM TRÊS IDADES.** Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Lages, Santa Catarina. 2017.

MOTTA, A. C. V.; Barbosa, J. Z.; CONSALTER, R.; REISSMANN, C. B. Nutrição e adubação da cultura de Pinus. In: **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras.** 1ed. Jaboticabal: FUNEP, 2014, v. 15, p. 383-426.

NELDER, J. A. **New kinds of systematic designs for spacing experiments.** Biometrics, p. 283-307, 1962.

NIKLES, D. G. et al. The first 50 years of the evolution of forest tree improvement in Queensland. In: **Tree improvement for sustainable tropical forestry. QFRI-IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia, 27 October-1 November 1996. Volume 1.** Queensland Forestry Research Institute, 1996. p. 51-64.

NUTTO, Leif et al. Utilização dos parâmetros da copa para avaliar o espaço vital em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 42, p. 110-122, 2001

OSARA, N. A. **Tendencias de la producción y consumo de la madera y el papel que desempeña la fertilización forestal.** Rev. de la Potasa, sección 22/19:1-2, 1968.

PACHECO, J. M. et al. Efeito da densidade inicial no crescimento de *Pinus taeda* L. na região Centro Sul do Paraná. **Scientia Forestalis, Piracicaba-SP**, v. 43, n. 106, p. 353-365, 2015.

PINUS BRASIL. **Pinus Brasil** AgroFlorestal LTDA. Disponível em: <www.pinusbrasil.com.br> Acesso em: 05 de abril. 2017.

REVISTA MADEIRA. Nutrição, edição nº83. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=600&subject>

=Nutri%C3%A7%C3%A3o&title=Pesquisas> Acesso em:20 de setembro de 2017.

SILVA, Alex Domingues et al. 4º Encontro Brasileiro de Silvicultura. **Evolução da tortuosidade do tronco de Pinus híbrido em plantio experimental em “Anel de Nelder” no Sudoeste do Paraná.** p. 37-40, 2018. Disponível em: <[https://expoforest.com.br/wp-content/uploads/2018/06/4%C2%BA-Encontro Brasileiro-de-Silvicultura.pdf](https://expoforest.com.br/wp-content/uploads/2018/06/4%C2%BA-Encontro-Brasileiro-de-Silvicultura.pdf)>. Acesso em: 10 agosto. 2018.

SILVA, Claudio Roberto da. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de Eucalyptus na região nordeste do Estado de São Paulo.** 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SIMÕES, João Walter et al. **Formação de florestas com espécies de rápido crescimento.** 1976.

SHIMIZU, Jarbas Yukio Shimizu. **Pinus na silvicultura brasileira.** Embrapa Florestas, 2008.

SIMÕES, J. W. et al. **A adubação acelera o desenvolvimento inicial de plantações de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.** IPEF. Piracicaba, v. 1, p. 59-80, 1970.

STAPE, JOSÉ LUIZ. **Utilização de delineamento sistemático tipo leque no estudo de espaçamentos florestais,** 1995.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D. **Insights from full-rotation Nelder spacing trials with Eucalyptus in São Paulo, Brazil.** Southern Forests, v. 72, n. 2, p. 91-98, 2010.