



CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

IAGO NERY MELO

EFEITO DOS ATRIBUTOS DE PREPARO DE SOLO, ADUBAÇÃO E
MATERIAL GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DE POVOAMENTOS
DE EUCALIPTO

Cruz das Almas

Junho/2016

IAGO NERY MELO

EFEITO DOS ATRIBUTOS DE PREPARO DE SOLO, ADUBAÇÃO E
MATERIAL GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DE POVOAMENTOS
DE EUCALIPTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pelo estudante Iago Nery Melo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Elton da Silva Leite.

Cruz das Almas

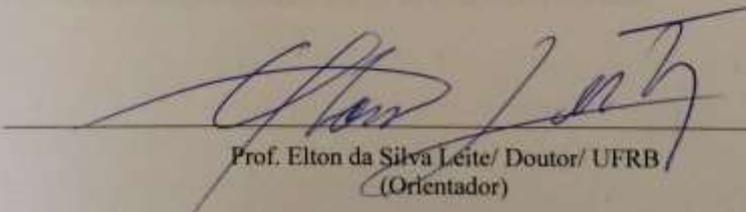
Junho/2016

EFEITO DOS ATRIBUTOS DE PREPARO DE SOLO, ADUBAÇÃO E MATERIAL
GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO

IAGO NERY MELO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia -
UFRB pelo estudante Iago Nery Melo como requisito
parcial para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Elton
da Silva Leite.

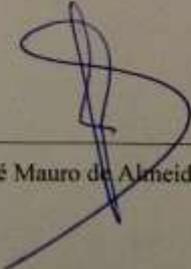
Aprovado em: 28/06/2016 (28 de junho de 2016).
Comissão examinadora:



Prof. Elton da Silva Leite/ Doutor/ UFRB
(Orientador)



Prof. Deoclides Ricardo de Souza/ Doutor/ UFRB



Prof. José Mauro de Almeida / Doutor/ UFRB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela dádiva da vida.

Ao meu pai Geovanio e minha mãe Eline, pelos exemplos, cuidados, esforços e principalmente pelo amor.

A minha irmã Meline, pela preocupação, cuidados e amor.

As minhas avós, em especial Vó Emília, pelos princípios, ensinamentos, amor... enfim, por tudo!

Aos meus tios, em especial a Gilda e João, pelo carinho e cuidados.

A minha namorada Catiúrsia, pelo apoio, cuidados e amor.

Ao meu orientador Prof. Dr. Elton da Silva Leite, pelos ensinamentos, paciência, oportunidades concedidas e amizade.

Aos meus amigos, em especial a Daniel, João e Uanderson, pelos anos de amizade.

Aos amigos de turma Jailton, Thiago e Victor, pelos bons momentos.

Aos mestres que contribuíram para a minha formação.

Aos funcionários, em especial a Denir, pelos ensinamentos e disposição em ajudar.

A todos amigos da turma 2011.1 de Engenharia Florestal.

OBRIGADO A TODOS!

SUMÁRIO

RESUMO	iii
CAPÍTULO I.....	5
Efeito do preparo de solo, adubação e material genético no desenvolvimento inicial de eucalipto.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. Área de estudo	7
2.2. Práticas silviculturas	7
2.3. Análises experimentais	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. Ensaio fatorial I: 4x2 (preparos de solo x adubações).....	9
3.2. Ensaio fatorial II: 2x2 (materiais genéticos x adubações).....	11
4. CONCLUSÕES.....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO II.....	17
Variabilidade espacial e temporal de diâmetro e altura de povoamentos de eucalipto sob diferentes preparos de solo, adubações e material genético	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	19
2.1. Área de estudo	19
1.1. Práticas silviculturas	19
2.3. Análise dos dados	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1. Desenvolvimento em altura.....	23
3.2. Desenvolvimento em diâmetro.....	26
4. CONCLUSÕES.....	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

Os plantios florestais vêm se expandindo, havendo a necessidade de desenvolver estudos que objetivem o acréscimo de produtividade aos povoamentos. Objetivou-se com este presente estudo avaliar o efeito dos atributos de preparo de solo (convencional, reduzido e direto), adubação (química e orgânica) e material genético (dois híbridos clonais) na produtividade de povoamentos de eucalipto nos dois primeiros anos de idade. Foram desenvolvidos dois capítulos. O capítulo I - Efeito do preparo de solo, adubação e material genético no desenvolvimento inicial de eucalipto, foram utilizados dois esquemas fatoriais com quatro repetições, ficando evidenciado que apenas o efeito do preparo do solo no primeiro ano apresentou diferenças, sendo o preparo convencional de maior produtividade, o material genético e adubação não apresentaram diferenças de altura e diâmetro até o segundo ano de idade. No capítulo II –Variabilidade espacial e temporal de diâmetro e altura de povoamentos de eucalipto sob diferentes preparos de solo, adubações e material genético. Por meio da geoestatística, o primeiro ano apresentou melhores desenvolvimento no preparo convencional. Já no segundo ano, o plantio direto e preparo reduzido apresentaram superiores valores de altura e o preparo convencional apresentou valores superiores de diâmetro. Ambos os clones e adubações apresentaram desenvolvimentos similares.

Palavras-chave: Inventário florestal, plantio direto e reduzido.

ABSTRACT

The forest plantations are expanding, with the need to develop studies that aim to increase the productivity of forest stands. The objective of this present study was to evaluate the effect of soil preparation attributes (conventional, reduced and direct), fertilizer (chemical and organic) and cloned plants (two clonal hybrids) in eucalypt plantation productivity in the first two years. Two chapters were developed. Chapter I - soil preparation Effect, fertilization and genetic material in the initial development of eucalyptus, was performed two factorial scheme with four replications, showed that only the effect of tillage in the first year obtained differences, and conventional tillage higher productivity, the genetic material and fertilization showed no differences in height and diameter to the second year of age. Chapter II -Variability spatial and temporal diameter and height of eucalyptus stands under different soil tillage, fertilization and genetic material, which by means of geostatistics, the first year resulted in better development in conventional tillage, in the second year till and reduced had higher height values and conventional tillage resulted in greater diameter. Both clones and fertilizations showed similar developments.

Keywords: Forest inventory, direct and reduced planting

CAPÍTULO I

EFEITO DO PREPARO DE SOLO, ADUBAÇÃO E MATERIAL GENÉTICO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO

RESUMO: O eucalipto é uma das espécies florestais que supri a demanda de madeira e o manejo do solo e material genético podem influenciar a produtividade, sendo importante conhecer estes efeitos para promover melhorias na produtividade. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito do preparo de solo, adubação e material genético no desenvolvimento inicial de eucalipto em função da idade. Foram utilizados dois esquemas fatoriais com quatro repetições: no ensaio 1) 4x2, quatro tipos de preparo de solo (convencional, subsolagem, coveamento a 0,30 m e 0,60 m de profundidade), duas adubações (química e orgânica), evidenciou que apenas o efeito do preparo do solo no primeiro ano mostrou diferenças, sendo o preparo convencional de maior produtividade. Já no ensaio 2) 2x2, dois híbridos clonais de eucalipto e duas adubações (química e orgânica), observou que a altura e o diâmetro não apresentaram diferenças até os 24 meses de idade.

Palavras-chave: floresta, dendrometria, produtividade

EFFECT OF SOIL PREPARATION, FERTILIZATION AND CLONED PLANTS IN STARTING DEVELOPMENT OF EUCALYPTUS

ABSTRACT: Eucalyptus is one of the tree species that provide back the demand for wood and soil management and cloned plants can influence productivity, need to know these effects to promote increased production. In this context, the objective was to evaluate the effect of soil preparation, fertilization and genetic material in the initial development of eucalyptus according to age. Was performed two factorial scheme with four replications: in test 1) 4x2, four types of soil tillage (conventional, subsoiling, coveamento 0.30 I 0.60 m), two fertilizer (chemical and organic), showed that only the effect of soil preparation in the first year obtained differences, and conventional preparation increased productivity. In the test 2) 2x2, two hybrid clonal eucalyptus and two fertilizers (chemical and organic), noted that the height and diameter showed no differences to the second year of age.

Keywords: forest, factorial, productivity.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o *Eucalyptus* spp. é um dos gêneros florestais que mais atende à demanda de matéria prima no processo industrial, totalizando uma arrecadação anual de 76 bilhões de reais em tributos de empresas de base florestal (ABRAF, 2013). O híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, apresenta elevada produtividade e é o mais encontrado nos povoamentos florestais no Brasil (SOUZA et al., 2004). A produtividade desta espécie pode ser prejudicada, entre outros fatores, pelo manejo inadequado do solo e do material genético.

Segundo Matos et al. (2012), avaliações de campo que observem o desenvolvimento de clones de eucaliptos, são essenciais para auxiliar produtores na planejamento e condução dos plantios.

A busca por materiais genéticos que tenham alta produtividade, aumenta ao passo que os plantios florestais se expandem em áreas com níveis de alta deficiência nutricional (RIBEIRO, 2015). Com isso, a busca por alternativas de adubação que aumentem a produtividade, se torna essencial.

A adição de material orgânico ao solo, surge como opção, pois tem a capacidade de alterar consideravelmente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a fertilidade do mesmo, levando ao acréscimo da produção nos plantios florestais (TOLEDO, 2013).

Em relação ao manejo do solo, é necessário o uso de práticas em seu preparo, que visem o aumento da produtividade. De acordo com Stape et al. (2002), o preparo de solo proporciona maior índice de sobrevivência pós-plantio e elevada produtividade.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito do preparo de solo, adubação e material genético no desenvolvimento inicial de eucalipto em função da idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Campus de Cruz das Almas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (12°40'19" latitude sul e 39°06'23" de longitude oeste de Greenwich e com altitude média de 220 m. O clima da região segundo Köppen (1948) é classificado como As (tropical com ocorrência de inverno chuvoso). O solo é classificado de acordo com o sistema brasileiro de classificação dos solos, como Latossolo Amarelo Álico Coeso (EMBRAPA, 2006).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o índice pluviométrico foi de 71.2, 90.4, 89.6, 72.7, 32.3, 131, 82.2, 76.2, 174.1, 83.3, 219.6, 78.2, 88.6, 28.2, 31.5, 58.1, 47.1, 88.7, 29, 115.2, 266.5, 222.3, 143.2, 106.5 mm, referente ao período de setembro de 2013 a setembro de 2015.

A resistência do solo a penetração foi medida em função do tratamento e profundidade aos dois anos de idade (Tabela 1).

2.2. Práticas silviculturas

As mudas foram produzidas a partir de dois materiais genéticos, em tubetes de polycarbonato e apresentavam 30 cm de altura e idade de 78 dias. O transplante foi realizado em setembro de 2013 de forma manual e no espaçamento 3,0 x 3,0 m, sendo utilizado 600 ml de hidrogel por planta.

Os preparos de solo foram mecanizados, sendo: convencional (uma aração, duas gradagens e as covas foram de 0,30 de profundidade e 0,40 m de diâmetro), plantio reduzido (subsolação a 0,57 m de profundidade) e plantio direto (cova a 0,3 e a 0,6m de profundidade e 0,40 m de diâmetro). Os preparos foram realizados pelo método mecanizado.

A resistência do solo à penetração foi medida em função do tratamento e profundidade, a 0,30 m da planta e entre linhas (Tabela 1).

Tabela 1. Resistência à penetração e umidade do solo em função do tratamento e profundidade.

Tratamento*	Profundidade (cm)					
	Resistência (mPa)			Umidade volumétrica (%)		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
QC60	2.0	2.2	2.2	16.3	16.7	17.5
OC60	1.9	2.1	2.0	17.1	17.9	16.6
QC30	1.7	2.3	1.6	17.4	16.8	18.4
OC30	2.0	2.5	2.3	19.1	18.5	17.9
QS	2.3	3.0	2.8	17.3	18.2	18.0
OS	2.0	2.1	2.0	18.8	17.6	18.3
QG	2.0	2.9	2.8	15.3	17.3	17.8
OG	1.5	2.6	2.7	16.0	18.6	18.5

*Q=adubação química; O=adubação orgânica; C30=covas 0,30m; C60=covas 0,60m; S=subsolagem; G=preparo convencional.

As análises químicas de solo e da matéria orgânica (esterco bovino) foram realizadas no laboratório de Solo da Universidade Federal de Viçosa (Tabela 2 e 3). A partir desses dados foi estimada a adubação química de 136g de NPK (10-30-10) e a adubação de cobertura de 84g (duas doses de 42g) de NPK (20-0-20). A adubação orgânica foi de 6,38 litros esterco por planta, estimado com base no teor de fósforo, a densidade do esterco era de 0,51 mg cm⁻³. Os insumos (químico e orgânico) foram distribuídos nas covas no sistema convencional e de plantio direto e distribuído na linha no cultivo reduzido, atendendo as práticas adotada pelas empresas florestais.

Tabela 2. Análise química do solo em função da profundidade.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	Classe Textural
	H ₂ O	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³				
0 - 20	5.58	2.8	40	-	0.45	0.35	0.2	3.1	Franco-Arenosa
20 - 40	5.24	1.2	17	-	0.35	0.19	0.68	3.9	Franco-Argilo-Arenosa

Tabela 3. Análise química do esterco bovino.

Nutriente	%
Fósforo	1,25
Nitrogênio	1,16
Potássio	0,77
Enxofre	0,20
Cálcio	1,93
Magnésio	0,88
Umidade	28,8

O controle de formigas foi monitorado periodicamente na área e com eventual aplicação de formicida granulado e em pó-químico, de princípio ativo sulfuramida e

deltrametrina respectivamente. As plantas invasoras foram controladas com capinas manuais nas linhas de plantio (faixa de 1,5 m) durante o primeiro ano e roçadas nas entre linhas.

2.3. Análises experimentais

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As unidades amostrais foram constituídas por 20 plantas, distribuídas em quatro linhas com cinco árvores. Foram mensuradas as seis plantas localizadas no centro das parcelas e calculada a média, onde foram medidas as variáveis de diâmetro na altura do solo e altura total, com o auxílio de uma fita métrica e um hipsômetro a laser, marca Laser Technology, modelo TRUPULSE 200B. Desta forma, utilizou-se dois ensaios fatoriais.

Ensaio I - Fatorial 4x2, com quatro preparos de solo (convencional, reduzido-subsolagem, direto- coveamento a 0,30m e 0,6 m de profundidade com 0,40 de diâmetro) e duas adubações (química e orgânica). Os tratamentos foram: T1-QC30, T2-OC30, T3-QS, T4-OS, T5-QC60, T6-OC60, T7-QG, T8-OG;

Ensaio II - Fatorial 2x2, com dois tipos adubações (química e orgânica) e dois materiais genéticos (híbridos clonais de alta produtividade). Os tratamentos foram: T1-1Q, T2-1O, T3-2Q, T4-2.

Sendo: 1=clone 1, 2=clone 2, Q=adubação química e O=adubação orgânica, S=subsolagem, C60=cova 60 cm, C30=cova 30 cm, G=preparo convencional.

Aplicou-se a análise de variância (ANOVA) em arranjo fatorial (5% de significância) dos ensaios 1 e 2, aos 12 e 24 meses, com quatro repetições, para verificar a existência de interação entre os fatores de altura total e diâmetro a altura do solo. Havendo rejeição da hipótese, aplicou-se o teste de Tukey (5% de significância) para diferenciação das médias, com o emprego do software SAEG 9.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ensaio fatorial I: 4x2 (preparos de solo x adubações)

Observa-se que as interações foram não significativas e apenas o efeito do preparo de solo no ano um apresentou diferenças de diâmetro e altura (Tabela 4). Esses resultados se assemelham aos encontrados por Wichert (2005), que estudou o desenvolvimento inicial de eucalipto e observou que no primeiro ano de plantio, não houve diferença estatística entre o plantio reduzido e direto. Isto mostra a importância de estudos que avaliem o desenvolvimento de eucalipto submetidos a preparo convencional.

Tabela 4. Análise de variância do diâmetro e altura de *E. grandis* x *E. urophylla* em função do preparo de solo e adubação.

	F. variação	12 meses				24 meses		
		GL	QM	F	Signif.	QM	F	Signif.
Diâmetro	Preparo de solo	3	3.18	7.28	**	1.35	0.57	ns
	Adubação	1	0.45	0.10	ns	0.11	0.00	ns
	Preparo x Adubação	3	0.44	1.01	ns	1.63	0.69	ns
	Resíduo	24	0.43			2.36		
	Total	31						
Altura	Preparo de solo	3	1.44	2.62	**	1.64	1.00	ns
	Adubação	1	0.21	0.38	ns	1.24	0.76	ns
	Preparo x Adubação	3	0.31	0.57	ns	0.44	0.27	ns
	Resíduo	24	0.54			1.63		
	Total	31						

A Tabela 5 evidencia as médias do preparo convencional maiores diâmetro e altura no primeiro ano em relação ao preparo de subsolagem, coveamento a 0,30 e 0,60m de profundidade. Fato que pode ser explicado pelo maior aumento da porosidade do solo neste preparo, proporcionando menores valores de resistência do solo a penetração, além do fato que nos primeiros meses após a implantação, a quantidade de chuva ser maior que os demais meses.

Tabela 5. Médias da altura de *E. grandis* x *E. urophylla*, em função do preparo de solo e adubação.

Preparo	Diâmetro (cm)	Altura (m)
1 – Cova 30 cm	4.3 c	2.8 a
2 – Cova 60 cm	4.6 ab	3.1 a
3 - Convencional	5.3 a	3.9 b
4 - Subsolagem	4.2 c	2.7 a

Esses resultados diferem dos encontrados por Bernadi (2012), que constatou que no desenvolvimento de eucalipto, aos 12 meses do plantio, não há diferença estatística entre os preparos de solo para o diâmetro. Fato que pode ser explicado por o autor não utilizar o preparo convencional em seu estudo, além característica física do solo apresentar baixos valores de resistência a penetração.

Em relação à altura, observa-se que o plantio direto apresentou valores semelhantes aos do cultivo reduzido (Tabela 5). Esses resultados diferem dos encontrados no sul da Bahia por Stape et al. (2002), que observaram plantas submetidas a subsolagem, estas apresentaram maiores valores em altura ao compara-las as árvores submetidas ao preparo com coveamento até os 12 meses de idade. Essa diferença pode estar associada

ao alto índice pluviométrico da região e o tipo de solo, o espaçamento e o material genético ao compara-lo ao local do presente estudo.

No segundo ano de plantio, observa-se que não houve diferença estatística para diâmetro e altura em função do preparo de solo e adubação (Tabela 4). Estes resultados diferem dos encontrados por Finger (1996), este concluiu que a subsolagem proporciona o maior crescimento de *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura até o quinto ano de idade. Esse fato pode ser explicado pelo tipo de solo do local do estudo.

Em relação a adubação, observa-se na Tabela 4, que não houve diferença significativa para o diâmetro e altura em função da adubação. Resultados se assemelham com os encontrados por Ribeiro (2015), que não observou diferenças em diâmetro e altura de eucalipto adubados com esterco suíno, se comparadas a plantas que receberam adubação química.

Toledo (2013) reforça os resultados (Tabela 4), pois evidenciou desenvolvimento em diâmetro de eucalipto e pinus, maiores em plantas que receberam doses crescentes de matéria orgânica, porém essa adubação não se mostra mais eficaz do que a adubação química, em plantios comerciais de eucalipto. Lima (2005), reforça que a adubação química e/ou orgânica é eficiente em plantios florestais com espécies do gênero *Eucalyptus*, pois proporciona um acréscimo na produção.

Em relação ao material genético, observou-se na Tabela 4, que não houve diferença estatística para os parâmetros de diâmetro e altura nas duas idades. Tal fato, pode ser explicado pelo uso de híbridos de alta produtividade no presente estudo. Os resultados se assemelham aos encontrados por Matos et al. (2012), que avaliando o desenvolvimento inicial de clones de eucalipto na amazônia e observaram que não houve diferenças estatisticamente significativas.

3.2. Ensaio fatorial II: 2x2 (materiais genéticos x adubações)

De acordo com os resultados da Tabela 6, observa-se que não houve diferença significativa para o diâmetro e altura em função do material genético nas duas idades. Isto está relacionado aos materiais genéticos de alta produtividade utilizados no presente estudo. Os resultados se assemelham aos encontrados por Coutinho et al. (2004), em que não houve diferenças estatística no diâmetro e altura de clones de eucaliptos aos 12 meses de idade.

Tabela 6. Análise de variância do diâmetro e altura de *E. grandis* x *E. urophylla*, em função do material genético e adubação.

	F. variação	12 meses				24 meses		
		GL	QM	F	Signif.	QM	F	Signif.
Diâmetro	Clone	1	0.14	0.46	ns	0.22	0.68	ns
	Adubação	1	0.39	1.29	ns	0.18	0.54	ns
	Clone x Adubação	1	0.27	0.91	ns	0.27	0.83	ns
	Resíduo	12	0.30			0.32		
	Total	15						
Altura	Clone	1	1.82	0.47	ns	1.26	6.52	ns
	Adubação	1	1.96	0.51	ns	1.62	8.38	ns
	Clone x Adubação	1	0.62	0.02	ns	0.56	0.02	ns
	Resíduo	12	3.80			0.19		
	Total	15						

Os resultados encontrados (Tabela 6), se assemelham aos encontrados por Matos et al. (2012), que avaliando o desenvolvimento inicial de clones de eucalipto, não observaram diferenças significativas que em relação ao diâmetro e altura. Toledo (2013) reforça esses resultados, evidenciando que o desenvolvimento em diâmetro de eucalipto e de pinus, foram iguais estatisticamente em plantas que receberam a adubação química e orgânica. A adubação química e, ou, orgânica é eficiente em plantios florestais com espécies do gênero *Eucalyptus*, pois proporciona um acréscimo na produção (LIMA, 2005).

Esses resultados se assemelham com os encontrados por Matos et al. (2012), que avaliando o desenvolvimento inicial de eucalipto e fertilidade do solo, não observou correlação entre os fatores.

Os resultados (Tabela 6) diferem dos encontrados no cerrado brasileiro por Silva et al. (2012), que concluíram que tratamentos onde adicionou-se 1kg de composto orgânico por cova, obtiveram uma produção significativamente superior aos tratamentos que utilizaram o composto mineral. Essa diferença pode ser atribuída ao tipo de composto orgânico utilizado pelo autor, ao índice pluviométrico do local, além da proximidade do lençol freático.

3.3. Desenvolvimento do eucalipto aos 12 e 24 meses de idade

As médias evidenciam que o diâmetro foi de 4,61 e 10,80 cm e altura de 3,14 e 10,42 m aos 12 e 24 meses, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Stape et al. (2012) e Coutinho et al. (2004), avaliando o desenvolvimento do híbrido. Este

fato mostra que a condução adequada do povoamento, resultou em bom desenvolvimento do mesmo na região.

É necessário que o povoamento continue sendo monitorado para que seja observado o seu desenvolvimento quando submetido a diferentes preparos de solo e adubações e que no futuro possa ser determinado as melhores condições para o cultivo na região.

4. CONCLUSÕES

O ensaio 1, evidenciou que apenas o efeito do preparo do solo no primeiro ano mostrou diferenças significativas, sendo que o preparo convencional (1 aração e 2 gradagem) apresentou maior produtividade. Já no ensaio 2, observou-se que a altura e o diâmetro não apresentaram diferenças estatisticamente significativas até o segundo ano de idade. O eucalipto apresentou até os 24 meses desenvolvimento similar aos observados outros locais, sendo indicado para o estabelecimento de povoamentos na região.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF**: ano base 2012. Brasília, 2013. 148 p.

BERNARDI, C. A. **Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Grarapuava, PARANÁ**. 2010. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná.

COUTINHO, J.L.B.; SANTOS, V.F.; FERREIRA, R.L.C.; NASCIMENTO, J.C.B. 2004. Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp. Na zona da mata Pernambucana. I: Resultados do primeiro ano – 2001. **Revista Árvore**, 28(6): 771-775.

DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional**. 268 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia. 2004

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006.306 p.

FINGER, C.A.G.; SCHUMACHER, M.V.; SCHNEIDER, P.R.; HOPPE, J.M. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p. 137-145, nov. 1996.

LIMA, I. L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. 2005. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

MATOS, G. S. B.; SILVA, G.R.; GAMA, M. A. P.; VALE, R. S.; ROCHA, J. E. C. 2012. Desenvolvimento inicial e estado nutricional de clones de eucalipto no nordeste do Pará. **Acta Amazônica**, 42(4):491-500.

RIBEIRO, E. P.; MAGALHÃES, J. L.; RODRIGUES, A. A.; RODRIGUES, D. A.; FRAZÃO, M. A.; RODRIGUES, C. L. Análise inicial do super clone de eucalipto adubado com lodo de efluente suíno. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 399-407, 2015.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L.V.A.; TAKAHASHI, E.N. & CAMARGO, M.A.F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Scientia Florestalis**, 56:69-83, 1999.

SILVA, M. O. P.; CORRÊA, G. F.; COELHO, L.; RABELO, P. G. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, **Supplement 1**, p. 212-222, Mar. 2012.

SOUZA, C.R. et al. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, n.65, p.95-101, 2004

STAPE, J. A.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L.C.; RIBEIRO, J.A. Definição de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. IPEF, 2002. Cap. 8, p. 297-311.

TOLEDO, M. A. S. **Efeito da aplicação de lodo de esgoto compostado na fertilidade do solo e no crescimento inicial de pinus e eucalipto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

WICHERT, M. C. P. **Erosão hídrica e desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de preparo de solo no Vale do Paraíba - SP**. 2005. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2005.

CAPÍTULO II

VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DE DIÂMETRO E ALTURA DE POVOAMENTOS DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES PREPAROS DE SOLO, ADUBAÇÕES E MATERIAL GENÉTICO

RESUMO: Para quantificar a produtividade dos maciços florestais, o uso da geoestatística se torna uma alternativa, pois é possível localizar em escala espacial os locais de maior produtividade. Nesse contexto, objetivou-se neste capítulo, avaliar a variabilidade espacial e temporal de diâmetro e altura de povoamentos de eucalipto sob diferentes preparos de solo, adubações e material genético. Foram utilizados quatro tipos de preparo de solo, duas adubações e dois materiais genéticos. As plantas foram georreferenciadas em uma malha regular. O preparo de solo convencional obteve o melhor resultado no crescimento em altura aos 12 meses e o plantio direto e reduzido apresentaram melhores resultados aos 24 meses. No desenvolvimento em diâmetro, o preparo de solo convencional foi melhor aos 12 e 24 meses. Ambos os materiais genéticos e adubações apresentaram desenvolvimentos similares. A variabilidade temporal evidenciou maiores incrementos para o diâmetro e altura com o aumento da idade.

Palavras-chave: geoestatística, produtividade, krigagem

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY AT THE DEVELOPMENT OF EUCALYPTUS SUBMITTED AN DIFFERENT GROUND PREPARATIONS, FERTILIZATIONS AND CLONED PLANTS

ABSTRACT: To quantify the productivity of forest regions, the use of geostatistics becomes an alternative, it is possible to locate in spatial scale local higher productivity. In this context, the aim of this chapter, evaluate spatial and temporal variability in diameter and height of eucalyptus stands under different soil preparation, fertilization and genetic material. Four types of soil preparation, fertilization and two genetic materials were used. The plants were georeferencing in a regular grid. Geostatistics was able to determine the spatial variability of *E. grandis* x *E. urophylla*. In the first year, the best development was observed in conventional tillage. In the second year, the highest height values were observed in direct and reduced planting, while for diameter was conventional tillage. Both clones and fertilizations showed similar developments.

Keywords: geostatistics, productivity, kriging

1. INTRODUÇÃO

O setor de base florestal se destaca na economia do Brasil. Em 2012, gerou 4,4 milhões de empregos diretos e indiretos, em paralelo ao crescimento de 4,5% em área plantada em relação ao ano anterior, totalizando aproximadamente 5 milhões de hectares (ABRAF, 2013).

De acordo com Ribeiro (2015), essa expansão, é impulsionada, principalmente, por conta da disponibilidade de clones adaptados, juntamente com práticas adequadas de uso e manejo do solo, possibilitando o ganho em produtividade.

Para o desenvolvimento dos povoamentos e obtenção de maiores produtividades, é necessário o uso adequado dos recursos e manejo. A produção pode ser prejudicada, entre outros fatores por características físico-químicas do solo.

Uma das formas de alterar a condição física do solo é através de seu preparo, buscando criar condições estruturais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da planta, tanto da parte aérea quanto das raízes (STAPE et al. 2002).

Além do preparo do solo, recomenda-se atentar-se ao método de adubação, já que povoamentos florestais tendem a se expandir para áreas com baixa fertilidade. Segundo Lima (2005), a adubação química e, ou, orgânica é eficiente em plantios florestais com espécies do gênero *Eucalyptus*, pois proporciona um acréscimo na produção.

Para quantificar a produtividade dos maciços florestais em escala temporal e espacial, é necessário o uso de amostragens que permitam a obtenção de informações confiáveis, é necessário a utilização de outras técnicas que auxiliem na quantificação da produção. Uma das alternativas, é o uso da geoestatística na realização de estimativas com um número menor de amostras, se comparados com técnicas que utilizam a estatística convencional, além da vantagem de localização e distribuição espacial da variável de estudo (CARVALHO et al., 2002).

Neste contexto, objetivou-se neste estudo, avaliar variabilidade espacial e temporal de diâmetro e de altura de povoamentos de eucalipto sob diferentes preparos de solo, adubações e material genético.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Campus de Cruz das Almas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (12°40'19" latitude sul e 39°06'23" de longitude oeste de Greenwich e com altitude média de 220 m. O clima da região segundo Köppen (1948) é classificado como As (tropical com ocorrência de inverno chuvoso). O solo é classificado de acordo com o sistema brasileiro de classificação dos solos, como Latossolo Amarelo Álico Coeso (EMBRAPA, 2006).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o índice pluviométrico foi de 71.2, 90.4, 89.6, 72.7, 32.3, 131, 82.2, 76.2, 174.1, 83.3, 219.6, 78.2, 88.6, 28.2, 31.5, 58.1, 47.1, 88.7, 29, 115.2, 266.5, 222.3, 143.2, 106.5 mm, referente ao período de setembro de 2013 a setembro de 2015.

A resistência do solo a penetração foi medida em função do tratamento e profundidade aos dois anos de idade (Tabela 1).

1.1. Práticas silviculturas

As mudas foram produzidas a partir de dois materiais genéticos, em tubetes de policarbonato e apresentavam 30 cm de altura e idade de 78 dias. O transplante foi realizado em setembro de 2013 de forma manual e no espaçamento 3,0 x 3,0 m, sendo utilizado 600 ml de hidrogel por planta.

Os preparos de solo adotados foram: convencional (uma aração, duas gradagens e as covas foram de 0,30 m de profundidade e 0,40 m de diâmetro), plantio reduzido (subsolação a 0,57 m de profundidade) e plantio direto (cova a 0,3 e a 0,6 m de profundidade e 0,40 m de diâmetro). Os preparos foram realizados pelo método mecanizado.

A resistência do solo a penetração foi medida em função do tratamento e profundidade (Tabela 1).

Tabela 1. Resistência à penetração e umidade do solo em função do tratamento e profundidade.

Tratamento*	Profundidade (cm)					
	Resistência (mPa)			Umidade volumétrica (%)		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
QC60	2.0	2.2	2.2	16.3	16.7	17.5
OC60	1.9	2.1	2.0	17.1	17.9	16.6
QC30	1.7	2.3	1.6	17.4	16.8	18.4
OC30	2.0	2.5	2.3	19.1	18.5	17.9
QS	2.3	3.0	2.8	17.3	18.2	18.0
OS	2.0	2.1	2.0	18.8	17.6	18.3
QG	2.0	2.9	2.8	15.3	17.3	17.8
OG	1.5	2.6	2.7	16.0	18.6	18.5

*Q=adubação química; O=adubação orgânica; C30=covas 0,30m de profundidade; C60=covas 0,60m de profundidade; S=subsolagem; G=preparo convencional.

As análises de solo e da matéria orgânica (esterco bovino) foram realizadas no laboratório de Solo da Universidade Federal de Viçosa (Tabela 2 e 3). A partir desses dados foi estimada a adubação química de 136g de NPK (10-30-10) e a adubação de cobertura de 84 g de NPK (20-0-20). A adubação orgânica foi de 6,38 litros esterco por planta, estimado com base no teor de fósforo, a densidade do esterco era de $0,51 \text{ mg cm}^{-3}$. Os insumos químico e orgânico foram distribuídos na cova no sistema convencional e plantio direto e distribuído na linha no cultivo reduzido, atendendo as práticas adotada pelas empresas florestais.

Tabela 2. Análise química do solo em função da profundidade.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	Classe Textural
	H ₂ O	mg.dm ⁻³			cmolc.dm ⁻³				
0 - 20	5.58	2.8	40	-	0.45	0.35	0.2	3.1	Franco-Arenosa
20 - 40	5.24	1.2	17	-	0.35	0.19	0.68	3.9	Franco-Argilo-Arenosa

Tabela 3. Análise química do esterco bovino.

Nutriente	%
Fósforo	1,25
Nitrogênio	1,16
Potássio	0,77
Enxofre	0,20
Cálcio	1,93
Magnésio	0,88
Umidade	28,8

O controle de formigas foi monitorado periodicamente na área e com eventual aplicação de formicida granulado e em pó-químico, de princípio ativo sulfuramida e deltrametrina respectivamente. As plantas invasoras foram controladas com capinas manuais nas linhas de plantio (faixa de 1,5 m) durante o primeiro ano e roçadas nas entre linhas.

2.3 Análise dos dados

Para o georreferenciamento dos indivíduos, gerou-se uma malha de pontos no ArcGIS 10.2 no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros com o auxílio da ferramenta HawsTools. Posteriormente os pontos foram georreferenciados, determinando assim as coordenadas X e Y. Foram georreferenciados 720 pontos na área e mensurados a altura e diâmetro na altura do solo. Foram descartadas 2 linhas de bordadura em todo perímetro do povoamento.

Nas mensurações do diâmetro na altura do solo e altura total da planta, utilizou-se uma fita métrica e uma mira a laser, marca Laser Technology, modelo TRUPULSE 200B.

Nas análises das distribuições espaciais e semivariogramas, utilizou-se o software GS+ (Robertson, 1998). Os modelos de semivariogramas, foram escolhidos com base nos maiores valores de R^2 e IDE (índice de dependência espacial). Para classificar o índice de dependência espacial como baixo, médio ou alto, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994). Foi utilizada a classificação de Gomes e Garcia (2002), para determinar classes de variabilidade do coeficiente de determinação (R^2)

Na criação dos mapas com o layout das parcelas, foi gerado um arquivo no formato “grd” no GS+, transferido para o ArcGis e posteriormente sobreposto o layer das parcelas sobre o mapa de distribuição espacial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A existência de dependência espacial foi confirmada pelos semivariogramas (Tabela 4), tanto de diâmetro, quanto de altura, valores próximos foram encontrados nos trabalhos de Mello (2004) e Lima et al. (2010).

De acordo com a Tabela 4, o modelo selecionado para as características avaliadas, foi o exponencial, exceto na análise da altura do segundo ano. Fato este também observado por Mello (2004), que utilizou a krigagem para analisar características dendrométricas de um povoamento de eucalipto.

As classes de variabilidade do coeficiente de determinação (R^2) para o diâmetro (DAS) no primeiro e segundo ano de plantio apresentaram alta variabilidade, sendo 37% e 48% respectivamente. A altura (HT) no primeiro e segundo ano de plantio apresentaram também alta variabilidade, sendo 46% e 49% respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2010), que avaliaram a relação entre o desenvolvimento do eucalipto e atributos do solo no cerrado brasileiro.

Os valores dos coeficientes de determinação (R^2), mostraram-se baixos para ambas as variáveis, nos dois anos estudados. Resultados semelhantes também foram encontrados por Lundgren et al. (2015), que constataram que a krigagem forneceu um baixo valor de R^2 , porém o mapa da krigagem mostrou-se útil para previsões localizadas geograficamente.

Tabela 4. Parâmetros dos modelos teóricos de semivariância ajustados para a altura total e diâmetro de *E. grandis* x *E. urophylla*, em função do ano.

Meses	Variável	Modelo	R^2 (1)	IDE (2)	Co (3)	Co + c (4)
12	Diâmetro	Exponencial	0.378	0.500	1.648	3.297
	Altura	Exponencial	0.486	0.500	1.566	3.133
24	Diâmetro	Exponencial	0.467	0.500	6.200	12.401
	Altura	Gaussiano	0.491	0.500	4.920	9.841

(1) Coeficiente de determinação; (2) Índice de dependência espacial; (3) Efeito pepita (4) Patamar.

Observa-se ainda na Tabela 4, que todos os índices de dependência espacial, possuem o valor de 50%, classificado como moderado ou médio para o primeiro e segundo ano do povoamento. Resultado semelhante foi encontrado por Souza (2015), ao concluir que todas as características dendrométricas do eucalipto possuem médio grau de dependência espacial. Esse fato pode ser explicado pela combinação de variáveis ambientais, pois nos primeiros anos o povoamento apresenta baixa influência de sítio e, portanto, são muito semelhantes (JUNIOR et al., 2007).

Os resultados de dependência espacial são similares aos encontrados por Carvalho et al. (2012), que ao estudar a produtividade do eucalipto através da geoestatística, observaram que os atributos do solo apresentam coeficientes de correlação e dependências espaciais entre médio e alto. As ausências de alta dependência podem estar associadas ao desenvolvimento inicial do povoamento, onde necessita de maiores acompanhamentos para avaliar seu ciclo de desenvolvimento.

Os resultados da Figura 1 em relação ao plantio direto e reduzido, se assemelham os encontrados por Stape et al. (2002) e Finger et al. (1996) que constataram através da estatística clássica, que o aumento na altura de eucalipto submetidos a subsolagem quando comparados ao coveamento até os 12 meses de idade. Fato que demonstra a importância de avaliar o desenvolvimento de eucalipto submetidos a preparo convencional.

O fato dos resultados observados na Figura 1 não serem semelhantes aos trabalhos citados, pode ser explicado por Louzada e Marciano (1995), citado por Bernardi (2010), que abordaram que nem sempre é fácil evidenciar os benefícios do preparo reduzido, principalmente a curto prazo, pois somente em algumas ocasiões, são capazes de propiciar aumento de produtividade em curto espaço de tempo.

Observa-se que o maior desenvolvimento médio das plantas foi de 11 – 12,5 cm nos preparos de solo que utilizaram a subsolagem e o coveamento a 0,60 m e 0,30 m (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Wichert (2005), que observou a biomassa área do eucalipto aumentou em preparos que utilizaram a subsolagem e o coveamento mecânico. O autor também observou que no primeiro ano de plantio, não houve diferença estatística para biomassa entre a subsolagem e o coveamento. Tal fato, pode explicar o comportamento semelhante das árvores submetidas a subsolagem e ao coveamento.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Gatto et al. (2003) como também por Maluf (1991) citado em Gatto et al. (2003), os quais constataram através da estatística clássica que houve maior produtividade nos plantios direto e preparos reduzidos.

De acordo com a Figura 2, observa-se que as adubações químicas apresentaram desenvolvimentos similares. Esses resultados condizem com os encontrados por Toledo (2013), o qual observou que a adubação orgânica não se mostra mais eficaz do que a adubação química para o desenvolvimento em altura e diâmetro em plantios comerciais de eucalipto.

Quando os resultados da Figura 2 são comparados com os da Figura 1, observa-se a tendência ao longo dos períodos avaliados de maior desenvolvimento em altura sob os efeitos de preparos, clones e adubações.

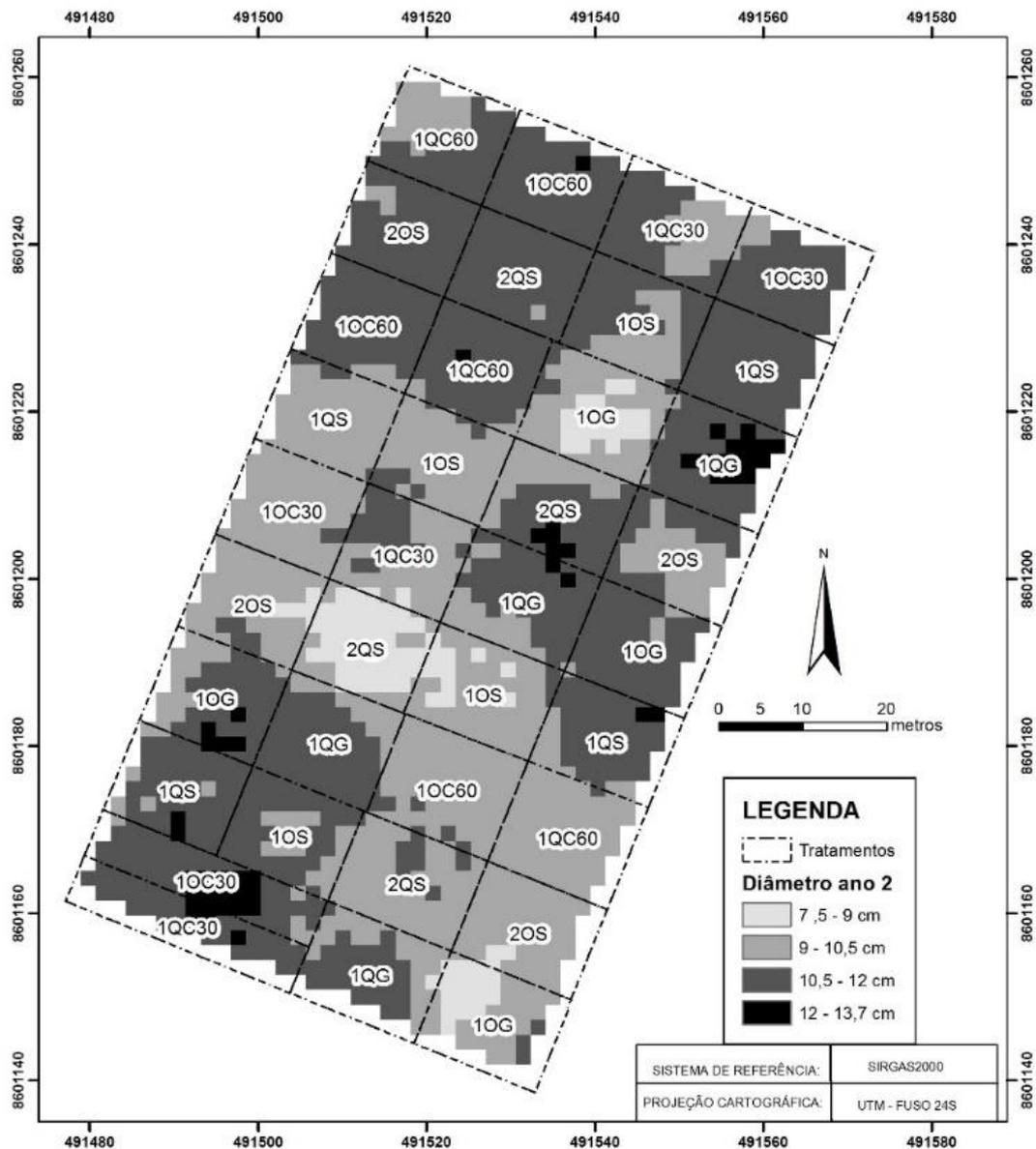


Figura 4. Distribuição espacial do diâmetro na altura do solo no segundo ano em povoamento de *E. grandis* e *E. urophylla*. 1=clone 1, 2=clone 2, Q=adubação química, O=adubação orgânica, S=subsolagem, Q=convencional, C30=cova 0, 30 m, C60=cova 0,60m

De acordo com a Figura 3, o preparo de solo convencional apresentou melhor desenvolvimento em diâmetro na altura do solo, fato observado pelos maiores valores na classe de 5,5 – 7,2 cm em relação aos demais preparos. Evidenciando similaridade com a variável altura. Observa-se na Figura 3, a subsolagem e coveamento apresentaram muitos valores na mesma escala, valores de 2,5 – 3,5 cm. Resultados semelhantes foram observados por Wichert (2005), que não encontrou diferença estatística para biomassa entre a subsolagem e o coveamento no primeiro ano de plantio.

Pode-se observar na Figura 3, que as adubações não propiciaram melhor desenvolvimento das plantas, se comparados entre si. Esses resultados corroboram com os encontrados por Ribeiro (2015), que não observou diferenças em diâmetro do caule de eucalipto adubados com esterco suíno, se comparadas a plantas que receberam adubação química.

Observa-se que na Figura 4, que as parcelas que tiveram os maiores valores de diâmetro, foram as submetidas ao preparo convencional, com diâmetro médio de 12,0 – 13,0 cm. As parcelas com menores valores, foram as quais utilizaram a subsolagem ou coveamento a 0,60 m.

Os resultados observados na Figura 4, diferem com os encontrados por Wichert (2005) e Dalmago (2004), que observaram que solos sob plantio direto apresentaram melhores condições físicas, nutricional e biológicas que aqueles sob preparo convencional. Pode-se associar essas condições do solo, ao desenvolvimento dos povoamentos. De acordo com Finger (1996), a subsolagem proporciona o maior crescimento de *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura, diferente dos resultados observados na Figura 5. Fato que pode ser explicado pelos diferentes tipos de solos e o uso de espécie agrícolas nos estudos citados.

Observa-se na Figura 4, que as adubações química e orgânica apresentaram desenvolvimentos similares. Os resultados se assemelham com os encontrados por Ribeiro (2015) e Toledo (2013), os quais não observaram diferenças estatísticas em diâmetro do eucalipto adubados com matéria orgânica compostada, se comparadas a plantas que receberam adubação química.

Os resultados observados na Figura 4, diferem aos encontrados por Silva et al. (2012), estes concluíram que tratamentos onde adicionou-se 1kg de composto orgânico por cova, obtiveram uma produção significativamente superior aos tratamentos que utilizaram o composto mineral. Tal fato, pode ser explicado pela capacidade das plantas de mesma espécie, proporcionam desenvolvimento diferentes quando avaliadas em locais distintos. Essas diferenças podem estar relacionadas as variações climáticas e de solo das regiões brasileiras (SANTANA et al. 2002).

4. CONCLUSÕES

A geoestatística foi capaz de determinar a variabilidade espacial das características de altura total e diâmetro na altura do solo de *E. grandis* x *E. urophylla*.

As classes de variabilidade do coeficiente de determinação (R^2) para o diâmetro e altura, apresentaram alta variabilidade e os índices de dependência espacial foram classificados como moderados.

O preparo de solo convencional (1 aração e 2 gradagem) obteve o melhor resultado no crescimento em altura aos 12 meses de idade e o plantio direto e reduzido apresentou melhores resultados aos 24 meses.

No desenvolvimento em diâmetro do primeiro e segundo ano, o preparo de solo convencional apresentou melhor desenvolvimento aos 12 e 24 meses.

Ambos materiais genéticos e adubações apresentaram desenvolvimentos similares.

A variabilidade temporal evidenciou maiores incrementos para os preparos de solo, adubações e material genético com o aumento da idade.

É esperado que com o aumento da idade, as parcelas que utilizaram a subsolagem e coveamento a 0,60m de profundidade, apresentem desenvolvimento superior as demais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNADI, C. A. **avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* maiden at cambage na Região de Guarapuava, PR.** 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Unicentro-PR

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CARVALHO, M. P.; MENDONÇA, V. Z.; PEREIRA, F. C. B. L.; ARF, M. V.; KAPPES, C.; DALCHIAVON, F. C. Produtividade de madeira de eucalipto correlacionada com atributos do solo visando ao mapeamento de zonas específicas de manejo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1797-1803, 2012.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBERTO, C. Propriedades físicas de um Latossolo afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p. 527-535, 2003.

DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional.** 268 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia. 2004.

DUARTE, S. J. **Variabilidade espacial do solo em sistema plantio direto estabilizado.** 2015. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

FINGER, C.A.G.; SCHUMACHER, M.V.; SCHNEIDER, P.R.; HOPPE, J.M. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p. 137-145, nov. 1996.

GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. M.; NEVES, J. C. L. 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*. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 635-646, Oct. 2003.

JUNIOR, H. K.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D. avaliação da continuidade espacial de características dendrométricas em diferentes idades de povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.859-866, 2007.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; NARIMATSU, K. C. P.; SILVA, M. M.; QUEIROZ, H. A. Atributos físico-químicos de um Latossolo do Cerrado Brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **R. Bras. Ciência do Solo**, 34:163-173, 2010.

LOUZADA, P. T. C. MARCIANO, L. Aspectos da utilização do sistema de cultivo mínimo na implantação de florestas de Eucalipto na Veracruz Florestal. In: Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas, 1995. Curitiba. **Anais**. Piracicaba: IPEF, 1995, 16p.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Estimação de volume de madeira de eucalipto por cokrigagem, krigagem e regressão. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 243-250.

MALUF, L. L. P. **Efeito da queima, métodos de preparo do solo e da adubação no crescimento de *E. camaldulensis* em Areia Quartzosa**. 1991. 78 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

MELLO, J. M. **Geoestatística aplicada ao inventário florestal**. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ORTIZ, J. L. **Emprego do geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de eucalipto e atributos do solo e do relevo.** 2003. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309p.

RIBEIRO, E. P.; MAGALHÃES, J. L.; RODRIGUES, A. A.; RODRIGUES, D. A.; FRAZÃO, M. A.; RODRIGUES, C. L. Análise inicial do super clone de eucalipto adubado com lodo de efluente suíno. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 399-407, 2015.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. 2002. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. *Revista Árvore*, 26(4): 447-457.

SILVA, M. O. P.; CORRÊA, G. F.; COELHO, L.; RABELO, P. G. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 212-222, Mar. 2012.

STAPE, J. A.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L.C.; RIBEIRO, J.A. Definição de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. IPEF, 2002. Cap. 8, p. 297-311.

TOLEDO, M. A. S. **Efeito da aplicação de lodo de esgoto compostado na fertilidade do solo e no crescimento inicial de pinus e eucalipto.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

WICHERT, M. C. P. **Erosão hídrica e desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* em um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de preparo de**

solo no Vale do Paraíba - SP. 2005. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.