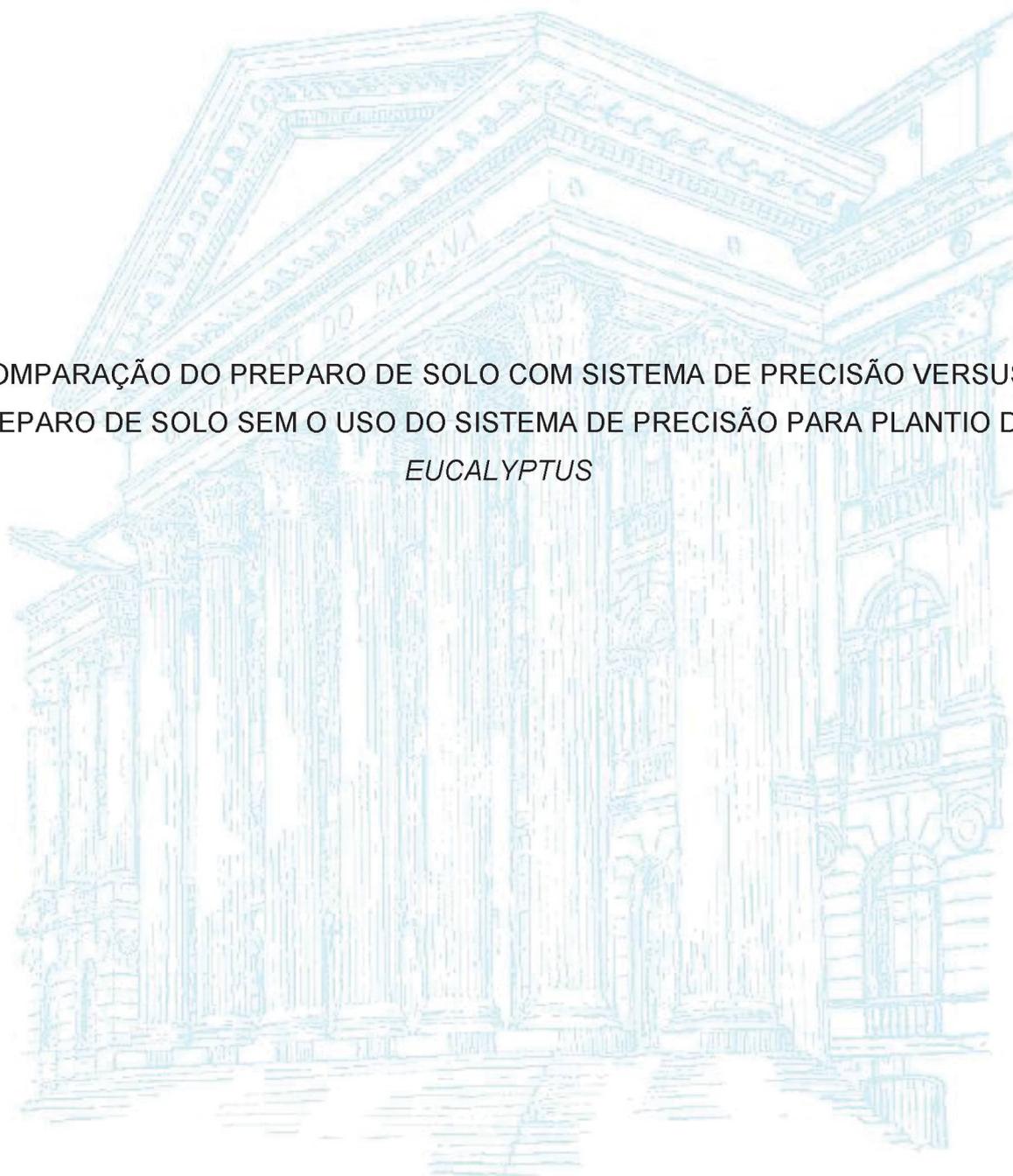


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ CARLOS ALVES DE SÁ

COMPARAÇÃO DO PREPARO DE SOLO COM SISTEMA DE PRECISÃO VERSUS
PREPARO DE SOLO SEM O USO DO SISTEMA DE PRECISÃO PARA PLANTIO DE
EUCALYPTUS



Curitiba-PR
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MBA MANEJO FLORESTAL DE PRECISÃO

LUIZ CARLOS ALVES DE SÁ

COMPARAÇÃO DO PREPARO DE SOLO COM SISTEMA DE PRECISÃO VERSUS
PREPARO DE SOLO SEM O USO DO SISTEMA DE PRECISÃO PARA PLANTIO DE
EUCALYPTUS

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Especialização MBA em
Manejo Florestal de Precisão, do
Programa de Educação Continuada em
Ciências Agrárias, da Universidade Federal do
Paraná, como pré-requisito para a
obtenção do título de especialista.
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Curitiba-PR
2020

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado saúde, força para superar todas as dificuldades e paciência para percorrer todo o caminho.

À minha querida esposa e companheira, Maria Luiza pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

Aos professores do curso, em especial ao professor Dr. Alessandro Camargo por aceitar o convite de ser meu orientador e pelas valiosas dicas direcionando a realização do trabalho, muito obrigado.

A empresa na qual eu trabalho pelo incentivo na formação dos seus profissionais.

Muito Obrigado!

Se você quer ser bem-sucedido,
precisa ter dedicação total, buscar seu
último limite e dar o melhor de si.

Ayrton Senna

COMPARAÇÃO DO PREPARO DE SOLO COM SISTEMA DE PRECISÃO VERSUS
PREPARO DE SOLO SEM O USO DO SISTEMA DE PRECISÃO PARA PLANTIO DE
EUCALYPTUS

Luiz Carlos Alves de Sá, Bacharel em Engenharia Mecânica, Especialista,
Universidade Federal do Paraná – UFPR

RESUMO

O presente estudo possui como temática a silvicultura de precisão aplicada no preparo de solo para o plantio de *Eucalyptus*. Um dos grandes desafios da silvicultura é obter uniformidade do plantio nos primeiros três anos de idade, tendo em vista que a maior dificuldade é distribuir o adubo uniformemente durante o preparo de solo. O objetivo do presente trabalho é comparar o desempenho entre duas modalidades de preparo de solo - o sistema de silvicultura de precisão embarcado com o preparo de solo sem o uso do sistema de precisão. O trabalho foi realizado em uma empresa do Norte de Minas Gerais no município de Itacambira, esta empresa atua no segmento de silvicultura de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal há mais de 40 anos. Para análise do trabalho foram utilizados os relatórios do sistema de precisão e o indicador de qualidade PH50, um indicador de variabilidade florestal, no qual define como plantio uniforme um índice acima de 37%. Desta maneira, o aumento de produtividade dos povoamentos de *Eucalyptus* no Brasil, ao longo dos últimos anos, se deve principalmente às melhorias silviculturais, recomendações mais adequadas para cada sítio e monitoramento das atividades através de indicadores de qualidade dos processos são necessárias.

Palavras-Chaves: *Eucalyptus sp.* Subsolagem. Uniformidade. PH50.

ABSTRACT

Comparison of soil preparation with precision system versus soil preparation without the use of the precision system for Eucalyptus planting. The present study has as a guiding theme of the study, precision silviculture applied in soil preparation for *Eucalyptus* planting. One of the great challenges of silviculture is to obtain uniformity of plantations on three years old, in view of the greater difficulty of distribute the fertilizer evenly during soil preparation. The aim of this study was compared the performance between two forms of soil preparation - the precision silviculture system with the conventional soil preparation without the precision system. The study was carried out in a company in the North of Minas Gerais in the municipality of Itacambira. The company has been operating in the *Eucalyptus* silviculture segment for charcoal production for over 40 years. For the analysis of the study, the reports of the precision system and the PH50 indicator were used, an indicator of forest variability, in which the index above 37% is considered uniform. The increase in productivity of *Eucalyptus* stands in Brazil, over the last few years, is mainly due silvicultural improvements, more appropriate recommendations for each site and monitoring of activities through process quality indicators.

Keywords: *Eucalyptus* sp; Subsoiling; Uniformity; PH50.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	6
2.1 GERAL	6
2.2 ESPECÍFICOS	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1 EVOLUÇÃO DA SILVICULTURA	7
3.2 SILVICULTURA DE PRECISÃO	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A madeira de eucalipto é utilizada para o abastecimento da maior parte das indústrias de base florestal no Brasil, cuja expansão se deve ao programa de incentivos fiscais implantados pelo Governo Federal em 1966 (MIRANDA, 2012).

Segundo o Ibá (2019), em 2018, a área brasileira de plantio de *Eucalyptus* e *Pinus* atingiu 7,83 milhões de hectares, 71,5% da área total representado pelo plantio de *Eucalyptus*.

Bertola (2012) destaca que hoje são produzidos aproximadamente 5,4 milhões de toneladas de celulose, representando mais de 70% da produção nacional. A produção anual do setor de carvão vegetal é 18,8 milhões de metros cúbicos, representando também mais de 70% da produção nacional; o setor de chapa de fibra apresenta uma produção anual de 558 mil metros cúbicos, representando 100% da produção nacional e o setor de chapas de fibra aglomerada que produz 500 mil metros cúbicos, representando quase 30% da produção nacional, afirmando a representatividade desta monocultura no agronegócio.

Essa atividade apresenta rentabilidade e ganhos consideráveis, impulsionados pelo fortalecimento do mercado nacional e internacional, além dos investimentos em modernas técnicas de plantio e alta qualidade da madeira obtida a partir de sementes geneticamente melhoradas e adaptadas, cujos produtos são valorizados no emprego da indústria energética na forma de biomassa, ou pelo emprego da madeira nos mais diversificados setores e até mesmo produtos não madeiráveis, tais como óleos, resinas e folhas (MOTTA; SILVA; DINIZ, 2010).

Ainda hoje, existem muitos sistemas de exploração agrícola que vem proporcionando ao solo um acelerado processo de degradação, gerando assim um desequilíbrio de suas características físicas, químicas e biológicas, afetando totalmente ou parcialmente o seu potencial produtivo. Para que haja uma diminuição desse impacto no meio ambiente é necessário que haja uma preparação adequada do solo, levando em consideração a sua utilização.

O preparo do solo é o conjunto de operações silviculturais, usadas para facilitar o plantio e o desenvolvimento inicial do sistema radicular promovendo com isto o aumento da produtividade de florestas (GONÇALVES et al., 2002).

Um dos sistemas utilizados é a subsolagem, que tem como objetivo a movimentação das partículas de solo, visando uma melhoria das condições físicas do solo, facilitando assim, atividades posteriores de plantio, tratos culturais e colheita, bem como proteção e conservação do solo.

Além de preparo do solo como práticas silviculturais, tem-se a preocupação ainda com o controle da erosão, adubação, controle de pragas, doenças, plantas invasoras e o plantio de materiais melhorados geneticamente, para que o produtor/empresa tenha elevados ganhos na produtividade e na melhoria da qualidade dos povoamentos florestais.

Buscando um melhor funcionamento do sistema de controle de qualidade das operações, as empresas, que trabalham com silvicultura, estão se preocupando mais em investir no sistema de silvicultura de precisão, para garantir maior otimização na aplicação de insumos e garantia de qualidade do seu processo.

Nesse sentido, de acordo com Ribeiro (2002), a silvicultura de precisão tem sido muito utilizada por representar um modelo de gerenciamento fundamentado na coleta e análise de dados geoespaciais e no conhecimento da variabilidade espacial e temporal da produção e da produtividade das florestas.

Devido ao aumento da demanda por produtos florestais de qualidade, o mercado vem sendo cada vez mais exigente quando o assunto é aumento dos custos de produção e a exigência do mercado por produtos de origem certificada, o que têm levado o setor florestal a ter maior eficiência no gerenciamento dos fatores de produção e no uso de insumos, para tornar a produção florestal sustentável e competitiva.

O presente trabalho tem como objetivo principal relacionar a influência da silvicultura de precisão na uniformidade das florestas, sendo aplicado no preparo de solo para plantio de eucalipto, em comparação a não utilização desse sistema de precisão o preparo de solo convencional.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Comparar o desempenho do plantio de *Eucalyptus sp* em função do preparo de solo adotando o sistema de silvicultura de precisão com o preparo sem o sistema precisão.

2.2 ESPECÍFICOS

Analisar a variação da distribuição do adubo no preparo de solo com sistema de precisão.

Identificar a otimização operacional nas calibrações dos equipamentos realizados com sistema de precisão e sem sistema de precisão.

Verificar a uniformidade do plantio de eucalipto aos 6 meses de idade com aplicação do sistema de precisão no preparo de solo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 EVOLUÇÃO DA SILVICULTURA

De acordo com o Emprapa (2014) o *eucalyptus* foi introduzido no Brasil para fins comerciais em 1904, com simples aplicações iniciais, progressivamente passou a representar grande potencial produtivo e crescimento impulsionado, principalmente, a partir da promulgação da Lei de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento, Lei no 5.106 de 1966 e se consolidou após o Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) em meados da década de 1970.

Desde então, a eucaliptocultura brasileira encontrou bases sólidas para o seu desenvolvimento, motivada pelo seu potencial de uso como fonte de biomassa para combustível e emprego como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel principalmente (ABRAF, 2013).

O aumento da área plantada e da produtividade das florestas cultivadas é garantido pela sua capacidade de adaptação, rápido crescimento e utilização diversificada da madeira, possibilitando alta produtividade, maiores taxas de retorno do investimento refletindo alta atratividade ao cultivo de eucalipto e alta competitividade no mercado (EMPRAPA, 2014).

O segmento de árvores cultivadas superou o crescimento de setores como indústria e agropecuária consolidando sua relevância econômica nacional, com uma participação de 1,3 % do PIB e 6,9% do PIB industrial (Iba, 2019). Além da contribuição econômica, esse setor apresenta uma contribuição social importante com a geração de empregos diretos e indiretos, reduzindo o êxodo rural e possibilitando a diversificação da renda. Possui, ainda, papel ambiental essencial, quando implantada de maneira correta, corrobora com a conservação de solo, qualidade de água, atenuação de efeitos climáticos negativos e manutenção da biodiversidade, além de auxiliar na redução da pressão de desmatamento das florestas naturais remanescentes (ABRAF, 2013; Iba,2019).

O crescimento acelerado aliado à busca da ideia recente de sustentabilidade fez com que o setor florestal buscasse, com o apoio de instituições de pesquisa tecnológica, a metodologia de um processo de certificação que garanta a origem da matéria-prima utilizada na indústria de base florestal brasileira (VETTORAZI e FERRAZ, 2000).

Ainda segundo os mesmos autores, o aprimoramento no desempenho do setor e o aumento na demanda por produtos florestais visando maior lucratividade e também a certificação de sua matéria-prima geram uma necessidade e pressão cada vez maior por dados confiáveis para aperfeiçoar o fluxo da informação e o processo de tomada de decisões, de ordem estratégica e principalmente tática.

Ribeiro (2004) reafirma que o aumento da demanda por produtos florestais, associados com o aumento da exigência do mercado por produtos de origem certificada, tem requerido dos produtores maior eficiência no gerenciamento dos fatores de produção e no uso de insumos, para tornar a produção florestal sustentável. Para atendimento a estas exigências, se tornou necessário o desenvolvimento de uma alternativa a silvicultura tradicional que garantisse uma nova forma de manejo florestal com enfoque na produção sustentável e racionalizando a gestão dos fatores de produção.

3.2 SILVICULTURA DE PRECISÃO

A preocupação crescente com o controle da qualidade tem se tornado ferramenta imprescindível para a garantia da produtividade florestal e consequente competitividade das empresas (GALIZIA et al., 2016). É neste contexto que surge o conceito de silvicultura de precisão, que representa uma nova forma de produção e administração das florestas, baseada na utilização de coletas e análise de dados georreferenciados possibilitando viabilizar intervenções localizadas na floresta, com a exatidão e a precisão adequadas a cada situação (VETTORAZI e FERRAZ, 2000).

Visando aumento produtivo e econômico, as empresas vêm reestruturando suas atividades para se adequarem a esta nova metodologia, objetivando corrigir as diferenças e variabilidades encontradas em campo, aliado a aplicação de técnicas baseada na estatística espacial (geoestatística) para que informações coletadas em campo se transformem em mapas de produtividade da área viabilizando intervenções específicas (FRANCISCATTE e PEREIRA, 2017).

Segundo as mesmas autoras, para obtenção de sucesso na implantação desse sistema, é necessária uma prescrição técnica de sítios-específicos, tecnologia (SIG-GPS), pessoas capacitadas para a execução de tarefas de levantamento e planificação operativa sempre visando à obtenção e ao tratamento de dados de natureza espacial, tornando o processo de decisão rápida e precisa.

Brandelero et al. (2007) reafirmam que a tecnologia de precisão baseia-se na disponibilidade de uma base de dados confiável e atualizada. Três tecnologias convergentes constituem o cerne desse tipo de sistema de informação: sensoriamento remoto (SR), sistema geográfico de informação (SIG) e sistema de posicionamento global (GPS). Essas ferramentas sofisticadas permitem tomadas de decisão técnicas, administrativas, de viabilidade, implantação, condução, colheita, manejo, exploração e monitoramento florestal a serem implementadas.

Esse novo conceito de Silvicultura de precisão, possibilita informações mais detalhadas na condução do empreendimento florestal, auxilia na redução de custos em função do correto manejo das atividades florestais. Representa uma nova concepção que modifica o enfoque dado à silvicultura até então. No sistema convencional a abordagem da unidade florestal se dava de maneira uniforme, na silvicultura de precisão esta mesma área é tratada geograficamente ponto a ponto, a área total é dividida em frações de unidades diferenciadas pelo índice de qualidade de sítio viabilizando intervenções localizadas (BRANDELERO et al., 2007).

A situação é vista com otimismo considerando o desenvolvimento na área de informática e geoprocessamento proporcionando as condições técnicas para o emprego deste método de Silvicultura de precisão como computação móvel, novas técnicas de análise de dados, novos sistemas sensores orbitais de alta resolução espacial; câmeras digitais (tanto fotográficas quanto de vídeo), sistemas de posicionando por satélites, entre outros (VETTORAZI e FERRAZ, 2000).

Diversas áreas da Silvicultura podem ser beneficiadas com o advento deste novo sistema, principalmente, possibilitando o mapeamento dos talhões, avaliação do potencial produtivo do solo, susceptibilidade à erosão do solo, preparo do solo (adubação diferenciada), otimização do traçado das estradas florestais; inventário florestal, monitoramento da saúde dos talhões (ervas-daninhas, pragas e doenças), seleção dos indivíduos para desbaste; otimização da sequência de exploração; prevenção e controle de incêndios florestais, manejo de paisagens e criação de corredores florestais (BRANDELERO et al., 2007).

O gerenciamento e o planejamento das atividades florestais, por meio da compilação de informações através de sistemas de informação complexos, viabiliza a adoção de medidas mais precisas, detalhamento técnico-financeiro, otimização de rendimentos, racionalização de insumos e redução dos custos de produção. Ao mesmo

tempo em que, com recomendações mais específicas, garante melhor adequação da planta ao ambiente e a diminuição das ocorrências e da gravidade de impactos ambientais negativos. Quanto maior os contrastes ambientais, maior os ganhos potenciais da capacidade tecnológica.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse trabalho foi utilizado dados de uma empresa do Norte de Minas Gerais da cidade de Itacambira MG, a mesma trabalha com a silvicultura de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal, localizada nas coordenadas latitude:- 16.883144° longitude: -43.452879° altitude de 1.200 metros, temperatura média anual de 24,3°C, o índice pluviométrico anual fica em média de 1100 mm de chuva por ano concentrada nos meses de novembro a março (Empresa de referência, 2019). A empresa utilizada nesse trabalho preferiu por não ser identificada, desta forma, ela será tratada nesse trabalho como empresa de referência. Sua unidade florestal está localizada no município de Itacambira MG, conforme a figura abaixo, a 85 km da cidade de Montes Claros, Norte de Minas Gerais, sendo o principal acesso pela MG 308.



Figura 1 – Localização da empresa no município de Itacambira MG.

Fonte: Google Earth pro (2019)

A pesquisa é de caráter quantitativo do tipo descritiva, onde realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador (Barros e Lehfeld, 2007).

Neste contexto, foram utilizados dados, da referida empresa, referentes as atividades de subsolagem, comparando a utilização do sistema de silvicultura de precisão na subsolagem e sem o uso dessa tecnologia de precisão.

Foram avaliados os plantios de *eucalyptus* de 3 aos 6 meses de idade comparando uniformidade do plantio nas duas modalidades de preparo de solo. Os dados que foram utilizados nestes trabalhos são referentes há um período de 6 meses, onde foi avaliado a homogeneidade da distribuição do adubo no preparo do solo, tempo disponível de trabalho, levando em consideração que as formulações da adubação e as quantidades aplicadas na subsolagem foram as mesmas para os dois preparos de solo (Subsolagens), foi levado em considerações a precipitação da região em relação aos plantios em questão.

Para aferir a uniformidade foi utilizado o PV 50 adaptado para PH50 que é um indicador de variabilidade florestal, sendo um índice que representa a percentagem da altura existente nas 50% das menores árvores plantadas.

$$PH50 = \frac{\sum_{k=1}^{\frac{n}{2}} H_{ij}}{\sum_{k=1}^n H_{ij}}$$

em que

$PH50$ = percentagem altura das 50% menores árvores plantadas;

H_{ij} = Altura individual das árvores da parcela i na idade j ;

n = número de árvores plantadas ordenadas, da menor para a maior; e.

$n/2$ = Altura individual das 50% das menores árvores da parcela i na idade j .

Preparo de Solo sem utilização do sistema de precisão

As dificuldades existentes com o sistema de operação simples foram analisadas e comparadas após a implantação do sistema de precisão, assim como, as dificuldades de gerarem os relatórios de gerenciamento da atividade.

Abaixo o fluxograma da atividade de subsolagem, no qual engloba uma sequência de tarefas, conforme figura 2 abaixo:

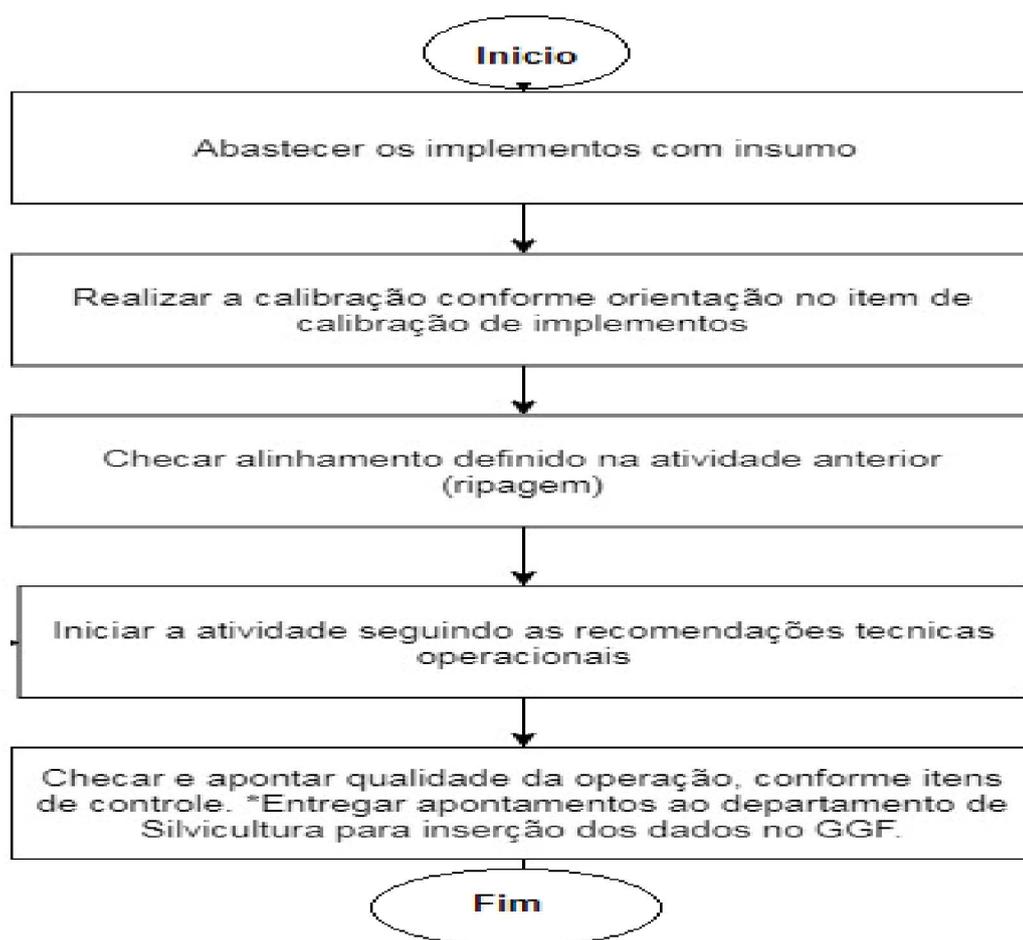


Figura 2: Fluxograma do Processo de Preparo de Solo para Plantio de Eucalyptus.
Fonte: Instrução de Trabalho da Empresa-POP N°05

Após a obtenção dos dados, estes foram compilados e apresentados na forma de gráficos e tabelas, bem como utilizado o minitab, Excel e o relatório de telemetria do sistema de precisão para gerarem os gráficos e facilitar a discussão dos resultados obtidos.

Para aferições dos equipamentos sem utilização do sistema de precisão utilizam-se as seguintes metodologia:

- Marcar com estacas, dentro do talhão onde será realizada a operação, uma distância de 50 metros para conseguir o tempo do deslocamento do subsolador.
- Definir a marcha de trabalho da máquina e a rotação do motor (RPM).
- Iniciar o deslocamento do trator (em condições normais de operação) no mínimo 5 metros antes da primeira estaca e anotar o tempo gasto para percorrer a distância demarcada. Repetir esta operação no mínimo 3 vezes e fazer a média do tempo gasto.
- Calcular a quantidade de quilo (Kg) de fertilizante a ser aplicado em 50 metros, considerando a recomendação técnica de adubação, definir a calibragem, conforme figura 3 abaixo:

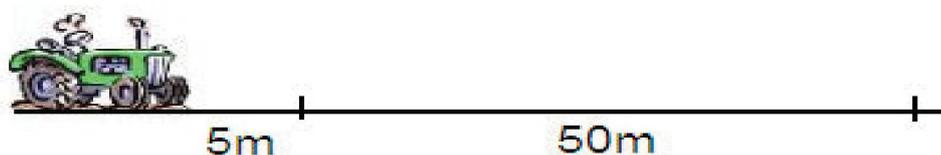


Figura 3 – Deslocamento do trator dentro do talhão.
Fonte: Instrução de Trabalho nº 05

- Coletar o fertilizante nas saídas de aplicação do implemento (com o auxílio de uma sacola) no tempo médio correspondente ao deslocamento do equipamento nos 50 metros levantados anteriormente ou no percurso (utilizando as mesmas condições de marcha e rotação do trator). Pesas o volume de fertilizante obtido com o auxílio de um dosador aferidor ou balança de precisão.
- Anotar na folha de verificação “Avaliação da Subsolação e fosfatagem”, a quantidade aplicada de fertilizante em cada bico de aplicação, conforme a figura 4 abaixo:



Figura 4 – Retirada do adubo para verificar a quantidade.
 Fonte: Autor/Itacambira MG (2019)

Sistema Embarcado de precisão para Preparo de Solo

Para aferição dos equipamentos com sistema de precisão utilizam-se a seguinte metodologia: A figura 5/A mostra o diagrama do sistema de precisão utilizado no trabalho, a figura 5/B apresenta a tela de entrada de informações do sistema de precisão.

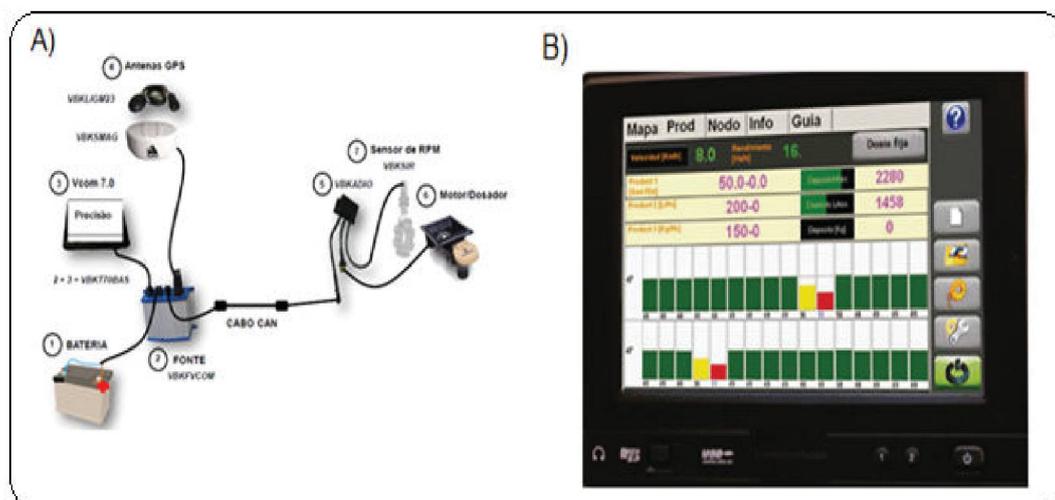


Figura 5 – Sistema embarcado de precisão.
 A) componentes internos e B) Computador de bordo
 Fonte: Verion (2019)

Para realizar a calibração do equipamento, é necessário acessar a tela **NODO** e clicar sobre o desenho do motor e em seguida em **Teste Calibração**. Logo abrirá uma tela solicitando a confirmação do teste, como mostra na figura 6 a seguir.

Nota: O trator deve estar em condições de trabalho (Rotação e vazão de óleo) no momento do teste.



Figura 6 – Tela principal do computador de bordo.
Fonte: Verion (2019)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos durante a pesquisa comparando o tempo gasto em regular os equipamentos de preparo de solo sem o sistema de precisão em relação o subsolador com o sistema embarcado de precisão, demonstram uma grande diferença de tempo entre os dois sistemas.

O tempo média para calibrar e liberar o subsolador convencional era de 35 minutos por calibragem, enquanto os subsoladores que adotam o sistema de precisão levam cerca de 8 minutos para serem ajustados e liberados, uma diferença de 75 % entre os dois sistemas. Podemos inferir que durante um dia de trabalho essa máquina deixaria de produzir em média 2 horas por dia considerando o fato da calibração dos equipamentos. Tendo em vista que a subsolagem é uma das atividades com custo

mais alto em relação às atividades relacionadas à reforma das florestas. Esse tempo gasto para calibrar o equipamento contempla colocar o trator para percorrer os 50 metros na área, fazer o cálculo de queda do insumo, coletar e pesar os adubos.

Nota-se na figura A e B abaixo que algumas linhas dos plantios ficaram menores, indicando que o adubo não caiu na mesma proporção desejada, talvez por uma obstrução parcial do tubo de saída do adubo do equipamento.

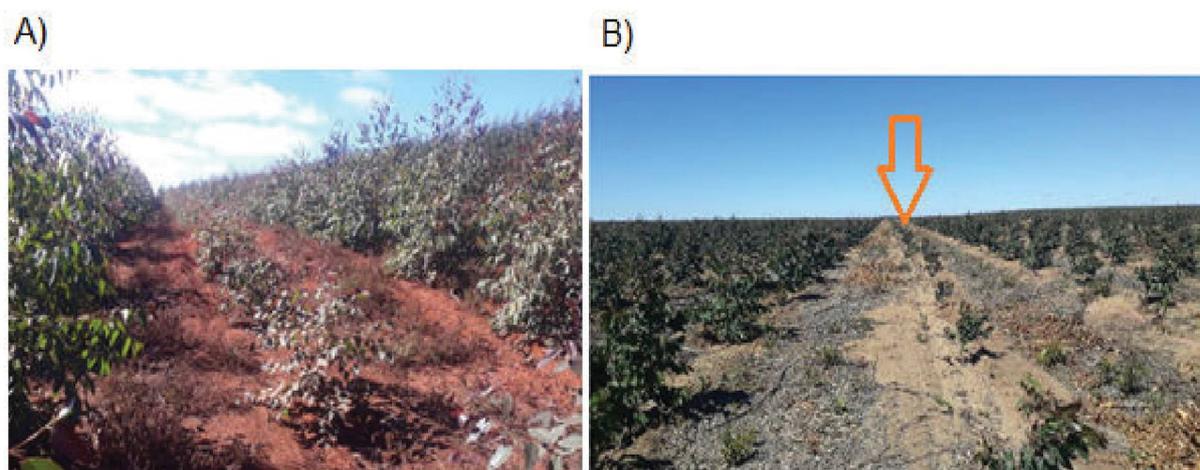


Figura 7: Plantio com característica de falta de adubação de fósforo na linha da subsolagem.
A) Linha de plantio com deficiência de Fósforo (P) - B) Mudas com desenvolvimento limitado.
Fonte: Arquivo próprio (2020)

Outros importantes resultados observados foi à praticidade com que a equipe tem para ajustar as máquinas no campo, redução do desperdício de insumos com o controle de seção da aplicação, acompanhamento das informações da aplicação através do computador de bordo e geração de mapas temáticos na aplicação para apresentação aos gestores da empresa, o tempo necessário para regulagem do subsolador foi de 8 minutos, demonstrando um praticidade da operação no campo, reduzindo as perdas de horas paradas do equipamento.

Os relatórios emitidos pelo sistema de precisão relacionado ao preparo de solo (Subsolagem), demonstram a eficiência do sistema, além das vantagens que a empresa tem em relação as tomadas de decisões antecipadas nos diferentes fases de monitoramento. Esses relatórios permitem as correções antecipadas das não conformidades encontradas no ato da realização da atividade de subsolagem, tal

antecipação favorece uniformidade do plantio redução de custo das correções dos serviços.

Abaixo os relatórios com mapas temáticos separados por trator, mostrando a produção realizada por cada um dos equipamentos ao longo do período de trabalho naquela área, facilitando a rastreabilidade do serviço.

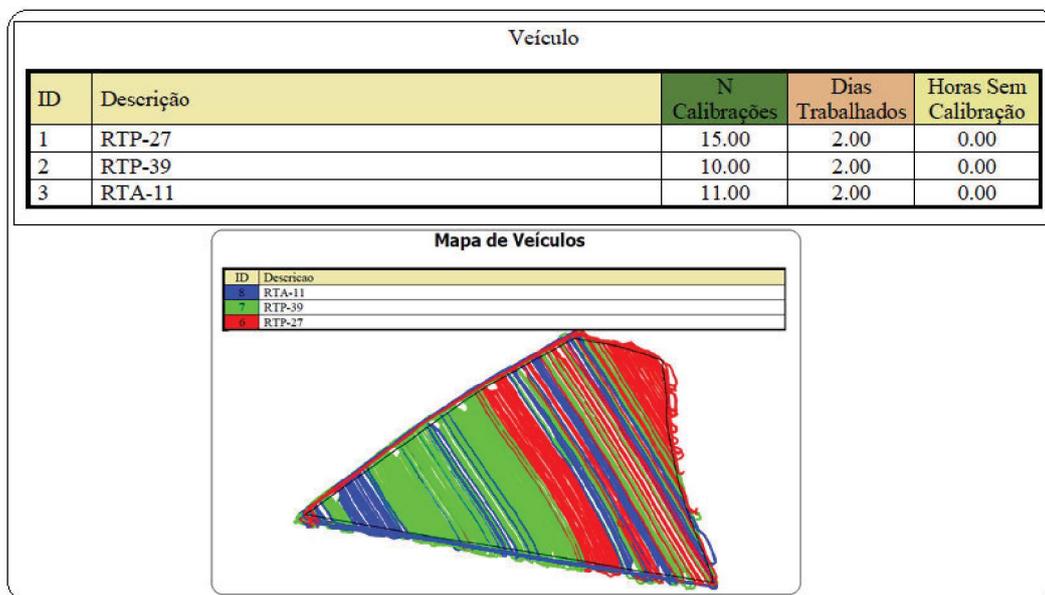


Figura 8: Mapa temático por trator.
Fonte: Sistema grv Verion (2019)

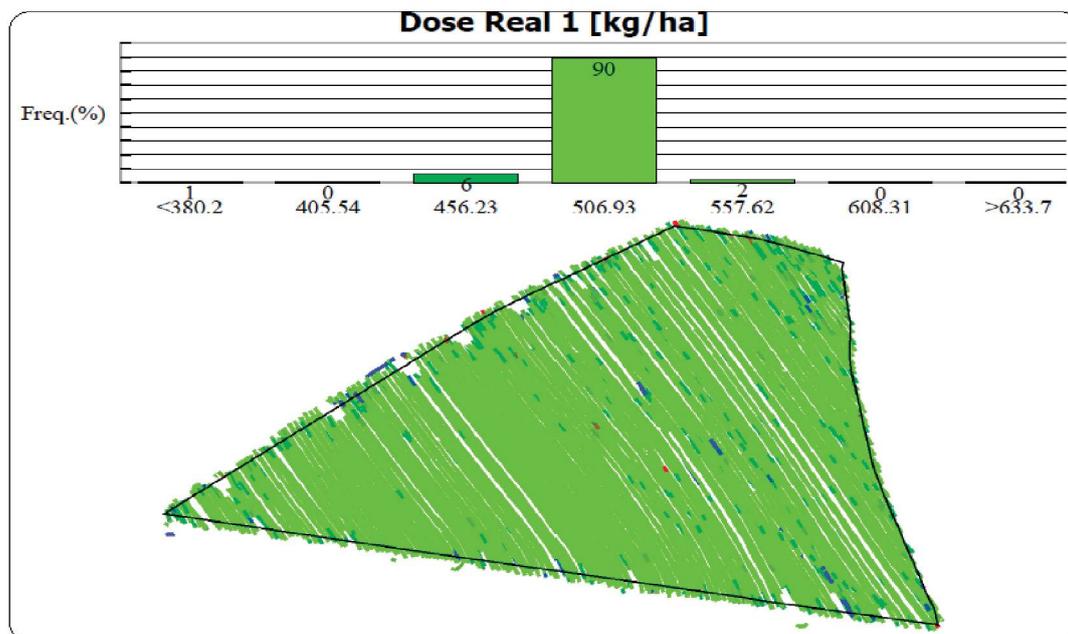


Figura 9: Mapas Distribuição de dose.
Fonte: Sistema grv Verion (2019)

Para Galizia et al.2014, os sistemas de precisão garantem uma maior homogeneidade na aplicação de insumos no campo, fato esse comprovado durante a realização do trabalho conforme apresentado nos relatórios, além de reduzir os desvios de aplicação e melhorando a qualidade da operação, uma vez que corrigem a taxa de aplicação do insumo em função da velocidade no momento da aplicação. Observamos que nos gráficos abaixo o operador 2 apresentou uma maior eficiência de horas trabalhadas ou seja sua produção foi superior aos outros dois.

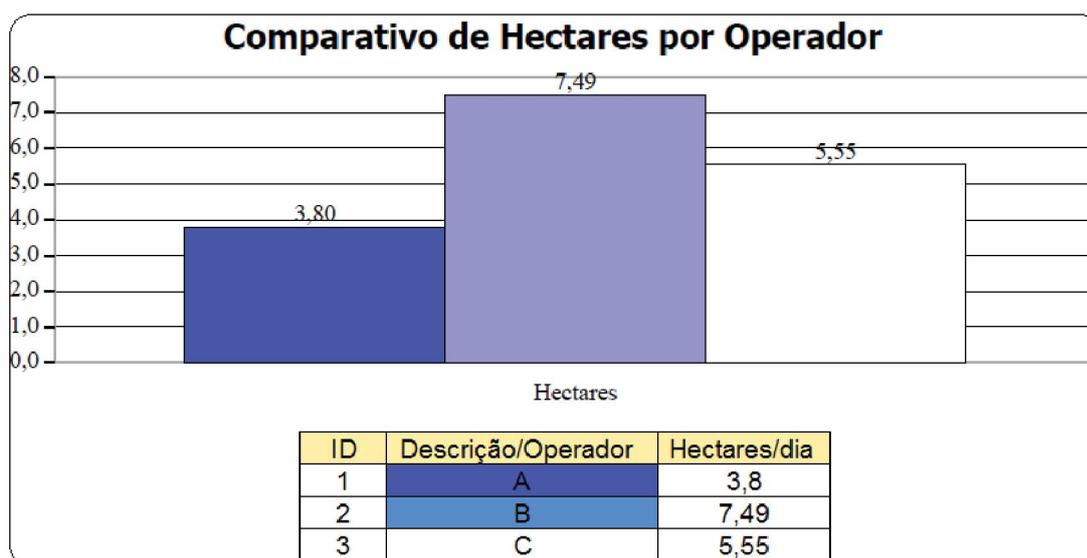


Figura 10: Percentual trabalhado de cada operador
 Fonte: Sistema grv Verion (2019)

Observa-se no relatório abaixo que existe uma quantidade considerável de horas ociosas no processo durante a execução da subsolagem, é necessário que os operadores informem os códigos de paradas no computador de bordo durante suas rotinas laborais, caso não sejam informado corretamente os dados serão comprometidos, ou seja, não será possível o gerenciamento das atividades, dificultando uma atuação nos problemas que tenha ocasionado as perdas de produção, o relatório modelo abaixo mostra a distribuição de horas durante a execução da atividade.

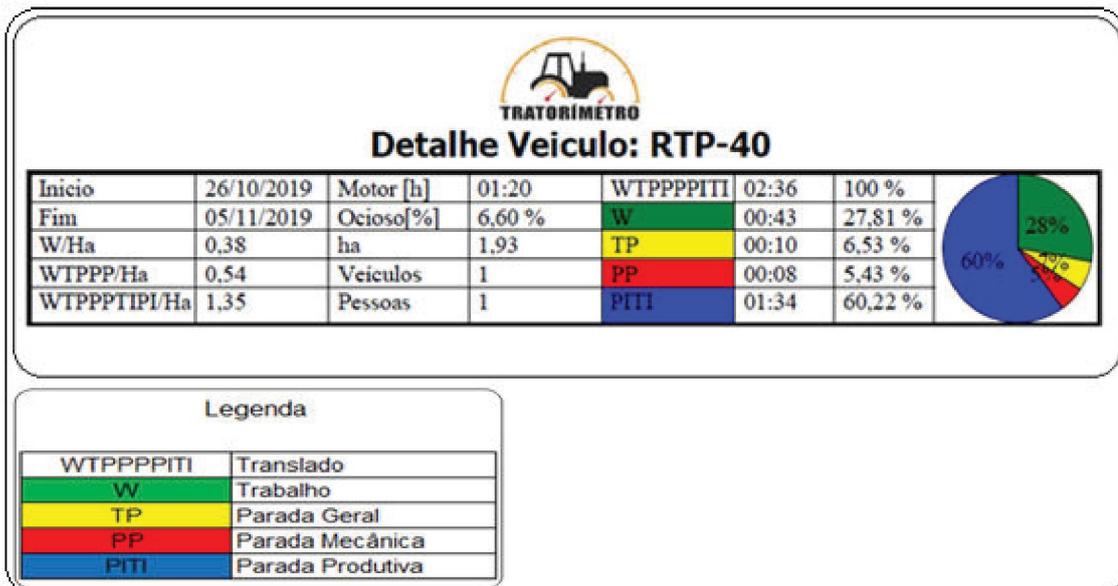


Figura 11: Eficiência operacional dos equipamentos
 Fonte: Sistema grv Verion (2019)

O sistema de subsolagem convencional não permite a verificação antecipada dos pontos que não foram adubados, em determinadas situações só é constatada através do monitoramento manual com um funcionário realizando trincheiras na linha da subsolagem, diferentemente do sistema de precisão que auxiliam através de relatórios/mapas identificando o ponto exato com coordenadas do local que não foi adubado, o talhão abaixo na figura 13 foi registrado ponto que não foi adubado, o relatório auxiliou na identificação da não conformidade.

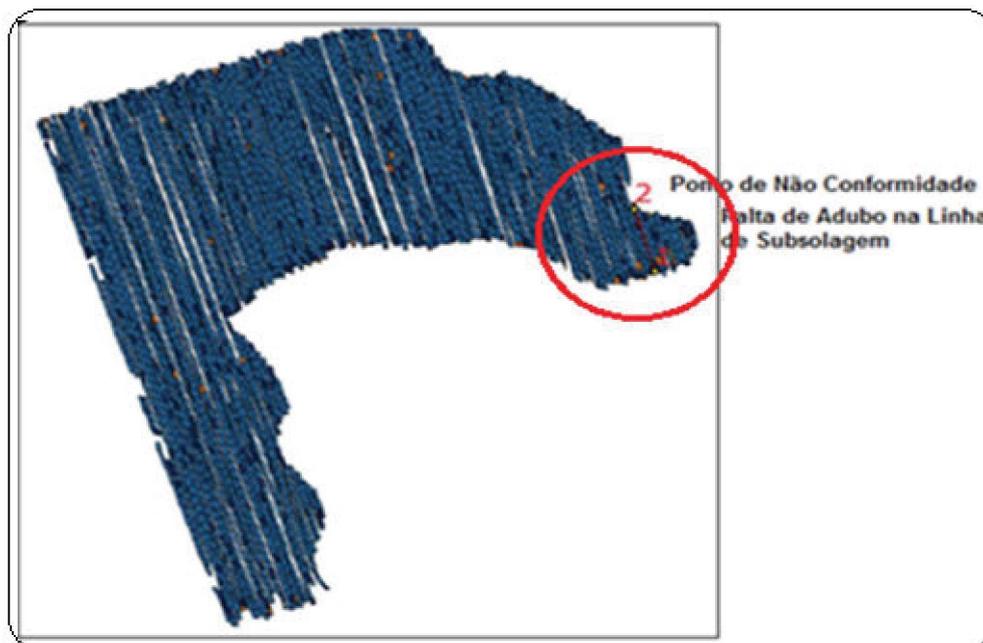


Figura 12: Mapa de aplicação de adubo na subsolagem.
Fonte: Sistema grv Verion (2019)

O sistema de precisão na silvicultura tem crescido muito nos últimos anos, fato esse que pode ser explicado pelo alto custo dos insumos além da necessidade de otimizar e gerenciar as informações e os recursos nas empresas. O plantio realizado com sistema de precisão, demonstrado na figura 14 abaixo, evidencia uma maior uniformidade do plantio.



Figura 13: Plantio com 5 meses de idade.
Fonte: Autor (2020)

Para verificação da uniformidade foram realizadas as medições de altura dos talhões abaixo aos 6 meses de idade, observa-se que houve pouca variabilidade das alturas dos talhões avaliados, o preparo de solo dos talhões foram utilizados com o sistema embarcado para monitoramento, veja na figura 15 abaixo:

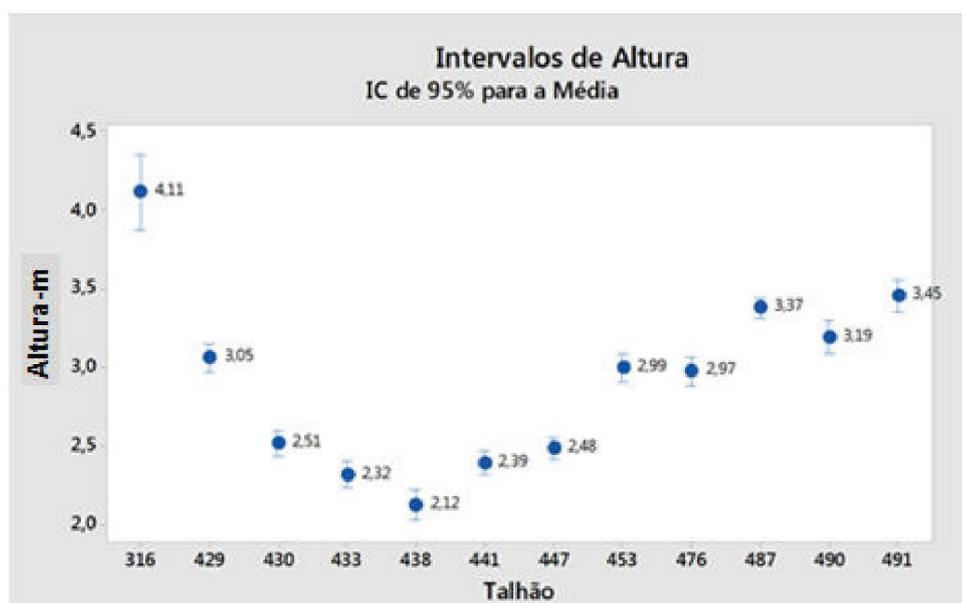


Figura 15: Altura média em metros do plantio aos 6 meses.
Fonte: Autor (2019)

Os plantios avaliados ficaram todos com PH50 acima de 40% mostrando uma uniformidade da floresta e com baixa variabilidade de altura, observamos que quando existe uma alta variabilidade da altura do plantio o percentual do PH50 diminui. Os talhões avaliados utilizando a metodologia do PH50, adaptado do PV 50, apresentaram bons resultados e todos foram plantados em área preparada com sistema embarcado de precisão, os resultados na figura 16 mostra o índice do PH50 de cada talhão aos 6 meses de idade, considerando que um índice acima de 37% já é considerado uma boa uniformidade (Hakamada et al.,2015)

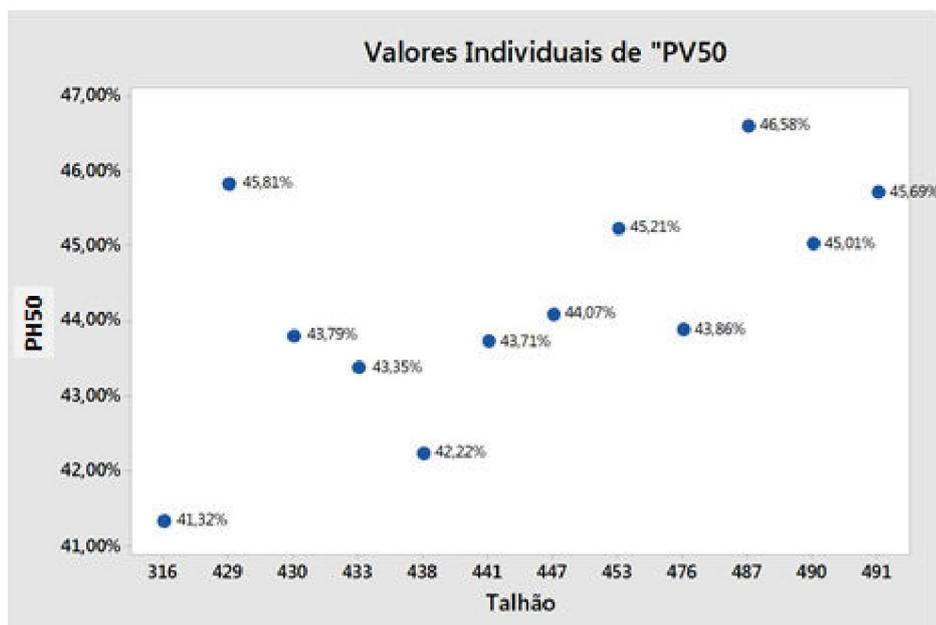


Figura 17: Resultado do PH 50 dos plantios aos 6 meses de idade.
 Fonte: Autor (2019)

Segundo Franciscatte e Pereira (2017), houve uma assertividade nos plantios realizados com o sistema embarcado, comparando com o convencional, fato esse comprovado nesse trabalho e apresentado acima, tendo em vista que o sistema proporcionou o monitoramento da adubação além da capacidade produtiva de cada operador.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, pode-se concluir que o sistema de precisão embarcado é mais uma tecnologia que tem contribuído positivamente para o setor florestal.

Os resultados obtidos nesse trabalho comprovaram o controle na distribuição do adubo na linha da subsolagem favorecendo a qualidade da uniformidade do plantio.

Na gestão da operação, os relatórios favorecem a otimização das atividades, auxiliando nas avaliações dos equipamentos durante e após a realização das atividades, eliminando dispêndio dos recursos disponível.

O sistema permite que o gerenciamento das informações seja imediato gerando mapas temáticos que facilitam as tomadas de decisões.

RECOMENDAÇÕES

É necessário explorar mais o sistema de precisão, pois o sistema permite vários recursos que possibilita extrair muitas informações suplantando o que é utilizado pela empresa atualmente.

Considera-se que seja utilizado cerca de 50% da capacidade do sistema, o que já é um ganho considerável, caso seja intensificado a utilização deste recurso tecnológico disponível certamente trará melhores resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - **ABRAF**. Anuário Estatístico da ABRAF 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.

BARROS, A. J. da S.; LEHFELD, Neide Aparecida de S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BERTOLA, A. **“Eucalipto: Verdades e Mentiras”**. Setor de Inventário Florestal – V&M Florestal, 2012. Disponível em: http://www.celuloseonline.com.br/dr_celulose_files/dc009.pdf. Acesso em: 3/02.2020.

SILVA, B. M. W. F.; DINIZ, E. N.; BOSCO, DE. **Análise da Viabilidade Sustentável e Econômica numa Plantação de Eucalipto**, 2010.

BRANDELEIRO, C.; ANTUNES, M.U.A.; GIOTTO, E. **Silvicultura de precisão: nova tecnologia para o desenvolvimento florestal. Ambiência**. Guarapuava, Paraná. v. 3 n. 2, p. 269-281, 2007.

FRANCISCATTE, J.; PEREIRA M.R; **Silvicultura de Precisão na Qualidade da Floresta e no Preparo**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito – FATEC; Santa Maria RS, P.9.

GALIZIA, L. F. C.; RAMIRO, G. A.; ROSA, C. J. C. **Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.24, n.45, 2016.

GONÇALVES, J.L.M. STAPE, J.L. WICHERT, M.C.P.C.; GAVA, J.L; **Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo**. GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicab: IPEF, 2002.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – **IBA**. Relatório IBÁ 2019. São Paulo: IBÁ, 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- **IBA**. Relatório IBÁ 2019. São Paulo: IBÁ, 2019.

MIRANDA, Diego Lopes. **"Estudo de Viabilidade Econômica de Implantação de um Plantio de Eucalyptus em uma Propriedade Rural no Município de Guanhães-MG."** (2012).

RIBEIRO, C. A. A. S. **Floresta de precisão. Reed. Viçosa:** UFV, 2004. p. 311-335.

VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. **Silvicultura de precisão: uma nova perspectiva para o gerenciamento de atividades florestais. Agricultura de Precisão.** Viçosa: os autores, 2000.