

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEFFERSON LUIS KRZESINSKI

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NO CRESCIMENTO DO EUCALIPTO:
REVISÃO DE LITERATURA

CURITIBA

2016

JEFFERSON LUIS KRZESINSKI

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NO CRESCIMENTO DO EUCALIPTO:
REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de MBA em Manejo Florestal de Precisão da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo.

CURITIBA

2016

INFLUÊNCIA DO PREPARO DO SOLO NO CRESCIMENTO DO EUCALIPTO: REVISÃO DE LITERATURA

Jefferson Luis Krzesinski, Engenheiro Florestal.

RESUMO

A operação de preparo do solo representa uma etapa fundamental para o sucesso do empreendimento florestal, especialmente no cultivo do *Eucalyptus sp.* A dificuldade ou o impedimento do desenvolvimento radicular pode ser considerado como um fator crítico para o máximo crescimento da floresta. Nesta pesquisa o objetivo foi analisar a influência de diferentes formas de preparo do solo no crescimento da floresta do *Eucalyptus sp.* Foram analisados diversos trabalhos científicos por meio da revisão de literatura com o objetivo de identificar os métodos e equipamentos utilizados, as avaliações em diferentes tipos de solo e dados de crescimento e produção em função do preparo do solo adotado. Os resultados demonstram a grande importância do manejo do solo na produtividade, alertando para a necessidade da análise das características físicas do solo antes do preparo do mesmo, visando detectar possíveis problemas de compactação e a individualização das intervenções de acordo com as características peculiares de cada sítio. O acompanhamento da qualidade da subsolagem também é de extrema importância, pois observou-se variação de até 30% em relação a profundidade desejada.

Palavras-Chave: *Eucalyptus sp.* Produtividade. Subsolagem. Preparo do solo.

ABSTRACT

The soil preparation operation represents a fundamental step for the success of the forest enterprise, especially in the cultivation of *Eucalyptus* sp. The difficulty or impediment of root development can be considered as a critical factor for maximum forest growth. In this research the objective was to analyze the influence of different forms of soil preparation on the growth of *Eucalyptus* sp. Several scientific papers were analyzed through a literature review to identify the methods and equipment used, the evaluations of different types of soil, and growth and production data as a function of the soil preparation. The results demonstrate the great importance of soil management in productivity, alerting to the need to analyze the physical characteristics of the soil before preparing it, in order to detect possible compaction problems and the individualization of the interventions according to the peculiar characteristics of each site. The monitoring of the quality of the subsoiling is also of extreme importance, as it was observed a variation of up to 30% in relation to the desired depth.

Keywords: *Eucalyptus* sp. Productivity. Subsoiling. Soil preparation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	06
2. OBJETIVOS	09
2.1 GERAL.....	09
2.2 ESPECÍFICOS.....	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
4.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO	12
4.2 PREPARO DE SOLOS COMPACTADOS PARA FLORESTAS	14
4.3 EFEITOS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE O CRESCIMENTO DAS FLORESTAS	16
4.4 PRINCIPAIS RESULTADOS DA PESQUISA	18
6. CONCLUSÕES	23
7. RECOMENDAÇÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro até o final da década de 60 era pouco expressivo dentro da economia brasileira, predominando na época a atividade florestal essencialmente extrativista. Neste período, verificou-se uma exploração predatória dos recursos florestais, entretanto, com a criação dos incentivos fiscais no final da década de 60 e com o objetivo de diminuir a exploração extrativista indiscriminada dos recursos florestais passou a ocorrer a implantação de florestas exóticas de rápido crescimento, mudando de forma significativa o desenvolvimento do setor florestal no Brasil.

A partir daí o setor de florestas plantadas no Brasil passou por uma grande expansão, adquirindo importância econômica, social e ambiental, contribuindo com a economia, geração de empregos e conservação do meio ambiente. Tal crescimento implica no desenvolvimento tecnológico das operações florestais para o aumento da eficiência operacional, melhoria dos processos produtivos, maximização de resultados, segurança do trabalho e desenvolvimento sustentável.

Segundo o IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ-2015) a área de florestas plantadas para fins industriais no Brasil totalizou 7,74 milhões de hectares em 2014, com aumento de 1,8% em relação a 2013, sendo que esse total corresponde a apenas 0,9% do território brasileiro. Além das florestas plantadas, dos 851 milhões de hectares do território nacional, 66,1% estavam cobertos por habitats naturais, 23,3% ocupados por pastagens, 6,2% por agricultura e 3,5% por redes de infraestrutura e áreas urbanas. Os plantios de eucalipto ocupam 5,56 milhões de hectares da área de florestas plantadas no País, o que representa 71,9% do total, e estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%).

O sucesso global da indústria brasileira de base florestal é resultado da alta produtividade das florestas plantadas no País. Por exemplo, no Brasil, a área florestal necessária para a produção de 1,5 milhão de toneladas de celulose por ano é de 140 mil hectares, um quinto da área necessária na Escandinávia. Em 2014, o Brasil manteve mais uma vez sua liderança no ranking global de

produtividade florestal, quando a cultura do eucalipto atingiu 39 m³/ha/ano e o pinus 31 m³/ha/ano de produtividade média (IBÁ-2015).

Dentre as etapas de implantação de um povoamento florestal destaca-se o preparo do solo, primeiramente por ser esta a operação mais onerosa neste processo, porém considerada como a mais importante para obtenção de altas produtividades. Para que toda e qualquer espécie vegetal possa ter condições ideais de desenvolvimento é necessário que o meio onde esta será plantada – solo - apresente condições mínimas quanto as características físicas e químicas.

As características físicas dos solos podem ser limitantes do crescimento e produtividade dos sítios, em solos que apresentam camadas mais adensadas ou compactadas em decorrência de tráfego de máquinas pesadas, pisoteio de animais ou ainda camadas de impedimento mais profundas é fundamental que se utilizem técnicas de rompimento destas camadas, visando melhorar o ambiente para propiciar uma melhor eficiência de aproveitamento da água e nutrientes por parte do sistema radicular das plantas.

Devido a necessidade de rompimento da camada compactada do solo, muitos equipamentos têm sido projetados e construídos com essa finalidade, como grades, arados, enxadas rotativas e escarificadores, utilizados nas camadas mais superficiais do solo. Na área florestal a subsolagem tornou-se uma prática que vem sendo constantemente utilizada para minimizar os efeitos provocados pela compactação do solo, principalmente para rompimento das camadas compactadas de origem natural mais profundas no solo, assim como aquelas originárias da formação de camada compactada na profundidade imediatamente abaixo da linha de ação das grades, arados, etc., sendo denominada de compactação sub-superficial, conhecida também como “soleira”, “pé de arado” ou “pé de grade”.

A subsolagem é caracterizada por uma mobilização profunda de solo, normalmente com profundidade entre 0,30 a 0,50 metro, podendo chegar até a 1,00 metro, com o propósito de descompactar o solo, melhorando com isso o crescimento das raízes e a movimentação de água. A subsolagem é a operação mecanizada de maior custo e demanda energética na implantação florestal, porém é um dos fatores operacionais de maior importância para o sucesso do

empreendimento florestal, principalmente na influência que exerce no crescimento em volume da floresta.

Historicamente as empresas brasileiras do setor florestal priorizaram a manutenção de investimentos em pesquisas e desenvolvimento, buscando primordialmente a melhoria da genética dos plantios, porém aspectos operacionais como o preparo do solo não podem ser negligenciados, pois deles dependem a maximização da produtividade florestal.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Revisar os dados da literatura sobre o desempenho em crescimento do *Eucalyptus sp.* em função do preparo de solo adotado.

2.2 ESPECÍFICOS

Revisar dados da literatura sobre possíveis diferenças no crescimento do *Eucalyptus sp.* em função da textura do solo (arenosa x argilosa).

Revisar dados da literatura sobre o crescimento do *Eucalyptus sp.* em diferentes profundidades de subsolagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi a Revisão Sistemática, que segundo Schütz (2011) consiste em um movimento que tem base em critérios pré-determinados e evidências científicas consistentes, tendo como fim colaborar com a escolha de estudos e/ou ferramentas para o desenvolvimento de artigos com informações originais. Para Sampaio e Mancini (2007) uma revisão sistemática é uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada.

Uma revisão sistemática requer, como qualquer estudo, uma questão clara, critérios de seleção bem definidos - de modo que garanta a qualidade dos estudos sintetizados e possa ser reproduzida por outrem - e uma conclusão que forneça novas informações com base no conteúdo garimpado (THOMAS et al., 2012). Assim, revisões bem estruturadas podem auxiliar na atualização e construção de novas diretrizes para atuação profissional ou ida a campo em busca de soluções para artigos originais.

De acordo com De-La-Torre-Ugarte-Guanilo et al. (2011) a Revisão Sistemática pode estar ancorada em pesquisas qualitativas ou quantitativas, em suma, isso dependerá do objetivo e pergunta de pesquisa. Os resultados podem ser expostos na forma de conclusão, análise ou síntese. Contudo, na Revisão Sistemática qualitativa devem estar asseguradas: a validade descritiva (identificação de estudos relevantes), interpretativa (correspondência entre o registrado pelo revisor e o conteúdo do estudo), teórica (credibilidade dos métodos desenvolvidos) e pragmática (aplicabilidade do conhecimento gerado).

O presente trabalho foi executado com base em pesquisas na base de dados da Universidade Federal do Paraná, pesquisa na internet através do site de busca google acadêmico tendo como principais palavras-chave: *Eucalyptus sp.*, produtividade do eucalipto, subsolagem e preparo do solo.

A literatura científica ofereceu informações sobre os fatores determinantes no preparo do solo para a maximização do crescimento e desenvolvimento florestal,

as tecnologias potenciais foram sugeridas baseando-se em pesquisas, dando-se ênfase nos trabalhos que abordaram as recentes técnicas e equipamentos potenciais para uso na silvicultura brasileira.

Apesar de que para alguns autores a revisão de literatura apresente um trabalho de certa forma incipiente, ela pode nos apresentar uma concepção atual sobre o grau de tecnologia e desenvolvimento sobre um determinado assunto, contribuindo assim para a decisão sobre a realização de novas pesquisas e direcionamento da comunidade científica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPACTAÇÃO DO SOLO

De acordo com Dias Junior (2000) o termo compactação do solo refere-se a compressão do solo não saturado, durante a qual existe um aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume, resultante da expulsão do ar dos poros do solo. Quando o fenômeno de redução de volume ocorre com a expulsão de água dos poros, este passa a se chamar adensamento. Em ambos os casos, esta redução de volume é devida ao manejo inadequado do solo.

Por outro lado, o solo pode tornar-se adensado naturalmente como consequência da sua composição textural, regime de umidade e gênese. A compactação natural das camadas sub-superficiais pode ser devida ao acondicionamento dos sedimentos granulares, parcialmente cimentados. Camadas endurecidas, chamadas de hardpans podem, em casos extremos, exibir propriedades de uma rocha (nesse caso denominadas fragipans), tornando-se quase que completamente impenetráveis por raízes, água e ar (HILLEL, 1998).

Para Dias Junior (2000) o adensamento está relacionado tanto a compactação causada pelo manejo inadequado do solo como aquele causado por processos pedogenéticos (fragipans, duripans, plintitas, petroplintitas, entre outros).

Curi et al. (1993) definem a compactação como sendo uma diminuição do volume do solo ocasionada por compressão, ocasionando um rearranjo mais denso das partículas e consequente redução da porosidade, enquanto que o adensamento é a redução natural do espaço poroso e aumento da densidade de camadas ou horizontes do solo por processos físico-químicos, ou seja, a compactação resulta da ação antrópica e o adensamento é um fenômeno natural.

Altos valores de resistência do solo à penetração podem interferir no crescimento das raízes em comprimento, diâmetro e na direção preferencial do crescimento radicular (MEROTTO e MUNDSTOCK, 1999). Além disso, estudos indicam que a resistência do solo à penetração das raízes tem efeitos diretos no

crescimento da parte aérea das plantas e na partição de carboidratos entre a raiz e parte aérea.

Dedecek et al. (2007) relatam que as respostas das plantas não ocorrem diretamente ao preparo do solo, mas ao ambiente criado em função desta atividade, favorecendo a diminuição da resistência do solo à penetração de raízes, a maior movimentação de água, à aeração e à disponibilidade de água e de nutrientes no solo. O preparo do solo varia de acordo com suas características, condições climáticas, finalidade, características das plantas daninhas, impedimentos físicos e resíduos vegetais existentes nas áreas a serem trabalhadas.

As características físicas dos solos quanto a compactação normalmente são os principais fatores limitantes do crescimento e produtividade dos sítios. A compactação é um evento físico, causado pelo aglutinamento de partículas primárias devido principalmente ao tráfego de máquinas. Como resultado disso, a estrutura e atributos físico-hídrico do solo são alterados reduzindo o crescimento e a distribuição das raízes, a absorção de água e de nutrientes e, conseqüentemente, a capacidade de produção florestal (DEDECEK e GAVA, 2005).

A implantação de povoamentos florestais envolve várias operações, desde o preparo do solo até o completo estabelecimento da floresta, ocorrendo, geralmente, após o segundo ano do plantio. A espécie a ser usada dependerá da destinação final da madeira, sendo mais recomendável o uso de materiais adaptados para a região de plantio (PEREIRA et al., 2009), uma vez que a interação genótipo e ambiente é determinante para estabelecer o nível de produtividade de cada sítio.

Para Reis e Reis (1995) a capacidade produtiva de uma floresta está intimamente relacionada com o crescimento horizontal e vertical das raízes no solo e é dependente do potencial genético da espécie, do clima, das características do solo e dos tratos culturais utilizados para sua implantação e manutenção, ou seja, a limitação do crescimento radicular devido a compactação do solo constitui-se em um fator limitante para obtenção da máxima produtividade de um sítio.

A partir do momento em que a compactação do solo começa a interferir no crescimento e desenvolvimento das culturas, tornam-se necessárias medidas recuperadoras com o objetivo de romper a camada compactada (PEDROTTI e

DIAS JUNIOR, 1996). Contudo a recuperação das condições físicas do solo é uma atividade de alto custo, a operação de subsolagem deve ser realizada somente quando realmente necessária e em condições adequadas de umidade e profundidade, por ser uma operação de alto consumo energético, talvez o maior dentre as operações de preparo do solo.

4.2 PREPARO DE SOLOS COMPACTADOS PARA FLORESTAS

Segundo Gonçalves et al. (1995) o preparo do solo compreende um conjunto de práticas que, quando usadas racionalmente, podem manter ou elevar os índices de produtividade de uma área e, a médio e longo prazo, reduzir a erosão hídrica e eólica e melhorar a relação custo benefício dos recursos disponíveis: mão-de-obra, máquinas e implementos, combustíveis e insumos. Quando inadequadamente utilizadas, as técnicas de preparo do solo podem degradar física, química e biologicamente o solo em poucos anos de uso, reduzindo o seu potencial hídrico.

O preparo do solo visa a desagregação de camadas compactadas, diminuindo a resistência a penetração e facilitando o desenvolvimento do sistema radicular das árvores que passam a explorar maior volume de solo, aumentando sua absorção de água e nutrientes (FINGER et al., 1996; STAPE et al., 2002).

De acordo com Dedeczek *et al.* (2005) 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. As respostas das plantas ocorrem devido ao ambiente criado em função do preparo do solo, o qual favorece a movimentação da água, areação e disponibilidade de nutrientes, sendo a profundidade a variável mais importante. Esta operação demanda energia, tempo e custos, as quais estão diretamente relacionadas à profundidade de trabalho e o número de operações.

Atualmente o método de preparo do solo mais utilizado é o cultivo mínimo, realizado apenas na linha de plantio, em uma largura e profundidade menores que 50 cm (GONÇALVES et al. 1995). Neste método, a maior parte dos resíduos culturais são mantidos sobre a superfície do solo, sendo considerado um método conservacionista que tem por objetivo o mínimo revolvimento de solo com a maior

cobertura vegetal possível, criando desta forma uma proteção contra o impacto direto da água e dos ventos.

No preparo do solo para o plantio de eucalipto no sistema de cultivo mínimo, os subsoladores são os principais implementos usados, eles são caracterizados por operar em profundidades de 45 a 75 cm ou mais. A subsolagem é uma técnica utilizada para romper as camadas de solo que tenham sofrido compactação, ou mesmo, horizontes de solos mais densos. O rompimento das camadas compactadas traz benefícios imediatos, como a diminuição da resistência do solo à penetração das raízes e o aumento no volume dos macroporos. Esses benefícios melhoram a aeração e a drenagem interna do solo, pois permitem que o fluxo vertical da água seja mais rápido, provocando menores taxas de escoamento superficial e tempo de encharcamento do solo (TAYLOR e BELTRAME, 1980).

Para Sasaki e Gonçalves (2005) a subsolagem é uma operação de preparo do solo que se consolidou na área florestal devido aos seus efeitos benéficos para o desenvolvimento das plantas e suas vantagens operacionais, como maior capacidade operacional e menor custo de produção, além de beneficiar a conservação do solo e o crescimento da floresta, por meio do rompimento de camadas compactadas.

A subsolagem do solo é classificada como sendo uma mobilização profunda, com profundidade mínima de 30 cm (BICUDO et al., 1991), a qual tem o propósito de descompactar o solo, melhorando com isso o crescimento, em profundidade, das raízes e a movimentação de água ao longo do perfil (MACHADO et al., 2005).

De acordo com Salvador et al. (2009) a subsolagem é uma das operações mecanizadas que possui um elevado custo e demanda energética por área. Apesar dessas definições, a subsolagem, na área florestal, muitas vezes não tem como objetivo o rompimento da camada de compactação, mas sim a mobilização de uma pequena porção de solo para o plantio e o estabelecimento das mudas (SIMÕES et al., 2007).

O preparo do solo envolve ainda operações que devem ser realizadas em condições adequadas de umidade do solo, evitando, desse modo, agravar problemas de compactação abaixo do raio de ação dos implementos utilizados (OLIVEIRA et al., 1998).

4.3 EFEITOS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO SOBRE O CRESCIMENTO DAS FLORESTAS

De acordo com Silva (2000) a compactação reduz o crescimento de plantas por seu efeito no desenvolvimento de raízes e conseqüente redução na absorção de água e de nutrientes. Além disso, a compactação pode interferir na movimentação de água e de nutrientes no solo, reduzindo sua disponibilidade para as plantas podendo comprometer de maneira temporária ou permanente.

O efeito da compactação no desenvolvimento das plantas é percebido quando a raiz encontra resistência mecânica ao seu crescimento. Esse impedimento ocorre quando o diâmetro da raiz é superior ao do poro no solo; se a raiz não romper esse impedimento, seu sistema radicular ficará denso e raso (CAMARGO e ALLEONI, 1997).

Segundo Vasquez (1987) 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. Porém, outros resultados permitem encontrar equivalência na produção da floresta em diferentes intensidades de preparo, com a vantagem de que nos métodos menos intensivos a sustentabilidade da produção é maior.

A produtividade das plantações florestais é influenciada pelas propriedades do solo culminando na eficiência do crescimento e distribuição das raízes. As propriedades químicas e físicas do solo adequadas propiciam condição favorável para o melhor desenvolvimento do sistema radicular (CASAGRANDE, 2002). As raízes mais finas são responsáveis pela absorção de água e nutrientes, sendo esse processo prejudicado quando o solo está compactado. O sistema radicular, nestas condições, ganha em espessura e, conseqüentemente, apresenta uma menor área de absorção.

Para Siqueira (2002) os mecanismos de transporte de nutrientes são influenciados pela estrutura do solo, que pode ser afetada pela compactação. Em solos com elevado grau de compactação, a aeração pode restringir o crescimento das plantas em valores de umidade inferiores àquela correspondente a capacidade de campo (SILVA et al., 2002A). A compactação provoca ajuste das partículas do

solo, o que causa modificação no tamanho e na continuidade dos poros, reduzindo a infiltração de água e a aeração do solo, o que acarreta prejuízos para o desenvolvimento radicular.

Segundo Seixas (2000), os valores de densidade do solo considerados prejudiciais estão em torno de 15 a 20% do valor inicial da densidade média do solo. Borges et al. (1988) avaliando o desenvolvimento do sistema radicular do *Eucalyptus grandis*, em casa de vegetação, relataram que as raízes apresentaram dificuldades de crescimento com valores de densidade na faixa de 1,25 a 1,35 kg.dm³. Borges et al. (1986), citado por Martins et al. (2002), afirmam que densidades maiores de 1,15 g/cm³, em solos de textura mais argilosa, diminuíram os teores de nutrientes na parte aérea de plantas de *Eucalyptus sp.*

É indesejável que a planta apresente menor crescimento da parte aérea, pois é por meio dela que a planta realiza fotossíntese. O menor crescimento da parte aérea do feijoeiro, avaliada pela área foliar, foi associado a restrições ao acesso à água e a nutrientes pela redução do crescimento radicular causado pela compactação (COLLARES, 2005). O autor observou que a compactação adicional, causada por quatro passadas de uma máquina de 10 t, reduziu a altura do feijoeiro entre 19,1 e 19,6 % em relação ao plantio direto. O crescimento da área foliar foi mais lento até os 23 dias após a emergência nas parcelas com compactação adicional.

O efeito da compactação na planta inicia-se na restrição ao crescimento radicular, com consequências para o crescimento da parte aérea e produtividade. O sistema radicular talvez seja o primeiro componente da planta a sentir os efeitos da compactação, um solo pode ser quimicamente bom, mas, ocorrendo a compactação, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes disponíveis, uma vez que o desenvolvimento de novas raízes fica prejudicado e é nelas que ocorre a maior taxa de absorção. Além disso, com a compactação, diminuem os espaços livres do solo e, conseqüentemente, a quantidade de O₂ disponível na rizosfera, podendo ser limitante para o desempenho dos processos metabólicos das plantas (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2000).

De acordo com Reichert e Reinert (2003) o sistema radicular percebe e integra todas as condições, no espaço e tempo, de modo semelhante à parte aérea

das plantas, que está exposta a trocas constantes de ambiente, indicando claramente que estresses na parte aérea e sistema radicular são igualmente importantes. Nesse sentido, Suzuki (2005) afirma que a avaliação do sistema radicular, mesmo que apenas visual, é um bom indicativo da condição física do solo.

Diversos são os fatores que causam crescimento deficiente do sistema radicular das plantas (CAMARGO e ALLEONI, 1997), incluindo danos causados por insetos e doenças, deficiência nutricional, acidez do solo, drenagem deficiente, temperatura e compactação do solo, acarretando esta última, ao causar restrições ao crescimento e desenvolvimento radicular, problemas que afetam, direta e indiretamente, a produção das plantas. A avaliação da compactação do solo, seja pela densidade, seja pela resistência à penetração, apresenta boa relação com crescimento radicular.

Outro efeito importante 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 custo x 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).

4.4 PRINCIPAIS RESULTADOS DA PESQUISA

Finger *et al.* (1996) realizaram um experimento para avaliar a influência da camada de impedimento no solo sobre a sobrevivência e o crescimento em diâmetro a altura do peito e altura de *Eucalyptus grandis* (Hill) *ex. Maiden*. Os tratamentos de preparo do solo foram: Solo subsolado com profundidade de 60 cm. (T1) e não subsolado com coveamento manual e profundidade de 13 cm. (T2). Após 12, 24, 36 e 43 meses do plantio, os resultados indicaram haver uma diferença positiva, em todas as variáveis medidas, em prol das mudas plantadas em área subsolada, embora, estatisticamente, não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos. O crescimento apresentado pelos indivíduos em solo subsolado

(T1) foi superior em mais de 50% quanto ao diâmetro a altura do peito (DAP) e, quando considerada a variável altura, mais de 35% chegando a alcançar 62% na idade de 24 meses, quando comparado com o valor em solo não subsolado, e concluiu então que o crescimento do *Eucalyptus grandis* em solo Podzólico Bruno Acinzentado, pertencente a Unidade de Mapeamento Santa Maria, é afetado pela ocorrência de camada de impedimento. A subsolagem propiciou um maior crescimento do *Eucalyptus grandis* em diâmetro e altura e ainda, maior sobrevivência das plantas do que em solo não subsolado.

Já Oliveira et al. (2013) desenvolveram um estudo com objetivo de avaliar o desenvolvimento em solo compactado de árvores de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urograndis* nas densidades de 1,20; 1,40 e 1,60 kg.dm⁻³ geradas mecanicamente. As características das raízes avaliadas foram: Massa seca, comprimento, diâmetros, superfície radicular e a relação da massa seca de raiz com a massa seca da parte aérea, sendo que os diferentes níveis de compactação do solo não afetaram o desenvolvimento das plantas de Eucalyptus na mesma intensidade. O comprimento da raiz principal sofreu redução significativa para o *Eucalyptus grandis* com o acréscimo da densidade do solo. O diâmetro médio das raízes para as duas espécies sofreu acréscimo nas diferentes densidades do solo, assim como o sistema radicular foi capaz de romper as camadas nos diferentes níveis de compactação. Para o *Eucalyptus grandis*, o diâmetro médio das raízes apresentou diferença significativa apresentando um acréscimo com o aumento da densidade do solo, já para o *Eucalyptus urograndis* com o aumento da densidade do solo ocorreu uma redução na elongação da raiz principal e maior formação de raízes laterais de segunda ordem para a espécie.

Com objetivo de verificar o desempenho de três espécies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora*) indicadas para a região de Santana do Itararé/PR., Rodigheri e Pinto (2001) testaram plantios com e sem preparo de solo e em diversos espaçamentos, sendo o tratamento com preparo através de uma aração profunda e duas gradagens. Na análise dos resultados de todas as espécies, obtidos na medição aos 7,5 anos de idade, indicam o crescimento médio nos tratamentos com preparo do solo foi 67% maior.

Ribeiro et al. (2010) realizaram dois experimentos em casa de vegetação no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, no primeiro cultivou-se soja (*Glycine max* (L.) Merrill var. Tropical) e no segundo eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em dois tipos de solos, com objetivo de avaliar os efeitos da densidade do solo e de doses de P no crescimento da soja e do eucalipto em solos com diferentes texturas: um Latossolo Vermelho (LV) muito argiloso e outro Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) textura média. Os resultados mostraram que o aumento da densidade do solo influenciou negativamente no crescimento da soja e do eucalipto, especialmente no solo LV e nas maiores doses de P; a resposta das plantas às doses de P aplicadas foi menor com o aumento da densidade do solo; e o aumento da densidade foi mais prejudicial ao crescimento do eucalipto – espécie mais eficiente na recuperação do P aplicado aos solos, ou seja, o aumento da densidade dos solos além de reduzir o crescimento também reduziu drasticamente a eficiência da adubação fosfatada.

Com objetivo de avaliar a influência da compactação de solos e doses de potássio no crescimento e nutrição potássica de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, Silva et al. (2002) desenvolveram um experimento em casa de vegetação em dois Latossolos com diferentes características texturais: Latossolo Vermelho (LVarg), da região de Sete Lagoas (MG) (textura muito argilosa), e Latossolo Vermelho-Amarelo (LVAfar), da região de Três Marias (MG) (textura franco-arenosa). Destacou-se a resposta positiva ao potássio nos tratamentos correspondentes aos maiores níveis de compactação do solo, nessa situação a adubação potássica mostrou-se necessária para reverter ou amenizar os efeitos danosos da compactação no fluxo difusivo de potássio e no crescimento radicular, o aumento do fluxo difusivo causado pela fertilização potássica contribuiu para elevar a absorção do nutriente, restabelecendo parcialmente o crescimento das plantas afetado pela compactação do solo. Concluiu-se então que a compactação do solo restringiu o crescimento e aumentou o diâmetro médio de raízes de eucalipto, bem como reduziu o acúmulo de potássio na planta, diminuindo a eficiência de utilização de potássio e a eficiência da adubação potássica.

Gatto et al. (2003) observaram e avaliaram o efeito de quatro métodos de preparo do solo em áreas de reforma de plantações de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden sobre as propriedades físicas e químicas do solo, a produção de

biomassa e a composição química das árvores. O experimento foi conduzido no município de Santa Bárbara/MG em solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, com relevo ondulado. O experimento foi instalado em uma área anteriormente ocupada por um povoamento de eucalipto manejado por talhadia, em terceira rotação. Foram avaliados quatro métodos de preparo do solo: T1 = queima + destoca + subsolagem; T2 = queima + destoca; T3 = queima; e T4 = cultivo mínimo. Os menores valores de densidade do solo (DS) foram encontrados nas áreas onde a destoca e a subsolagem foram realizadas, como consequência do revolvimento do solo promovido por estas práticas de manejo. Concluiu-se então que os métodos de preparo do solo utilizados para reforma da floresta de *Eucalyptus grandis* interferiram nas características físicas e químicas do solo, com reflexo nas características dendrométricas e na produção de biomassa. O preparo mais intensivo do solo contribuiu para o maior crescimento das árvores, pela maior disponibilização de nutrientes e pela redução das plantas competidoras.

Para avaliar a qualidade da subsolagem Gonçalves (2014) realizou uma pesquisa no município de Telêmaco Borba/PR., com predominância de dois solos: Latossolo Vermelho distrófico (LVd) típico, A moderado, com relevo plano a suave ondulado de textura muito argilosa (Solo A); e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), cambissólico, A moderado, com relevo plano suave ondulado e, textura arenosa, (Solo B). O objetivo foi realizar uma avaliação operacional e de qualidade do preparo mecanizado em diferentes solos e profundidades para a implantação florestal. Os resultados demonstraram que o aumento da profundidade da haste de subsolagem de 40 para 50 cm não interferiu significativamente nos tempos dos elementos do ciclo operacional do conjunto trator subsolador para atividade de subsolagem em ambos os solos estudados, todos os tratamentos promoveram a redução dos valores de Resistência a Penetração nas camadas superficiais do solo para abaixo do limite crítico de 2 MPa. Os tratamentos SA-50 (Subsolagem solo "A" com 50 cm de profundidade) e SB-50 (Subsolagem solo "B" com 50 cm de profundidade) apresentaram os melhores resultados de formato e profundidade do sulco para os dois solos avaliados. A profundidade média encontrada no centro do sulco do tratamento no solo argiloso (SA 40 e 50 cm de profundidade) foi de 28 e 46 cm, respectivamente. No tratamento referente ao preparo SA-40 (Subsolagem solo "A" com 40 cm de profundidade), somente 22,6%

dos 150 pontos amostrais apresentaram profundidade igual ou superior ao limite estabelecido de 40 cm para preparo mecanizado em solos argilosos. Já no tratamento SA-50 (Subsolagem solo “A” com 50 cm de profundidade), 40,6% dos 150 pontos amostrais apresentaram profundidade igual ou superior ao limite estabelecido pela empresa, ou seja, com um grosseiro desvio.

Drinko et al. (2016) desenvolveram um trabalho que objetivou avaliar o efeito da profundidade de trabalho na operação de subsolagem, contribuindo para a melhoria da qualidade, aumento de produtividade e redução dos custos de produção. A pesquisa foi realizada no Município de Telêmaco Borba/PR., em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (LVd), de textura muito argilosa, com valores de densidade do solo (D_s) entre 1,33 e 1,43 Mg m⁻³ nas camadas de 0 a 60 cm, enquanto o relevo foi classificado como suave a ondulado. A avaliação do sistema de preparo do solo foi conduzida no delineamento de blocos casualizados, sendo definidos dois tratamentos: T1 = profundidade de subsolagem de 40 cm (S-40); e T2 = profundidade de subsolagem de 50 cm (S-50). Ambos os tratamentos foram aplicados na mesma área de preparo do solo, subdivididos em duas partes iguais com condições homogêneas, sendo as profundidades definidas no ponto central do sulco. Os resultados apresentaram grande variação nos valores de profundidade e formato de sulco ao longo das linhas avaliadas, conferindo maior variação na profundidade de trabalho efetivo do subsolador. A profundidade média no centro do sulco em todos os pontos amostrais das linhas de subsolagem no tratamento S-40 foi de 40,5 cm, com variação entre 28,2 e 49,5 cm, enquanto no tratamento S-50 apresentou profundidade média de 52,4 cm, com variação entre 37,1 e 62,8 cm. Concluiu-se então que a profundidade de trabalho e o formato do sulco apresentaram dependência em relação à altura da haste do subsolador e, quanto maior a profundidade de subsolagem, melhor o padrão de qualidade obtido na operação do preparo de solo e a subsolagem realizada a 50 cm de profundidade apresentou os melhores padrões de qualidade em relação aos parâmetros e condição dos solos estudados.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou de forma clara a importância do preparo do solo para a produtividade das culturas, em especial a do *Eucalyptus sp.*

Ficaram bastante evidentes os efeitos nocivos da compactação do solo sobre o crescimento do *Eucalyptus sp.*, interferindo na movimentação de água e nutrientes no solo e ocasionando um aumento do diâmetro e mal desenvolvimento das raízes, reduzindo dessa forma a absorção de água e nutrientes na planta e diminuindo seu crescimento.

O sistema radicular é o primeiro componente da planta a sentir os efeitos da compactação, pois mesmo num solo corrigido e fértil, porém compactado, as plantas não conseguem absorver adequadamente dos nutrientes disponíveis.

A intensidade de preparo do solo influencia positivamente o crescimento inicial das plantas de *Eucalyptus sp.*, num período compreendido entre o primeiro e segundo ano para plantios de eucalipto, se estendendo até a colheita, e a produtividade das plantações florestais é influenciada pelas propriedades do solo culminando na eficiência do crescimento e distribuição das raízes.

O preparo mais intensivo do solo contribui para o maior crescimento das árvores de *Eucalyptus sp.*, pela maior disponibilização de nutrientes e pela redução das plantas competidoras.

Os resultados demonstraram um crescimento no *Eucalyptus sp.* superior a 50% em diâmetro e 35% em altura em solo subsolado a 60 cm de profundidade contra o coveamento manual a 13 cm.

Testes resultaram em um crescimento médio 67% maior aos 7,5 anos de idade no *Eucalyptus sp.* para o tratamento com preparo de solo, feito com uma aração profunda e duas gradagens, em comparação ao coveamento manual.

A compactação do solo pode ser considerada como o maior limitante para o desenvolvimento de todas as culturas, assim como para o *Eucalyptus sp.*, evidenciando desta forma a extrema necessidade de combatê-la através da melhoria da qualidade do preparo do solo.

6. RECOMENDAÇÕES

Os resultados comprovam a necessidade de uma análise mais aprofundada das propriedades físicas do solo, identificando possíveis camadas naturais de adensamento, tipo e textura do solo, entre outros, para a definição da profundidade e intensidade de preparo do mesmo, pois o que se observa na maioria das empresas da base florestal é uma preocupação muito grande com o melhoramento genético (que também é de vital importância), porém de certa forma negligencia-se a análise das propriedades do solo, utilizando na maioria das vezes um preparo de solo generalista e muitas vezes insuficiente.

Com relação a compactação na camada superficial do solo, de causa antrópica, animal ou mecânica, principalmente em solos com textura mais argilosa recomenda-se uma análise mais detalhada sobre o tipo de intervenção, muitas vezes nestas situações a subsolagem acaba não desintegrando bem o solo, que forma “torrões” superficiais de blocos agregados de solo, a operação de escarificação ou gradagem pode ser uma boa alternativa nestes casos, apesar de não serem muito utilizadas no meio florestal.

Muito importante recomendar também o acompanhamento técnico da qualidade do preparo do solo, pois observaram-se variações de até 30% a menos do que a profundidade desejada, o que certamente estará contribuindo para uma diminuição significativa na produtividade deste sítio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BICUDO, S. J.; BENEZ, S. H.; BICUDO, S. J. **Subsolador: Influência do número de hastes, larguras da sapata e profundidade de trabalho em alguns parâmetros operacionais**, 1991.

BORGES, E.N.; NOLAIS, R.F.; REGASSI, A.J.; FERNANDES, B.; BARROS, N.F. **Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo**. R. Ceres, 35: p 553-568, 1988.

CAMARGO, O. A; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997, 132p.

CASAGRANDE, A. A. **Compactação e manejo do solo na cultura da cana-de-açúcar**. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (Ed.) **Qualidade do solo: métodos de estudo, sistemas de prepare e manejo do solo**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2002. p. 150197.

COLLARES, G.L. **Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com parâmetros de solo e de plantas**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 106p. (Tese de Doutorado)

CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C. e FONTES, L.E.F. **Vocabulário da ciência do solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 90p.

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, 2007.

DEDECEK, R. A.; GAVA, J. L.; **Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.383-390, 2005.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. **Revisão sistemática: noções gerais**. Revista da Escola de Enfermagem USP, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 1260 - 1266, out. 2011.

DIAS JUNIOR, M.S. **Compactação do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., H.V. e CHAEFER, C.E.G.R. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.55-94.

DRINKO, F.; FIEDLER, C.H.; LOPES, N.C.S.; GONÇALVES, E.B.; CAVALIERI, S.V.; STAHL, K.M. **Efeito da profundidade de trabalho na qualidade da operação de subsolagem para implantação florestal.** Revista Árvore 2016.

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

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

GONÇALVES, J. L. M. **Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes.** In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1995, Curitiba. Anais... Piracicaba: CNP Floresta, IPEF, UNESP, SIF, FUPEF, 1995, p. 43-62.

GONÇALVES, S. B. **Avaliação da qualidade da subsolagem em diferentes condições de solo.** 81 p. Tese de Mestrado, Unicentro/PR., Irati/PR. 2014.

GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI,V.; **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

HILLEL, D. **Environmental soil physics.** San Diego, Academic Press, 1998. 771p. IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, p 01 a 03.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2015,** São Paulo/SP., 80 pg., 2015.

MACHADO, A. L. T.; MACHADO, A. L. T., REIS, A. V., MORAES, M. L. B., ALONÇO, A. S. **Máquinas para preparo de solo, semeadura, adubação e tratamentos culturais.** Pelotas: UFPEL, 2005. 235 p.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. **Avaliação de atributos físicos de um latossolo distrófico sob diferentes povoamentos florestais.** Cerne, Lavras-MG, v. 8, n. 1, p. 32-41, 2002.

MEROTTO, A. J.; MUNDSTOCK, C. M. **Wheat root growth as affected by soil strength.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, p.197-202, 1999.

OLIVEIRA, C. V.; BAHIA, V. G.; PAULA, M. B. **Compactação do solo devido a mecanização florestal: causas, efeitos e práticas de controle.** Informe Agropecuário, v. 19, n. 191, p. 4648, 1998.

OLIVEIRA, R.B.; QUARTEZANI, W.Z.; SILVA, S.A.; OLIVEIRA, P.C.; LIMA, J.S.S. **Comportamento do sistema radicular de *Eucalyptus* em três diferentes densidades de solo,** 2013.

PEDROTTI, A. e DIAS Jr., M.S. **Compactação do solo: como evitá-la.** Agropecuária Catarinense, 9:50-52, 1996.

PEREIRA, D. P.; REBELLO, A. P. B.; FIEDLER, N. C.; BOLZAN, H. M. R. **Atividades silviculturais em povoamentos de eucalipto em áreas inclinadas.** In: RODRIGUES, B. P.; FIEDLER, N. C.; BRAZ, R. L. (Org.). Tópicos em ciências florestais. Alegre, ES: CAUFES, 2009.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.S., MIRANDA, M.A.C. **Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados.** Pesq. Agropec. Bras., 35:929-938, 2000.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas.** R. Ci. Amb., 27:29-48, 2003.

REIS, G. G.; REIS, M. F. G.; **Reflexo do cultivo mínimo no ambiente e na fisiologia da árvore.** In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1995, Curitiba. Anais, 1995.

RIBEIRO, M.A.V.; NOVAIS, R.F.; FAQUIN, V.; FERREIRA, M.M.; FURTINI NETO, A.E.; LIMA, J.M.; VILLANI, E.M.A. **Resposta da soja e do eucalipto ao aumento da densidade do solo e a doses de fósforo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2010, vol.34, n.4, pp.1157-1164. ISSN 1806-9657.

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.** Circular Técnica Nº 57.Colombo, PR. 2001.

SALVADOR, N.; MION, R.L.; BENEZ, S.H. **Consumo de combustível em diferentes sistemas de preparo periódico realizados antes e depois da operação de subsolagem.** Ciência e Agrotecnologia. Editora da Universidade Federal de Lavras (UFLA), v. 33, n. 3, p. 870-874, 2009.

SAMPAIO, R.F. e MANCINI, M.C. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica.** Rev. bras. fisioter. [online]. 2007, vol.11, n.1, pp.83-89. ISSN 1413-3555.

SASAKI, C. M.; GONÇALVES, J. L. M.; **Desempenho operacional de um subsolador em função da estrutura, do teor de argila e de água em três latossolos**. Scientia Forestalis n. 69, p.115-124, dez. 2005.

SCHÜTZ, G. R.; SANT'ANA, A. S. S.; SANTOS, S. G. **Política de periódicos nacionais em Educação Física para estudos de revisão sistemática**. Rev. Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano, SC., v. 13, n. 4, p. 313-319, 2011.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à colheita de madeira**. Piracicaba, 75p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. USP, 2000.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. **Intervalo hídrico ótimo**. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (Ed.) Qualidade do solo: métodos de estudo, sistemas de preparo e manejo do solo. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2002.

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. **Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 26, núm. 4, 2002, pp. 1001-1010 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Viçosa, Brasil.

SILVA, S.R. **Crescimento de eucalipto influenciado pela compactação de solos e doses de fósforo e de potássio**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SIMÕES, D. FENNER; P. T.; MARCELINO, F. A.; MAHL, D.; SILVA, J. R. **Desempenho do conjunto trator de pneus e subsolador adubador no preparo do solo para o plantio de *Eucalyptus grandis***. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito, MS., 2007. 1 CD-ROOM.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo do solo e plantio direto**. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (Ed.) Qualidade do solo: métodos de estudo, sistemas de preparo e manejo do solo. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2002. p. 88-149.

STAPE, J. L.; ANDRADE, S.; GOMES, A. N.; KREJCI, L. C.; RIBEIRO, J. A. **Definição de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia**. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002, cap. 7, p.259-296.

SUITER FILHO, W.; 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 camadas de impedimento**. Circular Técnica Nº 60, IPEF, 1980.

SUZUKI, L.E.A.S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas.** Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 149p, 2005.

TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L.F.S. **Por que, quando e como utilizar subsolagem.** Lavoura Arrozeira, v. 3, p 34-44, 1980.

VASQUEZ, S. F. **Comportamento inicial da bracatinga (Mimosa scabrella Benth) em consórcio com milho (Zea mays L.) e feijão (Phaseolus vulgaris L.) com e sem aplicação de fertilizantes minerais em solo de campo na região metropolitana de Curitiba/PR.** UFPR, 1987. 137 p. (Tese D.S.).