

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

WALLY NILZA KLITZKE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

*INFLUÊNCIA DE ADAPTAÇÕES EM ADUBADEIRAS SOBRE A PRODUTIVIDADE
DE SUBSOLADORES EM PLANTIOS DE EUCALIPTO*

CURITIBA

2016

WALLY NILZA KLITZKE

*INFLUÊNCIA DE ADAPTAÇÕES EM ADUBADEIRAS SOBRE A PRODUTIVIDADE
DE SUBSOLADORES EM PLANTIOS DE EUCALIPTO*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF006 e requisito parcial obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Nilton José Sousa

CURITIBA

2016

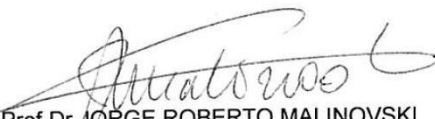



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL


PARECER

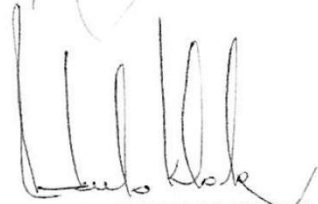
Defesa nº 035

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) acadêmico(a) **WALLY NILZA KLITZKE** em relação ao seu trabalho de conclusão do curso intitulado **“INFLUÊNCIA DE ADAPTAÇÕES EM ADUBADEIRAS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE SUBSOLADORES EM PLANTIOS DE EUCALIPTO”** é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a) na Disciplina ENGF010 – Trabalho de Conclusão de Curso, habilitando-o(a) à conclusão do Curso.


Prof. Dr. JORGE ROBERTO MALINOVSKI
Universidade Federal do Paraná
Primeiro examinador


M.Sc. CARLOS MENDES
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador


PROF. DR. NILTON JOSÉ SOUSA
Universidade Federal do Paraná
Presidente da banca examinadora


Prof. Prof. Dr. UMBERTO KLOCK
Coordenador do Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 04 de Julho de 2016.



AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Aos meus pais e minhas irmãs pelo apoio.

Aos colegas de turma, Jessica Machado, Willian Wiese, Natalia Saloio, Heloisa Busaguera, João Osvani por estarem sempre dispostos e prontos a ajudar em todos os momentos.

A empresa EMFLORA, pela confiança e oportunidade de desenvolvimento da pesquisa, em especial ao Leonardo, Edilson, Rocha, Bill, Marcelo, Toratti pela ajuda e colaboração tornando possível a conclusão deste projeto.

Ao pessoal da Fibria Celulose SA pelo grande apoio, interesse e pela disponibilidade de acesso as áreas para coleta das informações imprescindíveis para a realização deste trabalho, em especial Guilherme, Marcio, Benedito, Norton, João Paulo e Raphael pelo apoio.

O agradecimento especial ao meu orientador Prof. Nilton José Sousa, que sempre esteve presente no processo de elaboração deste trabalho.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo determinar a influência de adaptações em adubadeiras, sobre o sistema de abastecimento de adubo no subsolador, e suas consequências sobre a produtividade e a eficiência da operação de subsolagem em áreas de reforma de plantios de *Eucalyptus*. As avaliações foram feitas na região norte do Espírito Santo na empresa Fibria Celulose S.A, através do estudo de tempos e movimentos de dois subsoladores, denominados tipo “1” e tipo “2”, que diferiam em sua estrutura apenas nas adaptações das adubadeiras. Com os dados coletados, foi elaborado o fluxograma detalhado e os tempos médios operacionais foram desmembrados facilitando a identificação de todos os processos que ocorrem na atividade de subsolagem. O subsolador tipo “2” apresentou maior eficiência operacional que o subsolador tipo “1”, a alteração da adubadeira reduziu o tempo de reabastecimento de insumo, aumentando sua disponibilidade em campo para operação. A produtividade foi maior no subsolador tipo “1” em relação ao subsolador tipo “2”. O sistema de abastecimento de adubo proporcionado pelo formato da adubadeira do subsolador tipo “2” proporcionou maior velocidade no abastecimento deste subsolador, aumentando a segurança da operação com redução de mão de obra.

Palavras chave: Preparo de Solo; Tempo e Movimento; Cultivo Mínimo.

ABSTRACT

This study aimed to determine the influence that the layout of spreaders have on the "fertilizer" supply system in the subsoiler and its consequences on productivity and efficiency of the subsoiling operation in reform areas of planting Eucalyptus. Evaluations were made in the northern region of the Espírito Santo state in the company Fibria Celulose S.A by studying the movements of two subsoilers, type "1" and type "2", that differed structurally only in the layout of the spreaders.

With the collected data, the detailed flow chart was elaborated and the operational average times were dismembered facilitating the identification of all the processes that occur in the subsoiling activity. The subsoiler type "2" presented greater operational efficiency than the subsoiler type "1", the change of the fertilizer reduced the time of replenishment of the input, increasing its availability in the field for operation. Productivity was higher in subsoiler type "1" than subsoiler type "2". The fertilizer supply system provided by the subsoiler type "2" type of fertilizer provided a higher speed in the supply of this subsoiler, increasing the safety of operation with labor reduction.

Keywords: Soil Preparation; Time and Movement; Minimal Cultivation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCAIS DE COLETA DE DADOS NA ÁREA A280 DA EMPRESA NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ/ES	19
FIGURA 2. TRATOR AGRÍCOLA BH 180 VALTRA	21
FIGURA 3. ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO SUBSOLADOR – RODA GUIA DISCO, HASTE E DISCOS NIVELADORES	22
FIGURA 4. IMPLEMENTOS DO TIPO “1”	23
FIGURA 5. ABASTECIMENTO SEMI MANUAL NO SUBSOLADOR TIPO“1”..	23
FIGURA 6. ADUBADEIRA DO SUBSOLAR TIPO “2” E SEU ABASTECIMENTO	24
FIGURA 7. CAMINHÃO UTILIZADO PARA O ABASTECIMENTO DE ADUBO NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM	24
FIGURA 8. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO FLORESTAL	29
FIGURA 9. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM	31
FIGURA 10. DESEMPENHO OPERACIONAL PERCENTUAL DOS SUBSOLADORES TIPO “1” E TIPO “2”	34
FIGURA 11. PERCENTUAL DO TEMPO PRODUTIVOS DOS SUBSOLADORES TIPOS “1” E TIPO “2”	34
FIGURA 12. PERCENTUAL DO TEMPO DE ABASTECIMENTO DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM COM O SUBSOLADOR TIPO “1”	37
FIGURA 13. PERCENTUAL DO TEMPO DE ABASTECIMENTO DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM COM O SUBSOLADOR TIPO “2”	38
FIGURA 14. ABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ADUBO NO SUBSOLADOR TIPO “1”	39
FIGURA 15. ABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ADUBO NO SUBSOLADOR TIPO “2”	40
FIGURA 16. TEMPO EM PERCENTUAL DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO DA DOS SUBSOLADORES TIPOS “1” E “2”	41
FIGURA 17. TEMPO EM PERCENTUAL DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO DA DO SUBSOLADOR TIPO “2”	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS OPERACIONAIS.....	25
TABELA 2. CARACTERIZAÇÃO DOS TEMPOS OPERACIONAIS.....	26
TABELA 3. TEMPOS PARCIAIS POR DIA DAS ATIVIDADES E SEUS TEMPOS MÉDIOS PARA O SUBSOLADOR TIPO “1”	32
TABELA 4. TEMPOS PARCIAIS POR DIA DAS ATIVIDADES E SEUS TEMPOS MÉDIOS PARA O SUBSOLADOR TIPO	33
TABELA 5. EFICIÊNCIA OPERACIONAL DA OPERAÇÃO SUBSOLAGEM PARA OS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS	33
TABELA 6. PRODUTIVIDADE DA OPERAÇÃO SUBSOLAGEM PARA OS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS	35
TABELA 7. TEMPO GASTO NO ABASTECIMENTO DOS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS.....	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
a. Objetivo Geral	11
b. Objetivos específicos	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 PREPARO DO SOLO.....	12
3.2 SUBSOLAGEM.....	13
3.3 SUBSOLADOR.....	15
3.4 ESTUDO DE TEMPO E MOVIMENTO.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.2 SUBSOLAGEM	20
4.3 EQUIPAMENTOS AVALIADOS.....	21
4.4 COLETA DE DADOS.....	24
4.5 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL E DA PRODUTIVIDADE.....	27
4.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 FLUXOGRAMA DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM.....	29
5.2 ANÁLISE DAS MÉDIAS DOS TEMPOS E MOMENTO DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM	32
5.3 COMPARAÇÃO ENTRE AS DUAS ADUBADEIRAS AVALIADAS NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM	36
5.3.1 Tempo de Reabastecimento	36
5.3.2 Abastecimento de Adubo nos Subsoladores tipo “1” e tipo “2”	39
5.3.3 Tempo de Manutenção	41
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXOS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Segundo Gonçalves (2014) a técnica mais empregada atualmente para o preparo do solo no setor florestal é o cultivo mínimo ou preparo reduzido, que consiste de uma ou duas operações ocorrendo apenas nas linhas de plantio, sendo a subsolagem, a principal técnica utilizada para este fim.

A subsolagem pode ser descrita como a ação de uma ferramenta estreita que rompe camadas adensadas ou compactadas de solo, com o objetivo de diminuir sua resistência à penetração de raízes, aumentando a aeração e a drenagem interna do solo, de modo a diminuir o escoamento superficial e o tempo de encharcamento (TAYLOR e BELTRAME (1980) citado por Sasaki e Gonçalves (2005)).

Para a realização da subsolagem, existem diversos equipamentos com diferentes níveis de potência e constituições mecânicas. O uso eficiente do equipamento disponível necessita de um planejamento prévio, visando à eficiência das operações, a redução de energia, a qualidade e consequentemente o menor custo possível.

Neste contexto, quaisquer alterações na constituição do subsolador utilizado, ou nos implementos acoplados a ele, podem alterar o tempo gasto das diferentes operações realizadas na subsolagem, afetando a produtividade e a eficiência equipamento.

Com base nesta premissa, neste trabalho foi avaliada a influência que a atividade de abastecimento de adubo tem sobre a produtividade e a eficiência operacional de subsoladores, considerando a hipótese de que dois subsoladores idênticos mais com adubadeiras com “formatos” diferentes podem ter produtividade e eficiências operacionais diferentes, pois um dos formatos possibilita o abastecimento da adubadeira de forma mais rápida com menor movimentação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar a influência de dois diferentes formatos de adubadeiras, sobre a produtividade e a eficiência operacional da operação de subsolagem em áreas de reforma de plantios de *Eucalyptus*.

2.2 Objetivos específicos

- a) Descrever fluxograma da atividade de subsolagem.
- b) Determinar o tempo médio de cada operação relacionada a atividade de subsolagem.
- c) Comparar a influência de dois diferentes formatos de adubadeiras, sobre a operação de abastecimento de adubo e sobre o rendimento e a eficiência operacional dos subsoladores.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PREPARO DO SOLO

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.

De acordo com SILVA et al. (2004), todas as informações sobre cada uma das etapas de implantação de um povoamento florestal, relativas aos custos, são necessárias para a viabilização de recursos na execução de cada fase. Todas as operações exigem um planejamento prévio, com conhecimento das técnicas e seus cuidados necessários, não se esquecendo de observar a relação custo/benefício.

O preparo de solo para o plantio de espécies florestais tem como objetivo disponibilizar quantidades suficientes de água e de nutrientes para o estabelecimento mais rápido das mudas. Em geral, as técnicas de preparo, além de visarem rápido crescimento do sistema radicular, por meio do revolvimento, o que facilita a absorção de água e de nutrientes, eliminam plantas indesejáveis próximas das mudas, reduzindo a competição (BARROS et al., 2003).

O preparo de solo visa à sua desagregação, diminuindo a resistência e facilitando o desenvolvimento do sistema radicial das árvores que passam a explorar maior volume de solo, aumentando sua absorção de água e nutrientes (FERNANDES e SOUZA, 2001).

Nas décadas de 1960 e 1970, o preparo de solo nas áreas de floresta plantada, passou a ser realizado pela eliminação dos resíduos da vegetação por meio da queima e o posterior revolvimento intenso de todo o solo da camada superficial (MOLIN; SILVA JÚNIOR, 2003).

Atualmente, o método de preparo do solo mais utilizado é o cultivo reduzido do solo (cultivo mínimo), que é realizado apenas na linha de plantio,

em uma largura e profundidade menores que 50 cm. Nesse método, a maior parte dos resíduos culturais são mantidos sobre a superfície do solo (GONÇALVES et al., 2000), sendo considerado um método conservacionista, porém desde que se mantenha os resíduos culturais em pelo menos, 30% da superfície do solo ou em 1 Tonelada/ha (BRADY e WEIL, 1999 e ASAE, 2001 apud GONÇALVES, 2014).

O preparo do solo por meio do cultivo mínimo pode ser adotado em qualquer tipo de relevo. Em áreas acidentadas, o cultivo mínimo fica restrito à abertura de covas em conjunto com a aplicação de adubos. Em áreas planas ou suave-onduladas, o preparo consiste, normalmente, na subsolagem realizada entre 30 cm e 40 cm de profundidade (NICHOLS, REED e REAVES, 1958 apud GONÇALVES, 2014).

O preparo do solo, nos moldes do cultivo mínimo, é também uma técnica que pode contribuir para o aumento da produtividade florestal. Nesse modo de preparo, a maior parte dos resíduos culturais é mantida sobre a superfície do solo. Dentre as suas principais vantagens do cultivo mínimo destacam-se: a manutenção prolongada do resíduo orgânico na superfície do solo, protegendo-o do impacto direto das gotas de chuva e atenuando a velocidade da água superficial; a conservação da umidade do solo na superfície; a melhoria da micro e da mesofauna do solo; e a melhoria da fertilidade e das propriedades físicas do solo (SANCHES et al., 1995).

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 (VASQUEZ, 1987), com a vantagem de que nos métodos menos intensivos a sustentabilidade da produção é maior (SIXEL, 2009).

3.2 SUBSOLAGEM

Em meio às diversas opções para se realizar o preparo do solo, de acordo com Dedecek et al. (2007), a subsolagem na linha de plantio se

consolidou na área florestal em razão dos seus efeitos benéficos para as plantas e das suas vantagens operacionais e econômicas.

Entretanto, apesar de a subsolagem ser uma operação comum e muito empregada nas operações de preparo do solo na maioria das empresas florestais, deve-se ter cautela no seu uso, pois segundo Hillel 1980, em muitos casos, essa operação demanda grande consumo de energia, tempo de execução e elevados custos operacionais e de produção, dependendo diretamente da profundidade da subsolagem, do número de operações realizadas, do tipo e umidade do solo, da declividade do terreno etc. Por isso, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas que possibilitem a identificação e o reconhecimento das condições do solo e dos equipamentos na execução das operações, bem como eficiente controle de qualidade do preparo do solo, de modo a garantir o adequado crescimento das plantas com elevada produtividade e redução dos custos da produção florestal.

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 (CASSEL, 1979; TAYLOR e BELTRAME, 1980).

No preparo do solo a mecanização utilizada nas atividades florestais foi basicamente desenvolvida a partir de adaptações de equipamentos agrícolas, o que proporciona várias oportunidades para novos desenvolvimentos tecnológicos e para melhor uso dos recursos. Com seu aperfeiçoamento, a mecanização tem se tornado uma peça importante na busca do aumento da produtividade, do controle mais efetivo dos custos, redução da dependência de mão-de-obra além da melhoria das condições de trabalho no setor florestal (BURLA, 2008).

3.3 SUBSOLADOR

Os subsoladores são equipados com uma barra porta-ferramentas, haste de aço plana e ponta, podendo ser de arrasto ou acoplados no sistema hidráulico dos tratores (BURLA, 2001). As hastes possuem três formatos: reta, curva ou parabólica, podendo ainda apresentar aletas, nas suas pontas, com o objetivo de aumentar o volume do solo mobilizado.

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, promovendo pouca mistura e nenhuma inversão de solo (SRIVASTAVA et al., 1993).

As hastes dos subsoladores são alocadas no solo, provocando o seu rompimento para frente, para cima e para os lados, tridimensionalmente e em blocos. É importante mencionar que, o solo não é cortado, mas sim rompido nas suas linhas de fraturas naturais ou por meio das interfaces dos seus agregados. Com isso, a mobilização feita por esses equipamentos é menos agressiva do que aquelas nas quais as lâminas cortam o solo de forma indiscriminada e contínua, como nos arados e grades, destruindo sua estruturação original (LANÇAS, 2002).

O tipo de haste mais usado no preparo do solo para florestas é a parabólica, pois exige menos força de tração, desde que o seu trecho curvo fique totalmente fora do solo, evitando a presença de componentes que forcem o subsolador para cima (BALASTREIRE, 1990; BURLA, 2001).

No meio florestal se consolidou o uso do subsolador devido às suas vantagens operacionais e econômicas. É um método que aumenta a sobrevivência e o crescimento das mudas, pois propicia: o alcance das raízes a maiores profundidades, menor exposição do solo, reduzindo perdas por erosão, e também, por está relacionado à difusão do cultivo mínimo (SASAKI e GONÇALVES, 2005).

A eficiência dos métodos de preparo do solo depende de diversos fatores, dentre eles, os tratores e implementos utilizados, sendo que o trator é a fonte de potência para o preparo mecanizado do solo de maior importância econômica (WICHERT e MOURA, 2001), enquanto o subsolador é o

implemento amplamente utilizado no preparo do solo no cultivo mínimo, com função de sulcar e descompactar o solo (BALASTREIRE, 1990).

Segundo Balastreire (1987), para ter uma correta utilização de subsoladores deve-se dispor de conhecimentos suficientes sobre as características do solo trabalhado e a operação a ser realizada com o equipamento. Isto envolve conhecer fatores como: a compactação existente, o teor de água, as plantas de cobertura na superfície, a textura e estrutura do solo. Além disso, deve-se determinar quando do uso do equipamento, a profundidade de trabalho, o espaçamento entre hastes, as dimensões e formatos das hastes, a potência necessária entre outros fatores.

Em geral, a profundidade e intensidade do preparo do solo deve ser mantida tão baixa quanto possível, permitindo ao mesmo tempo boas condições para o crescimento das plantas. Por isso, uma alternativa para controlar os problemas oriundos das operações de preparo do solo é a utilização de indicadores de qualidade, podendo citar a profundidade, o formato do sulco e a desagregação das camadas compactadas do solo (GONÇALVES, 2014).

3.4 ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

Segundo PEINADO & GRAEML (2007) o estudo de tempos, movimentos e métodos abordam técnicas que submetem a uma detalhada análise de cada operação de uma dada tarefa, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e determinar o melhor e mais eficiente método para executá-la.

Para Faria (2002) o estudo de tempos e movimentos consiste na observação detalhada do trabalho, decompondo cada operação em uma série de movimentos. Seguindo dessa análise, no estudo de tempos e movimentos determina-se o tempo gasto para executar cada movimento, com o intuito de racionalizar os movimentos, proporcionando economia de tempo e de esforço.

Todas as operações exigem um planejamento prévio, com conhecimento das técnicas e seus cuidados necessários, não se esquecendo de observar a relação custo/benefício. (Paiva, 2007)

O estudo de tempos e movimentos é uma das técnicas que pode ser empregada no planejamento e na otimização das operações florestais. Dentre os métodos disponíveis, o método dos tempos contínuos pode ser empregado, pois ao determinar as atividades parciais que compõem a operação, cronometra-se o tempo despendido em cada uma delas e, de forma análoga, realiza-se o estudo dos movimentos, que tem como propósito identificar condições mais favoráveis para o desenvolvimento da operação (ANDRADE, 1998).

O estudo de tempos e movimentos foi definido por Barnes (1977) como o estudo sistemático dos processos de trabalho para atingir os seguintes objetivos: desenvolver o método adequado ou preferido, usualmente aquele de menor custo; padronizar o sistema e método de trabalho; determinar o tempo consumido por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal para executar uma tarefa ou operação específica; e orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Segundo Barnes (1977), existem três métodos de cronometragem para a realização do estudo de tempos e movimentos:

- a) Método de tempo contínuo: a medição do tempo ocorre sem a detenção do cronômetro, ou seja, de forma contínua. A leitura é realizada no ponto de medição e a anotação do tempo feita conforme indicado no cronômetro. O tempo do elemento é obtido posteriormente por subtração, sendo indicado quando existe a necessidade de identificação de um elemento do ciclo. O método é útil para pesquisas em que se deseja identificar as diferentes atividades parciais e sua sequencia.
- b) Método de tempo individual: o cronômetro é detido em cada ponto de medição, os ponteiros voltam para a posição zero. Não é necessário fazer subtrações dos tempos e o tempo de cada elemento é obtido diretamente, diminuindo a incidência de erros de transcrição ou de análise.
- c) Método multimomento: neste caso não se medem os tempos do ciclo operacional, mas sim, a sua frequência em intervalos de tempos pré-determinados. Entre as vantagens do método, está a possibilidade de se observar vários trabalhadores simultaneamente e mensurar as atividades parciais de pequena duração.

É preciso conhecer os tempos parciais e totais necessários para a realização de cada atividade, os rendimentos obtidos, bem como os fatores que influem direta ou indiretamente no resultado do trabalho desenvolvido. Portanto, pode-se dizer que os estudos são realizados para aumentar a capacidade em horas produtivas, pois no geral, existem diferenças substanciais entre as horas disponíveis para o trabalho com as horas efetivas, ou seja, o tempo dedicado à transformação propriamente dita (SIMÕES, 2012).

Para isso, é necessário levantar informações tais como a incidência de perturbações, paradas, preparativo, manutenções, falta de componentes, transportes, manuseios, além de identificar alternativas para a redução das horas improdutivas. Logo, racionalizar é transformá-lo em ações de fácil manipulação, evitar os desperdícios, principalmente de tempo e aproveitar ao máximo os recursos de produção (FENNER, 2002).

Por meio do estudo de tempos e movimentos são obtidas as informações mais importantes para a tomada de decisões em relação ao planejamento e execução do trabalho. De forma geral, os objetivos do estudo de tempos e movimentos envolvem medição do tempo total e parciais necessários para realizar determinada tarefa, obtendo o registro do resultado do trabalho durante estes tempos e permitindo compreender os fatores que exercem influência sobre a atividade desenvolvida (FENNER, 1991).

A importância dos estudos de tempos e movimentos se dá em vários aspectos, principalmente quando se relaciona às suas inúmeras aplicações. As informações relativas aos custos de todas as etapas de implantação de um projeto são extremamente necessárias para a viabilização de recursos utilizados na execução de cada fase do trabalho. Aliado a isso, os custos dos investimentos, juntamente com as receitas futuras a serem obtidas ao final do projeto, fazem parte da mola-mestra das análises de viabilidade do investimento (SILVA et al., 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado em áreas operacionais pertencentes à empresa Fibria Celulose S.A., localizada no município de Aracruz, Espírito Santo, com altitude média de 69 m, entre as coordenadas geográficas Latitude 19° 49' 11" Sul e Longitude 40° 16' 27" Oeste. Na Figura 1, apresenta as áreas onde o estudo foi realizado.

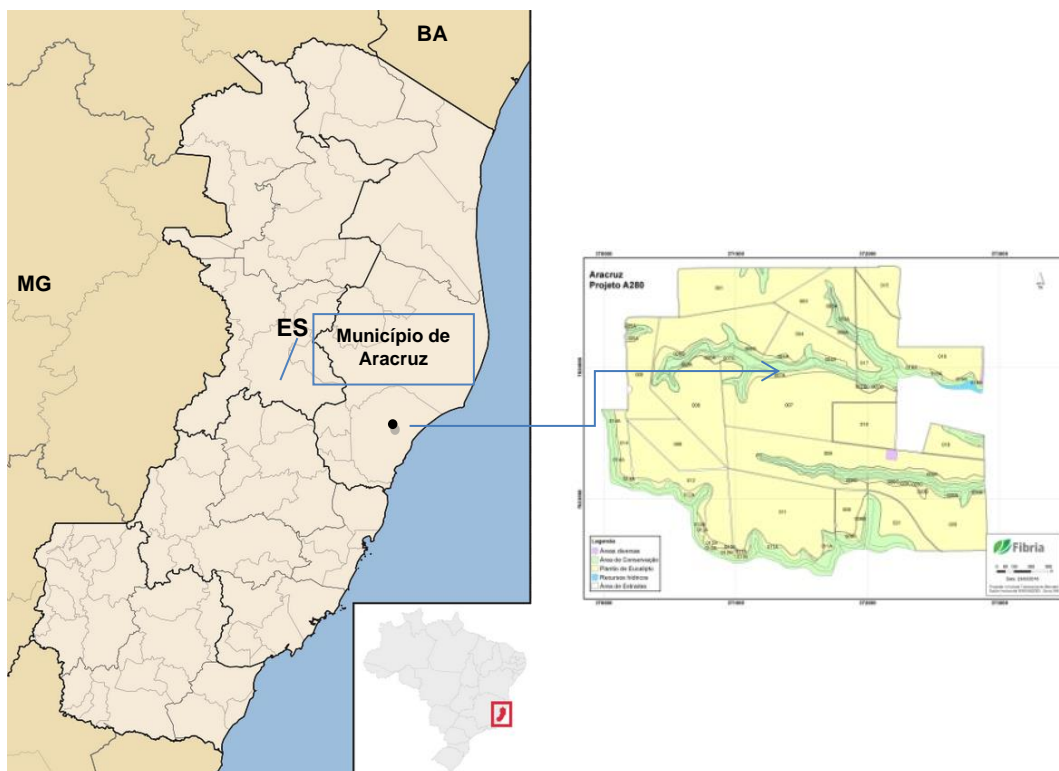


FIGURA 1. LOCAIS DE COLETA DE DADOS NA ÁREA A280 DA EMPRESA FIBRIA NO MUNICÍPIO DE ARACRUZ/ES.

FONTE: Wikipidea e Fibria S.A. (02/05/2016).

Segundo Ribeiro (2008), o clima da região é “Aw” (tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno), de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação média anual varia de 1200 a 1300 mm/ano.

O estado do Espírito Santo é constituído fisicamente por três regiões distintas: Região Litorânea; Região de Tabuleiros; e Região Elevada do Interior (IBGE, 1987). A região apresenta clima subúmido com médias térmicas variando de 20 a 25° C com precipitação anual média de 1.375 mm (XAVIER, 1998 apud SILVA, 2006).

Sob o ponto de vista florestal, há um predomínio de plantações comerciais de eucalipto, seringueira e unidades de conservação situadas nas Regiões Litorânea e de Tabuleiros, e ainda fragmentos de pinus, eucalipto e fragmentos florestais isolados e legalmente protegidos, sob a forma de áreas de preservação permanente (topos de morros) na Região Elevada do Interior. (RIBEIRO, 2008).

Segundo Silva (2006) os solos do estado do Espírito Santo, são classificados como podzólico amarelo álico, epidistrófico, latossólico, horizonte A moderado, textura média/argilosa. Compreendem solos minerais, não hidromórficos, com horizontes B textural, principalmente relacionados aos sedimentos do Grupo Barreiras. Estes solos apresentam argila de atividade baixa, e drenagem de bem a moderadamente drenados. O horizonte A é normalmente moderado, com texturas que variam de arenosa a franco argilo-arenosos. O horizonte B textural possui cores amareladas (bruno-amarelado, vermelho amarelado e bruno forte) com matizes 10YR a 5YR

4.2 SUBSOLAGEM

A operação de subsolagem (adubação e marcação das covas e afastamento de resíduos) visava descompactar a linha de plantio em uma profundidade mínima de 0,5 metros. As três atividades citadas foram incorporadas no mesmo implemento, visando a realização de uma única atividade com o intuito de reduzir o número de operações no preparo do solo, pois as mesmas antes da mecanização eram realizadas manualmente.

Nas regiões selecionadas para as avaliações, as operações de subsolagem foram executadas nas faixas entre os tocos remanescentes do primeiro e segundo ciclo, mantendo-se o espaçamento de 3 metros entre linhas e 2 metros entre plantas, simultaneamente era realizada a marcação das covas

na linha de plantio. O adubo a base de NPK (10-22-14) foi incorporado de forma intermitente no solo, entre 20 a 30 cm de profundidade de cada cova.

4.3 EQUIPAMENTOS AVALIADOS

Os equipamentos avaliados nesse estudo foram:

- Trator agrícola,
- Subsolador tipo “1” - com roda guia/disco, haste perfuradora, aivecas e discos e marcador de covas, adubadeira antiga (com Sistema de abastecimento de adubo semi manual).
- Subsolador tipo “2” - com roda guia/disco, haste perfuradora, aivecas e discos e marcador de covas, adubadeira nova (com Sistema de abastecimento de adubo automático).

A seguir serão descritos os equipamentos individualmente.

Trator agrícola:

O trator agrícola era equipado com motor diesel modelo BH 180 Valtra, 180 cv, comprimento de 5,460m e largura de 2,718 m, com peso total de 10,584 kg. O tanque de combustível tinha capacidade para 350 litros (Figura 2).



FIGURA 2. TRATOR AGRÍCOLA BH 180 VALTRA.
FONTE: Autor – Aracruz/ES (15/04/2016).

Subsolador tipo “1” e seus implementos:

Consistia de um conjunto convencional de arrasto com levantamento hidráulico adaptado, com disco de corte de 90 cm de diâmetro e 3/4 polegadas de espessura, uma haste de 60 cm de altura, 32 cm de largura e ângulo de ataque de 25° com duas secções de grades de 2 discos de 28 polegadas, com controle de profundidade por roda, acoplado ao sistema hidráulico do trator.

Na parte superior do implemento de subsolagem era fixada uma adubadeira (antiga) tipo “1”, de formato octogonal com capacidade de uma tonelada, com abertura estreita para colocação das cargas de adubo. Os implementos utilizados nesse subsolador eram: roda guia/disco e haste (utilizados para abertura inicial do solo nas profundidades definidas), aivecas (para limpeza) e discos duplos de nivelamento (revolvimento do solo), marcador de covas (para definição do espaçamento entre as mudas), figuras 3, 4 e 5.



A) Roda - Guia/Disco



B) Haste



C) Discos duplos de nivelamento



D) Aivecas

FIGURA 3. ELEMENTOS ESTRUTURAIS DO SUBSOLADOR – RODA GUIA/DISCO, HASTE E DISCOS NIVELADORES.
FONTE: Autor – Aracruz/ES (15/04/2016).



A) Marcador de cova



B) Adubadeira "antiga"

FIGURA 4. IMPLEMENTOS DO SUBSOLADOR TIPO "1"

FONTE: Autor – Aracruz/ES (28/04/2016).



FIGURA 5. ABASTECIMENTO SEMI MANUAL NO SUBSOLADOR TIPO "1".

FONTE: Autor – Aracruz/ES (15/04/2016).

Subsolador tipo "2":

O subsolador tipo "2" tinha a mesma constituição do implemento do subsolador tipo "1", a única diferença era o formato da adubadeira que dispensava operador para o abastecimento de adubo, possibilitando o abastecimento automático de adubo (Figura 6).



A) Adubadeira modificada



B) Abastecimento da adubadeira

FIGURA 6. ADUBADEIRA DO SUBSOLAR TIPO “2” E SEU ABASTECIMENTO.

FONTE: Autor – Aracruz/ES (28/04/2016).

Para o transporte do fertilizante foi utilizado um caminhão Volkswagen Worker 23.230, com munck (braço hidráulico) com capacidade para içar até 10.000 kg (Figura 8). O caminhão foi utilizado para transportar o adubo, transportar o auxiliar de campo, e para abastecer as adubadeiras.



FIGURA 7. CAMINHÃO UTILIZADO PARA O ABASTECIMENTO DE ADUBO NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM.

FONTE: Autor – Aracruz/ES (28/04/2016).

4.4 COLETA DE DADOS

Os dados analisados neste trabalho foram coletados entre março e abril de 2016. Para a coleta foi utilizado um cronômetro Pro Running Digital, onde eram determinados os tempos das máquinas e seus implementos. Para

registros fotográficos utilizou-se uma câmera digital, e, para anotações diversas, foram utilizadas, pranchetas e canetas esferográficas.

Na análise do desempenho operacional, foram determinados os tempo e movimentos de cada equipamento, utilizando o método de tempos contínuos conforme metodologia proposta por Barnes (1977), com alguns tempos operacionais adicionados pelo autor. Utilizou-se cronômetro digital e formulário para registro dos dados observados conforme metodologia proposta por Barnes (1977).

No estudo de desempenho operacional foram analisadas as máquinas, uma por dia, dividindo-se os tempos gastos durante a jornada de trabalho conforme a metodologia usada por Barnes (1977), com alguns tempos operacionais adicionados pelo autor, totalizando 6 tempos operacionais: tempo acessório (TAC), tempo auxiliar (TA), tempo improdutivo (TI), tempo de manutenção (TM), tempo de abastecimento (TB), tempo de deslocamento (TD) e tempo produtivo (TP).

O estudo desses tempos operacionais avaliou os tempos totais e parciais necessários para realizar a operação de subsolagem, permitindo compreender os fatores que exercem influência sobre a operação. Na Tabela 1, estão descritos os tempos operacionais avaliados.

TABELA 1. DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS OPERACIONAIS

OPERAÇÃO	TEMPOS OPERACIONAIS	CARACTERIZAÇÃO
1	Tempo Acessório(TAC)	Tempo gasto com operações obrigatórias, porém não relacionadas diretamente com a operação, como paradas pessoais, paradas por decisões gerenciais e refeições.
2	Tempo Auxiliar(TA)	Tempo despendido com operações exigidas pela operação, como <i>check list</i> do equipamento.
3	Tempo Improdutivo(TI)	Tempo em a máquina não esta sendo utilizada, apesar de estar disponível para uso. tempo ocioso.
4	Tempo de Manutenção(TM)	Tempo gasto na manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos
5	Tempo de Abastecimento(TB)	Tempo gasto com a movimentação de abastecimento, tanto de combustível como de insumo.
6	Tempo de Deslocamento(TD)	Tempo gasto na operação, considerando deslocamento dentro e entre o talhão.
7	Tempo Produtivo(TP)	Tempo gasto na produção efetivamente

Fonte: Fontes; Machado (2008), adaptado pelo autor.

Os tempos operacionais mensurados foram avaliados de acordo com os critérios descritos na Tabela 2.

TABELA 2. CARACTERIZAÇÃO DOS TEMPOS OPERACIONAIS

TEMPO ACESSÓRIO (TAC)	
DDS/DDMA/Ginástica Laboral	Treinamento de Segurança (Fibria)
Mudança Climática	Treinamento Operacional (Fibria)
Refeição	Treinamento Operacional (terceiro)
Parada Programada	Troca de Turno – Operador
Treinamento de Segurança	Necessidades Fisiológicas
TEMPO AUXILIAR (TA)	
Preparação Equipe/Equipamento	<i>Check list e vistorias</i>
TEMPO IMPRODUTIVO (TI)	
Acidente/Tombamento	Quebra de veículo de apoio
Atraso na entrega das refeições	Quebra de implemento
Atraso no transporte de pessoal	Quebra de Máquina
Atraso no deslocamento (clima)	Falta de combustível
Falta de área (Fibria)	Saída Antecipada do trabalho
Falta de área (provedor)	Falta de programação (provedor)
Falta de insumo (provedor)	Direito de recusa
Máquina atolada	Tempo extra descanso
Montagem – Área de vivência	Parado
Parada por incêndio/emergência	Retrabalho
Socorro a outra máquina	Deslocamento de equipe
TEMPO DE MANUTENÇÃO (TM)	
Aferição terceiro	Manutenção preventiva – máquina
Aferição de qualidade	Manutenção preventiva – implemento
Lavagem de máquina	Manutenção Sistema Arvus
Manutenção corretiva – implemento	Deslocamento da Manutenção
Manutenção corretiva – máquina	Limpeza do implemento
TEMPO DE ABASTECIMENTO (TB)	
Abastecimento de combustível	Manutenção preventiva
Abastecimento de insumo	Deslocamento do caminhão de abastecimento
Deslocamento para abastecimento	Aguardando abastecimento de insumo
Manobra para abastecimento	Deslocamento para abastecimento de combustível
Preparo do caminho para abastecimento	Parada para verificar insumo
Abertura do insumo	
TEMPO DE DESLOCAMENTO (TD)	
Deslocamento dentro do talhão	Deslocamento entre talhão
TEMPO PRODUTIVO (TP)	
Operação	Manobra

Fonte: Fontes; Machado (2008), adaptado pelo autor.

Foram registrados os dados de produção, horas disponíveis, horas trabalhadas, consumo de combustível, tempo parado, condições operacionais. Para as situações atípicas verificadas, foram feitos registros fotográficos.

O estudo de tempos contínuos se desenvolveu com a medição do tempo sem interrupção do cronômetro, iniciando a cronometragem no horário programado para início das operações com interrupção somente no término da jornada, assim, foram avaliadas as atividades diárias realizadas no período

mínimo de 8,8 horas. Visando a regularização dos cronogramas atrasados em alguns dias operaram 1 hora a mais.

À medida que as operações foram executadas nos talhões (abastecimento, acessório, auxiliar, deslocamento, improdutivo, produtivo, manutenção), realizou-se a leitura do cronômetro cada vez que ocorreu um ponto de medição, anotando-se a hora indicada sem a interrupção do cronômetro, junto à identificação da atividade da operação recém-concluída, conforme o andamento normal das operações, sem qualquer interferência. As anotações foram realizadas em impresso em forma de tabela, contendo todas as ocorrências verificadas no dia da máquina e codificadas, contemplando situações previstas ou não durante a operação.

4.5 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL

Entende-se a eficiência operacional como sendo o percentual do tempo efetivamente trabalhado, em relação ao tempo programado para o trabalho. A eficiência operacional pode ser influenciada por múltiplos fatores, como o nível de experiência e habilidade do operador, as condições de acesso e da área a ser trabalhada e as características das máquinas (OLIVEIRA; LOPES; FIEDLER, 2009 apud CAMPOS 2013).

Assim, a eficiência operacional foi obtida por meio da equação 1:

$$EO = \left(\frac{TP}{TPT} \right) * 100 \quad 1$$

Onde:

EO = Eficiência operacional (%)

TP = Tempo Produtivo (h)

TPT = Tempo Programado para o Trabalho (h)

Produção pode ser definida como sendo o que se cria ou se transforma em um determinado tempo, empregando-se os meios necessários para tal. Produtividade pode ser definida como sendo a produção relativa, podendo ser estimada para o setor florestal, através da relação entre a produção real com a produção-padrão ou esperada, recebendo-se, posteriormente, uma classificação

relativa (percentual) ou definida por conceito (MACHADO e MALINOVSKI, 1988 apud CAMPOS, 2013).

Desta forma, a produtividade foi calculada pela razão entre a área abrangida pela operação em questão e as horas efetivas de trabalho, que compreenderam o número total de horas descontando-se as interrupções mecânicas e operacionais (CAMPOS,2013)

A produtividade foi obtida por meio da equação 2:

$$PR = \left(\frac{PD}{TP} \right) \quad 2$$

Onde:

PR = Produtividade (ha/h)

PD = Produção do Dia (ha)

TP = Tempo de Produção (h)

A produção diária foi obtida diretamente no subsolador com o operador. Os dados de produção em hectares são encontrado no Anexo 1.

4.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram analisados estatisticamente com o auxílio do programa Excel, passando por análise exploratória utilizando a estatística descritiva para comparar os resultados por meio de gráficos e tabelas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 FLUXOGRAMA DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM

A subsolagem é uma das etapas de preparo de solo, que engloba uma sequência de atividades até a entrega da área para o plantio. Estas atividades estão relacionadas no fluxograma apresentado na Figura 8.

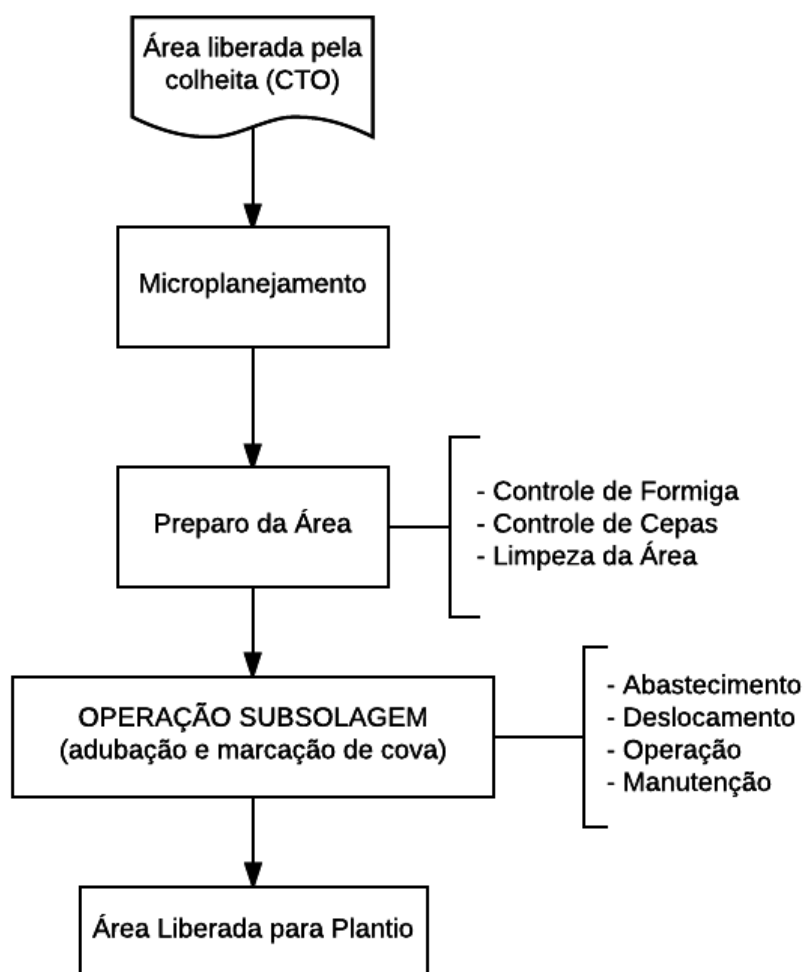


FIGURA 8. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE ÁREAS PARA IMPLANTAÇÃO FLORESTAL

Fonte: Autor

Liberação da área:

É a primeira etapa do processo onde ocorre a liberação do talhão pela equipe de colheita, para que este possa ser preparado para

o novo plantio. Esse procedimento acontece com a emissão do Comunicado de Término de Operação (CTO).

- Microplanejamento:

Após o comunicado (CTO), o setor de silvicultura se reúne e estabelece um microplanejamento, para definição do cronograma com a sequência de atividades e a dinâmica das áreas onde as atividades serão efetivamente desenvolvidas.

- Preparo da Área:

Essa etapa tem início o controle de formigas cortadeiras, controle das brotações (cepas) do plantio anterior e limpeza da área (remoção dos resíduos da colheita na linha programada para o novo plantio).

- Subsolagem:

Início da operação de subsolagem e aplicação simultânea de adubo e marcação de covas para o novo plantio.

- Liberação da Área para Plantio:

Concluída a operação de subsolagem a área é liberada para o plantio.

Os movimentos envolvidos na operação de subsolagem estão apresentados na Figura 9, que detalha as principais atividades que ocorrem na operação de subsolagem.

A rotina da operação iniciava-se com o “Diálogo Diário de Segurança (DDS)”, quando são discutidos aspectos de segurança na operação. A sinalização da área de operação é realizada por meio de placas de advertência colocadas à distância de 100 m da área de operação. Concluindo o DDS e o “*check list*” da máquina e dos seus implementos, o operador deslocava-se para a área de trabalho, onde a adubadeira do subsolador era abastecida com o auxílio do caminhão munck.

Em seguida era realizada a calibração para a dosagem e tipo de adubo, profundidade de subsolagem e largura da faixa de aplicação. Feito isso era iniciada a operação. Todas as atividades de subsolagem apresentadas foram acompanhadas, com tomadas de tempo e descrição dos movimentos realizados.

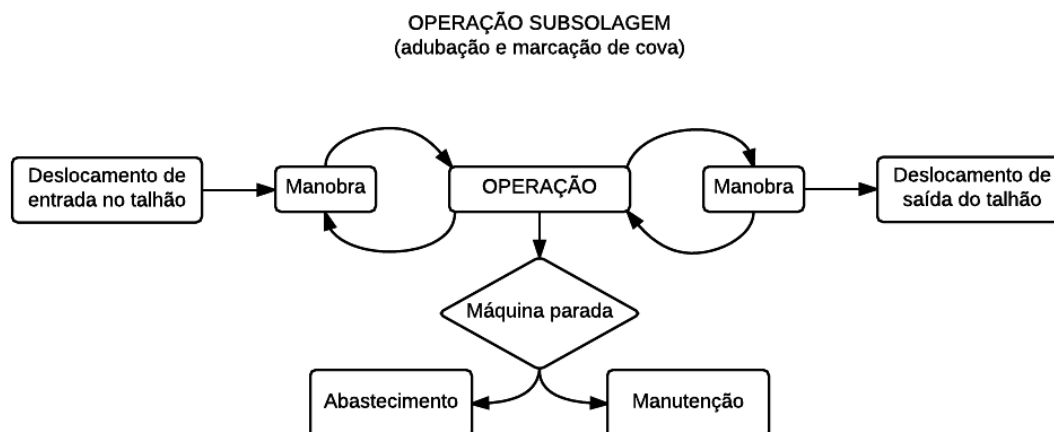


FIGURA 9. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM

Fonte: Autor

- Deslocamento de entrada no talhão:
O subsolador se movimenta até o talhão informado pelo encarregado da atividade, manobrando no início da linha.
- Manobra:
Movimentação necessária para alinhamento do implemento na entrada e saída da linha de operação.
- Operação:
Execução efetiva da operação de subsolagem (implemento fica rebaixado no solo, perfurando o mesmo e segue sendo arrastado pelo trator até o final da linha).
- Deslocamento de saída do talhão:
Momento em que o subsolador encerra o talhão e se desloca para o próximo talhão selecionado na sequência.
- Máquina parada:
Na operação de subsolagem a máquina para por somente duas situações obrigatoriamente, máquina ou implemento quebraram, ou acabou o adubo da adubadeira.
- Abastecimento:
Situação rotineira durante a operação, que compreende o tempo despendido para abastecimento de adubo na adubadeira do subsolador, ou abastecimento de combustível da máquina. No ciclo do abastecimento de adubo é considerado o deslocamento

da máquina até o caminhão munck, a manobra de abastecimento na frente do caminhão munck, o preparo do caminhão munck para a movimentação do “bag” de adubo para o abastecimento da adubadeira, a abertura do “bag” de adubo, o abastecimento da adubadeira, finalizando com o deslocamento e retorno a linha de preparo para a retomada da atividade.

· Manutenção:

No processo de manutenção das máquinas e implementos é considerado o deslocamento para a manutenção, as manutenções preventivas e corretivas, a aferição de dosagem do implemento, a limpeza do implemento, entre outras possibilidades.

5.2 ANÁLISE DAS MÉDIAS DOS TEMPOS E MOVIMENTOS DA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentados os resultados do estudo de tempos e movimentos para a operação de subsolagem para o subsolador tipo “1” e para o subsolador tipo “2” com suas respectivas médias, com os tempos de abastecimento, manutenção, produtivo e o tempo diário da atividade durante um dia de operação.

TABELA 3. SOMATÓRIO DOS TEMPOS DIÁRIOS DAS ATIVIDADES PARA O SUBSOLADOR TIPO “1”

Dias	Atividades Operacionais			Turno diário
	Abastecimento	Manutenção	Produtivo	
1	00:33:26	02:02:10	06:15:54	09:39:00
2	00:25:27	03:03:38	05:12:53	09:47:00
3	00:22:06	02:07:16	06:35:31	09:52:00
Média	00:27:00	02:24:21	06:01:26	09:46:00

Tempo dado em hora, minutos e segundos (00:00:00)

TABELA 4. SOMATÓRIO DOS TEMPOS DIÁRIOS DAS ATIVIDADES PARA O SUBSOLADOR TIPO “2”

Dias	Atividades Operacionais			Turno diário
	Abastecimento	Manutenção	Produtivo	
1	00:20:35	00:30:10	07:04:10	08:42:00
2	00:14:18	03:59:42	04:37:19	09:47:00
3	00:25:04	00:40:00	06:56:50	09:10:00
Média	00:19:59	01:43:17	06:12:46	09:13:00

Tempo dado em hora, minutos e segundos (00:00:00)

Os resultados obtidos durante a subsolagem apresentaram valores médios para cada um dos tempos parciais realizadas pelo subsolador tipo “1” e tipo “2”. Os tempos descritos na tabela 3 e 4 demonstram tempos parciais que variam em função do local e do operador, sendo que o tempo gasto no abastecimento de adubo no subsolador tipo “2” foi menor, representando uma redução de 26% em média no tempo do subsolador tipo “1”. Este fato ocorreu pela implantação do novo sistema de abastecimento desenvolvido para colocação do adubo de forma automática no interior do reservatório da adubadeira, fato que gerou um abastecimento mais ágil, ou seja, aumentou o tempo produtivo da operação de subsolagem.

A operação de subsolagem teve melhor eficiência operacional para o subsolador tipo “2”. Os resultados de eficiência operacional podem ser observados na Tabela 5.

TABELA 5. EFICIÊNCIA OPERACIONAL DA OPERAÇÃO SUBSOLAGEM PARA OS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS

Dias	Eficiência Operacional (%)	
	Subsolador tipo “1”	Subsolador tipo “2”
1	58,82	72,88
2	48,35	42,86
3	60,66	68,33
Média	55,94	61,35

A média de eficiência operacional do subsolador tipo “1” foi de 56%, para o subsolador tipo “2” foi de 61% em média (figura 10), ou seja, o tempo em que a máquina ficou disponível para realizar a operação de subsolagem, o subsolador tipo “2” ficou 61% do tempo diário de trabalho disponível para

realizar a operação de subsolagem, com isso, teve uma maior eficiência operacionalmente.

Resultados semelhantes de eficiência para a operação de subsolagem, foram encontrados por Simões et al. (2011). Os autores encontraram uma média de 61,35% de eficiência do tempo total, que é próxima ao valor obtido para o subsolador tipo “2” analisado neste estudo.

Campos (2013), analisando o desempenho operacional e análise de custos da implantação florestal mecanizada de eucalipto, em duas regiões encontrou resultados médios de eficiência operacional de 55,61% e 64,17%, resultados próximos aos encontrados neste trabalho.

Os resultados relativos ao desempenho operacional de cada atividade envolvida na operação de subsolagem estão descritos na figura 10.

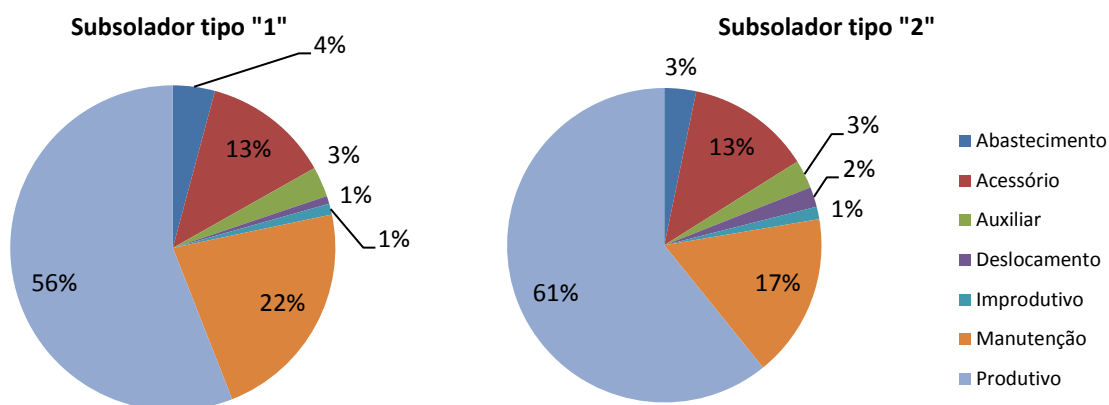


FIGURA 10. DESEMPENHO OPERACIONAL PERCENTUAL DOS SUBSOLADORES TIPO “1” E TIPO “2”.
FONTE: Autor

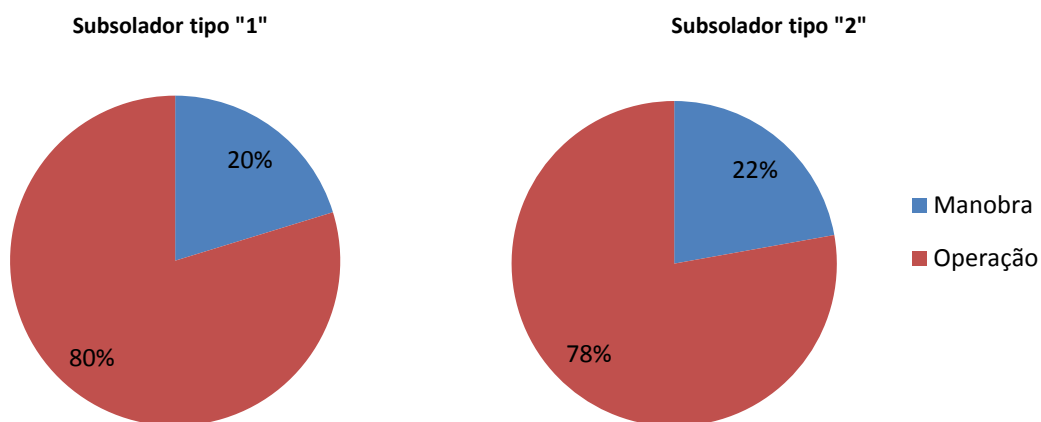


FIGURA 11. PERCENTUAL DO TEMPO PRODUTIVOS DOS SUBSOLADORES TIPOS “1” E TIPO “2”.
FONTE: Autor

Em relação ao tempo produtivo dos subsoladores, 80% do tempo do subsolador tipo “1” foi gasto na operação propriamente dita, 20% do tempo operacional desta máquina foi ocupado com manobras. Para o subsolador tipo “2”, os tempos obtidos tiveram diferenças pequenas em relação ao subsolador tipo “1”, o percentual de tempo destinado a operação foi de 78% com 22% do tempo destinado a manobras (Figura 11). Uma possível justificativa para esta diferença percentual é o fato de que o subsolador do tipo “2” era um implemento novo em campo e os operadores não estavam acostumados com a nova estrutura do implemento (altura, tamanho, estabilidade do conjunto) com isso um maior tempo despendido para a realização das manobras durante o dia de operação.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de produtividade obtidos durante o teste com os dois subsoladores.

TABELA 6. PRODUTIVIDADE DA OPERAÇÃO SUBSOLAGEM PARA OS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS.

Dias	Produtividade (ha/h)	
	Subsolador tipo“1”	Subsolador tipo“2”
1	1,49	1,24
2	1,65	1,30
3	1,42	1,09
Média	1,52	1,21

Os resultados obtidos demonstram que o subsolador tipo “1” apresentou maior produção (1,52 ha/h) que o subsolador tipo “2” (1,21 ha/h). Assim o subsolador do tipo “1” produz mais que o subsolador do tipo “2” em uma hora de operação.

Uma das causas para a produtividade do subsolador do tipo “2” ter sido menor que a do subsolador tipo “1”, adequação dos operadores ao novo equipamento, que ainda estavam em andamento no momento das avaliações (coleta de dados) realizadas.

Em estudos de produtividade realizados por Pereira (2010), na operação de subsolagem os resultados médios de 1,147 ha/h foram inferiores ao desse estudo, assim como os resultados do trabalho de Campos (2013), neste o autor obteve valores de produção efetiva na subsolagem para plantio de eucalipto, variando entre 1,06 a 1,24 ha/h. No entanto, Simões et al. (2011),

obtiveram resultados médios superiores aos constatados neste trabalho, entre 1,60 e 1,69 ha/h de produtividade.

5.3 COMPARAÇÕES ENTRE AS DUAS ADUBADEIRAS AVALIADAS NA ATIVIDADE DE SUBSOLAGEM

5.3.1 Tempo de Reabastecimento

O tempo de reabastecimento envolve uma série de atividades na operação de subsolagem, na Tabela 7, estão descritos o tempo gasto no abastecimento do subsolador tipo “1” e no subsolador tipo “2”.

TABELA 7. TEMPO GASTO NO REABASTECIMENTO DOS DOIS SUBSOLADORES AVALIADOS.

ATIVIDADE	Subsolador tipo “1”	Subsolador tipo “2”
Entrada do insumo na adubadeira	0:04:58	0:04:28
Abertura do Insumo	0:02:30	0:00:00
Aguardando Abastecimento de Insumo	0:09:46	0:02:44
Deslocamento do Caminhão de Abastecimento	0:01:15	0:00:00
Deslocamento de Máquina para Abastecimento	0:24:41	0:22:07
Fechamento do Insumo	0:01:42	0:00:00
Manobra para Abastecimento	0:06:42	0:06:30
Parado, Verificando Insumo	0:00:20	0:01:27
Preparo do Caminhão de Abastecimento	0:22:59	0:15:16
Total geral	1:14:53	0:52:32

Tempo dado em hora, minutos e segundos (00:00:00)

O momento do reabastecimento é relacionado diretamente com o entrosamento da equipe em campo, para que a sequência realizada para o abastecimento ocorra no menor tempo possível. Neste trabalho, na operação de subsolagem avaliada, foram constatados entre 2 e 3 abastecimentos por dia. Considerada a soma total do tempo dos 3 dias de coletas para cada subsolador, o subsolador tipo “1” teve 1h e 14min e o subsolador tipo “2” teve 52 minutos de abastecimento.

O subsolador do tipo “2” teve o tempo menor no abastecimento de insumo porque na sua sequência de abastecimento não existem alguns itens

comparando com o subsolador do tipo “1” como descrito na tabela 7, os tempos de “abertura de insumo”, “deslocamento de caminhão de abastecimento” e “fechamento de insumo” pelo fato da alteração que foi realizada na adubadeira do subsolador tipo “2” tornando uma atividade mais ágil para a operação de subsolagem.

Comparando os dados dos dois subsoladores avaliados, os resultados demonstram um tempo de abastecimento menor no subsolador tipo “2” (00:52:32), que representa uma redução de 29,72% no tempo total referente ao abastecimento.

Os dados de tempo e movimento do abastecimento com o subsolador tipo “1”, subdividem o processo em sequências de paradas, e indicam que 33% do tempo total da operação de abastecimento (Figura 12), foi consumindo no “deslocamento da máquina para abastecimento” até o a área de abastecimento da operação, onde se encontra o caminhão munck.

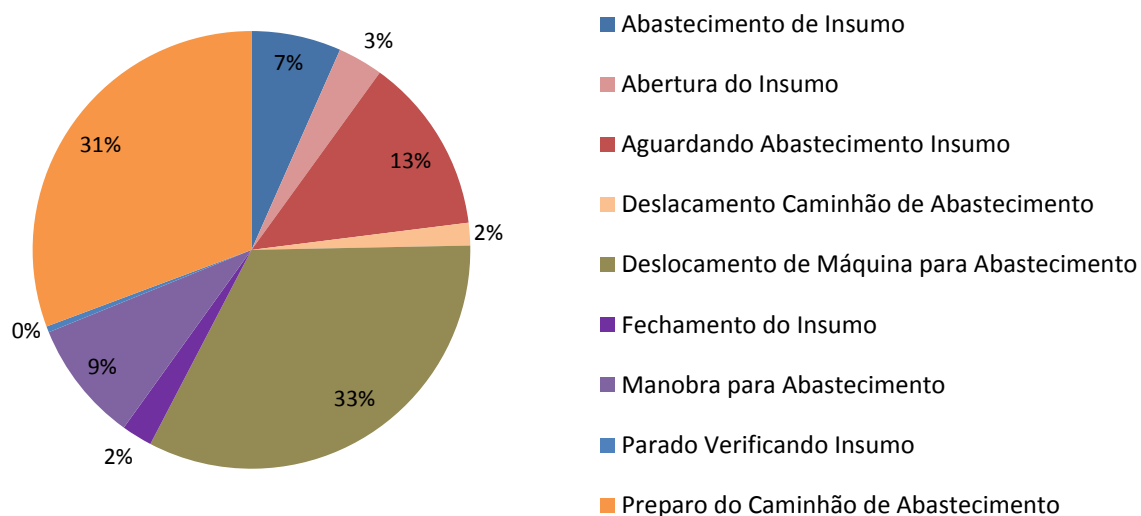


FIGURA 12. PERCENTUAL DO TEMPO DE ABASTECIMENTO DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM COM O SUBSOLADOR TIPO “1”.

FONTE: Autor

Outro item que influenciou no abastecimento do subsolador do tipo “1”, foi o tempo gasto no “preparo do caminho de abastecimento”, que é o tempo necessário para a preparação da área para que o caminhão munck estivesse posicionado para o reabastecimento dos subsoladores com adubo, ou seja, o patrolamento do caminhão, que consiste na atividade de estender os braços das sapatas até o solo para estabilizar o caminhão, este item consumiu 31% do

tempo do processo (Figura 12). Outro item que consome o tempo de preparo do caminhão é a movimentação lenta do braço do munck, para levar o “bag” de adubo até a adubadeira.

O processo denominado “aguardando abastecimento de insumo” consumiu 13% do tempo de abastecimento do subsolador tipo “1” (Figura 12). Essa denominação era dada ao momento em que as máquinas de subsolagem se encontravam simultaneamente para o abastecimento, gerando um tempo ocioso para uma delas enquanto aguardava o abastecimento da outra. Isso ocorria por falta de logística e comunicação da equipe de abastecimento.

Na figura 13, estão descritos os valores de tempo relativos ao abastecimento do subsolador tipo “2”. A principal diferença entre os dois subsoladores avaliados são as atividades que não aparecem no processo de abastecimento do subsolador tipo “2”, que é a “abertura da embalagem de adubo” e o “fechamento de insumo”, pois este subsolador foi equipado com um mecanismo de “fura bag” na base da adubadeira, que possibilitava o abastecimento automático da adubadeira, enquanto no subsolador tipo “1” é necessário um auxiliar para realizar as atividades.

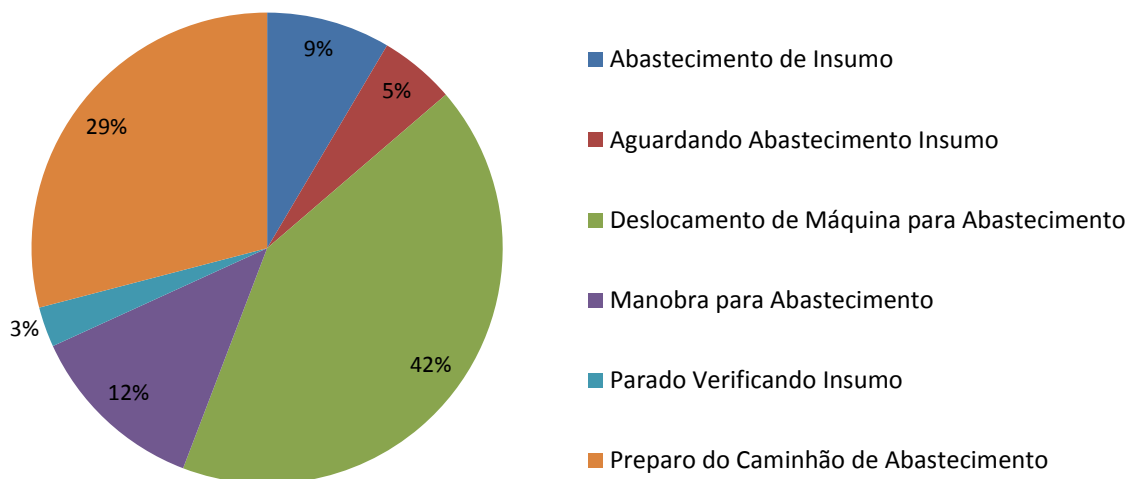


FIGURA 13. PERCENTUAL DO TEMPO DE ABASTECIMENTO DA OPERAÇÃO DE SUBSOLAGEM COM O SUBSOLADOR TIPO “2”

FONTE: Autor

Para o subsolador do tipo “2”, partes dos tempos de abastecimento da operação de subsolagem são utilizados no “deslocamento da máquina para

abastecimento” e para o “preparo do caminhão de abastecimento”, 42% e 29% respectivamente.

O tempo de abastecimento na operação de subsolagem faz parte do ciclo da operação, porém se tiver planejamento, comunicação e dinâmica da equipe, o tempo poderá ser reduzido, aumentando a eficiência operacional das máquinas e conseqüentemente o aumento da produtividade da atividade.

5.3.2 Abastecimento de Adubo nos Subsoladores tipo “1” e tipo “2”

No abastecimento do subsolador tipo “1”, existe um auxiliar de operação que tem que subir na adubadeira para a abertura do “bag” de adubo, no momento do abastecimento, e também trabalhar em altura para abrir e fechar a tampa da adubadeira (Figura 14).



FIGURA 14. ABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ADUBO NO SUBSOLADOR TIPO “1”.

FONTE: Autor – Aracruz/ES (28/04/2016).

No subsolador tipo “2”, não era necessária a presença do auxiliar de operação, pois nas alterações realizadas na adubadeira, esta foi equipada com um acessório chamado de “fura bag”, que consiste em uma haste metálica que rasgava a embalagem ao ser tocada, no momento em que esta era colocada na parte interna da adubadeira, dispensando a presença do auxiliar. Fato que propiciou a operação maior segurança, já que o operador não ficava exposto a um provável acidente relacionado à altura elevada da adubadeira, a deposição do adubo e a prováveis contaminações relacionadas aos compostos químicos presentes na composição do adubo.

As vantagens descritas no parágrafo anterior são citadas por Wisner (1994 apud Lopes, 2011), que afirma que a empresa que adotar práticas ergonômicas usufruirá de um melhor rendimento nas operações e redução no número de trabalhadores afastados devido aos problemas de saúde provocados por condições inadequadas de trabalho.

Quanto ao fechamento do reservatório da adubadeira, no subsolador tipo “2”, existe um mecanismo que é acionado do chão pelo operador do equipamento de subsolagem, ou pelo motorista do caminhão de abastecimento, dispensando a presença do auxiliar de campo.

Com isso, a operação de abastecimento do subsolador tipo “2” ocorre com maior velocidade, conforme já foi comentado anteriormente. Na Figura 15, pode ser observado o abastecimento do subsolador tipo “2”, ou seja, a forma mecanizada de abastecimento de adubo nesse subsolador. O “bag” de adubo é colocado em cima da adubadeira, e encaixado dentro dela, com isso o fura “bag” faz a perfuração, inserindo o adubo na adubadeira instantaneamente.



FIGURA 15. ABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ADUBO NO SUBSOLADOR TIPO “2”.

FONTE: AUTOR – Aracruz/ES (28/04/2016).

Segundo Lopes (2011), é importante que a empresa tenha conhecimento das condições de trabalho, de suas consequências e da exposição do trabalhador, a fim de: estabelecer critérios de aquisição de equipamentos; melhorar o relacionamento entre trabalhadores; administrar e estabelecer mudanças visando a implementação de técnicas de segurança.

5.3.3 Tempo de Manutenção

A manutenção é um ponto relevante na operação de subsolagem e outras operações florestais, por representar aumento dos custos de produção. Na Figura 16, podem ser observados os tempos relativos a atividade de manutenção dos subsoladores

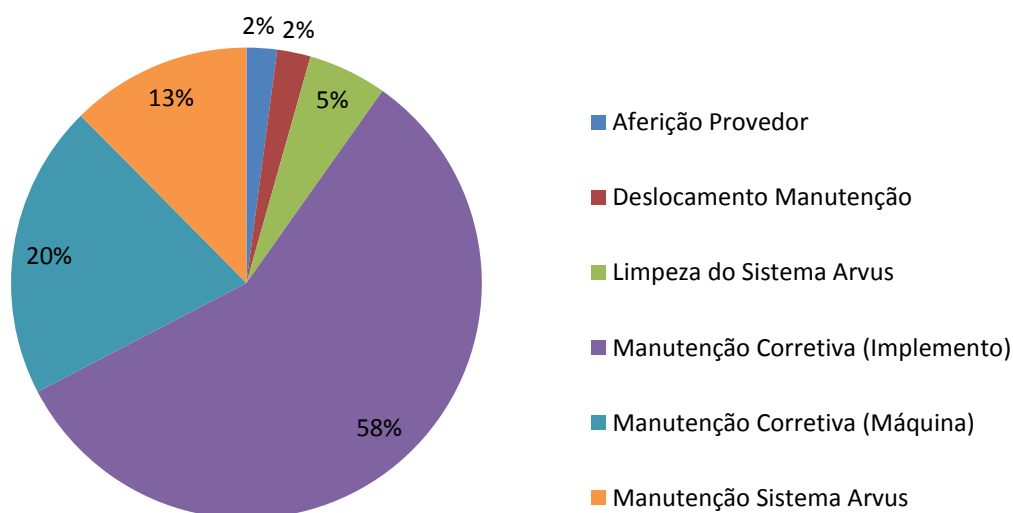


FIGURA 16. TEMPO EM PERCENTUAL DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO DA DO SUBSOLADOR TIPOS "1"
 FONTE: Autor

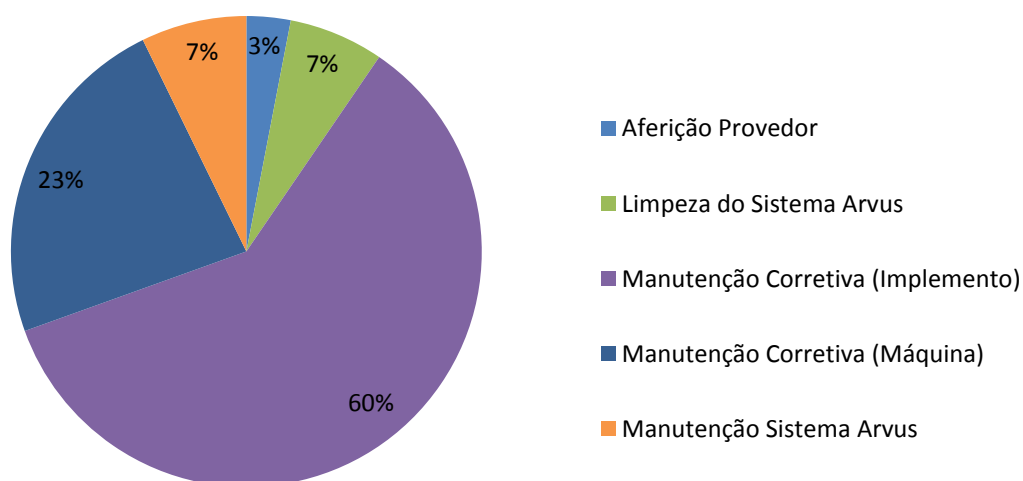


FIGURA 17. TEMPO EM PERCENTUAL DA ATIVIDADE DE MANUTENÇÃO DA DO SUBSOLADOR TIPO "2".
 FONTE: Autor

Os tempos operacionais de manutenção dos subsoladores tipo “1” e tipo “2” demonstram que a ausência de manutenção preventiva afeta a eficiência operacional e com isso a produtividade da operação. Os gráficos da figura 15 indicam que a “manutenção corretiva (máquina)” e a “manutenção corretiva (implemento)” consumiu aproximadamente 80% do tempo de manutenção da operação, ou seja, por não existir programação de paradas preventivas (como lubrificação, aperto de parafusos, resfriamento do motor) para prevenir avarias nos equipamentos.

A programação desse tempo de manutenção preventiva, certamente representa um tempo inferior ao tempo gasto com as manutenções corretivas, pois estas podem ser programadas em relação ao momento e ao tempo, enquanto as paradas corretivas são paradas não programadas são paralisações com tempos que não podem ser controlados.

A citação de Stape et al 2002, confirma a percepção observada em campo neste trabalho, os autores citam que os reparos e manutenções são essenciais para garantir um padrão de desempenho operacional com confiabilidade dos equipamentos usados no meio rural. A manutenção são os serviços de rotina previstos no manual do equipamento, que envolve basicamente a troca de óleo lubrificante, filtros, limpeza de componentes, entre outros. A substituição pode ocorrer devido aos reparos de rotina, danos acidentais e por despreparo e negligência do operador. Os reparos de rotina são associados ao desgaste normal de componentes como, por exemplo, embreagens, pneus e implementos acoplados ao trato(discos, facas, hastes, etc.). Embora o desgaste seja influenciado pelas características do solo, da cultura, da qualidade de horas de trabalho, uma boa manutenção pode estender a vida útil dos componentes. Um operador mal treinado pode abreviar a vida útil da máquina e causar um aumento nos valores de reparo e manutenção.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos resultados obtidos conclui-se que:

- O descrição da produção florestal e de preparo do solo facilitam a identificação de todos os processos que ocorrem na atividade de subsolagem;
- O subsolador tipo “2” apresentou maior eficiência operacional que o subsolador tipo “1”;
- A produtividade foi maior no subsolador tipo “1”;
- O sistema de abastecimento de adubo proporcionado pelo formato da adubadeira do subsolador tipo “2” proporciona maior velocidade no abastecimento deste subsolador, com utilização de menos mão de obra e maior segurança na operação.

Recomenda-se para estudos seguintes:

- Realizar estudo em conjunto, empresa contratante e prestadora de serviço, a fim de melhorar o planejamento e preparação da equipe que realizar a operação.
- Considerar os valores reais de produtividade, de eficiência operacional, bem como a busca na redução dos tempos de manutenção, para o planejamento da tomada de decisão e implantação de melhorias no sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, J. B. **Base florestal de Minas Gerais.** In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2, 2003, Belo Horizonte. Anais... Viçosa : SIF, 2003. 210 p. p. 32-42.

BACHA, Carlos J. C. **A dinâmica do desmatamento e do reflorestamento no Brasil.** Tese de Livre Docência, SALQ/USP, Piracicaba, 1993.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas Agrícolas. 1. ed. São Paulo: Manole, 1987. 307p.

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. Implantação de Povoamentos Florestais com Espécies do Gênero *Eucalyptus*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1979. 14p. (IPEF Circular Técnica, 60).

BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho.** Tradução da 6ª ed. americana de Sérgio Luiz Oliveira Assis; José S. Guedes Azevedo; Arnaldo Pallotta. Revisão técnica Miguel de Simoni; Ricardo Seidl da Fonseca. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1977. 635 p.

BARROS, N. F.; Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. Revista *Árvore*. v. 27, n 5, p. 635-646, Viçosa. 2003

BERTONI, J. F.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba: Livro Ceres, 1985. 392p.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 62p. 2008.

BURLA, E.R. Mecanização de atividades silviculturais em relevo ondulado. Belo Oriente: Cenibra, 2001. 144p.

CAMPOS A. A. **Desempenho operacional e análise de custos da implantação florestal mecanizada de eucalipto**. Dissertação de mestrado, Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 66p 2013.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118.

CASSEL, D.K. Subsoiling. *Crops and Soils Magazine*, v.32, p.7-10,1979.

CEFA - Centro de Economia Florestal Aplicada, **Oferta e demanda de madeira para fins industriais no Estado do Paraná**. Apoio: Funpar, Seti, UFPR, Curitiba/PR 174p. 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.

FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P. Compactação de solos florestais: Uma questão para estudos. *Revista Árvore*, v.25, n.3, p.387-392, 2001.

FERREIRA, A. C.; SILVA, H. D. **Formações de povoamentos florestais**. 1ª ed. EMBRAPA FLORESTAS, Colombo, PR. 2008. 109p.

FERREIRA, L. N. **Estudo de tempos e movimentos na operação de adubação de plantio na empresa Eucatex S.A., Botucatu, São Paulo**. 38 f. Monografia de conclusão de curso. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro., 2011.

FIEDLER, N. C. Análise de postura e esforços despendidos em operações de colheita florestal no norte do estado da Bahia. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FINGER, C. A. G. et al. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. *Ciência Florestal*, v.6, n.1, p.137-145, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Banco de dados sobre o setor florestal, FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/381/default.aspx>. Acesso em: maio 2016.

FRIGOTTO, T.; MAZZO, M. V.; NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. O.; SOUZA, P. F. **Seleção de procedências de *Eucalyptus smithii* na região norte de Santa Catarina.** In: III Congresso Brasileiro de Eucalipto. Vitória: 2015.

Fundação brasileira de desenvolvimento sustentável - FBDS. **Silvicultura Brasileira - oportunidades e desafios da economia verde 2012.** 40p. Disponível em: <<http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-29.pdf>> Acesso em: 18 maio. 2016.

GARLIP, R. C. **Competências e competitividade do setor florestal.** Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/secure/palestra-download.php>> Acesso em: 17 julho 2001.

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

GAVA, J. L. **Cultivo mínimo de solos com textura arenosa em áreas planas e suave-ondulada.** In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. *Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.* Piracicaba: IPEF, 2002. cap.5, p.221-244

GONÇALVES, J. L. M. et al. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p.1-57.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. **Métodos de preparo do solo e manejo de resíduos culturais em plantações florestais** (compact disc). In: SEMINÁRIO SOBRE MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE PREPARO DO SOLO PARA PLANTIO DE FLORESTAS, Piracicaba, 2000. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; WICHERT, M.C.P.; GAVA, J.L. **Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo**. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002. cap.3, p.131-204.

GONÇALVES, S. W. **Avaliação da qualidade da subsolagem em diferentes condições de solo**. 81f. Dissertação (Manejo sustentável dos recursos florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2014.

HILLEL, D. Applications of soil physics. New York : Academic Press, 1980. 385p.

HUMMEL, A. C.; MINETTE L. J. **Aspectos do setor florestal do estado da Amazônia** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. 1990, Campos do Jordão. Anais... São Paulo: SBS, 1990. p. 157-165.

HUNT, D. **Farm power and machinery management**. 9. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 363 p.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, (2015). Anuário estatístico da IBÁ 2015: ano base 2014. Brasília: IBÁ, 2015. 100 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas** - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Tradução: Guilherme de Almeida Sedas e Gilberto Calcagnotto. Rossdorf: TZ – Verl-Ges. (GTZ). 343 p., 1990.

LANÇAS, K.P. Subsolação ou escarificação: mobilização do solo sem muita agressão. Cultivar Máquinas, n.14, p.38-41, set./out. 2002.

LIMA, W. P. Impacto Ambiental do Eucalipto – 2ed. - São Paulo: Global Editora da Universidade de São Paulo, 1993. p. 37-50.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. (Organizadores). **As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento.** Rima Editora, 2006, 226p.

LOPES, E. S Ergonomia e Segurança do Trabalho Aplicado no Setor Florestal. 2011. 21f Anais da X Semana de Estudos Florestais e I Seminário de Atualização Florestal – Unicentro, Paraná 2011.

MACHADO, C.C. Colheita Florestal. Viçosa, MG: UFV, 2002. 468p.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas Myrtales.** Editora UFSM. Santa Maria, 1997.

MARTINI, A. J.; O plantador de Eucaliptos: A questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade. 2004. 332f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Universidade de São Paulo, São Paulo 2004.

MATTOS, J. R. L.; LINHARES, T. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.16, p.3-30, set. 2002.

MOLIN, J. P.; SILVA JÚNIOR, R. L. da. Variabilidade espacial do índice de cone, correlacionada com textura e produtividade. Engenharia Rural, Piracicaba, v. 14, p. 49-58, 2003.

NICHOLS, M.L.; REED, I.F.; REAVES, C.A. Soil reaction to plowshare design. AgriculturalEngineering, 39:336-339, 1958.

OLIVEIRA, D.; LOPES, E.S.; FIEDLER, N.C. **Avaliação técnica e econômica do Forwarder na extração de toras de pinus**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 525-533, 2009.

OLIVEIRA, J. T. S; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; FILHO, T. M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: avaliações dendrométricas. Scientia Forestalis. Piracicaba – SP, n. 56, p. 113-124, 1999.

PAIVA, H.N. Implantação de florestas econômicas. In: OLIVEIRA, J. T. de; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (Ed.). Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, 2007. 420 p.

PEREIRA, D. N. **Análise técnica e de custos de povoamento de eucalipto sob preparo manual e mecanizado do solo em área declivosa no sul do espírito santo**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

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. 140 p.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características de madeiras de algumas espécies de eucaliptos plantadas no Brasil**. Documentos da Embrapa Florestas, Colombo, nº 38. 2000.

PIMENTEL GOMES, F. 2000. Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 477 p.

RIBEIRO, C. A. D. Delimitação de zonas agroclimáticas para cultura do eucalipto no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. 105 f. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

SANCHES, O.A.; YONEZAWA, J.T. & ZEN, S. Evolução do cultivo mínimo em reflorestamentos na Cia. Suzano de papel e celulose. In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., Curitiba, 1995. Anais... Curitiba, CNPFloresta, IPEF, UNESP, SIF, FUPEF, 1995. p.140-147.

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, 2005.

SILVA, A.A.L. **Análise econômica da substituição de povoamentos de *Eucalyptus* spp.** 1990. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

SILVA, J. C. **Perspectivas do setor florestal brasileiro.** Revista da Madeira, Curitiba, ano 13, n. 75, p. 04-06, 2003. USP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SÃO PAULO. Banco de dados de biomassa no Brasil. Disponível em: <http://infoener.iee.usp.br/scripts/biomassa/br_carvao.asp> Acesso em: 15 setembro 2003.

SILVA, K. R; MINETTI, L. J; FIEDLER, N.C; VENTUROLI, F.; MACHADO, E.G. B. & SOUZA, A. P; (2004). **Custos e rendimentos operacionais de um plantio de eucalipto em região de cerrado.** Revista Árvore, 28: 361-366.

SILVA, W. A. **Análise das alterações na cobertura vegetal do município de Aracruz (ES) no período de 1977 a 2005.** 51f. Trabalho de Conclusão do

Curso (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Artes e Humanidades da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

SIMÕES D.; SILVA M. R.; FENNER P. T. Desempenho operacional e custos da operação de subsolagem em área de implantação de eucalipto. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 692-700, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11634/7874>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

SRIVASTAVA, A. K.; GOERING, C. E.; ROHRBACH, R. P. Engineering principles of agricultural machines. Michigan: American Society of Agricultural Engineers – ASAE, 1993. 602 p.

STAPE, J. L. et al. **Definições de métodos de preparo de solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia.** In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. (Eds.). Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002. p.259-296; p.424-425.

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.

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

TOLEDO, A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; DABDOUB, M. J. Comportamento espacial da demanda energética em semeadura de amendoim em latossolo sob preparo convencional. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 12, n. 30, p. 459-467, 2010

TURRA, T: L: Madeira de eucalipto para fins energéticos. Trabalho de Conclusão de Curso, título de Especialista em Gestão Florestal, do Curso de

Pós-Graduação em Gestão Florestal, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná – UFPR. 31p. 2011.

VALVERDE, S. R.; CARVALHO, R. M. M.; SOARES, T. S.; OLIVEIRA, P. R. S. Evolução da participação do setor florestal na economia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8. 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: SBS/SBEF, 2003. 2 CD-ROM.

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.** Curitiba, 1987. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

WATSON, L., e DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval.** Version: 16th February 2016.

WICHERT, M.C.P.; MOURA, I.M. **Relação entre potência x capacidade operacional de carga dos tratores utilizados na silvicultura** (compactdisc). In: REUNIÃO TÉCNICA DO PROGRAMA DE MANEJO E SILVICULTURA, 15., Botucatu, 2001. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2001.

WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. **Myrtaceae revisited a reassessment of infrafamilial groups.** American Journal of Botany, v. 88, n. 11, p. 2013-2025, mai. 2001.

ANEXOS

Anexo 1

Subsolador tipo "2"

Desempenho Operacional

ATIVIDADE	TEMPO
Abastecimento	0:19:59
Acessório	1:18:31
Auxiliar	0:18:00
Deslocamento	0:12:35
Improdutivo	0:07:52
Manutenção	1:43:17
Produtivo	6:12:46

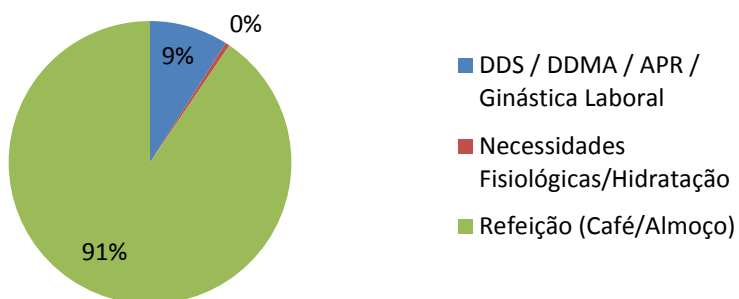
Subsolador tipo "1"

ATIVIDADE	TEMPO
Abastecimento	00:27:00
Acessório	01:16:00
Auxiliar	00:20:49
Deslocamento	00:18:35
Improdutivo	00:07:02
Manutenção	01:49:13
Produtivo	06:14:15

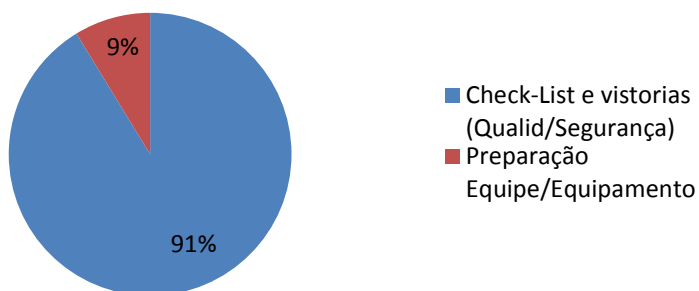
Anexo 3: Gráficos de cada uma das atividades de subsolagem

Subsolador Tipo "1"

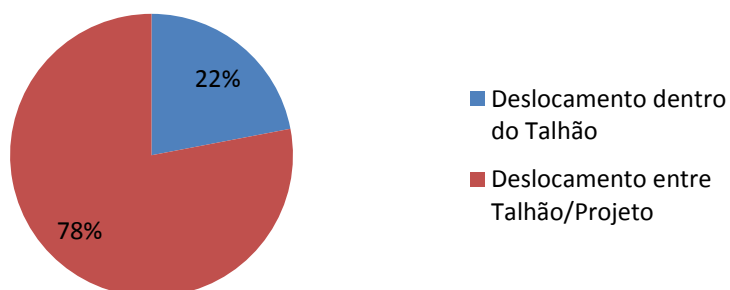
Acessório



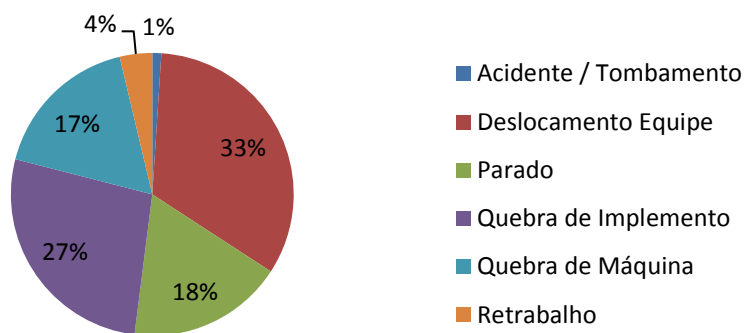
Auxiliar



Deslocamento

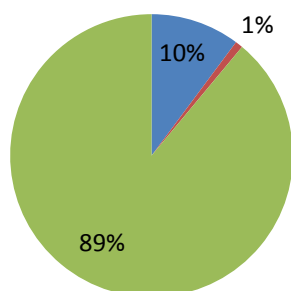


Improdutivo



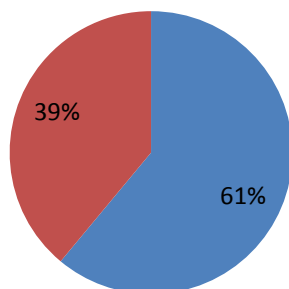
Subsolador tipo "2"

Acessório



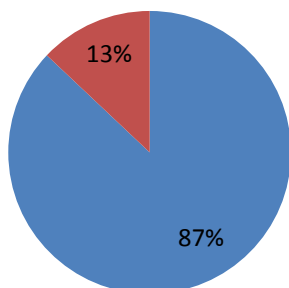
- DDS / DDMA / APR / Ginástica Laboral
- Necessidades Fisiológicas/Hidratação
- Refeição (Café/Almoço)

Deslocamento



- Deslocamento dentro do Talhão
- Deslocamento entre Talhão/Projeto

Auxiliar



- Check-List e vistorias (Qualid/Segurança)
- Preparação Equipe/Equipamento

Improdutivo