

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE
PREPARO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE *Eucalyptus benthamii* Maiden at
Cambage NA REGIÃO DE GUARAPUAVA,PR**

IRATI

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE
PREPARO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO
INICIAL DE *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage
NA REGIÃO DE GUARAPUAVA, PR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CARLOS ALBERTO BERNARDI

IRATI-PR

2010

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO - *Campus* de Irati

B523a BERNARDI, Carlos Alberto.
Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Guarapuava, PR / Carlos Alberto Bernardi. – Irati, PR : UNICENTRO, 2010.

46f.

ISBN

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR

Orientadora : Professora Dra. Kátia Cylene Lombardi

Co-Orientador : Professor Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Co-Orientador : Professor Dr. Djalma Miler Chaves

1. Engenharia Florestal – dissertação. 2. Eucalipto.
I. Lombardi, Kátia Cylene. II. Watzlawick, Luciano Farinha.
III. Chaves, Djalma Miler. IV. Título.

CDD 20^a ed. 583.42



Universidade Estadual do Centro-Oeste

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PARECER

Defesa Nº 14

A Banca Examinadora instituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, *Campus* de Irati, após arguir o mestrando **Carlos Alberto Bernardi** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage NA REGIÃO DE GUARAPUAVA, PR", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do estudante, habilitando-o ao título de **Mestre em Ciências Florestais**, Área de Concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais.

Irati-PR, 20 de dezembro de 2010.

Dr. Eleandro José Brun
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeiro Examinador

Dr. Hamilton Luiz Munari Vogel
Universidade Federal do Pampa
Segundo Examinador

Dr.ª Kátia Cylene Lombardi
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Home Page: <http://www.unicentro.br>

CARLOS ALBERTO BERNARDI

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage NA
REGIÃO DE GUARAPUAVA, PR
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, área de concentração em Manejo de Florestas Plantadas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof(a). Dr(a). Kátia Cylene Lombardi

Orientador(a)

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Co-orientador

Dr. Djalma Miler Chaves

Co-orientador

IRATI-PR

2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Arnoldo J. Bernardi e Graceolina R. Bernardi,
ao meu irmão Sérgio L. Bernardi,
ao meu tio Haroldo L. Bernardi,
aos meus filhos Carlos e Tamiris Bernardi,
e a minha esposa Mônica de F. O. Bernardi

AGRADECIMENTOS

Todo nosso aprendizado passa sempre pelas experiências vividas, sendo: pelas orientações recebidas, pelo incentivo, pelos nossos erros, acertos, sucessos, fracassos entre outros fatores que nos levam a ser moldados pelo meio e para o meio onde vivemos.

Algumas pessoas desempenham papel especial desde a nossa concepção. Estes são nossos pais. Aos meus em especial, quero agradecer por ter sempre dedicado grande parte de suas vidas ao meu crescimento como ser humano, desde muito jovem em minhas mais remotas lembranças, sempre tenho claro em minha mente a figura carinhosa e amável daqueles que nunca desistiram de investir em mim um incondicional amor, ao qual gostaria de quem sabe um dia poder retribuir. Pai e Mãe, espero sempre contar com suas bênçãos para seguir no caminho correto e ter seu apoio para aqueles momentos em que a vida demandar conselhos e orientações.

Gostaria de agradecer aos meus colegas de mestrado, em especial ao Hilbert, pelo apoio nas dificuldades e pela paciência dedicada em apoiar-me nos estudos.

Agradeço aos professores por ter dividido com dedicação seu conhecimento e em especial a minha orientadora, Professora Kátia, que sempre acreditou em meu trabalho, até mesmo quando eu mesmo estava pouco seguro.

Também gostaria de agradecer a KLABIN, na pessoa de seu Diretor Florestal “José Artemio Totti”, por ter incentivado e apoiado minha participação neste programa de mestrado e investido recursos na implantação, manutenção e medição do experimento.

Aos colegas de trabalho de Guarapuava: Abel, Eder e Helder, que deram suporte as minhas saídas no momento da realização dos créditos. Não posso deixar de mencionar também os colegas de Telêmaco Borba, em especial ao Álvaro, Eliane, Osnei, Oziel, Sandra e Valmir, pelo apoio dedicado.

Aos meus filhos, Carlos (Júnior) e Tamiris, quero dedicar não apenas este trabalho mas todas as minhas conquistas, pois são vocês a principal razão da minha vida. A Mônica, minha esposa, “não sou capaz de escrever toda gratidão e tudo que você representa, pois desde o primeiro momento em que estamos juntos, todos os dias você tem participado em meu crescimento pessoal e tornado minha vida melhor e mais feliz”.

A Deus, pelas oportunidades que me foram proporcionadas, pela saúde e pelas pessoas com as quais tive e tenho a felicidade de conviver.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1. Floresta de eucalipto.....	4
3.1.1. História do eucalipto no setor florestal brasileiro	4
3.1.2. Condições necessárias para boa produtividade	9
3.2. Solo florestal.....	10
3.3. Preparo do Solo	10
3.3.1. Tipos de preparo do solo	14
3.3.2. Desenvolvimento das plantas em diferentes tipos de preparo de solo	15
3.4. Custos de implantação do eucalipto	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1. Caracterização da área de estudo.....	18
4.2. Histórico da área de estudo.....	19
4.3. Preparo da área de estudo	19
4.4. Tratamentos e delineamento experimental	20
4.4.1 Tratamentos utilizados.....	20
4.5. Implantação do experimento	22
4.5.1 Fosfatagem	22
4.5.2 Plantio.....	23
4.5.3 Manutenções pós-plantio.....	25
4.6. Variáveis analisadas	25
4.6.1 Compactação do solo.....	25
4.6.2 Avaliação da fertilidade do solo	25
4.6.3. Desenvolvimento das plantas	26
4.6.4. Desenvolvimento do sistema radicular	26
4.6.5 Avaliação dos custos de implantação	28
4.6.6 Análise estatística	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. Avaliação da compactação	29
5.2. Avaliação da fertilidade.....	30
5.3. Avaliação do diâmetro de colo das plantas.....	31
5.4. Avaliação da altura das plantas.....	32
5.5. Avaliação do diâmetro de copa das plantas	33
5.6. Desenvolvimento do sistema radicular	35
5.6.1. Avaliação visual das raízes.....	37
5.7. Custos de implantação	40
6. CONCLUSÕES.....	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXO	46

RESUMO

Carlos Alberto Bernardi. Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na região de Guarapuava, PR.

O preparo do solo para a implantação de plantios florestais visa melhorar as condições para o desenvolvimento das plantas. Neste trabalho avaliou-se a influência de quatro procedimentos de preparo do solo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Os tratamentos utilizados para o plantio foram: plantio sem preparo de solo; coveamento semi mecanizado; subsolagem com trator de esteira e subsolagem com trator de pneu. O delineamento utilizado foi “blocos ao acaso”, sendo quatro repetições para avaliação do crescimento das plantas e duas repetições para avaliação do sistema radicular. As avaliações de crescimento foram feitas em intervalos de dois meses até o experimento completar 12 meses e o desenvolvimento radicular foi realizado aos dois e quatro meses de forma visual, e aos seis e oito meses com análise estatística dos dados coletados. Foi utilizado o método de BARTLETT para medir a homogeneidade das variâncias, ANOVA para testar a homogeneidade das médias e o teste de DUNCAN para comparação das médias. O resultado obtido mostra que: aos dois meses não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos quanto ao desenvolvimento das plantas; nas avaliações de dois até 10 meses, sempre ocorre alguma diferença significativa para os preparos de solo mais intensos sobressaindo-se sobre os demais ao menos em um dos parâmetros avaliados (diâmetro, altura e diâmetro de copa); finalmente na avaliação de 12 meses novamente não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. Na avaliação do sistema radicular o único tratamento que apresentou diferença significativa em relação à testemunha foi o preparo de solo com trator de esteira. O trabalho mostra que o desenvolvimento do sistema radicular é melhor para uma maior intensidade do preparo de solo. Já quanto ao desenvolvimento das plantas não foi possível afirmar que algum dos tratamentos seja melhor com um ano de plantio. Dois pontos devem ser considerados: o melhor desempenho dos preparos de solo mais intensos, que ocorreu dos 2 aos 10 meses, e o melhor desenvolvimento do sistema radicular, para subsolagem, que pode representar melhor sustentação das plantas devido a um maior volume de solo explorado para nutrição e crescimento radicular.

Palavras-Chave: Preparo do solo, sistema radicular, eucalipto.

ABSTRACT

Carlos Alberto Bernardi. Evaluation of different soil-preparation system on the initial development of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage plantation in Guarapuava, PR.

The soil tillage in forestry have the objective of improving the plants growing. In this study it was analyzed the influence of four different soil preparation methods on the initial development of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. The treatments used in the planting were: planting without any kind of preparation; semi mechanical hole-digging; subsoiling with a bulldozer; subsoiling with farm tyres tractor. The delineation applied was randomized blocks, where four repetitions were used for growing evaluation and two ones to the root system evaluation. The growing tests were made a two months' period during the year. For root development it was realized a visual evaluation two and four months after the plantation. Six and eight months after, was realized an statistical analyze from the collected data. It was used the BARTLETT method to measure the homogeny of variation. ANOVA to test the homogeny average and the DUNCAN test for averages confront. The results shown that: two months after the plantation no significant difference was detected among the treatments which referees to the plant growing; in the analyses realized at two and 10 months after the plantation always occurs some significant difference for the more intensive soil preparation with better results comparing with the others treatments in some parameters analyzed (diameter , high and crown diameter); finally in 12 months evaluation no significant difference was perceived among the different treatments. On the root system evaluation the only significant difference was the sub soiling with a bulldozer. This study shows that a more intensive tillage works better on the root system development. On the other hand it wasn't possible to prove, trough this study, the influence of the treatment on the seedlings development in plantations of one year old. Nevertheless, two points must be observed: the best results of intense soils treatment from two to 10 months after the plantation and, the best development of the root system in subsoiling treatment, what can represents better seedling or plant sustentation due to an a bigger volume of soil explored for nutrition and root growth.

Key words: Soil preparation; root system, eucalypt

1. INTRODUÇÃO

A atividade florestal representa importante alternativa de renda, tanto para empresas do setor, como para produtores rurais e investidores em geral. Os reflorestamentos no Brasil tiveram uma maior projeção em 1966 com a lei de incentivos fiscais (Lei 5.106 de 02 de setembro de 1966). Com o aumento das áreas reflorestadas, surgiu uma grande oportunidade de desenvolvimento da indústria madeireira e de papel e celulose. A região Centro Oeste do Paraná apresenta forte influência do setor agropecuário, e no que diz respeito ao setor florestal a grande maioria dos reflorestamentos foram realizados com o plantio de *Pinus* sp, por empresas de médio e grande porte, que tinham no reflorestamento uma oportunidade de investimento com uso de incentivos fiscais. Na última década houve um aumento significativo no número de silvicultores nesta região e começa então a perceber-se um aumento no plantio de *Eucalyptus* sp.

De acordo com o site WWW.aracruz.com.br (Aracruz, 20/11/2010) existem mais de 600 espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, originárias, sobretudo, da Austrália e da Indonésia. A introdução do eucalipto no Brasil foi feita por Frederico de Albuquerque, no Rio Grande do Sul em, 1868. O primeiro cientista brasileiro a se interessar pelo seu estudo e cultivo foi Edmundo Navarro de Andrade, que trabalhou na Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Seu objetivo principal era usar árvores para alimentar as caldeiras das locomotivas e produzir dormentes, moirões e postes. Atualmente o eucalipto é plantado em todo o território nacional e segundo a Abraf, (2007) abrange uma área superior a 3,5 milhões de hectares.

Segundo Nisgoski *et al.* (1998) o *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage, é originário da Austrália, cidade de Camden. A árvore é moderadamente alta, atingindo 36 m e diâmetros de 50 cm. Tem uma distribuição limitada na costa leste de New South Wales. A maior ocorrência é no sudoeste de Sydney nas planícies do rio Nepean e seus afluentes. Ocorre ainda em uma pequena área em Dorrigo Plateau. O *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage foi introduzido no Brasil pela Embrapa/Florestas, tendo em vista que espécies do gênero têm sido usadas em extensos programas de reflorestamento e o mesmo apresenta boa resistência a geadas e tem grande probabilidade de ser utilizado para fins industriais, dependendo porem de maiores estudos sobre suas características anatômicas e tecnológicas.

O clima da região Centro Oeste do Paraná fez com que surgisse o interesse dos reflorestadores da região por uma espécie resistente as geadas e as baixas temperaturas, deste

modo o *Eucalyptus benthamii* começa a conquistar cada vez mais espaço nesta região.

Os primeiros plantios de eucalipto foram realizados com baixos investimentos em preparo do solo e tratos culturais, reduzindo o desenvolvimento das plantas e causando dúvidas quanto à viabilidade de plantios com esta espécie. Esta deficiência técnica pode ser fruto da falta de informação tecnológica, que ainda não está acessível a todos os interessados no assunto.

Os resultados obtidos apresentam uma discussão quanto ao desenvolvimento do experimento no que diz respeito ao seu crescimento em altura e diâmetro, como também um acompanhamento da parte radicular das plantas.

Observa-se que existe espaço para uma série de questionamentos, sendo estes importantes oportunidades para implantação de novos estudos, criando desta forma um contínuo aperfeiçoamento da Silvicultura para esta região. A vocação florestal e o crescente investimento em empresas de base florestal no Centro Oeste do Paraná criam uma demanda cada vez maior por desenvolvimento técnico e científico voltado para Silvicultura, onde os resultados de pesquisa trazem importantes argumentos para mudança de paradigmas e desenvolvimento tecnológico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a influência de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de um plantio com *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage na região de Guarapuava, PR.

2.2. Objetivos específicos

Estudar o crescimento das plantas em diâmetro, altura e diâmetro de copa sob diferentes sistemas de preparo do solo.

Estimar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de *Eucalyptus benthamii* sob diferentes sistemas de preparo do solo.

Estimar os custos de implantação a partir de diferentes sistemas de preparo do solo, discutindo e projetando os dados para um cenário operacional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Eucalipto (do grego, eu + καλύπτω = “verdadeira cobertura”) é a designação vulgar das várias espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, pertencente à família das Mirtaceae, que compreende outros 130 gêneros. De ocorrência natural na Austrália, Indonésia e Nova Guiné, o eucalipto possui em torno de 600 espécies adaptadas a diversas condições de solo e clima. A maioria das espécies conhecidas são árvores típicas de florestas altas, atingindo alturas que variam de 30 a 50 metros e de florestas abertas, com árvores menores, atingindo alturas que variam entre 10 e 25 metros. Cerca de 30 ou 40 espécies são arbustivas. Acredita-se que, durante o processo evolutivo, o eucalipto se adaptou a condições de baixo conteúdo de nutrientes no solo. Na Austrália muitos solos apresentam baixos teores de fósforo, elemento essencial para o crescimento dos vegetais (MORA e GARCIA, 2000).

3.1. Floresta de eucalipto

Segundo Ferreira (1993), citado em Pavan (2009), a disseminação de sementes de eucaliptos no mundo começou no início do século XIX. Na América do Sul, o primeiro país a introduzir o eucalipto foi o Chile em 1823 e, posteriormente, a Argentina e o Uruguai. Por volta de 1850, países como Portugal, Espanha e Índia também começaram a testar o eucalipto.

3.1.1. História do eucalipto no setor florestal brasileiro

De acordo com Hasse (2006), o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, recebeu em 1824 as duas primeiras mudas de eucalipto, vindas de Portugal. A partir de então e ao longo das primeiras décadas do século XIX, o eucalipto espalhou-se pelo Brasil como uma simples curiosidade botânica, sendo utilizada como quebra-ventos, para fins ornamentais, e na extração de óleo vegetal.

Navarro de Andrade, considerado o “pai da eucaliptocultura” no Brasil, desenvolveu trabalhos experimentais de 1904 a 1909 no Horto de Jundiaí-SP, comparando várias espécies nativas com o eucalipto. Nos ensaios, o eucalipto se sobressaiu em relação às demais espécies. Assim, ao adquirir novas terras em 1909, a Cia. Paulista de Estradas de Ferro iniciou o plantio de eucalipto em escala comercial. Foram importadas sementes de eucalipto,

escolhendo-se regiões ecológicas semelhantes à Austrália. Nesse trabalho de importação, trabalhou-se com 144 espécies, plantando-as em diversos hortos da Cia Paulista, especialmente em Rio Claro – SP, onde grande parte da experimentação foi instalada. Os primeiros desbastes foram feitos visando à produção de madeira para uso múltiplo, desde a lenha para combustíveis das locomotivas até mourões de cercas e postes margeando a ferrovia, fornecendo ainda os dormentes e o madeiramento para a construção das estações e vilas (MORA e GARCIA, 2000).

No fim da década de 1930, o eucalipto já era plantado em escala comercial, sendo utilizado na confecção de dormentes, para construção de casas e combustível (para siderurgia e fornos domésticos) (VITAL, 2007).

A partir dos resultados obtidos por Navarro de Andrade, em vários estados brasileiros iniciaram-se os estudos sobre a espécie. Pouco a pouco, o eucalipto foi sendo adotado como espécie alternativa para o suprimento de madeira, principalmente como combustível nos fornos de lenha e carvão, em função da crescente escassez das matas nativas. Até a década de 60, as estimativas dão conta de uma área total plantada de, aproximadamente, 400 mil hectares (MARTINI, 2010).

Em 1943, no Paraná, a empresa Klabin iniciou a introdução de espécies exóticas para utilização no processo de fabricação de celulose e papel, utilizando primeiramente o eucalipto. Somente por volta de uma década depois, em 1951 é que iniciou o plantio comercial de Pinus. Nos primeiros anos da década de 40, a Cia. Melhoramentos iniciou a condução de pesquisas com o objetivo de obter celulose a partir de eucalipto. Os estudos obtiveram sucesso em setembro de 1946, resultando na produção total de 45,4 toneladas até o final daquele ano. A partir do mesmo ano, a empresa concentrou esforços para a produção de celulose branqueada e papel para escrever a partir de fibras de eucalipto (MORA e GARCIA, 2000).

Em 1951 foram fundadas em São Paulo as empresas Eucatex e a Duratex, que conquistariam espaço nos mercados interno e externo como fabricantes de chapas de fibra de madeira. A matéria-prima vinha do interior paulista, onde antigas e recentes plantações de eucaliptos sugeriam uma novíssima aplicação para o vegetal australiano, agora também na fabricação de celulose (HASSE, 2006).

Em 1957, graças aos esforços de uma equipe liderada por Max Feffer, a Cia. Suzano firmava seu pioneirismo no mercado internacional, iniciando no mês de agosto, a produção

industrial de papel com 100% de celulose de eucalipto, isto deu-se após uma série de ensaios de cozimento, lavagem e branqueamento, feitos pela empresa, na Universidade da Flórida, nos Estados Unidos, que comprovaram os resultados obtidos no Brasil (MORA e GARCIA, 2000).

Em 1960 foi criada a Escola Nacional de Florestas, primeira do ramo no Brasil, sediada em Viçosa-MG, sendo posteriormente transferida para Curitiba-PR, em 1963. Foi criado assim o primeiro curso de Engenharia Florestal no Brasil, pois até então, eram os engenheiros agrônomos, especializados em silvicultura, que se responsabilizavam pelas atividades relacionadas com a área florestal (MORA e GARCIA, 2000).

Até 1966 foram plantadas aproximadamente 470 mil hectares de eucaliptos no Brasil, sendo que 80% dessa área estava localizada no estado de São Paulo. Em função da grande demanda de madeira para futuros projetos industriais, o governo brasileiro instituiu naquele ano, um programa de incentivos fiscais que intensificou o plantio de florestas em várias regiões do País. Em poucos anos a área com plantações de eucalipto saltou de 470 mil para 3 milhões de hectares (SILVA, 2002)

Em 1968, foi fundado em Piracicaba – SP, o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, fruto do convênio entre a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e as empresas Champion, Duratex, Madeirit, Rigesa e Suzano. O órgão facilitou a geração e transferência de novas tecnologias e conhecimentos em várias áreas da Ciência Florestal (SILVA, *et al* 2002).

Face ao sucesso e pioneirismo desta instituição outras iniciativas do mesmo porte foram sendo fundadas em outras regiões do país, como a Sociedade de Investigações Florestais – SIF, pela Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais e a Fundação de Pesquisas Florestais – FUPEF, pela Universidade Federal do Paraná. Neste período foi criado o Centro Nacional de Pesquisa Florestal da Embrapa, mais precisamente no ano de 1978 (SILVA, *et al* 2002).

Estes institutos lideraram a instalação de uma rede de ensaios nas áreas de melhoramento genético e silvicultura, os quais serviram de base para que o setor florestal brasileiro obtivesse aumentos significativos na produtividade dos plantios comerciais. Durante os anos 70 o Dr. Lamberto Golfari, que trabalhou no Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (Prodepf) elaborou uma metodologia para a escolha de espécies e procedências, baseado na identificação de regiões ecológicas, estabelecendo, assim, o

zoneamento climático do Brasil. Nesta mesma época, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF produziu inúmeros documentos que serviram de orientação para os alunos e pesquisadores brasileiros. Dentro dessa linha, além de divulgar a eucaliptocultura, a idéia desses documentos foi resgatar e concentrar dados com a finalidade de suprir a crescente demanda por informações técnicas que serviriam de instrumento para o sucesso dos novos plantios (MORA e GARCIA, 2000).

Em 1975, as empresas Champion e Duratex, em trabalho conjunto com o IPEF, selecionaram áreas para a produção de sementes geneticamente melhoradas, cujas pesquisas demonstraram que o eucalipto respondia positivamente à adubação. A década de 80 foi marcada inicialmente pelos trabalhos da empresa Aracruz que dominou a técnica da propagação vegetativa do eucalipto. Plantios clonais foram efetuados e, novamente, conciliando o melhoramento genético e adubações diferenciadas, a Aracruz produziu florestas com incremento de 50m³/ha/ano. Em 1983 a Embrapa Florestas realizou, na Austrália, coleta de sementes de 12 espécies de eucaliptos de interesse nacional, as quais foram testadas em parceria com empresas e institutos de pesquisa. Foram implantados cerca de 700 hectares de experimentos em nove estados (MORA e GARCIA, 2000).

Com a expansão da área reflorestada, principalmente no nordeste brasileiro, a caracterização do solo, o seu melhor manejo e a utilização de espécies/procedências de eucaliptos adequadas aos locais específicos passaram a ter fundamental importância nas recomendações técnicas para o plantio em escala comercial. Nos anos 90, as atenções se voltaram para a utilização racional dos recursos naturais, procurando-se preservar, conservar e interligar as áreas naturais, manter a produtividade florestal, promover o uso múltiplo das florestas e desenvolver sistemas e equipamentos visando minimizar os esforços físicos dos trabalhadores, riscos com acidentes e possíveis danos ao solo. A produção da madeira de eucalipto para outras finalidades, principalmente serraria, passou a ser considerada com maior ênfase pelas empresas florestais. Em meados da década de 90, o uso múltiplo das plantações de eucalipto começou a despertar interesse e viabilidade. As empresas Duratex, CAF e Klabin investiram para dominar a tecnologia de processamento de eucalipto em serraria de modo a valorizar a madeira (MORA e GARCIA, 2000).

Nos primeiros anos do século XXI, os reflorestamentos localizados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil se apresentavam como o principal fator de competitividade de novos projetos industriais, oferecendo grandes volumes de madeira a baixo preço. A maior parte dos

reflorestamentos existentes era comprometida com os programas de desenvolvimento dos setores de celulose e papel, bem como da indústria siderúrgica e, servindo também, de base para atender o setor industrial de madeira sólida (SILVA, 2002).

Atualmente a área de florestas com eucalipto no Brasil está em franca expansão na maioria dos estados com tradição na silvicultura deste grupo de espécies, ou em estados considerados como novas fronteiras da silvicultura, com crescimento médio no país de 7,1% ao ano entre 2004-2009, conforme demonstra a Figura 01. No entanto, em 2009 o crescimento foi relativamente modesto em relação ao ano anterior, atingindo cerca de 200 mil ha, comparado a aproximadamente 350 mil ha no ano anterior (ABRAF, 2010).

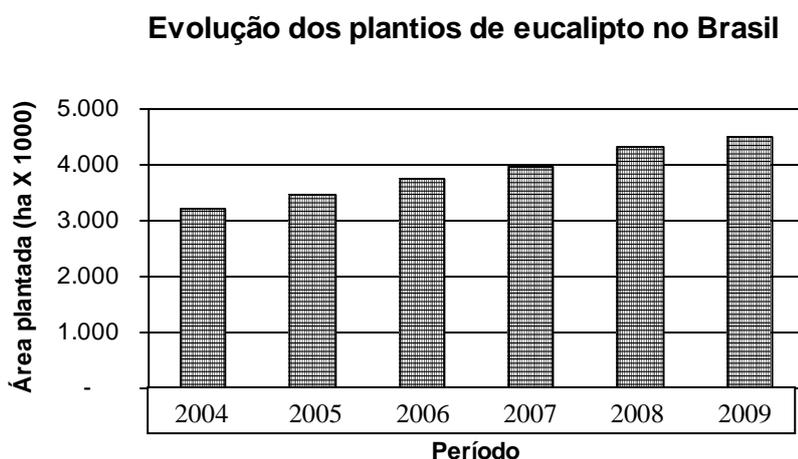


Figura 01. Evolução da área de florestas plantadas com eucalipto no Brasil (2004-2009)

Fonte: ABRAF, 2010.

As razões para este resultado podem ser encontradas na crise econômica mundial de 2009, que o setor de florestas plantadas do Brasil também sofreu e enfrentou. No entanto, a partir da metade de 2009, a retomada das exportações de celulose conjugada com a recuperação de preços internacionais, e a iniciativa do governo de desonerar o IPI na cadeia produtiva de painéis de madeira industrializada e de móveis de madeira no final de 2009 e início de 2010 trouxeram alento a esses segmentos. A expansão na área plantada com eucalipto é resultado de um conjunto de fatores que vêm favorecendo o plantio em larga escala deste gênero. Entre os aspectos mais relevantes estão o rápido crescimento em ciclo de curta rotação, a alta produtividade florestal e a expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria prima em processos industriais. Em particular, as expansões previstas no segmento de

celulose e papel têm sido a alavanca do crescimento nas áreas plantadas (ABRAF, 2010).

Para o caso específico do Brasil, segundo Joaquim (2009) o eucalipto possui um caráter estratégico, uma vez que a sua madeira é responsável pelo abastecimento da maior parte do setor industrial de base florestal. Com o desenvolvimento industrial embasado em florestas plantadas de eucalipto ao longo das últimas décadas, verifica-se ser um novo método de inclusão social e de redução de impacto ambiental, sobretudo em função do incremento da produtividade de florestas no País. Segundo Silva e Ribeiro (2006), citados em Joaquim (2009) da madeira de eucalipto, atualmente, se produzem por ano no setor de celulose 5,4 milhões de toneladas de celulose, representando mais de 70,0% da produção nacional; número também impressionante é o setor de carvão vegetal, com uma produção anual de 18,8 milhões de m³, representando mais de 70,0% da produção nacional; outro setor importante é o de chapa de fibra, com uma produção anual de 558 mil m³, representando 100% da produção nacional; o setor de chapas de fibra aglomerada produz 500 mil m³, representando quase 30,0% da produção nacional.

3.1.2. Condições necessárias para boa produtividade

Com mais de 90 anos de experiências em plantios de eucalipto, o setor florestal brasileiro aplica tecnologia que proporciona uma das maiores e melhores produtividades do mundo. Agregando e generalizando-se os conhecimentos existentes, Mora e Garcia (2000) apresentam informações sobre as respostas dos eucaliptos a diferentes fatores ambientais e silviculturais:

a) Precipitação: As árvores crescem bem em regiões onde a precipitação varia de 900 a 2000 mm. As maiores produtividades são encontradas nas regiões onde não há déficit hídrico.

b) Solos: Prefere solos profundos, bem drenados e sem camadas de impedimento.

c) Adubação: Para a maioria dos solos brasileiros a adubação com fósforo é fundamental. O eucalipto responde à adubação NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) e, em alguns casos, é necessária a adubação com Boro e Zinco. O eucalipto exporta do solo grande quantidade de Cálcio.

3.2. Solo florestal

Solo florestal pode ser conceituado como a) aquele que foi desenvolvido e que ainda permanece sob vegetação florestal; e b) aquele formado em climas temperados sob vegetação florestal em contraste com os das pradarias adjacentes (CURI *et al.*, 1993).

O primeiro conceito entende-se que se trata de uma categoria específica de solo, formado em longo prazo como resultado da interação com a vegetação florestal, naturalmente, com características e propriedades intrínsecas. O segundo conceito denota a origem antiga do termo, quando as florestas de preservação e exploração comercial eram, predominantemente, naturais e relacionadas às condições edafoclimáticas e fisiográficas típicas. Atualmente, o termo tem sido usado também para florestas implantadas. Neste caso, o termo florestal adjetiva o solo explorado com plantação florestal, porém, ainda como uma entidade com atributos próprios, refletindo a forte interação floresta-solo (GONÇALVES e STAPE, 2002).

A natureza particular das plantações florestais, quer seja com essências nativas ou exóticas, e de seus efeitos intrínsecos e extrínsecos ao solo, se faz evidente no sistema interpretativo de classificação de terras, que define classes de capacidade de uso em função do grau de aptidão agrícola das terras. O sistema agrupa os solos em seis classes: I até III - com aptidão para culturas anuais. Sendo que as classes IV, V e VI - necessitam de manejo especial. Nesse sistema, a classe V tem aptidão exclusiva para florestamento ou reflorestamentos e, a classe VI, deve ser mantida permanentemente com vegetação natural, comumente, coberta por florestas naturais (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

3.3. Preparo do Solo

Para Gatto (2003), o preparo do solo consiste no conjunto de operações que antecedem ao plantio e tem por objetivo garantir a disponibilidade de quantidades suficientes de água e nutrientes para o rápido estabelecimento das mudas, através do revolvimento mais ou menos localizado.

O cultivo do solo compreende um conjunto de operações que, quando usadas racionalmente, podem manter ou elevar os índices de produtividade florestal, reduzir a erosão e a relação custo/benefício dos recursos disponíveis: mão-de-obra, máquinas e implementos, combustíveis e insumos. Inadequadamente usadas, as técnicas de cultivo podem degradar

física, química e biologicamente o solo em poucos anos, reduzindo seu potencial produtivo (GONÇALVES *et al.*, 2002).

O grau de compactação do solo representa importante fator no desenvolvimento das plantas, desta forma torna-se tema importante para discussão dos diferentes modelos de preparo de solo e sua influência no desenvolvimento de plantios florestais. As atividades mecanizadas e/ou manuais de preparo têm por objetivo melhorar a estrutura do solo com menor número possível de operações e com a conservação de resíduos vegetais na superfície do solo, visando maior arranque inicial das plantas e redução do risco de erosão (SILVA *et al.*, 2002).

Seixas (1988) comenta os efeitos da compactação no solo, relacionada à aeração, disponibilidade de nutrientes, erosão e infiltração. Uma vez que a compactação do solo representa importante fator de desempenho, o autor destaca a importância do preparo de terreno adequado.

Gonçalves e Stape (2002) afirmam que a compactação causa a diminuição dos macroporos (raio > 0,03mm), nos quais os processos de transferência de água, nutrientes e ar são rápidos, e por onde ocorre o crescimento radicular; poucas espécies têm raízes com diâmetro inferior a 0,1 mm, ficando com o crescimento radicular limitado quando predominam poros muito estreitos. Em um solo submetido ao cultivo intensivo, a compactação ocorre em duas fases principais. Inicialmente, os implementos de preparo de solo causam a quebra de sua estrutura. Posteriormente, com o tráfego de máquinas e implementos, as partículas primárias e os agregados são aproximados por compressão, gerando um arranjo compacto. Quanto maior o grau de pulverização e a umidade, que facilita o rolamento ou deslizamento, maior o potencial de compactação do solo (Camargo e Alleoni, 1997 citados em Gonçalves, 2002).

Cabe relatar que Ferreira e Moraes, (1995) Apud em Gonçalves (2002), obtiveram um exemplo bastante ilustrativo do efeito da densidade do solo na produção florestal. Verificaram alta correlação entre a produção de *Eucalyptus camaldulensis* e a densidade de camadas superficiais do solo (0-20cm), e baixa correlação na camada 20-40cm. Esse efeito tem relação com o desenvolvimento radicular na camada superficial do solo, mais fértil. Com maior resistência mecânica e menor aeração, o desenvolvimento radicular é menor, causando estresses hídricos e nutricionais mais intensos, o que comumente reduz a sobrevivência das plantas, sobretudo, nos estágios iniciais pós-plantio. Nesta linha Trukmann *et al.* (2008),

observaram para cevada um menor desenvolvimento radicular em função da maior compactação do solo. De acordo com estudos publicados por Dedecek *et al.* (2007) na localidade de Mogi Guaçu, São Paulo, em Latossolo Vermelho-Amarelo em área de segunda rotação de eucalipto, encontrou-se maior resistência a penetração, com situações críticas na profundidade compreendida entre 20 e 30 cm.

Em trabalho realizado no município de Várzea da Palma, MG observou-se que o preparo de solo melhora o desenvolvimento, a homogeneidade e a sobrevivência do eucalipto, até a idade de 14 meses, plantado naquelas condições de solo e clima (SUITER FILHO *et al.*, 1980).

Segundo Jorge (1986) nos solos que sofreram compactação ocorre uma série de modificações físicas que influenciam diretamente as plantas, através do sistema radicular. A compressão do solo se dá graças a uma redução no tamanho dos poros, ou seja, o espaço entre as partículas sólidas, ocupado por ar e solução química. A redução ou estrangulamento, dos espaços porosos dificulta o crescimento das raízes que tem dificuldade em dilatar o poro. Nestas condições, é comum observar raízes tortas, crescendo horizontalmente, em vez de se desenvolver em profundidade. Esta é uma das causas do tombamento de plantas herbáceas e mesmo de árvores grandes como o eucalipto, quando o obstáculo ocorre com relação à raiz principal. Se o problema de compactação também afetar as raízes laterais, encontra-se plantas com raízes pequenas e engrossadas. O manual de solos da USDA - United States Department of Agriculture (1993) considera o limite de 2 MPa como forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais, sendo um critério para restrição física ao crescimento radicular.

Ainda conforme (JORGE, 1986) as raízes das culturas apresentam pelo menos três sintomas bem típicos quando crescem em solos compactados. Não conseguindo penetrar a camada compactada, as raízes se entortam, crescendo na horizontal; isto causa um desenvolvimento superficial e raso, prejudicial ao suprimento de água, de nutrientes e enfraquecendo a sustentação da planta. Há casos em que uma rajada mais forte de vento causa o tombamento seguido da morte da planta. Além de ocasionar um sistema radicular tortuoso e raso, a porção da raiz logo acima da zona compactada se apresenta engrossada e com numerosos pêlos radiculares. Estas anomalias verificadas no sistema radicular vão refletir negativamente no crescimento e produção das culturas.

Costa *et al.* (2002) mencionam que as características morfológicas, estruturais e

texturais podem revelar aspectos muito importantes sobre a constituição e a dinâmica dos solos e, desse modo, constituem-se em um instrumental técnico indispensável para que, através do manejo, sejam criadas condições para o solo fornecer, em quantidades adequadas, água, ar, nutrientes e energia para as plantas.

Os métodos de preparo em áreas florestais no Brasil variam muito, mas podem ser agrupados em duas grandes tendências: o cultivo mínimo e o convencional. Assim, generalizações devem ser evitadas. O objetivo deve ser a busca do entendimento dos princípios para aplicá-los devidamente em cada situação específica. Fatores relacionados a disponibilidade de equipamentos e custos operacionais têm levado a práticas de manejo convencionais e cultivo mínimo, muitas vezes padronizadas para as mais variadas condições de clima e solo (COSTA, 2002).

Estas necessidades imediatas tendem a não considerar indicadores pedológicos sobre o comportamento do solo quando submetidos a diferentes métodos e equipamentos, e isso pode levar a processos de degradação ou mesmo agravar problemas pré-existentes de ordem natural tais como solos adensados. Diversos exemplos podem ser dados sobre como a morfologia do solo constitui-se em uma eficiente indicadora de limitações e potencialidades dos solos. Assim, as espessuras de horizontes muito heterogêneos podem limitar a profundidade de trabalho com equipamentos que possam inverter essas camadas; quando a estrutura possui grau fraco significa que o solo não deve ser muito movimentado, pois esta característica indica susceptibilidade elevada à desagregação; cores mosqueadas podem ser indicativo da necessidade de drenagem; a textura dos horizontes pode determinar o grau de resistência do solo aos equipamentos; a forma dos grãos, no que diz respeito ao seu grau de arredondamento ou arestamento, pode determinar comportamentos variáveis de solos arenosos quanto à resistência ao preparo; a consistência úmida friável indica facilidade de preparo do solo, enquanto a consistência firme revela o inverso COSTA (2002).

Gatto *et al.* (2003) faz vários comentários relacionados a diferentes intensidades de preparo de solo. Dentre eles, comentam que as características dendrométricas, entre as quais estão a sobrevivência e o volume do tronco foram afetadas de forma significativa pelos sistemas de preparo do solo utilizados para a reforma. De modo geral, houve tendência de aumento da sobrevivência, da circunferência e da altura da árvore, com reflexo no volume, na medida em que se intensificou o preparo do solo.

Maluf (1991) citado em Gatto *et al.* (2003) também constatou, para tratamentos similares, quais sejam: queima dos resíduos da floresta anterior, destoca e subsolagem; queima e destoca; somente queima; e cultivo mínimo (coveamento manual), maior produtividade da floresta a medida que os sistemas de preparo do solo se intensificavam.

Louzada e Marciano (1995) abordam o cultivo mínimo como sendo um dos mais eficientes sistemas de conservação do solo para áreas de florestas implantadas. Contudo, comentam que nem sempre é fácil demonstrar os benefícios advindos desta prática, como de outras de conservação dos solos, uma vez que dizem respeito, principalmente, a alterações que possibilitam manter o potencial produtivo de um dado local ao longo do tempo e, somente em algumas ocasiões, são capazes de propiciar aumento de produtividade rapidamente. Devido a esta característica, quase sempre sua importância só é detectada após a ocorrência de perdas significativas e, estas sim visíveis na forma de erosões, voçoroca, etc.

3.3.1. Tipos de preparo do solo

a) Cultivo mínimo: O cultivo mínimo ou preparo reduzido do solo consiste em revolvê-lo o mínimo necessário, mantendo os resíduos vegetais sobre o solo como cobertura morta executando o preparo apenas na linha de plantio. Para plantações florestais, prevê a realização de um preparo localizado apenas na linha ou na cova de plantio. Devido ao amplo espaçamento de plantio, geralmente entre 2,5 a 3,0 m entre linhas, o volume de solo revolvido é bem menor do que aquele realizado para culturas anuais (GONÇALVES *et al.*, 2002).

b) Preparo semi-mecanizado (coveador): Implantado a partir de 1996, no início com o coveador mecânico em áreas muito acidentadas, com declives até 30-35%. Com isso, as covas passaram a ser cilíndricas e ter um volume maior, o que beneficia as plantas devido à natureza adensada dos solos. Em 2000, o coveador mecânico foi acoplado ao Forwarder, visando o preparo mecanizado em áreas com até 40-45% de declividade (SILVA *et al.*, 2002).

c) Subsolagem: Entende-se por subsolagem a ação de uma ferramenta estreita que rompe camadas adensadas ou compactadas do solo abaixo da camada arável, atingindo profundidade de trabalho além de 30-35 cm. Este tipo de preparo vem se consolidando na área florestal devido aos seus efeitos benéficos sobre o solo e às suas vantagens operacionais (maior

rendimento) e econômicas (menor custo) (SASAKI, 2002).

3.3.2. Desenvolvimento das plantas em diferentes tipos de preparo de solo

A intensidade de preparo do solo influencia positivamente o crescimento inicial das plantas, num período compreendido entre o primeiro e segundo ano para plantios de eucalipto, podendo se estender até o final do ciclo (VASQUEZ, 1987). No desenvolvimento inicial de árvores é importante a formação de raízes e copa. Nesta linha Shumacher (1996) cita o estudo realizado por Shumacher (1995), o qual demonstra que o percentual de biomassa de copa e raízes de uma floresta de *Eucalyptus saligna* tende a diminuir com o passar do tempo. Foelkel (2010) comenta que depois de ter um sistema radicular capaz de capturar água e nutrientes, as plantas procurarão desenvolver o máximo de área foliar para máxima captação da energia solar e produção de compostos orgânicos. Nessa fase, o tronco recebe pouco da energia dos fotoassimilados, que são mais destinados à copa e às raízes.

Um dos efeitos importantes do preparo do solo na produtividade da floresta relaciona-se ao volume de solo preparado (profundidade), sobretudo em solos coesos e/ou regiões com maior deficiência hídrica. Porém cabe ao silvicultor ponderar a relação existente entre o custo e o risco, os quais são inversamente proporcionais. Caso este opte em maiores investimentos, numa melhor condição de preparo do solo, estará assegurando maior ritmo de crescimento, homogeneidade e sobrevivência das mudas (SUITER FILHO *et al.*, 1980).

Em estudo realizado por Finger (1991) para descrever a produção de povoamentos de *Eucalyptus saligna* implantados em solo de preparo raso (cova com 13 cm de profundidade) e de preparo profundo (subsolagem com 60 cm de profundidade), mostrou diferenças no desenvolvimento das curvas de índice de sítio, onde solos de preparo raso apresentaram curvas mais achatadas do que as obtidas em solos de preparo profundo (apud FINGER *et al.*, 1996). Bentivenha (2001) citado em Gonçalves e Stape (2002), verificou que a alongação radicular (principalmente, raízes finas) na fase inicial de crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis*, foi muito favorecido com o aumento da profundidade de subsolagem. As plantas crescidas em solo preparado a 20 cm de profundidade apresentam crescimento de raízes grossas e finas ao longo do sulco de subsolagem e uma profusão de raízes finas na região da cova. Esta configuração radicular torna as plantas muito suscetíveis ao estresse hídrico e nutricional. Na ausência de subsolagem, a configuração

radicular apresentou-se bem distribuída lateral e verticalmente, mas com menos quantidade de raízes do que no tratamento subsolado a 40 cm.

Outro efeito do preparo do solo sobre a produtividade florestal foi observado por Stape *et al.* (2002), quando comparam o efeito da subsolagem, fertilização, queimada, manutenção de resíduo e coveamento sobre o cultivo *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, em dois solos - Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), sítio mais pobre, e em Argissolo, sítio mais fértil. O efeito do preparo do solo foi verificado somente no Argissolo, por apresentar naturalmente maior resistência à penetração das raízes, necessitando de maior volume de solo preparado – alturas das plantas de 7,1 m para coveamento e 8,1 m para subsolagem; enquanto que para o Latossolo as alturas das plantas foram 6,0 m para coveamento e 5,7 m para subsolagem.

Além disso, Finger (1996) comprovou que este tipo de preparo propiciou o maior crescimento de *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura e ainda, maior sobrevivência das plantas do que em solo não subsolado em solo Podzólico Bruno acinzentado.

Rodigheri e Pinto (2001) testaram o crescimento de diferentes espécies de eucalipto em sítios com e sem preparo do solo. Ao final do experimento, na análise dos resultados de todas as espécies, o crescimento médio nos tratamentos com preparo do solo foi 67 % maior.

Em estudo realizado em área da Klabin, no município de Telêmaco Borba no Paraná, Lima *et al.* (2001) verificaram que para o crescimento em *Pinus taeda* o preparo de solo com coveamento com uso do enxadão apresentou diferença estatística, quando comparado com a testemunha. Já a subsolagem não apresentou diferença estatística no parâmetro altura quando comparado com a testemunha sem preparo.

O preparo do solo é uma prática que pode ser usada como medida para estabelecer condições ideais para o crescimento radicular, sendo utilizados para isso diferentes tipos de implementos. Segundo Spoor (1975) as respostas das plantas não ocorrem diretamente ao preparo do solo, mas ao ambiente criado em função desta atividade, a qual favorece a movimentação da água, areação e disponibilidade de nutrientes, sendo a profundidade a variável mais importante. (apud DEDECEK *et al.*, 2007). Blazier e Dunn (2008) concluíram que mudas de *Pinus taeda* plantadas em raiz nua, apresentam melhor crescimento para tratamento com subsolagem. Passioura (2002), relacionou o efeito bonsai a um menor volume de solo preparado. Segundo o autor, ao analisar plantas mantidas em volumes limitados de solo preparado, observou-se que as folhas destas plantas apresentavam menor número de

células que plantas que tiveram maior volume de solo disponível.

Gonçalves e Stape (2002) concluem que o efeito dos preparos do solo podem ser facilmente apresentados quando se utilizam materiais genéticos de alta produtividade, capazes de responder rapidamente às melhorias edáficas a eles propiciadas. Estes ganhos iniciais de crescimento não só facilitam os tratos culturais posteriores, devido ao rápido fechamento do dossel, mas também propiciam maiores volumes acumulados de madeira em menores períodos de tempo, aumentando a economicidade da produção florestal.

3.4. Custos de implantação do eucalipto

O empreendimento florestal oferece seu retorno a médio e longo prazo, de acordo com a região e suas características de mercado ou ainda de acordo com o perfil do investidor, que pode tratar-se de um pequeno produtor rural, buscando uma fonte de madeira para suprir as necessidades da sua propriedade, até uma grande empresa verticalizada.

Em reportagem vinculada no BOLETIM FLORESTAL (Informativo Florestal do Norte Pioneiro) em dezembro de 2007, o custo para a formação comercial de um hectare de Eucalipto em uso múltiplo é aproximadamente de R\$2.103,00. Este custo é formado pelos custos referentes ao preparo de solo, aquisição de mudas, plantio, adubação, controle de formigas, controle das plantas invasoras e replantio. Estes valores levam em conta o uso de mão de obra familiar e são referentes ao plantio em pequenas propriedades rurais. Corrigindo os valores a uma taxa de 7% a.a. e considerando o período de três anos para 2010 teríamos um custo de R\$ 2.576,26 por hectare. Já Zanatta *et al.* (2007) encontraram para uma condição parecida de plantio, ou seja uma pequena propriedade rural, na região Sudoeste do Paraná um custo de implantação e manutenção até o primeiro ano de R\$ 2.002,35 por hectare. Corrigindo o valor, também a uma taxa de 7% a.a., para 2010 o valor seria de R\$ 2.452,65 por hectare, bastante próximo ao custo encontrados no Norte Pioneiro do Paraná. Também para implantação e manutenção de um hectare de eucalipto em uma condição comercial, com todos os custos operacionais e insumos temos, de acordo com dados fornecidos pela Unidade KLABIN de Guarapuava, um custo que pode variar entre R\$ 4.740,00 e R\$ 5.655,00 por hectare. No exemplo da KLABIN todas as atividades são terceirizadas e todos os insumos são fornecidos pela empresa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área de estudo

A implantação do experimento ocorreu em dezembro de 2008 na região Centro Oeste do Paraná, no município de Guarapuava, na fazenda denominada Guairacá de propriedade da empresa Klabin S/A, nas coordenadas UTM: N = 7222390 e E = 469380 (Figura 02). O solo classifica-se como LATOSSOLO BRUNO Álico, A proeminente e relevo forte ondulado (Klabin, 2008). A altitude é de 1.092 metros. O clima da região Centro Oeste, mais precisamente o município de Guarapuava, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfb – clima temperado úmido, sem estação seca e temperatura média inferior a 22°C, invernos com ocorrências de geadas severas e freqüentes (temperatura média superior a 3°C e inferior a 18°C).

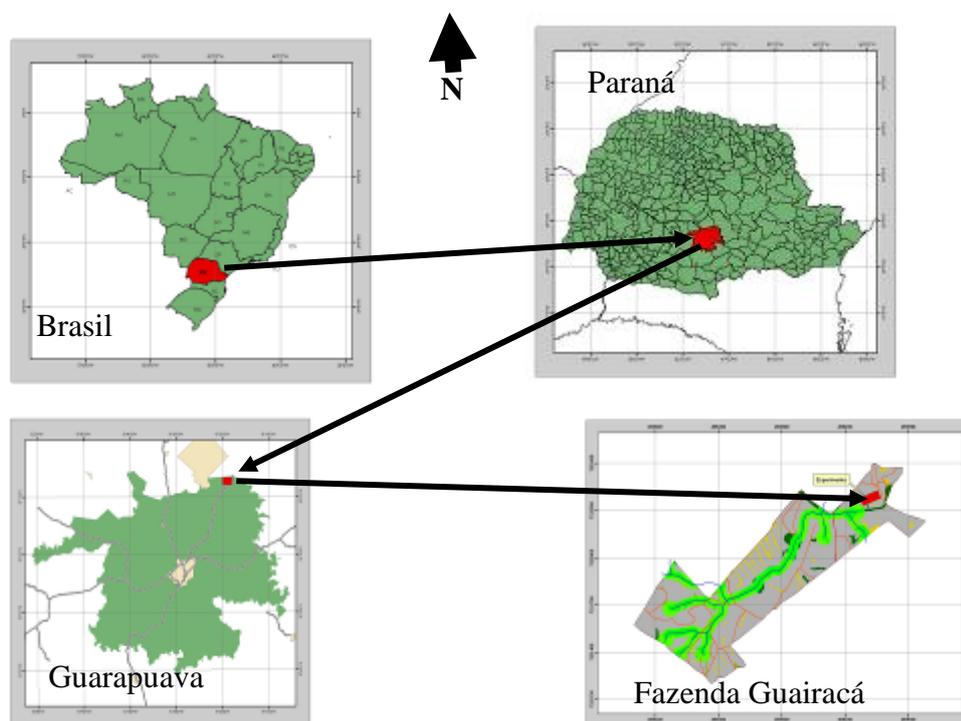


Figura 02: Localização da área de estudo / Fonte: KLABIN (2010).

4.2. Histórico da área de estudo

O local escolhido para instalação do experimento foi uma área que durante 26 anos permaneceu com plantio de *Pinus taeda*. Anteriormente ao plantio de pinus a área apresentava cobertura florestal nativa da região. A colheita do *Pinus taeda*, foi finalizada em setembro de 2008 a três meses da instalação do experimento. As operações de colheita foram realizadas com os seguintes equipamentos: derrubada com motosserra; arraste com trator agrícola “4X4” e carregamento com carregador florestal adaptado em trator agrícola “4X4”.

Por este motivo, para instalação do experimento, foi evitada a área próxima à estradas e carreadores, pois estes pontos sofreram maior compactação, bastante comum devido ao fato de nestes pontos ocorrer um maior volume de manobras para alinhamento e empilhamento da madeira. Também para evitar que pontos compactados pelo arraste pudessem influenciar o experimento, optou-se pelo modelo de blocos ao acaso, oferecendo iguais condições a todos os tratamentos.

O estudo foi efetuado com plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage, por tratar-se de uma espécie de rápido crescimento para possibilitar obtenção dos resultados em menor prazo. Além disso, por observa-se uma tendência no aumento do cultivo desta espécie na região.

4.3. Preparo da área de estudo

O preparo da área para a instalação do experimento foi realizado de forma homogênea, até o momento da aplicação dos tratamentos.

Foi realizada roçada manual pré-preparo, para evitar novos pontos de compactação e proporcionar a homogeneização na área do experimento. O principal objetivo da roçada foi manter homogênea a vegetação. Após a roçada foi realizada a aplicação de herbicida pós-emergente (SCOUT N.A. na dose 2,0 kg /ha) em área total, visando eliminar qualquer ponto de maior ocorrência de plantas daninhas.

Quanto aos resíduos da colheita do pinus e da roçada, realizou-se de forma manual a distribuição do material na área do experimento, para melhorar a homogeneização do local.

O experimento recebeu calagem de acordo com recomendação técnica estabelecida pela Klabin S/A. A dose aplicada foi de 1,5 toneladas por hectare de calcário dolomítico com PRNT maior que 85%. A aplicação do calcário foi mecanizada, com trator de pneu, respeitando áreas de circulação demarcadas entre os tratamentos, como pode ser observado na Figura 03.

4.4. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de “blocos ao acaso” (Figura 03). Foram utilizados seis blocos (repetições) com quatro tratamentos e os tratamentos com 42 plantas para cada repetição, sendo a área amostral as vinte plantas do centro e uma área de bordadura com 22 plantas, que circulam os tratamentos. Para facilitar o deslocamento e permitir as manobras das máquinas, foi mantida uma área de circulação de 5 m de largura.

Para avaliação do sistema radicular foram demarcados 2 blocos (Figura 03 – E e F) ao lado do experimento, de forma que nestes ocorreu a coleta de material sem intervenção nas repetições onde foram avaliados os parâmetros de crescimento.

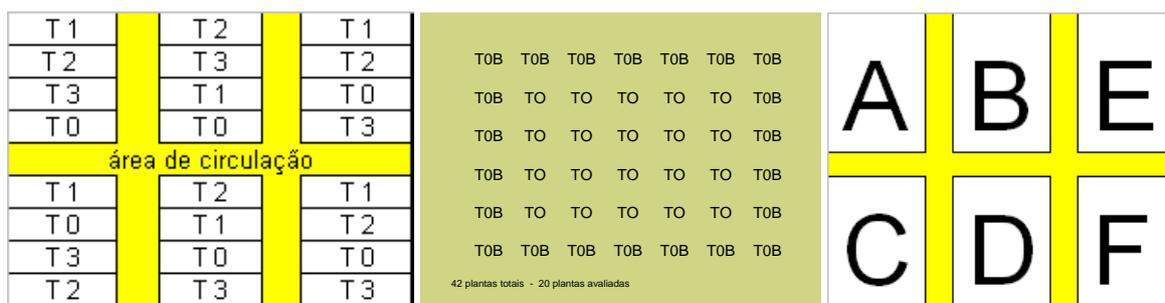


Figura 03: Ao lado esquerdo delineamento experimental com seis blocos. Ao centro, exemplo de uma repetição para um tratamento, onde se observa 20 plantas no centro, as quais são objeto de avaliação e 22 plantas de bordadura. Ao lado direito esquema dos blocos.

4.4.1 Tratamentos utilizados

Foram implantados quatro tratamentos, três com diferentes intensidades de preparo de terreno e uma testemunha, conforme descrição que segue.

Testemunha (T 0) – sem revolvimento do solo.

Coveamento semi-mecanizado com moto coveador (T 1) - Abertura de cova com diâmetro de 30 cm e profundidade de 26 cm com utilização de moto coveador (Figura 04).



Figura 04. Moto coveador utilizado na abertura da cova.

Subsolagem mecanizada com trator de esteira, subsolador de haste dupla (T 2) - Abertura de sulco com 40 cm de profundidade na parte central e largura mínima de 60 cm. O sulco apresenta o formato de um “V”, como pode ser observado na Figura 05. Na aplicação deste tratamento utilizou-se trator de esteira de 18 toneladas com subsolador de haste dupla. As hastes ficam posicionadas logo atrás das esteiras (Figura 05).

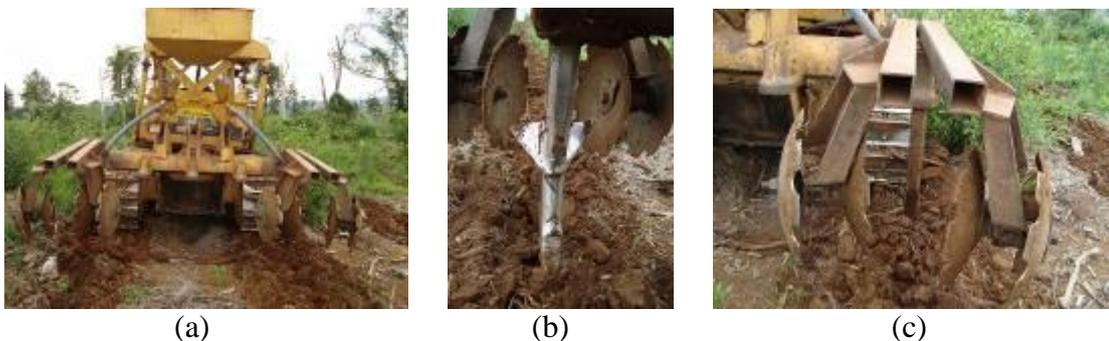


Figura 05. (a): conjunto trator de esteira e subsolador de haste dupla. (b): visão frontal da haste. (c): visão da parte de traseira da haste com as grades.

Subsolagem mecanizada com trator de pneu, subsolador de haste simples (T 3) - Abertura de sulco com 40 cm de profundidade na parte central e largura mínima de 60 cm. O sulco apresenta o formato de um “V”. O equipamento utilizado foi um trator de pneu, com potência superior a 100 CV's e subsolador de haste simples (Figura 06).



(a)



(b)

Figura 06. (a): conjunto trator de pneu e subsolador com haste simples. (b): visão lateral da haste.

4.5. Implantação do experimento

4.5.1 Fosfatagem

A aplicação de fosfato natural de rocha foi feita a uma profundidade de 15 cm no ponto de plantio das mudas para a testemunha e na parte central da cova ou sulco para os demais tratamentos, tendo sido demarcada a posição exata do plantio da muda com estaca de forma igual para todos os tratamentos. A dose utilizada foi de 150 g por planta. O Equipamento utilizado para aplicação de fosfato foi a adubadeira manual, modelo matraca, (Figura 07).

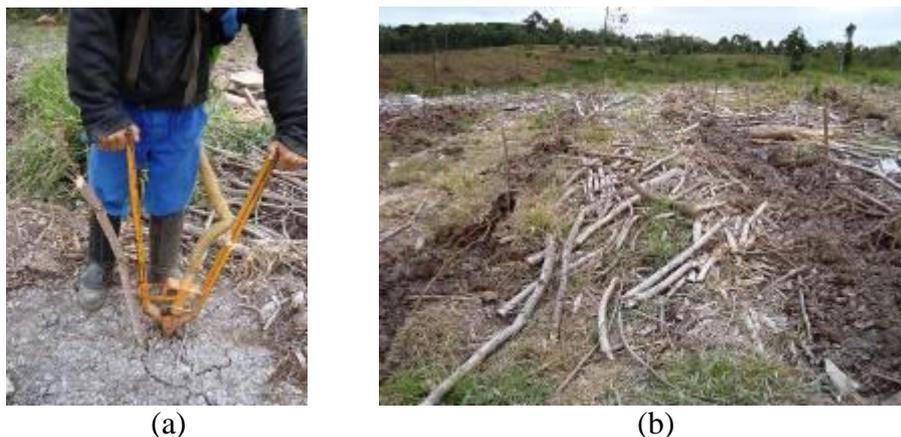


Figura 07. (a): adubadeira manual, modelo matraca. (b): sulcos com estacas demarcando o local da aplicação do fosfato.

4.5.2 Plantio

O plantio das mudas foi realizado no dia 23/12/2008 com plantadeira manual (matraca), sendo utilizado o *Eucalyptus bethamii* Maiden et Cambage no espaçamento 2,5 m na linha de plantio por 2,5 m na entrelinha. As mudas utilizadas foram fornecidas pela KLABIN, tendo como procedência a APS (área de produção de sementes) localizada no município de Cândói, PR, apresentavam altura média de 28 cm na ocasião do plantio e foram produzidas em tubetes.

A primeira adubação realizada foi a de coveta lateral, sete dias após o plantio para todos os tratamentos, de forma a evitar que variações nas condições climáticas afetassem a qualidade da operação, ou ainda representassem algum tipo de vantagem para qualquer um dos tratamentos. Nesta adubação foi aplicada uma dose de 150 g de NPK (06-30-06) (6% de N – 30% de P_2O_5 – 6% de K_2O + 7% de Ca e 5,1% de S) por planta. O fertilizante foi aplicado a uma profundidade de 10 cm, em duas covetas distantes 10 cm do colo da planta, na linha de plantio, conforme pode ser observado na Figura 08.

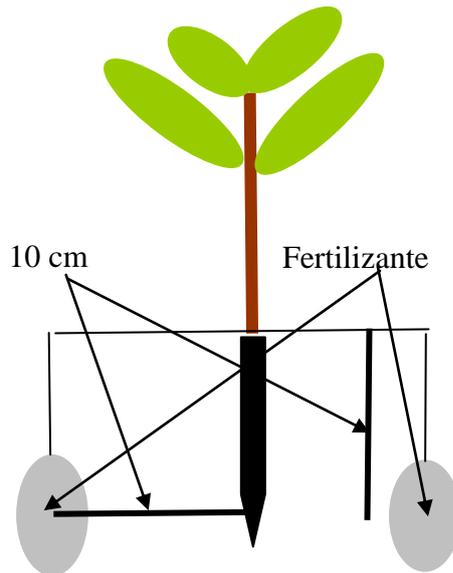


Figura 08. Esquema demonstrando adubação de coveta lateral.

A segunda adubação realizada foi a de cobertura 58 dias após o plantio, onde aplicou-se uma dose de 200 g de NPK (15-05-30) (15% de N – 05% de P_2O_5 – 30% de K_2O + 7% de Ca e 5,1% de S) por planta. A dose foi disposta no formato de uma coroa na projeção da copa da planta (Figura 09). A adubação de cobertura foi realizada cinquenta dias após plantio, quando a maior parte das plantas do experimento atingiram a altura de 60 cm. Esta recomendação segue os padrões operacionais da KLABIN.

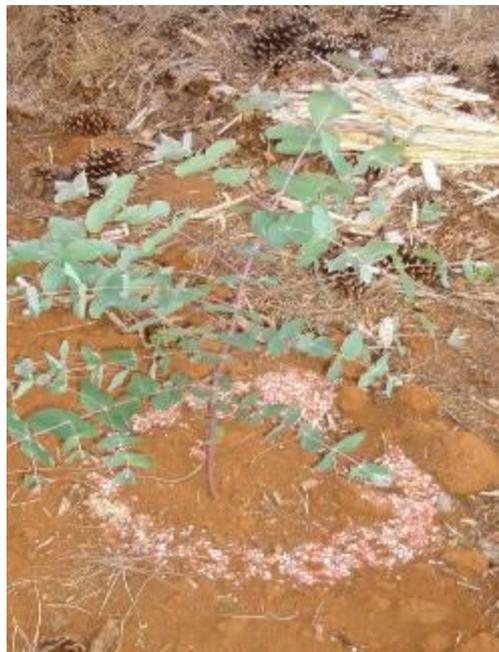


Figura 09. Planta com 58 dias do plantio e a adubação de cobertura na projeção da copa.

4.5.3 Manutenções pós-plantio

Após nove dias de plantio foi realizado o replantio de oito mudas as quais apresentavam sinais de perda do seu vigor. A primeira manutenção pós-plantio foi feita por meio da aplicação de herbicida pré-emergente na linha de plantio. O produto utilizado foi o herbicida pré-emergente “For Dor”. A aplicação foi em faixa de 80 cm de largura, com dose de 64 g/ha. O pré-emergente foi aplicado dez dias após o plantio.

As demais manutenções foram, aplicação de herbicida pós-emergente, com uso do produto (SCOUT NA. dose 2,0 kg /ha) e roçada manual com foice; ambas as operações feitas sempre que a área do experimento apresentava vegetação que pudesse competir com as plantas objetivo da avaliação.

O combate a formiga foi realizado de forma sistemática, tanto no experimento como em seu entorno, de forma a evitar qualquer possibilidade de ataque por formigas, utilizando a isca granulada MIREX.

4.6. Variáveis analisadas

4.6.1 Compactação do solo

Após o preparo da área, para a eliminação da vegetação existente e homogeneização dos resíduos, foi realizada coleta de dados, referente ao seu grau de compactação. A distribuição dos pontos de medição foi feita de forma sistemática a cada 15 m, sendo uma coleta de dados para cada repetição. O equipamento utilizado para coleta dos dados de compactação foi o “penetrômetro de impacto”. A coleta dos dados foi realizada na mesma data evitando variações na umidade do solo. A análise dos dados ocorreu com a utilização de programa de computador adaptado por Stolf (1991)

4.6.2 Avaliação da fertilidade do solo

Visando analisar a fertilidade do solo do local onde foi instalado o experimento, foram realizadas coletas de solo com utilização de trado holandês. Dentro de cada bloco foram coletadas 10 amostras simples distribuídas em zigue-zague, que depois de homogeneizadas formaram uma amostra composta, em duas profundidades, de 0 a 20 cm e

de 20 a 40 cm. As coletas de solo foram analisadas no Laboratório de Análise de Rotina de Solos do Curso de Engenharia Florestal da UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro Oeste, localizado em Irati, PR. Os resultados foram comparados aos parâmetros gerais médios para interpretação preliminar de resultados de análises de solo encontrados no “Diagnóstico e Recomendações de Manejo do Solo” publicado pela Universidade Federal do Paraná.

4.6.3. Desenvolvimento das plantas

As avaliações de crescimento das plantas foram realizadas bimestralmente, até que o experimento completou 12 meses, sendo determinados os seguintes parâmetros: altura, diâmetro do colo e diâmetro de copa. O diâmetro do colo foi medido com paquímetro mecânico e a altura e diâmetro de copa com trena. Para diâmetro de copa, foi obtida a média de duas medidas, uma no sentido da linha de plantio e outra perpendicular à primeira.

Tratamento estatístico – foram avaliadas 80 plantas para cada tratamento, estando estas divididas em 4 repetições com 20 plantas cada. Após a compilação dos dados foi utilizado o método de BARTLETT para medir a homogeneidade das variâncias, ANOVA para testar a homogeneidade das médias e o teste de DUNCAN para comparação das médias.

Os dados foram processados com a utilização do programa EXCEL da plataforma WINDOWS.

4.6.4. Desenvolvimento do sistema radicular

O sistema radicular foi avaliado por meio da coleta das raízes avaliando-se o peso seco do material, sendo que na primeira coleta, aos dois meses de plantio, foi coletado todo o sistema radicular das plantas. Já nas coletas seguintes, aos quatro, seis e oito meses após o plantio, foi definida uma área amostral com raio de um metro ao redor da planta e profundidade de 0,50 m (Figura 10). Todas as raízes encontradas nesta área foram coletadas. Este método para coleta das raízes foi definido em função da dificuldade em coletar todo o sistema radicular e da necessidade de definição de uma área amostral.

A coleta ocorreu com a ajuda de jato de água, utilizando-se para tal um caminhão bombeiro e enxada, visando desta forma minimizar os danos as raízes, bem como evitar

perda de material. As plantas utilizadas para avaliação radicular foram selecionadas por apresentarem medidas de altura e diâmetro de colo semelhantes às avaliadas nos blocos utilizados para avaliação do crescimento aéreo (Figura 10). Após a coleta do material no campo as raízes foram avaliadas em laboratório, sendo lavadas, fotografadas, pesadas e secas em estufa eletrônica (marca – Nova Ética) a 75° C, com circulação de ar, até a estabilização do seu peso. O peso seco das raízes foi o parâmetro utilizado para comparação dos tratamentos. Foram feitas análises estatísticas aos seis e aos oito meses de idade dos tratamentos, sendo coletadas quatro plantas por tratamento.



Figura 10. (a): área amostral com 1 m de raio e 50 cm de profundidade. (b): raiz da planta, após remoção do solo com jato de água.



Figura 11. Croqui com ilustração dos blocos destinados a coleta de raízes

4.6.5 Avaliação dos custos de implantação

Os custos de implantação foram estimados por meio da simulação de um plantio comercial com a utilização das informações da Unidade KLABIN de Guarapuava (ANEXO 01). A simulação dos custos levou em conta as características de cada tratamento e os rendimentos esperados para execução em um contexto operacional.

4.6.6 Análise estatística

Após a compilação dos dados foi utilizado o método de BARTLETT para medir a homogeneidade das variâncias, ANOVA para testar a homogeneidade das médias e o teste de DUNCAN para comparação das médias das variáveis estudadas. Os dados foram processados com a utilização do programa EXCEL da plataforma WINDOWS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação da compactação

Os resultados da avaliação da compactação podem ser observados na Figura 12, onde nota-se que os níveis de compactação estão em sua maioria abaixo de 0,5 MPa. O manual de solos da USDA - United States Department of Agriculture (1993), considera o limite de 2 MPa como forte restrição ao crescimento radicular para muitas culturas anuais. Sendo um critério para restrição física ao crescimento radicular, também de acordo com este manual níveis de compactação entre 0,1 e 2 Mpa, são considerados de baixa resistência à penetração. Desta forma os resultados encontrados apresentam um quadro de baixa resistência à penetração.

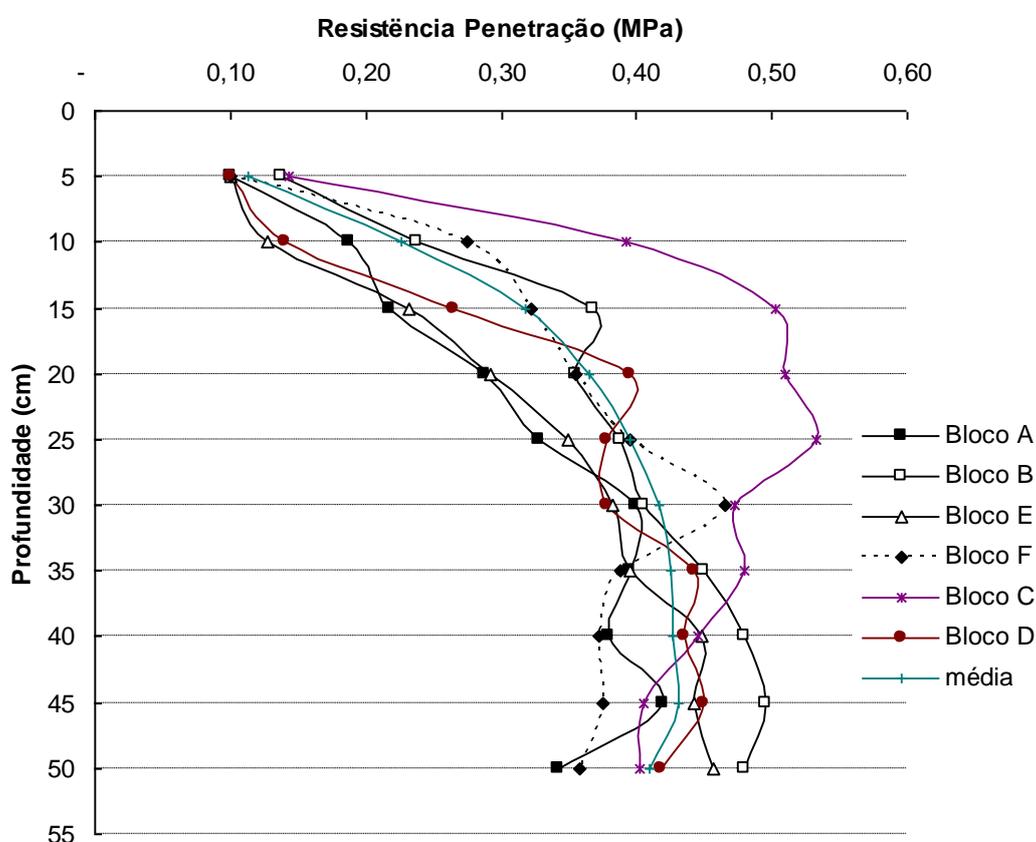


Figura 12. Comparação da resistência do solo a penetração entre blocos, em diferentes profundidades em um LATOSSOLO BRUNO em Guarapuava, PR.

Dedecek *et al.* (2007) na localidade de Mogi Guaçu, São Paulo, em Latossolo Vermelho-Amarelo em área de segunda rotação de eucalipto, encontraram maior resistência à penetração, com situações críticas na profundidade compreendida entre 20 e 30 cm. Os resultados obtidos na Figura 12 apresentam resultados diferentes pois os níveis de compactação aumentam até a profundidade de 30 cm, mas mantêm-se constantes até os 50 cm, que é a profundidade máxima avaliada neste trabalho.

5.2. Avaliação da fertilidade

A avaliação da fertilidade pode ser observada na Tabela 01. Segundo Serrat *et al.* (2006), temos as seguintes observações referente aos resultados obtidos: o “pH” apresenta valores classificados como “muito baixo” em ambas as profundidades; o mesmo ocorre com “K⁺”, “Ca⁺²” e “P”; para “Mg⁺²” os valores são considerados “alto” na profundidade (00 – 20) e “muito alto” na profundidade (20 – 40); já para “Al⁺³” os valores são considerados “alto” para as duas profundidades. O teor de “P” é maior na profundidade 00 – 20, assim como os níveis de “H+Al⁺³” e “M.O.”

Tanto as aplicações de fertilizantes como a calagem não utilizaram como base as informações contidas na Tabela 01, foram realizadas de forma a seguir as recomendações técnicas que fazem parte dos procedimentos operacionais adotados pela KLABIN na região.

A aplicação de calcário dolomítico pode ter melhorado a relação Ca⁺² / Mg⁺² que deve estar entre 3/1 e 6/1 para o melhor desenvolvimento das plantas.

Bellote e Neves (2001) recomendam, segundo interpretação do laudo 240g / planta de NPK 10-30-10 para uma população de 1.666 plantas por hectare, equivalente a 250g / planta para uma população de 1.600 plantas por hectare. Seguindo a recomendação as plantas deveriam receber 25g de N, 75g de P₂O₅ e 25g de K₂O em única aplicação no plantio. A recomendação adotada pela KLABIN por planta foi 9g de N, 45g de P₂O₅ e 9g de K₂O no plantio e 30g de N, 10g de P₂O₅ e 60g de K₂O em cobertura aos 50 dias do plantio. A adição de fósforo foi ligeiramente superior considerando a adição de fósforo da fosfatagem. Com relação ao N e K a recomendação adotada pela KLABIN adicionou quantidades maiores desses elementos. Segundo Malavolta *et al.* (1997) o nitrogênio estimula a formação e o desenvolvimento da vegetação e perfilhamento, também aumenta o teor de proteína. Já o fósforo acelera a formação de raízes; aumenta o teor de carboidratos, óleos, gorduras e

proteínas e ajuda a fixação de nitrogênio. Observa-se na Tabela 01 que com os teores de argila constatados o solo em questão apresenta maior suscetibilidade a compactação.

Tabela 01 – Resultado da análise de rotina do solo da área experimental nas profundidades de (00 – 20 e 20 – 40 cm).

Profundidade em (cm)	pH	cmol _c /dm ³							g/dm ³	mg/dm ³	g/100g			
	CaCl ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Na ⁺	M.O	P	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
00 - 20	3,81	0,07	0,76	0,95	1,70	4,27	16,14	0,24	57,51	2,85	2,88	3,46	27,59	65,73
20 - 40	3,92	0,05	0,77	1,09	1,85	3,95	12,58	0,24	46,34	1,07	2,70	3,44	27,33	66,87

5.3. Avaliação do diâmetro de colo das plantas

Na avaliação do parâmetro “diâmetro de colo” das plantas, os resultados apresentados na Tabela 02, mostram que existe diferença estatística a 5% de probabilidade de confiança pelo teste de “DUNCAN” para a avaliação realizada aos 4 meses, onde a subsolagem com trator de pneu (T3) apresenta diferença com relação a testemunha (T0) e em relação ao coveamento (T1). Nas avaliações realizadas nos demais períodos (2, 6, 8, 10 e 12 meses), não foi observada diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 02 – Diâmetro de colo das plantas para os diferentes tratamentos em plantio sobre LATOSSOLO BRUNO em Guarapuava,PR.

Tratamentos	Períodos					
	2	4	6	8	10	12
	meses	meses	meses	meses	meses	meses
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Testemunha (T 0)	10,30a	24,32b	34,64a	45,81a	64,92a	84,15a
Coveamento (T 1)	10,41a	24,87b	35,30a	45,58a	63,20a	81,24a
Subsolagem com trator de esteira (T 2)	11,70a	26,14ab	36,46a	46,52a	63,53a	80,56a
Subsolagem com trator de pneu (T 3)	11,96a	26,91a	37,04a	47,59a	65,44a	81,86a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de DUNCAN a 5% de probabilidade de confiança.

Ainda na Tabela 02, observa-se que no oitavo mês a testemunha (T0) começa a inverter sua tendência de crescimento e chega a superar os demais tratamentos quando atinge os 12 meses. Esta tendência é seguida pelo coveamento (T1), o qual apresenta desenvolvimento inferior aos tratamentos com maior intensidade de preparo (T2 e T3) até os 10 meses e aos 12 meses chega até a superar a subsolagem com trator de esteira (T2). Para experimento realizado com plantio de *Pinus taeda*, Blazier e Dunn (2008), concluem que mudas plantadas em raiz nua, apresentam melhor crescimento para tratamento com subsolagem, mostrando para esta espécie resultado diferente quando comparado aos deste trabalho.

5.4. Avaliação da altura das plantas

Na avaliação do parâmetro altura das plantas (Tabela 03) não se observou diferença estatística a 5% de probabilidade de confiança pelo teste de “DUNCAN” entre os períodos de dois e 12 meses para nenhum dos tratamentos avaliados. Aos quatro meses os dois tratamentos com preparo de solo mais intenso (T2-subsolagem com trator de esteira e T3-subsolagem com trator de pneu) diferem estatisticamente, tanto da testemunha (T0) como do coveamento (T1). Aos seis meses observa-se que os preparos de solo mais intensos diferem da testemunha. Aos 10 meses todos os tratamentos onde ocorreu preparo do solo apresentam diferença estatística quando comparados com a testemunha (T0), não diferindo entre si.

Tabela 03 – Altura das plantas para os tratamentos em plantio sobre LATOSSOLO BRUNO em Guarapuava, PR.

Tratamentos	Períodos					
	2	4	6	8	10	12
	meses	meses	meses	meses	meses	meses
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Testemunha (T 0)	73,90a	146,69b	191,53b	217,42c	315,13c	548,97a
Coveamento (T 1)	77,47a	155,90b	206,03ab	225,82bc	341,27ab	562,15a
Subsolagem com trat. de esteira (T 2)	81,88a	168,56a	215,75a	238,86ab	341,47ab	574,03a
Subsolagem com trator de pneu (T 3)	83,44a	168,19a	218,29a	241,85a	344,30a	569,18a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de DUNCAN a 5% de probabilidade de confiança.

Na Tabela 03, observa-se a tendência ao longo de todos os períodos avaliados de um melhor desenvolvimento em altura para os preparos de solo com maior intensidade. Comparando estes resultados aos resultados de outros dois autores nota-se que tanto Gatto *et al.* (2003) como também Maluf (1991), citado em Gatto *et al.* (2003), constataram para tratamentos similares, maior produtividade da floresta a medida que os sistemas de preparo do solo se intensificavam. Conforme Finger (1996) a subsolagem proporcionou maior crescimento para *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura e ainda, maior sobrevivência das plantas do que em solos não subsolados, o estudo foi realizado em solos do tipo PODZÓLICO BRUNO Acinzentado em área experimental da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, RS. Variações ainda maiores foram encontradas por Rodigheri e Pinto (2001), ao testarem o crescimento de diferentes espécies de eucalipto, em sítios com e sem preparo do solo. Ao final do experimento, na análise dos resultados de todas as espécies, o crescimento médio nos tratamentos com preparo do solo foi 67 % maior.

Observando os resultados obtidos por Stape *et al.* (2002) em Latossolo com alturas das plantas de 6,0 m e 5,7 m, respectivamente, para tratamento com coveamento e subsolagem, percebe-se uma certa similaridade com os resultados obtidos neste trabalho, pois os mesmos encontraram diferença favorável à subsolagem apenas em Argissolos, os quais oferecem maior resistência à penetração. Desta forma, tratando-se a área deste estudo de um Latossolo, que apresentava baixa compactação, com valores abaixo de 0,6 MPa, podemos sugerir que para áreas com tal característica as diferenças no desenvolvimento das plantas não são percebidas, ou seja, ao definir a intensidade do preparo de solo é importante conhecer seus níveis de compactação, pois para áreas com baixa compactação os investimentos em preparos de solo mais intensos podem não apresentar retorno significativo.

5.5. Avaliação do diâmetro de copa das plantas

Os resultados obtidos para diâmetro de copa das plantas, observados na Tabela 04, não apresentam diferença estatística pelo teste de DUNCAN a 5% de probabilidade de confiança entre os preparos de solo com subsolagem (T 2 e T 3) e o preparo de solo com coveamento (T1) aos 10 meses de idade, quando ocorreu a última avaliação deste parâmetro.

Tabela 04 – Diâmetro de copa das plantas para os diferentes tratamentos em plantio sobre LATOSSOLO BRUNO em Guarapuava, PR.

Tratamentos	Períodos				
	2 meses	4 meses	6 meses	8 meses	10 meses
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
Testemunha (T 0)	66,38a	136,19c	171,87c	178,14bc	219,94b
Coveamento (T 1)	69,28a	142,39bc	179,20abc	180,30bc	225,63ab
Subsolagem com trator de esteira (T 2)	74,42a	152,18ab	187,78ab	184,54ab	233,03ab
Subsolagem com trator de pneu (T 3)	76,84a	153,56a	190,91a	193,23a	236,39a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de DUNCAN a 5% de probabilidade de confiança

Quando se analisa a evolução do diâmetro de copa das plantas na Tabela 04, percebemos para todos os períodos avaliados que os preparos de solo realizados com subsolador (T 2 – trator de esteira e T 3 – trator de pneu), apresentam valores maiores que o preparo de solo com coveamento (T 1) e que a testemunha (T 0) respectivamente.

Foelkel (2010) comenta que depois de ter um sistema radicular capaz de capturar água e nutrientes, as plantas procurarão desenvolver o máximo de área foliar para máxima captação da energia solar e produção de compostos orgânicos. Nessa fase, o tronco recebe pouco da energia dos fotoassimilados, que são mais destinados à copa e às raízes. O tronco cresce rápido em altura, mas pouco em diâmetro, nesse momento é interessante que a árvore tenha grande volume foliar. Pequeno volume foliar significa menos fotossíntese e menos compostos formados pela fotossíntese. Desta forma o melhor desenvolvimento do diâmetro de copa na fase inicial para os tratamentos com subsolagem pode representar melhor resultado até o final do ciclo.

O resultado obtido aos oito meses corresponde ao final do mês de agosto. No período compreendido entre os meses de junho e agosto, as plantas praticamente não apresentam crescimento no diâmetro de copa e até mesmo mostrou redução devido a danos causados pelas geadas ocorridas. Aos 12 meses não ocorreu avaliação do parâmetro diâmetro de copa devido a este não apresentar evolução significativa em relação a avaliação anterior.

5.6. Desenvolvimento do sistema radicular

Quanto ao desenvolvimento radicular, pode-se observar na Tabela 05, que apenas o tratamento T2 (subsolagem com trator de esteira) apresentou diferença estatística em relação à testemunha, tanto na avaliação realizada aos seis meses, quanto aos oito meses. A partir dos valores encontrados nas avaliações, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram valores superiores aos da testemunha (T 0). Cabe destacar que os dois tratamentos onde utilizou-se a subsolagem (T 2 e T 3), apresentaram resultados superiores ao tratamento onde ocorreu o coveamento (T 1). Se considerarmos que com o coveamento ocorre a descompactação de um volume menor de solo, reforça-se a afirmação de Gonçalves (2002), quando relaciona a compactação com a redução dos macroporos do solo (raio $> 0,03$) mm limitando o crescimento radicular das plantas. Jorge (1986), também afirma que em solos ou camadas mais compactadas as raízes apresentam maiores dificuldades de crescimento, apresentando um crescimento horizontal, com desenvolvimento superficial, prejudicando o fornecimento de água e nutrientes e ainda comprometendo a sustentação da planta. Trukmann *et al.* (2008), observaram para cevada um menor desenvolvimento radicular em função da maior compactação do solo. Segundo Spoor (1975, apud DEDECEK *et al.*, 2007) as respostas das plantas não ocorrem diretamente ao preparo do solo, mas ao ambiente criado em função desta atividade, qual favorece a movimentação da água, areação e disponibilidade de nutrientes, sendo a profundidade a variável mais importante. Esta afirmação pode ser confirmada pelos maiores valores encontrados para peso seco de raízes nos tratamentos com maior intensidade de preparo de solo (Tabela 05).

É importante afirmar que os resultados apresentados neste trabalho, com relação ao desenvolvimento radicular não apresentam a mesma tendência dos resultados de crescimento das plantas, onde os tratamentos não diferem estatisticamente ao final de 12 meses, ou seja, destacando-se o preparo do solo com subsolagem feita com trator de esteira (T 2) como melhor tratamento para desenvolvimento do sistema radicular.

Tabela 05 – Comparação das médias dos tratamentos para peso seco das raízes em diferentes períodos.

Tratamentos	Períodos	
	6 meses	8 meses
	(g)	(g)
Testemunha (T 0)	300,50b	402,90b
Coveamento (T 1)	361,25ab	468,40ab
Subsolagem com trator de esteira (T 2)	444,06a	564,08a
Subsolagem com trator de pneu (T 3)	388,13ab	553,95ab

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de DUNCAN a 5% de probabilidade de confiança

Observando-se os resultados obtidos na Tabela 05, encontramos as seguintes variações percentuais entre os tratamentos aos 8 meses: os dois tratamentos com preparo de solo mais intensos (T 2 e T 3) apresentam uma variação de 1,83 % entre seus valores; o preparo de solo menos intenso (coveamento T 1) apresenta uma variação de 16,26 % em relação a testemunha (T 0), mostrando uma variação menor que a observada em relação a subsolagem com trator de pneu (T 3), onde a variação é de 18,26 %. Desta forma temos uma maior proximidade do preparo com coveamento (T 1) em relação a testemunha (T 0), que aquela observada em relação ao preparo de solo com subsolador de pneu (T 3).

Para contribuir com o entendimento dos resultados apresentados temos que: Vasquez (1987) afirma que a intensidade de preparo do solo influencia positivamente o crescimento inicial das plantas, num período compreendido entre o primeiro e segundo ano para plantios de eucalipto, podendo se estender até o final do ciclo. Nesta linha Schumacher (1996) cita o estudo realizado por Schumacher (1995), o qual demonstra que o percentual de biomassa de copa e raízes de uma floresta de *Eucalyptus saligna* tende a diminuir com o passar do tempo, sugerindo sua importância na fase inicial do desenvolvimento das plantas.

Passioura (2002), ao analisar plantas mantidas em volumes limitados de solo preparado, observou que as folhas destas plantas apresentavam menor número de células que plantas que tiveram maior volume de solo disponível. Afirma também que o desenvolvimento celular da planta é maior em seu sistema radicular com uma maior proporção no número de células para parte radicular em plantas que se desenvolveram em menores volumes de solo

disponível.

5.6.1. Avaliação visual das raízes

Na Figura 13 observamos pouca variação entre os tratamentos para o desenvolvimento das raízes. Isto pode ser explicado pelo fato de com a adubação de coveta lateral, onde o fertilizante é aplicado próximo as raízes, por exemplo, as plantas podem ter encontrado uma boa condição para seu desenvolvimento inicial, não exigindo ainda um desenvolvimento radicular mais acentuado.

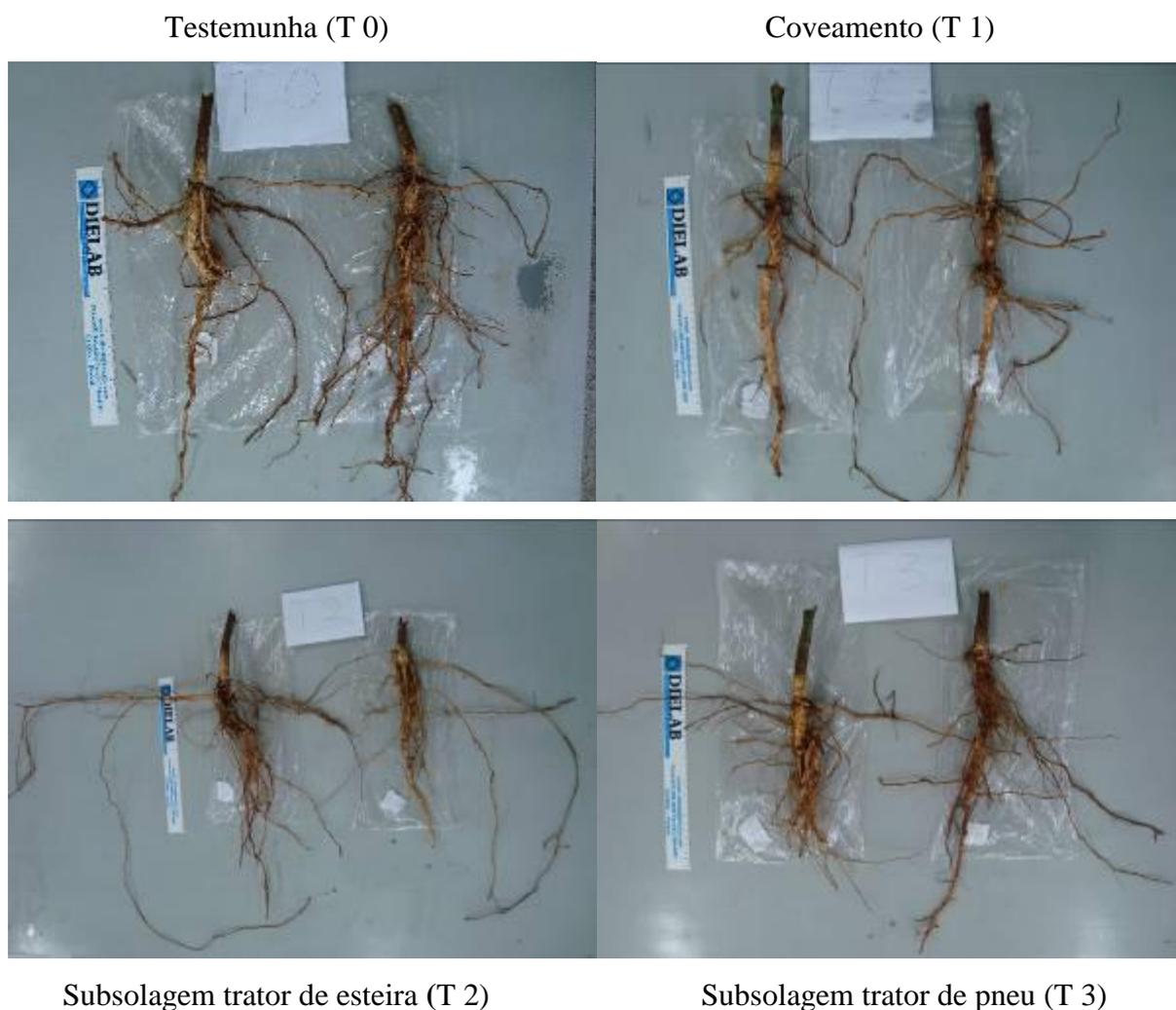


Figura 13. Fotos aos dois meses do sistema radicular de plantas componentes dos diferentes tratamentos aplicados em plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Guarapuava,pr.

Testemunha (T 0)

Coveamento (T 1)



Subsolação trator de esteira (T 2)

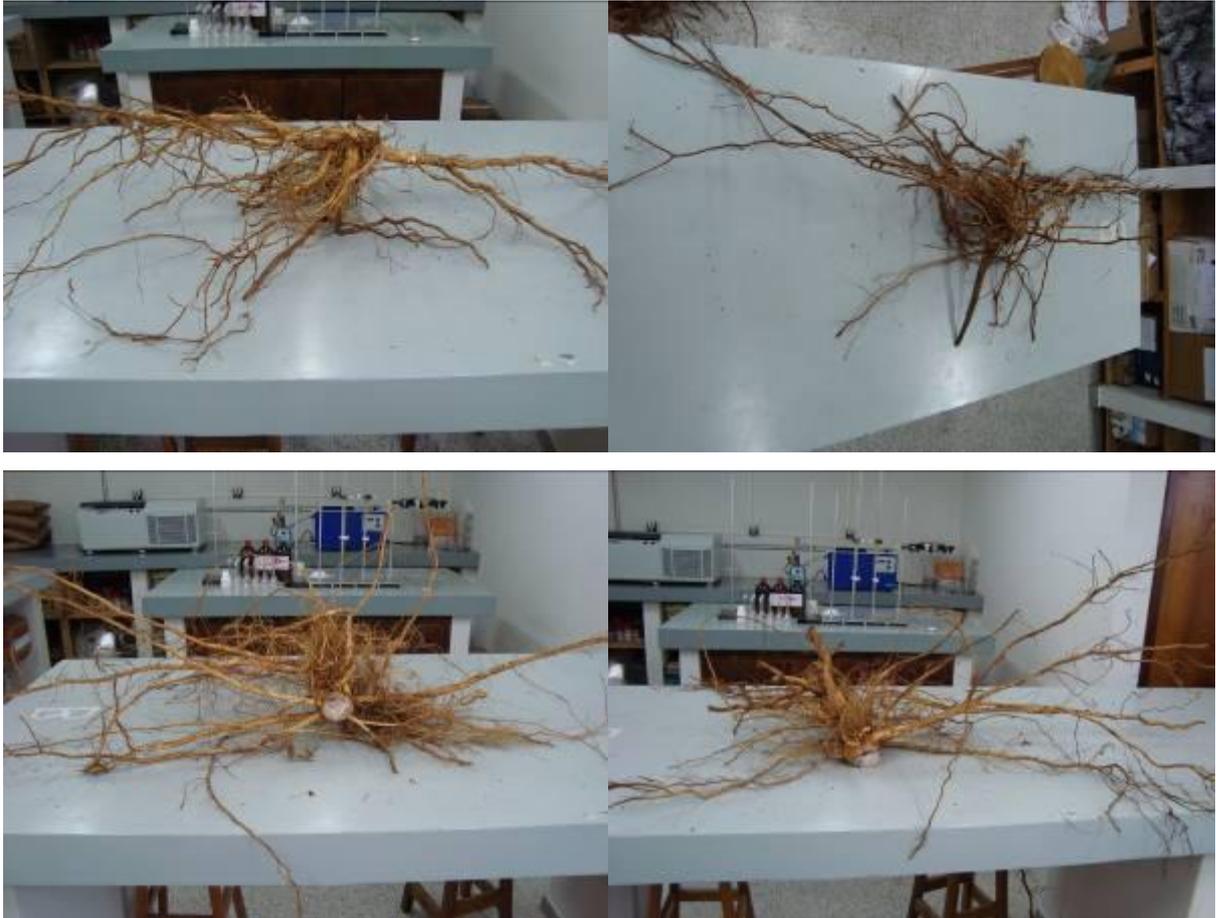
Subsolação trator de pneu (T 3)

Figura 14. Fotos aos quatro meses do sistema radicular de plantas componentes dos diferentes tratamentos aplicados em plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Guarapuava,pr.

Na Figura 14 observa-se para o preparo de solo com coveamento (T 1) a tendência de uma maior concentração de raízes na área da cova. Este comportamento sugere a ocorrência de uma “zona de conforto”, ocasionada pela formação de um “micro site” no interior da cova. Esta afirmação pode ser reforçada pela observação, mesmo que visual, de grande quantidade de raízes com diâmetro inferior a 2 mm.

Testemunha (T 0)

Coveamento (T 1)



Subsolação trator de esteira (T 2)

Subsolação trator de pneu (T 3)

Figura 15. Fotos aos seis meses do sistema radicular de plantas componentes dos diferentes tratamentos aplicados em plantio de *Eucalyptus benthamii* Maiden at Cambage na região de Guarapuava,pr.

Para contribuir na análise da Figura 15, é importante citar Jorge (1986), que afirma que as raízes das culturas apresentam pelo menos três sintomas bem típicos quando crescem em solos, ou camadas de solos compactados. Em primeiro lugar, não conseguindo penetrar a camada compactada, as raízes se entortam, crescendo na horizontal; isto causa um desenvolvimento superficial e raso, prejudicial ao suprimento de água, de nutrientes e enfraquecendo a sustentação da planta. Há casos em que uma rajada mais forte de vento causa o tombamento seguido da morte da planta. Além de ocasionar um sistema radicular tortuoso e raso, a porção da raiz logo acima da zona compactada se apresenta engrossada e com numerosos pêlos radiculares. Estas anomalias verificadas no sistema radicular vão refletir

negativamente no crescimento e produção das culturas. A afirmação de Jorge (1986) com relação ao desenvolvimento superficial e a tortuosidade das raízes em camadas mais compactadas é ilustrada na Figura 15, pela aparência observada na testemunha (T 0). Já para os tratamentos com subsolagem (T 2 e T 3) observa-se um melhor desenvolvimento radicular a maiores profundidades.

Relacionando os resultados da parte radicular com a parte aérea das plantas nos diferentes tratamentos, observa-se que os tratamentos com subsolagem apresentam melhor desenvolvimento radicular, permitindo maior estabilidade para o crescimento das plantas, tanto sob o aspecto de sustentação das plantas em relação a ventos, como também na absorção de nutrientes e água. Baseado no comentário de Foelkel (2010) que enfatiza que o tronco cresce rápido em altura, mas pouco em diâmetro na fase inicial do desenvolvimento das plantas, os resultados de altura, diâmetro de copa e peso seco de raízes apresentam uma melhor expectativa para os tratamentos com preparo de solo mais intenso. O fato da testemunha apresentar maior diâmetro de colo que os demais tratamentos pode estar relacionado ao seu menor diâmetro de copa, pois sabe-se que quando as plantas têm maior espaço disponível para crescimento ocorre a tendência de aumentar o diâmetro do colo.

5.7. Custos de implantação

A apresentação dos custos de implantação e manutenção visa proporcionar uma informação adicional ao trabalho, onde pode-se observar os valores das diferentes atividades em condições comerciais. No anexo 01 observa-se que o preparo de terreno com cova (T1) é o tratamento com maior custo, já a testemunha, onde não ocorre a atividade de preparo do terreno é o tratamento com menor custo. É importante que se considere que o preparo mecanizado (subsolagem) favorece a limpeza do terreno, mantendo a linha de subsolagem limpa e favorecendo ainda a aplicação de herbicida pré-emergente na linha de plantio e o controle das plantas invasoras, sendo possível desta forma que as plantas apresentem melhor desenvolvimento nestas condições.

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o desenvolvimento do sistema radicular é melhor quando ocorre uma maior intensidade do preparo do solo, destacando-se o preparo do solo com subsolagem e trator de esteira (T 2), com maior biomassa aos oito meses de idade.

Quanto ao desenvolvimento das plantas, aos 12 meses do plantio, não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos para os parâmetros diâmetro do colo e altura da planta aos 12 meses de idade.

Dois pontos podem ser considerados quanto ao melhor resultado dos preparos de solo mais intensos, que ocorreu durante o desenvolvimento inicial das plantas: o crescimento da parte aérea diminui os custos de manutenção das plantas invasoras; e o melhor desenvolvimento do sistema radicular melhora a disponibilidade de água, a absorção de nutrientes e a sustentação das plantas, garantindo o desenvolvimento das mesmas ao longo de seu ciclo.

Sugere-se que ao avaliar diferentes intensidades de preparo de solo, não menos importante é avaliar estas diferentes intensidades submetidas a diferentes níveis de compactação, pois o resultado de diferentes preparos do solo pode ser influenciado pela característica de compactação do solo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2007 - ano base 2009. Brasília: ABRAF, 2009
- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010 - ano base 2009**. Brasília: ABRAF, 2010.
- BELLOTE, A. F. J.; NEVES, E. J. M. **Calagem e adubação em espécies florestais na propriedade rural**. Circular técnica 54. EMBRAPA; Colombo. Paraná, 2001.
- BENTIVENHA, S.R.P. **Mobilização do solo e crescimento inicial do eucalipto em função do tipo de haste subsoladora, profundidade de trabalho e características do solo**. Piracicaba, 2001.
- BLAZIER, M. A.; DUNN, M. **Stock type, subsoiling, and density impact productivity and land value of a droughty site**. South. J. Appl. Four 32 (4) 2008.
- BOLETIM FLORESTAL. **Informativo Florestal do Norte Pioneiro**. Dezembro de 2007.
- BRANCO, E. F. Pesquisas otimizam recursos e diversificam produção. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.74, p.74-84, ago. 2003.
- CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N.F. (Coord.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.187-232.
- CAVICHIOLO, S. R. **Perdas de solo por erosão hídrica em diferentes métodos de preparo do solo em plantio de *Pinus taeda***. 2005. 138f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- COSTA, L. M.; COSTA, O. V.; OLSZEWSKI, N.; NACIF, P. G. F. Influência das características morfológicas, estruturais e texturais do solo na definição do seu preparo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (Coord.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. p.207-219.
- CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.
- DEDECEK, R. A.; BELLOTE, A. F. J.; MENEGOL, O. Influence of residue management and soil tillage on second rotation *Eucalyptus* growth. **Scientia Forestalis**: n.74, p. 09-17, junho 2007.
- DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; SIMON, A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 205-215, jul-set, 2007.
- FINGER, C. A. G.; SCHUMACHER, M. V.; SCHNEIDER, P. R.; HOPPE, J. N. Influência da camada de impedimento no solo no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.137-145, 1996.

FOELKEL, C. **Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos:** aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. Eucalyptus Online Book & Newsletter. Acesso em 03/12/2010.

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*. **Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.635-646, 2003,

GONÇALVES, J. L. M; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; WICHART, M. C. P.; GAVA, J. L. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J. L. M. STAPE, J. L. (Coord.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. p.133-204.

HASSE, G. **Eucalipto:** histórias de um imigrante vegetal. Porto Alegre: JÁ Editores, 2006.

<http://www.aracruz.com.br/eucalipto/pt/eucalipto.html>. Acesso em 20 de novembro de 2010.

JOAQUIN, M. S. **Carvão vegetal: uma alternativa para os produtores rurais do sudoeste goiano.** Brasília: Universidade de Brasília, 2009. p. 86.

JORGE, J. A. **Física e manejo dos solos tropicais.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 328p

KLABIN, Unidade Klabin de Guarapuava. **Custos de implantação de eucalipto.** Guarapuava. Novembro de 2010

KLABIN, Unidade Klabin de Monte Alegre. **Descrição de perfil de solo.** Guarapuava. Novembro de 2008

KOPPEN, W. **Classificação climática de Koppen.** Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre. Consulta em 25/11/10

LIMA, L. C de S; ALVARES, A; SPELTZ, R. **Avaliação do preparo do solo sobre o crescimento em *Pinus taeda* L. em um latossolo de textura argilosa.** Telêmaco Borba: Klabin, 2001. 5p. (não publicado)

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, 1., 1995, Curitiba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995, 16p. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_cultivo_minimo/cap09.pdf>. Acesso em: 23 de ago. 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2 ed., ver. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

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.

MARTINI, A. J. **A introdução do eucalipto no Brasil completa 100 anos.** http://www.tudosobreplantas.com.br/blog/?p=2592&upm_export=pdf. Acesso em 29/11/2010

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: SBS, 2000.

NISGOSKI, S; MUNIZ, G. I. B; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.8, n.1, p. 67-76, 1998.

PASSIOURA, J. B.; **Soil conditions and plant growth.** Blackwell Science Ltd: Plant, Cell and Environment (2002) 25, p. 311-318.

PAVAN, B. E. **Competição em testes de progênies de eucalipto e suas implicações na seleção e no melhoramento.** Jaboticabal SP, 2009.

RAMALHO FILHO, A. BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 3ª ed. rev., 1995.

RODIGHERI, H. R.; PINTO, A. F. **Desempenho de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. citriodora*, com e sem preparo de solos em pastagem degradada, em Santana do Itararé - PR.** Colombo: Embrapa Florestas, nov. 2001, 02p. (Comunicado Técnico, n. 57).

SASAKI, C. M.; BENTIVENHA, S. R. P.; GONÇALVES, J. L. M. Configurações básicas de subsoladores florestais. In: GONÇALVES, J.L.M. & STAPE, J.L. (Coord.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. p.395-407.

SERRAT, B. M.; KRIEGER, K. I.; MOTTA, A .C. V. Considerações sobre interpretação de análise de solos. **Diagnóstico e recomendações de manejo de solo.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba PR, 2006.

SHUMACHER, M. V. **Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais.** Santa Maria RS, 1996. Anais do I Simpósio de sobre ecossistemas naturais do mercosul – O ambiente da floresta.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal: causa, efeitos e práticas de controle.** Piracicaba: IPEF, 1988. (Circular técnica, 163).

SILVA, C. R.; CAMARGO, F. R. A.; JACOB, W. S; IJIMA, J. Preparo de solo em áreas acidatadas do Vale do Paraíba do Sul – SP. In: GONÇALVES, J. L. M; STAPE, J. L. (Coord.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. p.247-259.

SILVA, J. C. O eucalipto e suas origens. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.59, p.10-12, set. 2001.

_____. Idade é documento também para a madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.74, p.22-30, ago. 2003.

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

STOLF, R. **Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo**. Campinas, R. bras. Ci. Solo, n.15, p.229-235, 1991.

FILHO, W. S.; REZENDE, G. C.; MENDES, C. J.; CASTRO, P. F. **Efeitos de diversos métodos de preparo de solo sobre o desenvolvimento de Eucalyptus grandis (Hill ex. Maiden) plantado em solos com camada de impedimento**. Piracicaba: IPEF, 1980. (Circular técnica, 90).

TRUKMANN, K.; REINTAM, E.; KUHT, J.; NUGIS, E.; EDESI, L. **Effect of soil compaction on growth of narrow-leaf lupine, oilseed rape and spring barley on sandy loam soil**. Agronomy Research 6 (1), 101-108, 2008.

USDA. **Soil survey manual**. Washington, DC, USA, Soil Survey Division Staff, 1993. 437p. (Handbook, 18).

VÁSQUEZ, S. F. **Comportamento inicial da bragatinga (Mimosa scabrella Benth.) em consórcio com milho (Zea mays L.) e feijão (Phaseolus vulgaris L.), com e sem aplicação de fertilizantes em solo de campo na região metropolitana de Curitiba, PR**. 1987. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007

ZANATTA, S. R.; SOBRINHO, R. S. **Reflorestamento com Eucalipto: fonte alternativa de renda sustentável para o agricultor familiar da região sudoeste do estado do Paraná**. Revista Eletrônica *Lato Sensu* – UNICENTRO, Guarapuava 2007

ANEXO

ANEXO 01: Custos de implantação e manutenção dos tratamentos até a idade de um ano.

Atividades de implantação e manutenção	Testemunha	Cova	Trator de esteira	Trator de pneu
	R\$ por hectare	R\$ por hectare	R\$ por hectare	R\$ por hectare
Limpeza pré plantio	750,00	1.150,00	975,00	800,00
Combate a formigas	105,00	105,00	105,00	105,00
Calagem	225,00	225,00	185,00	185,00
Fosfatagem	150,00	150,00	40,00	40,00
Planificação	100,00	100,00	75,00	75,00
Preparo do terreno	0,00	850,00	720,00	600,00
Plantio	400,00	350,00	350,00	350,00
Manutenção pós plantio	900,00	900,00	760,00	760,00
Mudas	475,00	475,00	475,00	475,00
Hidrogel	10,00	10,00	10,00	10,00
Formicida	55,00	55,00	55,00	55,00
Calcário	90,00	90,00	90,00	90,00
Fosfato	100,00	100,00	100,00	100,00
Fertilizante NPK	930,00	930,00	930,00	930,00
Herbicidas	165,00	165,00	165,00	165,00
TOTAL	4.455,00	5.655,00	5.035,00	4.740,00

* Fonte: unidade KLABIN de Guarapuava

** Lotação: 1600 plantas / hectare