



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DAYANNE DE OLIVEIRA PRADO

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA EM ATIVIDADES
SILVICULTURAIS MECANIZADAS**

Prof. Dr^a. VANESSA MARIA BASSO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DAYANNE DE OLIVEIRA PRADO

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA EM ATIVIDADES
SILVICULTURAIS MECANIZADAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr^a. VANESSA MARIA BASSO
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA EM ATIVIDADES
SILVICULTURAIS MECANIZADAS**

DAYANNE DE OLIVEIRA PRADO

Monografia aprovada em 12 de junho de 2019.

Banca Examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. VANESSA MARIA BASSO
UFRRJ/IF/DS
Orientadora

FRANCISCO JOSÉ DE BARROS CAVALCANTI
UFRRJ/IF/DS
Membro

JOSÉ CARLOS ARTHUR JÚNIOR
UFRRJ/IF/DS
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico à mulher responsável por quem sou hoje, Lourdes Aparecida Oliveira do Prado (Mãe).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me feito forte frente aos muitos obstáculos, por ter me dado coragem para seguir em frente quando eu tive medo. À Deus que cuidou de mim, que me deu saúde, que colocou pessoas maravilhosas no meu caminho, que guiou os meus passos durante cada dia dessa jornada, que me concedeu grandes oportunidades e que me deu sabedoria para seguir meu caminho com honestidade, amor e muita fé.

Agradeço aos meus pais Adriel e Lourdes, por terem me apoiado desde o primeiro momento e em todos os momentos. Agradeço pelas renúncias que fizeram em meu favor, pelo amor incondicional e por sempre acreditarem em mim. Sem vocês não teria chegado até aqui, essa conquista também é de vocês.

A minha irmã Michelle, pelo carinho, pela confiança e pelo apoio, sou grata pelas várias vezes que me buscou ou levou na rodoviária nas idas e vindas de SP e ES a qualquer horário e principalmente nas madrugadas.

A toda minha família, aos tios e tias, aos primos e primas e aos amigos que acompanharam minha trajetória e que sempre torceram por mim.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me proporcionar experiências únicas, grandes oportunidades e amadurecimento pessoal e profissional. Sou Ruralina de coração e grata por cada experiência vivida neste lugar.

Aos grandes mestres da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que tanto contribuíram para minha formação, sou eternamente grata aos ensinamentos. Em especial, ao meu orientador Gustavo Bastos Lyra, pela orientação ao longo da graduação, dedicação, paciência e aos ensinamentos, sou muito grata. A minha orientadora Vanessa Maria Basso que tornou esse trabalho possível, obrigada pela dedicação, pela orientação, paciência e todo tempo dedicado ao nosso trabalho.

Ao professor José Carlos Arthur Júnior, por todo conhecimento passado, pelas orientações e indicação ao estágio no IPEF, serei eternamente grata por toda contribuição feita em minha vida profissional.

Aos amigos maravilhosos que a Rural me deu, por terem compartilhado momentos únicos durante essa jornada e por deixarem minha caminhada mais leve, por terem dividido os momentos difíceis, e compartilhado também de muitas alegrias, muito obrigada.

A minha amiga Julyana Gomes da Silva que foi a melhor parceira, professora e ombro amigo que a Rural poderia me dar, obrigada por tudo.

A empresa Fibria Celulose, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional, durante o período como estagiária, e por disponibilizar os dados que permitiram a realização deste trabalho e aos amigos Gerhard, Carlos, Norton, Ramon, Raul, Clóvis, Bárbara e Raphael que compartilharam comigo todo conhecimento prático e teórico relacionado à nossa profissão.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação durante essa longa jornada, gratidão.

RESUMO

Com a ampliação das atividades silviculturais nas últimas décadas o processo de mecanização das atividades torna-se cada vez mais necessário. Busca-se além da melhoria da qualidade das operações florestais, a diminuição da necessidade da quantidade de mão de obra, cada dia mais escassa nas atividades rurais. Apesar do processo de mecanização já ser um processo de alta tecnologia na realidade nas atividades de colheita florestal, ainda é um processo relativamente novo nas atividades de implantação dos plantios florestais. E assim, a adaptação de tratores e outras máquinas agrícolas, especialmente para essas atividades, ainda é um processo comum. A falta de tecnologia voltada exclusivamente para o segmento florestal em conjunto com a ineficiência de gestão e a falta de planejamento ocasionam perdas significativas em produção no campo. Desta forma, o principal objetivo deste trabalho foi analisar os tipos de manutenção decorrentes das operações florestais silviculturais, em uma área de plantio no município de Aracruz – ES. Os objetivos específicos foram determinar a influência dessas manutenções no desempenho das atividades silviculturais, a disponibilidade mecânica e eficiência operacional. Também pode se verificar os principais motivos de parada de manutenção das máquinas avaliadas e simular a perda monetária da atividade caso estivesse livre de manutenções corretivas. Com os resultados, verificamos que a manutenção corretiva representa 95,25% do total entre manutenção corretiva e preventiva avaliada, a disponibilidade mecânica apresentou uma média de 69%, acarretando em uma eficiência operacional que variou de 45% a 83%. Com isso, as atividades somaram uma perda em produção de 10.900 hectares.

Palavras-chave: Mecanização; Produtividade; Atividades operacionais.

ABSTRACT

With the expansion of silvicultural activities in the last decades the process of mechanization of activities becomes more and more necessary. In addition to improving the quality of forestry operations, the need to reduce the need for manpower, which is increasingly scarce in rural activities, is sought. Although the process of mechanization is already a high-tech process in reality in the harvesting activities, it is still a relatively new process in the implementation of forest plantations. And so, adapting tractors and other agricultural machinery, especially for these activities, is still a common process. The lack of technology aimed exclusively at the forestry segment coupled with management inefficiency and the lack of planning lead to significant losses in production in the field. In this way, the main objective of this work was to analyze the types of maintenance resulting from silvicultural forest operations, in a planted area in the municipality of Aracruz - ES. The specific objectives were to determine the influence of these maintenance on silviculture performance, mechanical availability and operational efficiency. It is also possible to verify the main reasons for stopping maintenance of the evaluated machines and to simulate the monetary loss of the activity if it were free of corrective maintenance. With the results, we verified that corrective maintenance represents 95.25% of the total between corrective and preventive maintenance evaluated, the mechanical availability presented an average of 69%, leading to an operational efficiency ranging from 45% to 83%. As a result, the activities added up to a production loss of 10,900 hectares.

Keywords: Mechanization; Productivity; Operational activities.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE EQUAÇÕES.....	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Setor Florestal	2
2.2 Silvicultura	2
2.3 Produção x Tempos.....	4
2.4 Disponibilidade Mecânica.....	5
2.5 Eficiência Operacional	5
2.6 Atividades Mecanizadas.....	6
2.6.1 Controle de erva daninha.....	7
2.6.2 Rebaixamento de toco	9
2.6.3 Estrovenga.....	9
2.6.4 Controle de formiga	9
2.6.5 Preparo de solo.....	10
2.6.6 Adubação.....	11
2.6.7 Plantio	12
2.6.8 Irrigação	12
2.7 Manutenções	12
2.7.1 Manutenção Corretiva.....	13
2.7.2 Manutenção Preventiva	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Área de estudo.....	14
3.2 Metodologia	15
3.2.1 Cálculo dos indicadores	17
3.2.1.1 Disponibilidade mecânica	17

3.2.1.2 Eficiência operacional	18
3.3 Manutenção	18
3.4 Simulação de perdas monetárias	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Disponibilidade Mecânica	20
4.2 Eficiência Operacional	21
4.3 Manutenção Corretiva	23
4.4 Manutenção Preventiva	30
4.5 Simulação de perdas monetárias	31
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
7. ANEXOS	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atividades silviculturais mecanizadas acompanhadas e aplicadas ao estudo de tempos e movimentos	15
Tabela 2: Descrição da frota de máquinas utilizadas para execução das atividades silviculturais analisadas	16
Tabela 3: Total de horas decimais utilizadas para operação por atividade e mês.	32
Tabela 4: Total de horas decimais utilizadas para manutenções corretivas por atividade e mês.	33
Tabela 5: Quantidade de hectares produzidos por atividade e mês.	33
Tabela 6: Simulação de hectares que poderiam ser produzidos, caso não houvesse manutenção corretiva.	34
Tabela 7: Valor médio pago pelas atividades florestais	35
Tabela 8: Simulação de perda monetária em decorrência de área não produzida por tempo parado com manutenção corretiva das máquinas	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Equipamento utilizado para controle de daninha antes da reforma ou implantação, denominado Barra.....	8
Figura 2: Conceição, equipamento utilizado para controle de erva daninha pós-plantio.....	8
Figura 3: Boomjet, equipamento utilizado para controle de daninhas em florestas altas.	8
Figura 4: Trator agrícola acoplado ao implemento para rebaixar de toco.....	9
Figura 5: Equipamento completo para subsolagem (A) e implemento utilizado (B).....	10
Figura 6: Retroescavadeira com implemento acoplado para coveamento de grotas.	11
Figura 7: Trator agrícola acoplado ao implemento adubadeira, para adubação.....	11
Figura 8: Trator com implemento para irrigação (A) e equipamento em funcionamento (B).	12
Figura 9: Esquema para simulação de hectares produzidos.	19
Figura 10: Esquema para simulação da perda monetária em reais.....	20
Figura 11: Disponibilidade mecânica (%) das atividades mecanizadas nos meses de setembro a janeiro de 2019.....	20
Figura 12: Eficiência operacional (%) das atividades mecanizadas nos meses de setembro a janeiro de 2019.	22
Figura 13: Horas gastas com manutenção corretiva total ao longo dos cinco meses de avaliação distribuídas entre os motivos de parada.....	23
Figura 14: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Estrovenga.	24
Figura 15: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Limpeza da área.....	24
Figura 16: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Controle de Formiga.....	25
Figura 17: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Adubação.....	26
Figura 18: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Coveamento de Grotas.	26
Figura 19: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Plantio.	27
Figura 20: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Rebaixamento de toco.	27
Figura 21: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Conceição.	28
Figura 22: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Irrigação.	29

Figura 23: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Preparo de Solo.....29

Figura 24: Manutenção corretiva total ao longo dos cinco meses de avaliação distribuídas entre os motivos de parada.31

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Indicador Disponibilidade Mecânica.....	15
Equação 2: Indicador Eficiência Operacional.....	16

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal desempenha, sem dúvida, um importante papel na economia brasileira, também desenvolve projetos sociais relevantes para as comunidades próximas as indústrias e produz múltiplos produtos essenciais à vida humana, sendo o mais utilizado o papel e suas variações (CARVALHO et al., 2005).

Em 2016, a produção brasileira de celulose, matéria prima do papel, cresceu 8,1% em relação a 2015, impulsionando o Brasil a alcançar a segunda posição entre os maiores produtores mundiais de celulose. Em 2018, as empresas de celulose e papel consumiram 35% do total de área plantada (7,84 milhões de hectares), produzindo 19,5 milhões de toneladas de celulose, 33% destinado ao mercado doméstico e 67% a exportação e consumiram também 10,5 milhões de toneladas de papel, sendo todo material produzido a partir de florestas plantadas (IBÁ, 2018).

Para as empresas brasileiras atenderem a um incremento constante da demanda de celulose e papel e manterem participação no mercado mundial, houve a necessidade de se ampliar a produção das fábricas e conseqüentemente, da área de plantio (FESSEL, 2003). Tornando cada vez mais necessário a mecanização de todas as operações florestais para otimização do tempo, ganho em produção e redução de custos.

Segundo Miranda et al. (2016), aprender a dinâmica de como aumentar a capacidade produtiva sem precisar aumentar muito o uso de recursos, principalmente o solo e eliminar desperdícios de tempo na produção para se produzir mais florestas e produtos será essencial.

Com o avanço tecnológico do manejo e do melhoramento de florestas a silvicultura brasileira cresceu, mas ainda há espaço para novas tecnologias que possibilitará um aumento ainda maior (GARCIA e BORTOLETTO JÚNIOR, 2005).

Já para eliminação do desperdício de tempo na produção é de suma importância analisar os processos produtivos, visto que identificando os gargalos existentes pode-se aumentar a capacidade produtiva dos processos mecanizados ou manuais (PAIVA et al., 2015).

Conforme Martins e Laugeni (2006), pelo estudo de tempos pode-se identificar pontos de falhas nas operações ou melhorias no processo de produção e também permite estabelecer padrões para os sistemas produtivos de modo a facilitar o planejamento do processo. Para ter uma visão detalhada da produção é necessário registrar todos os tempos e movimentos do processo, uma vez que se torna mais claro o seu funcionamento, bem como a identificação de problemas.

Com o estudo de tempos e movimentos as empresas podem trabalhar com base em indicadores como disponibilidade mecânica e eficiência operacional que dão uma visão do desempenho das máquinas em campo, possibilitando uma estimativa de tempo que cada atividade levaria para cumprir o cronograma, frente aos resultados obtidos dos estudos e análises e conseqüentemente auxiliam nas tomadas de decisões para uma maior produtividade operacional.

A função manutenção dentro do estudo de tempos e movimentos tem ganhado mais atenção, à medida que os gestores das empresas têm observado o quanto as falhas em equipamentos afetam a segurança, produtividade, a qualidade e os custos da produção (SELLITO, 2007).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar os tipos de manutenção decorrentes das operações florestais silviculturais. E assim, determinar a influência dessas manutenções no desempenho das atividades, sua disponibilidade mecânica e eficiência operacional, e os principais motivos de parada de manutenção das máquinas avaliadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Setor Florestal

Nas décadas de 1970 e 1980 o setor vivenciou grande expansão da área reflorestada em 6,2 milhões de hectares, correspondente a uma média anual de plantio de 312,6 mil hectares, segundo o extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) (BNDES, 2002). A expansão foi possível devido à vigência do Fiset (Fundo de Investimentos Setoriais), que foi criado pelo governo federal em 1974 (Decreto Lei 1376 de 1974) para cobrir demandas de investimentos nos setores de pesca, turismo e florestamento e reflorestamento que faziam parte da política econômica do país (BARBOSA, 2008).

Esse instrumento tornou possível às empresas a execução de plantios florestais em larga escala, contando com um incentivo financeiro, uma vez que poderiam abater integralmente do Imposto de Renda as importâncias comprovadamente aplicadas em reflorestamento, respeitando o limite de 50% do imposto devido. O Fiset florestal representou, até sua extinção em 1987, cerca de US\$ 6 bilhões em investimentos nas plantações florestais nacionais (BNDES, 2002).

Atualmente, o Brasil apresenta grande competitividade no mercado interno e externo de produtos florestais devido às suas características edafoclimáticas e, principalmente, pelo desenvolvimento tecnológico alcançado nas últimas décadas na silvicultura e no manejo dos povoamentos, além da industrialização dos seus produtos (MOREIRA e OLIVEIRA, 2017).

O setor de florestas plantadas, em particular, contribui com 1,1% do PIB nacional e 6,1% do PIB industrial, com receita bruta de R\$ 73,8 milhões.ano⁻¹ e saldo na balança comercial de US\$ 9,0 bilhões em 2018. O mesmo setor teve arrecadação de R\$ 11,5 bilhões em tributos, o que corresponde a 0,9% em nível nacional, gerando 3,7 milhões de empregos, sendo 508 mil diretos (IBÁ, 2018).

O investimento do setor em 2018 foi cerca de R\$ 6,5 bilhões, sendo 3,2 bilhões no manejo das florestas e 3,5 bilhões no parque fabril. A produção industrial alcançou 19,5 milhões t de celulose, 10,5 milhões t de papel, 7,9 milhões t de painéis de madeira, 11 milhões t de pisos laminados e 4,5 milhões t de carvão vegetal (IBÁ, 2018).

O setor florestal voltado para produção de Eucalipto nos últimos anos apresentou-se como um setor de referência mundial por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação, possuindo relevância para o desenvolvimento social, ambiental e econômico nacional. Sendo extraído dessa matéria prima celulose, papel e painéis de madeira, principais produtos que o Brasil produz e exporta (IBÁ, 2018).

Com as florestas nativas o setor florestal brasileiro em um cenário de aumento da demanda mundial, poderia ter vantagens competitivas para capturar novos mercados, uma vez que já é o terceiro país exportador de madeira serrada, possui uma enorme área florestal nativa e a possibilidade legal, por meio de concessões florestais, de acesso aos recursos em áreas públicas (SFB e IPAM, 2011).

Em 2016, os produtos madeireiros provenientes da extração vegetal (floresta nativa) foram responsáveis por uma movimentação de R\$2,8 bilhões, enquanto a produção da silvicultura foi de R\$13,7 bilhões (SNIF, 2017).

2.2 Silvicultura

A atividade florestal teve início no Brasil logo após o seu descobrimento, por meio da exploração do pau-brasil. Sendo caracterizada como uma atividade florestal extrativista e nômade até o início dos incentivos fiscais (aprovado em 1965 e iniciado em 1966) (ANTONANGELO e BACHA, 1998).

Com o início dos incentivos fiscais, a silvicultura brasileira evoluiu, ocorrendo aumento da atividade empresarial na silvicultura, grande evolução da ciência florestal e grande crescimento da área reflorestada no Brasil (ANTONANGELO e BACHA, 1998).

O Período posterior aos incentivos fiscais concedidos ao reflorestamento (ocorrido em 1988) deu início a uma nova fase da silvicultura brasileira. Neste período (de 1989 até hoje), as grandes empresas consumidoras de matéria-prima florestal incrementaram, com o apoio de governos estaduais, programas de incentivo ao reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (conhecidos hoje como programas de fomento), ampliaram suas áreas de florestas com recursos próprios ou recebendo empréstimos de longo prazo em bancos de fomento estaduais ou federais, caso do Badep e BNDES e passaram a reorganizar os seus plantios florestais objetivando reduzir custos (ANTONANGELO e BACHA, 1998). Neste período também houve a valorização da pesquisa e desenvolvimento tecnológico visando a reduções nos custos de produção e melhorias nos níveis de produtividade, proporcionando uma maior competitividade no mercado (ANTONANGELO e BACHA, 1998).

A silvicultura brasileira possui 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas, gera 3,7 milhões de empregos, sendo 508 mil diretos e possui uma infraestrutura administrativa para proteção e conservação de florestas nativas, em diferentes biomas. Estima-se que, ao lado desse patrimônio, foram implantados, adicionalmente, cerca de 250 mil hectares de florestas de Eucaliptos e Pinus, em pequenas e médias propriedades rurais, beneficiando mais de 50 mil famílias (LEITE, 2005; IBA, 2018).

Atualmente no Brasil existem cinco principais agentes reflorestadores: empresas produtoras de celulose e papel que possuem em média, as mais altas produtividades no reflorestamento no Brasil, empresas siderúrgicas, empresas de produtos sólidos de madeira, como madeira cerrada e chapas de madeira, governos estaduais através de seus institutos florestais e pequenos produtores (BACHA e BARROS, 2004).

Na silvicultura a finalidade dada à madeira é determinada antes da implantação da floresta e comercialização do produto, após definir a finalidade do plantio o objetivo é estabelecido, possibilitando o planejamento da atividade florestal que compreende a espécie a ser plantada, espaçamento e ciclo de corte. Mas para definição do objetivo, é necessário o entendimento de características tanto do setor florestal como da região (HORSTMANN et al., 2012)

Segundo Horstmann (2012) com relação à escolha da região, as demandas locais devem ser identificadas, como também a distância entre a área de plantio e o mercado consumidor, observar se existe mão de obra disponível, características da propriedade; a quantia disponível e os custos envolvidos na implantação, manutenção e colheita de um plantio para um bom planejamento visando o aumento do lucro.

O gênero *Eucalyptus spp.*, clonal é o mais utilizado para produção de florestas comerciais, a silvicultura intensiva clonal é de grande importância para o setor, ela propicia maior produção de madeira de melhor qualidade, no menor lapso de tempo e por unidade de área, racionaliza as atividades operacionais e reduz os custos de exploração e transporte (FERREIRA, 1992).

Ainda há muito espaço para o crescimento da silvicultura no Brasil, tendo muito a expandir em termos sociais, econômicos e ambientais. Dentre as atividades econômicas, a silvicultura é talvez a que apresente maior potencial de contribuição para a construção de uma Economia Verde, pois é realizada dentro dos conceitos desta, e produz insumos às outras atividades alcançarem o caminho da sustentabilidade (VALVERDE et al., 2012).

2.3 Produção x Tempos

Estudar sobre produtividade é identificar, analisar e minimizar a influência de fatores que possam alterar os resultados esperados, trazendo grandes benefícios para as organizações, como aumento nos lucros e diminuições de retrabalho. A produtividade e os indicadores de produtividade vêm sendo utilizados para medir e acompanhar o desempenho, porém, quando os indicadores de produtividade não são trabalhados de forma sistêmica acabam por não fornecer uma visão integral das atividades (KING et al., 2014).

"Produtividade é a capacidade de se produzir mais e melhor, em menos tempo, com menor esforço, sem alterar os recursos disponíveis" (MARCHIORI, 1998).

O conceito de produtividade está associado à quão bem é utilizado o recurso na produção de um bem ou serviço, no entanto, não é o único fator que reflete o desempenho de uma organização. Esta avaliação deve considerar também outros fatores tais como eficiência, qualidade, lucratividade, ambiente de trabalho e inovação (REGGIANI et al., 2005).

Quanto à produtividade do trabalho, este é um fator determinante para a evolução do rendimento real, do bem-estar das populações e, principalmente, para o crescimento econômico de um país, que tem merecido a atenção de economistas e políticos. No entanto, o Brasil tem conseguido avanços nos indicadores de produtividade, mas ainda exige um esforço, continuado no tempo, de estudo e análise (KING et al., 2014).

Para Barros (2006), a gestão da produtividade é um dos itens essenciais na formulação das estratégias de competitividade das empresas e sem produtividade dificilmente uma empresa vai ser bem-sucedida.

Uma ferramenta comumente utilizada e básica para avaliação da produtividade de atividades em campo de empresas no seguimento de papel e celulose é o estudo de tempos e movimentos, capaz de fornecer dados de tempos que poderiam ser melhores aproveitados.

A decomposição das tarefas, por meio da determinação de tempos com movimentos úteis e inúteis permite obter informações sobre o desempenho e a capacidade de trabalho das máquinas agrícolas, sendo parâmetros de grande importância no gerenciamento de sistemas mecanizados agrícolas, auxiliando na tomada de decisões e visando à máxima eficiência dos sistemas (CUNHA et al., 2016).

O estudo de tempos de movimentos possui os seguintes objetivos: eliminação do desperdício de esforço humano, adaptação dos operários à tarefa, treinamento dos operários, especialização do operário e estabelecimento de normas de execução do trabalho (BARNES, 1977).

Conforme Barnes (1977), para o desenvolvimento do estudo, algumas etapas devem ser seguidas:

- a) Definição do processo a ser estudado;*
- b) Análise do processo: descrição do método atual com suas respectivas especificações e restrições;*
- c) Avaliação do método atual: Ao encontrar possíveis soluções, deve-se determinar uma sequência de operações e procedimentos que mais se aproximem da solução ideal;*
- d) Padronização do melhor método encontrado: Deve ser feito um registro do método padronizado da operação, fornecendo descrição detalhada da operação que foi analisada. A determinação do novo método poderá ser usada no planejamento e programação de estimativa de custos da mão de obra e definição*

salarial, para a área de planejamento e controle da produção;

e) Treinamento dos operadores: Para a eficiência do método de trabalho é necessário que o operador execute a operação da maneira pré-estabelecida. O treinamento é dado por pessoas habilitadas, e algumas ferramentas como folhas de processo, gráficos, modelos e filmes podem auxiliá-las durante este processo.”

A mensuração da produtividade de atividades é um aspecto essencial dentro de uma empresa, indústria ou quaisquer outras organizações, pois através dela pode-se analisar a performance da produção das mercadorias e dos serviços e repensar o sistema de produção para que os resultados sejam atingidos com mais eficiência (REGGIANI et al., 2005).

As empresas precisam melhorar sua produtividade para melhorar os ganhos e a competitividade. Esta disputa entre as empresas consiste em agregar qualidade e serviços aos produtos e simultaneamente reduzir preços e só é possível ser vencida por meio de uma boa gestão da produtividade.

2.4 Disponibilidade Mecânica

Com o mercado mundial cada vez mais competitivo e com a demanda por produtos cada vez maior. A aplicação de técnicas e estratégias para o aumento e mensuração da produtividade se torna uma ferramenta importante, pois através dela pode-se analisar o desempenho da produção e dos serviços e repensar o sistema de produção para que os resultados sejam atingidos com mais eficiência (ARRUDA e GOMES, 2014).

A disponibilidade mecânica representa o percentual de tempo em que o equipamento está apto ao trabalho, desconsiderando o tempo despendido para efetuar reparos ou manutenções (GUEDES et al., 2017).

Este indicador permite identificar o tempo em que a máquina esteve disponível para operação dentro do tempo programado para trabalho, livre de manutenções, seja ela corretiva ou preventiva.

Segundo Simões e Fenner (2010), o elevado ou baixo percentual da disponibilidade mecânica pode estar associado ao tempo de uso do equipamento, quanto mais novo o equipamento maior será a disponibilidade mecânica e para equipamentos com muitos anos de uso a disponibilidade mecânica pode ser afetada de forma negativa.

A manutenção é outro fator importantíssimo que afeta a disponibilidade mecânica, um profissional de manutenção qualificado e bem equipado é fundamental para que uma empresa consiga minimizar o percentual de indisponibilidade mecânica.

2.5 Eficiência Operacional

A eficiência operacional é um indicador fundamental para o bom resultado nas operações de empresas que possuem concorrência, grandes projetos em desenvolvimento e alta demanda por produtos ou serviços (AGNALDO NETO et al., 2018).

Como definição, a eficiência operacional é a capacidade de atingir níveis de excelência relacionada à redução dos insumos, mão de obra e recursos financeiros necessários. Diante disto, o termo eficácia “é uma medida normativa do alcance dos resultados”, na relação entre custos e benefícios e o termo eficiência “é uma medida normativa da utilização dos recursos nesse processo” (DURANTE e PACHECO, 2015).

Para Simões et al. (2010), a eficiência operacional é definida como o percentual do tempo das atividades efetivas, sendo uma relação entre a capacidade de produção efetiva de uma máquina pela sua capacidade de produção teórica.

Machado (1994) afirma que a eficiência é consequência direta do trabalho do homem, uma vez que a mesma depende de fatores como organização e a racionalização das operações florestais.

Sendo a eficiência operacional diretamente relacionada com o não aproveitamento do tempo total disponível de trabalho da máquina, motivos de parada relacionados com os hábitos do operador, tempo de manobras, características da área e condições climáticas, podem reduzir a eficiência das operações (ARALDI et al., 2013).

Bramucci (2001) defende que em relevo declivoso, solo úmido ou seco demais interfere sobre a produtividade dos equipamentos que operam nessas condições, sendo estes fatores imutáveis, desta forma sempre haverá uma porcentagem de perda na eficiência operacional em campo. Mas podemos sempre estudar, pesquisar e analisar alternativas que reduzam cada vez mais esse percentual.

Deslocamentos operacionais, aferições de qualidade, abastecimentos, treinamentos e reuniões, vistorias e acidentes também interferem na eficiência operacional, e devem ser evitados ao máximo quando possível para que a produção não seja prejudicada.

Através da administração de processos as empresas conseguem trabalhar melhor sua eficiência, com isso, conseguem manter ou ampliar seu nível de produtividade, cada setor deve ser avaliado e entendido afundo para que as etapas do processo sejam planejadas para funcionarem com eficiência. Os colaboradores devem estar devidamente treinados e serem capacitados a executar sua tarefa, pois se por algum motivo não conseguir executá-la, a próxima etapa do processo será comprometida, gerando consequências diretas na qualidade e no desenvolvimento dos produtos e ou serviços (OLIVEIRA, 2007; DURANTE e PACHECO, 2015).

De um modo geral, a otimização dos processos leva às melhorias do ambiente organizacional como um todo, minimizando custos, perdas e falhas e a melhora das atividades produtivas, para que esta otimização seja duradoura, é de suma importância à adoção do processo de melhoria contínua em todos os níveis, a fim de atender as expectativas do ambiente interno e externo das organizações como um todo (AGNALDO NETO et al., 2018).

Importante resaltar que a ineficiência operacional pode acarretar no aumento dos custos das operações e perda na produtividade, e um dos principais fatores de ineficiência operacional é a indisponibilidade mecânica dos veículos ou equipamentos. Com uma baixa disponibilidade mecânica, os veículos ou equipamentos não conseguem atender a demanda operacional, impactando no aumento de custos, por reposição de peças (AGNALDO NETO et al., 2018).

2.6 Atividades Mecanizadas

No setor florestal a eficiência produtiva vai além das pesquisas para melhoria genética do material a ser utilizado, é necessário também avaliar as técnicas e máquinas utilizadas no processo de produção primária e em campo.

No setor florestal brasileiro, especialmente para a silvicultura, toda a frota de máquinas é composta completamente por tratores agrícolas adaptados. Segundo o prof. Saulo Guerra, da Unesp de Botucatu, “a estrutura, a distribuição de peso, o comprimento, a cabine, a ergonomia, está tudo muito longe do que o setor florestal precisa” (B. FOREST, 2018).

A colheita de madeira é uma atividade mecanizada, realizada em grande parte por máquinas especificamente projetadas, onde foram necessários grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento para que se chegassem a máquinas, implementos e equipamentos florestais produtivos, robustos e adaptados à realidade das operações florestais. Se tornando um exemplo a ser seguido pela silvicultura (B. FOREST, 2018).

Com o processo da globalização e suas consequências, como o aumento da competitividade, aumento da demanda de produtos, por conta do aumento populacional e diminuição de mão de obra barata, passa a ser fundamental a adoção de novas tecnologias e sistemas de produtividade mais eficazes para o sucesso das empresas de base florestal. Por esses fatores o futuro das florestas plantadas deverá ser inteligente, conectado e maximamente mecanizado em todas as operações e especialmente operações da silvicultura que ainda caminha a passos curtos.

A seguir são descritas as principais atividades passíveis de mecanização na silvicultura, com o intuito de alcançar melhores ganhos produtivos em campo.

2.6.1 Controle de erva daninha

O controle de erva daninha é uma das principais problemáticas enfrentada por produtores, sua eliminação antes e durante o estabelecimento das florestas de eucalipto faz parte de um conjunto de práticas que garantem o sucesso do plantio (GAZZIERO et al., 2018).

Em uma empresa do setor florestal, quando a infestação de ervas daninha está concentrada nas estrelinhas de plantio, recomenda-se a realização da capina química mecanizada. Aplica-se o herbicida nas entrelinhas em uma faixa mínima de 1,8m de largura, utilizando implemento chamado “conceição” acoplado a um trator agrícola (Figura 2). Especificamente nessa operação, o implemento é protegido em sua traseira e laterais para que não haja deriva do herbicida nas plantas de eucalipto.

Já o autopropelido (Figura 1) é utilizado para realização da capina química e controle de pragas. Com esse equipamento é possível realizar as atividades de barra, controlando a daninha antes do plantio, quando a infestação é alta. Monta é o nome dado a atividade realizada aproximadamente 10 dias após o plantio, remonta para atividade realizada aproximadamente 30 dias após a monta e trimonta para atividade realizada aproximadamente 30 dias após a remonta, ambas as atividades visam inibir a germinação de invasoras com a utilização de um pré emergente.

Para controle de cepas as atividades são realizadas em áreas de segundo ciclo ou mais com objetivo de matar o broto do ciclo anterior diminuindo a competição.

Florestas com 6m e 9m recebem o controle através da atividade nominada por Boomjet, com o objetivo de manter a floresta limpa, para melhor visualização e controle de formigueiros e diminuição do risco de incêndios.



Figura 1: Equipamento utilizado para controle de daninha antes da reforma ou implantação, denominado Barra.



Figura 2: Conceição, equipamento utilizado para controle de erva daninha pós-plantio.



Figura 3: Boomjet, equipamento utilizado para controle de daninhas em florestas altas.

2.6.2 Rebaixamento de toco

O rebaixamento de toco é a atividade destinada a rebaixar os tocos deixados pela colheita que atrapalham o transito das máquinas de silvicultura quando estão operando. Sendo utilizado um trator acoplado a um implemento chamado rebaixador de toco (Figura 4).

Esta operação é de grande importância para as atividades subsequentes, pois além de viabilizar e reduzir os custos com os tratos culturais, melhora a qualidade e o rendimento das próximas operações.

O rebaixamento de toco dá suporte às atividades de silvicultura, garantindo a qualidades das operações e permitindo que as máquinas subsequentes operem livremente diminuindo o risco de acidentes na área e evitando quebras de máquinas por tocos altos deixados pela colheita.



Figura 4: Trator agrícola acoplado ao implemento para rebaixar de toco.

2.6.3 Estrovenga

A atividade denominada estrovenga tem como responsabilidade afastar os resíduos da linha de plantio deixados pela colheita e limpeza de área, deixando a linha de plantio livre para o preparo de solo e atividades seguintes.

A operação é realizada somente em áreas planas, podendo ser de implantação ou reforma, conforme a demanda. A limpeza tem como objetivo afastar os resíduos vegetais que possam dificultar as operações, como a subsolagem e o plantio.

Esses resíduos, em áreas de reforma, são direcionados às linhas de toco, enquanto em áreas de implantação são direcionados às entrelinhas de plantio apenas respeitando o espaçamento das plantas. Em ambos os casos, deixa-se uma faixa limpa de no mínimo 1,30 m de largura. Para esta operação, utiliza-se um implemento afastador de resíduos chamado estrovenga acoplado a um trator agrícola.

2.6.4 Controle de formiga

A proliferação de formigas cortadeiras nos agroecossistemas é preocupante, uma vez que causam redução da produtividade ou mesmo inviabilizam a produção agrícola ou florestal, seu ataque apresenta-se de forma muito intensa e constante, podendo atingir qualquer fase de desenvolvimento da planta, sendo de extrema importância seu controle para o sucesso dos povoamentos florestais (MERCADANTE et al., 2018).

A atividade controle de formiga visa combater as formigas cortadeiras presente nas áreas destinadas ao plantio. Com o auxílio do sistema hexagon, tecnologia embarcada que libera iscas formicida de forma sistemática, sendo programado no sistema a quantidade e o intervalo de tempo que a isca irá cair. O operador também é treinado para detecção de olheiros, quando avistado um olheiro de maior dimensão ele tem autonomia para lançar mais iscas além do programado próximo à região com olheiro.

As empresas realizam um programa de controle periódico e monitoramento constante de suas áreas, visando identificar os focos e os níveis de infestação nos talhões. Em boas condições de clima, caso haja infestação, o procedimento utilizado no controle é o método de dosagem única, onde se aplica uma dose de isca para cada olheiro ativo, a dose é definida a partir de estudos e testes realizados pela empresa.

Para essa operação utiliza-se o implemento aplicador de isca, chamado de isqueira, acoplado a um trator agrícola. A aplicação é sistemática; prepara-se e regula-se o implemento para que se aplique a dose conforme recomendação.

2.6.5 Preparo de solo

O preparo de solo antecede ao plantio, pois ele é responsável pela produção de covas para receber as mudas, sendo necessários 50 cm de profundidade para que as raízes possam se desenvolver mais rapidamente sem a resistência do solo nos primeiros meses.

O preparo do solo visa à manutenção e elevação da produtividade de florestas, esta operação produz melhorias na capacidade produtiva do sítio, diminuindo perdas por erosão, otimização da utilização dos recursos e melhorias na relação custo/benefício, mas por outro lado pode causar degradação física, química e biológica do solo (GONÇALVES, 2002).

No meio florestal se consolidou o uso do implemento subsolador para áreas planas (Figura 5), devido às suas vantagens operacionais e econômicas. O subsolador é utilizado somente em áreas planas, rasgando o solo a uma profundidade de 50 cm, o equipamento realiza uma adubação simultânea que é introduzida no momento do rompimento do solo com o auxílio do sistema hexagon, que libera a quantidade de adubo pré-estabelecida, ao final o implemento possui uma estrutura que marca as bacias que receberam as mudas.

Para áreas declivosas, chamadas grotas são utilizadas retroescavadeiras adaptadas para adubação simultânea ao coveamento (Figura 6), a profundidade da cova com esse equipamento pode passar de 50 cm de profundidade.



Figura 5: Equipamento completo para subsolagem (A) e implemento utilizado (B).



Figura 6: Retroescavadeira com implemento acoplado para coveamento de grota.

2.6.6 Adubação

A utilização de técnicas de adubação adequadas nos plantios visa obter plantas vigorosas e produtivas. Nesse sentido, a escolha adequada da adubação e do tipo material genético é essencial para se alcançar plantas vigorosas e produtivas (SILVA et al., 2019).

A atividade adubação (Figura 7) é realizada posteriormente a subsolagem, introduzindo ao solo adubo em profundidade. Sendo a atividade realizada quando a subsolagem fica impossibilitada de realização a adubação simultaneamente ao preparo de solo. Esta operação possui o objetivo de fornecer nutrientes necessários para o desenvolvimento do eucalipto, sendo o tipo de fertilizante e dosagem dependente da fertilidade do solo, material genético e da capacidade produtiva de cada local e a quantidade a ser aplicada é definida pela equipe de planejamento florestal da empresa com base nos critérios citados a cima.

A adubação deve ser realizada em áreas livres de mato competição, sendo aplicada em filete contínuo na linha de plantio, dentro da faixa de preparo de solo. Com um trator agrícola acoplado a um implemento chamado adubadeira e com tecnologia embarcada para liberação da quantidade de adubo estabelecida.



Figura 7: Trator agrícola acoplado ao implemento adubadeira, para adubação.

2.6.7 Plantio

Após o processo de produção de mudas pelo viveiro, as mudas são expedidas para o campo e ao chegarem ao campo, às equipes são responsáveis pelo desentubetamento, seleção e plantio.

A atividade plantio é responsável por introduzir a muda no solo juntamente com hidrogel e não deixar que a muda quebre no momento do plantio, fique torta, com adubo exposto, soterrada ou bolsões de ar no momento do plantio.

O plantio das mudas de eucalipto ocorre de forma semi-mecanizada, onde o trator agrícola é adaptado com matracas na parte traseira que liberam hidrogel no momento da introdução da muda ao solo, os colaboradores portam as mudas selecionadas para plantio.

2.6.8 Irrigação

A irrigação é uma técnica que tem como objetivo suprir as necessidades hídricas de uma área plantada em decorrência à baixa disponibilidade hídrica ou a má distribuição das chuvas, diminuindo os prejuízos causados pela falta de água no crescimento e na produção de uma cultura (DOHLER, 2014).

A irrigação mecanizada é realizada com um implemento acoplado ao trator agrícola (Figura 8). A atividade é responsável por irrigar as mudas após o plantio, sendo realizada em até 48h após o plantio com volume recomendado de 4 litros de água por planta, cada implemento possui dois chuveiros, sendo possível a irrigação de duas linhas de plantio por passada.



Figura 8: Trator com implemento para irrigação (A) e equipamento em funcionamento (B).

2.7 Manutenções

A manutenção é um dos processos vitais para garantir a disponibilidade operacional dos veículos e equipamentos, sendo a manutenção ideal aquela que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado (AGNALDO NETO et al., 2018).

Segundo Monchy (1987), a manutenção dos equipamentos de produção é importantíssima para garantir tanto a produtividade das empresas quanto a qualidade dos produtos.

Para Weber et al. (2008) manutenção é o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos e ferramentas, sendo seu objetivo manter equipamentos e máquinas em condições de pleno

funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos e prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Xenos (1998) explica que as atividades de manutenção permite o retorno de um equipamento às suas condições originais ou até mesmo, modificações das condições originais para melhorias, com o objetivo de evitar falhas, incidentes, reduzir custo e aumentar a produtividade.

Sendo o desempenho das máquinas insatisfatório, manutenções ineficazes e tempos de manutenção corretiva elevados aumentam as perdas de produção, perdas de mercado, perdas de oportunidade e reduzem os lucros, entre outras consequências indesejáveis (FREITAS, 2016).

Os tipos de manutenção existentes são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção nos equipamentos. Existe variedade de denominações para classificar os tipos de manutenção. Neste trabalho, serão abordados dois tipos, os que são praticados pela empresa avaliada no trabalho, são eles: manutenção corretiva e manutenção preventiva.

2.7.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva constitui uma ocorrência de manutenção imprevisível ou inesperada que causa a indisponibilidade total ou parcial do equipamento, ou seja, devem ser tomadas as providências essenciais para que a máquina ou dispositivo volte a funcionar, sendo esta estratégia de manutenção a mais antiga e indispensável para as empresas que desejam manter a operacionalidade de máquinas e equipamentos (COSTA, 2013).

Para Slack et al. (2002), a manutenção corretiva é a mais primitiva das manutenções, ocorrendo somente após a quebra do equipamento, ou seja, as máquinas e equipamentos operam até que quebrem.

Segundo Weber et al. (2008), manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato à produção, baseando no pensamento: “equipamento parou, manutenção conserta imediatamente”.

A manutenção corretiva é uma manutenção de caráter emergencial, normalmente sem planejamento e necessária para que a operação seja retomada. Sendo ela a primeira medida tomada quando existe a falha, como o objetivo de corrigir, restaurar ou recuperar a capacidade de produção da máquina em exercer as funções designadas (RIBEIRO, 2019).

A manutenção corretiva não planejada corrige a falha de maneira aleatória, uma quebra inesperada, sempre após a ocorrência do fato, sem acompanhamento ou planejamento anterior, quando a maior parte da manutenção da empresa se baseia na corretiva não planejada, a equipe de manutenção se torna refém dos equipamentos e o desempenho empresarial da organização perde muita competitividade (KARDEC e NASCIF, 2009).

A manutenção corretiva planejada se diferencia da não planejada por ser uma decisão gerencial. Ela também é uma correção de uma falha ou de um desempenho menor que o esperado, porém se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva (KARDEC e NASCIF, 2009).

As empresas que não possuem uma manutenção programada e bem administrada convivem com o caos, pois nunca haverá pessoal de manutenção suficiente para atender às solicitações. É por esse motivo que, normalmente, a manutenção não cumpre os prazos estabelecidos, pois há ocasiões em que terá de decidir se atende às emergências ou continua com o que estava programado (WEBER et al., 2008).

Costa (2013) relata que apesar de simples a manutenção corretiva requer custos altíssimos, referentes a estoque de peças, trabalho extra, custo ociosidade de máquina e

baixa disponibilidade de produção. E caso o tempo de reação demore, seja por falta de peças de reposição ou falha da equipe de manutenção os custos podem ser ainda maiores.

Como as ocorrências de emergência são inevitáveis, sempre haverá necessidade de uma equipe para esses atendimentos, mesmo porque, não se tem 100% de manutenção preventiva (WEBER et al., 2008).

2.7.2 Manutenção Preventiva

É a manutenção voltada para evitar a ocorrência de falhas ou quedas de desempenho, por meio de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos, obedecendo a um plano previamente elaborado. Diferentemente da manutenção corretiva, a preventiva, como próprio nome sugere, procura prevenir, evitar a ocorrência de falhas (FREITAS, 2016).

A manutenção preventiva é realizada periodicamente e deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa. Ela envolve tarefas sistemáticas, tais como as inspeções, reformas e trocas de peças principalmente. Se comparada com a manutenção corretiva a manutenção preventiva é mais cara, pois as peças têm que ser traçadas e os componentes deve ser reformado antes de atingirem seus limites de vida (XENOS, 1998).

A manutenção preventiva efetua serviços em intervalos pré-determinados destinados a reduzir a probabilidade de o equipamento falhar e assim obter um maior controle sobre o mesmo (VIANA, 2002).

Segundo Weber et al. (2008), a manutenção preventiva deve obedecer a um padrão previamente esquematizado, onde se estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, garantindo assim o funcionamento perfeito da máquina por um período predeterminado.

Para Xenos (1998), muitas vezes as empresas negligenciam o cumprimento dos itens de manutenção preventiva, e o tempo que seria gasto com a preventiva, acaba sendo gasto para trabalhar em falhas que surgem no dia-a-dia da produção. Isso se dá porque sem uma boa manutenção preventiva, as falhas tendem a aumentar, ocupando todo o tempo do pessoal de manutenção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Aracruz no estado do Espírito Santo, região Sudeste do Brasil, delimitado a oeste e nordeste com o estado de Minas Gerais, leste com o Oceano Atlântico e norte com o estado da Bahia.

A empresa na qual os dados foram coletados possuía, em 2019, aproximadamente 22 mil hectares na região destinada à produção de eucalipto, dividida em diferentes estágios de produção. A espécie e o espaçamento variam conforme a demanda, tipo de solo e manejo a ser aplicado. O espaçamento mais utilizado compreende 3x3 metros, pois de forma geral facilita todas as operações florestais mecanizadas.

As características edafoclimáticas predominantes são solos Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho e Amarelo, possui verão chuvoso e inverno seco, pouco acentuado. A precipitação pluviométrica média é de 1200 mm/ano, a temperatura média é de 28°C e a umidade relativa do ar é de 87% (INCAPER, 2019).

3.2 Metodologia

A coleta de dados de tempos e movimentos foi efetuada pelo método de cronometragem de tempo contínuo, que se caracteriza pela medição do tempo sem a interrupção do cronômetro, segundo Barnes (1977), o estudo de tempos teve seu início em 1881, na usina da Midvale Steel Company, e Frederick Taylor foi seu introdutor.

As coletas foram realizadas no período de setembro de 2018 a janeiro de 2019 durante o estágio em engenharia florestal realizado na empresa.

Durante cinco meses, foram coletados dados de tempos e movimentos de todas as máquinas e operações florestais silviculturais mecanizadas presentes na empresa, totalizando 35.493,17 horas decimais contabilizadas. Ao todo 67 máquinas (Tabela 2) divididas entre 10 atividades distintas (Tabela 1).

As máquinas acompanhadas eram tratores agrícolas e retroescavadeiras acopladas a um implemento, sendo as retroescavadeiras destinadas somente a atividade coveamento de grota.

Tabela 1: Atividades silviculturais mecanizadas acompanhadas e aplicadas ao estudo de tempos e movimentos

ATIVIDADES
Limpeza de área
Rebaixamento de toco
Estrovenga
Controle de formiga
Subsolagem
Coveamento de grota
Adubação
Plantio
Irrigação
Conceição

As atividades escolhidas compreendem desde o preparo do solo até o controle de ervas daninhas pós-plantio, listadas na tabela 1 em ordem de execução.

O rendimento das atividades foi calculado pela empresa e mostra em quantas horas cada atividade leva para produzir um hectare, sendo o rendimento das atividades avaliadas respectivamente: de 0,31 h/ha (Limpeza de área), 1,5 h/ha (Rebaixamento de toco), 0,9 h/ha (Estrovenga), 0,33 h/ha (Controle de formiga), 1,22 h/ha (Subsolagem), 6 h/ha (Coveamento de grota), 0,59 h/ha (Adubação), 0,9 h/ha (Plantio), 1,21 h/ha (Irrigação) e 1,02 h/ha (Conceição).

Tabela 2: Descrição da frota de máquinas utilizadas para execução das atividades silviculturais analisadas

Marca	Quant.	Ano	Potência	Atividades
Agrale	21	2010 a 2012	75 cv	Limpeza de área, Adubação, Plantio, Irrigação e Conceição.
John Deere	05	2012 a 2015	75 e 225 cv	Limpeza de área, Adubação, Plantio, Irrigação, Conceição e Rebaixamento de toco.
Valtra	26	2015 a 2017	75, 110 e 180 cv	Limpeza de área, Adubação, Plantio, Irrigação, Conceição, Estrovenga e Subsolagem.
New Holland	11	2016 a 2018	75 e 95 cv	Limpeza de área, Adubação, Plantio, Irrigação, Conceição e Controle de formiga.
Hyundai (Retroescavadeira)	04	2013	320 cv	Preparo de Grotas

De forma geral, a frota utilizada para o estudo possuía de 1 a 9 anos de uso. E quando necessário às máquinas eram trocadas entre as atividades, não sendo fixas para as respectivas atividades.

Os dados para o estudo de tempo foram coletados pelos operadores de cada máquina por atividade, e encaminhados diariamente para uma planilha do Excel, nominada planilha de produtividade.

Os operadores utilizavam uma ficha de campo (Anexo 1) para registro dos tempos e motivos de parada e uma ficha de dados (Anexo 2) para suporte na indicação do código referente aos motivos de parada, juntamente com um relógio para registro correto do tempo.

Os motivos de paradas listados (Anexo 2), foram divididos por fatores como produtivo, improdutivo, acessório, auxiliar e manutenção, sendo:

- Fator produtivo: Tempo em que o equipamento está efetivamente desempenhando sua função produtiva;
- Fator auxiliar: Corresponde ao tempo despendido com funções auxiliares, obrigatoriamente exigidas pela operação, sem as quais essa não ocorreria;
- Fator acessório: É aquele tempo usado com funções obrigatórias, porém não diretamente relacionadas com a operação, como paradas pessoais;
- Fator manutenção: Corresponde ao período que a máquina ou implemento florestal está em manutenção;
- Fator improdutivo: Engloba o período em que o equipamento está disponível para operar, porém não é utilizado em função de aspectos gerenciais do sistema, independentes da máquina ou implemento florestal.

Essa divisão por fatores permite uma maior organização e facilidade na aplicação das fórmulas no momento do processamento dos dados no Excel.

A planilha de produtividade continham informações como data da coleta (DD/MM/AAAA), código da máquina, categoria, identificação da área onde operou, equipe responsável, encarregado e supervisor da atividade, código da atividade, atividade, grupo, códigos de paradas (Anexo 2) com seu respectivo tempo de duração (inicial e final) em horas e no formato decimal, descrição do motivo de parada (Anexo 2), horímetro inicial e final da máquina e produção (ha/dia/máq.).

Ao longo dos cinco meses essas informações foram armazenadas em local seguro de livre acesso para os gestores, gerando assim, um banco de dados.

3.2.1 Cálculo dos indicadores

Com o banco de dados, foram calculados mês a mês, os dois principais indicadores utilizados pela empresa no acompanhamento da produtividade das operações, sendo eles a disponibilidade mecânica (Equação 1) e a eficiência operacional (Equação 2), ambos em porcentagem.

Para o cálculo desses indicadores, foram extraídos das planilhas de produtividade mês a mês e por atividade, o tempo programado para o trabalho (somatório dos fatores produtivo, auxiliar, acessório, manutenção e improdutivo) excluindo o tempo destinado a refeições, total do tempo gasto com o fator manutenção, seja ela corretiva ou preventiva e tempo produtivo (fator produtivo).

Para o processamento das equações de geração dos gráficos com os resultados, foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2007.

3.2.1.1 Disponibilidade mecânica

A disponibilidade mecânica (DM) indica a porcentagem da jornada de trabalho em que a máquina está disponível para executar a tarefa, desconsiderando-se, portanto, o tempo em que a máquina está em manutenção. Determinada pela equação 1 (MIALHE, 1980).

Este indicador deve ser entendido como sendo a porcentagem de tempo em que um equipamento ficou disponível para utilização, sem intervenções mecânicas, em relação ao tempo total programado. É a parcela de tempo em que o equipamento fica livre das paradas com manutenção.

$$DM = \left(\frac{TP - TM}{TP} \right) * 100 \quad (1)$$

Em que:

DM = grau de disponibilidade mecânica (%);

TM = tempo utilizado para manutenção do equipamento;

TP = tempo programado para o trabalho, normalmente dado em horas.

O tempo utilizado para manutenção do equipamento (TM) compreende todos os motivos de parada relacionados ao fator manutenção listados no Anexo 2, como: manutenção corretiva implemento, manutenção corretiva máquina base, manutenção preventiva implemento, manutenção preventiva ou revisão máquina base, manutenção tecnologia embarcada, aguardando apoio técnico, mecânico ou peças, entre outros.

O tempo programado para trabalho compreende todos os motivos de parada possíveis de acontecer na rotina do campo, listados no Anexo 2 distribuído entre os diferentes fatores, como: operação, abastecimento de combustível, mudança climática, necessidades fisiológicas, quebra da máquina base, direito de recusa, entre outros.

3.2.1.2 Eficiência operacional

A eficiência operacional corresponde à relação entre as horas produtivas e as horas totais, refletindo o efeito das horas perdidas e das horas em manutenção sobre a produção diária da máquina.

A eficiência operacional (EO) é a porcentagem do tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo total disponível para o trabalho, sendo determinada pela equação 2 (MIALHE, 1980).

$$EO = \left(\frac{TT}{TD} \right) * 100 \quad (2)$$

Em que:

EO = eficiência operacional (%);

TT = tempo de trabalho em que o equipamento executou o serviço;

TD = tempo disponível (tempo programado – tempo manutenção).

O tempo de trabalho que o equipamento executou o serviço destina-se ao fator produtivo, ou seja, o tempo de operação.

Já o tempo disponível compreende aos fatores: produtivo, auxiliar, acessório e improdutivo. Compreendendo todos os motivos de parada existentes no cotidiano do trabalho no campo exceto motivos de paradas relacionados ao fator manutenção.

3.3 Manutenção

O fator manutenção era dividido em diferentes motivos de parada (Anexo 2), para manutenções corretivas os motivos de parada relacionados a manutenção que ocorreram durante o período de avaliação foram: manutenção máquina base, implemento, tecnologia embarcada e pneu furado.

As manutenções ligadas a máquina base, aquela que recebe o implemento podem estar ligadas a falhas ou quebra de qualquer peça que impeça o trator de se mover ou de alcançar sua máxima potência, como também problemas no sistema de direção, problemas nos eixos dos tratores, sistema de freios, sistema elétrico, sistema hidráulico, sistema de transmissão, sistema de arrefecimento entre outros.

As manutenções ligadas aos implementos, àqueles que executam as atividades podem estar ligadas a quebra de peças que impedem o bom funcionamento, como molas presentes nos chuveiros da irrigação, troca de dentes no disco do rebaixador de toco, desentupimento dos implementos que utilizam adubo, quebra de parafusos, troca de mangueiras rasgadas entre outros.

Manutenções relacionadas à tecnologia embarcada são mais delicadas, o sistema utilizado é o sistema hexagon, onde permite programar quantidades de adubos a serem lançados por área, iscas de formiga e também mapear a área trabalhada. Para problemas no seu funcionamento devem ser acionados as equipes responsáveis pelo sistema para funcionar, quando o problema está relacionado a parte elétrica os próprios mecânicos da área tentam solucionar.

Foram contabilizadas ao longo do período avaliado 7.626 horas decimais gastas com manutenções corretivas.

Já para manutenções preventivas as manutenções ocorriam somente na máquina base, sendo contabilizadas 403 horas decimais gastas com manutenção preventiva ao longo do período de avaliação.

3.4 Simulação de perdas monetárias

Foram simuladas perdas monetárias com base nas manutenções corretivas por ser uma manutenção evitável. Entende-se que não é 100% evitável, mas a simulação é só uma representação de um cenário fictício para demonstração do quanto a manutenção corretiva afeta a produtividade e consequentemente os custos. Sendo assim, foram desconsideradas somente as manutenções corretivas, as preventivas mantiveram-se.

Para as simulações de perdas em valores monetários, foram consultados valores das atividades com profissionais que atuam no segmento e feito uma média dos valores obtidos, lembrando que os valores das atividades apresentadas não são valores atualizados.

Das planilhas de produtividade foram extraídas as horas no formato decimal por mês, que cada trator acoplado ao implemento das respectivas atividades levou para executar o serviço, ou seja, o tempo de operação para cada atividade por mês. Foram extraídos também as horas decimais gastas com manutenção corretiva e a quantidade de hectares produzidos por mês e atividade.

Foram somadas as tabelas 3 e 4, dando origem à simulação da produção caso não houvesse manutenções corretivas. A tabela gerada com a simulação da produção livre de manutenções corretivas foi multiplicada a tabela de hectares produzidos e dividida pela tabela com horas de produção, resultando em uma simulação da quantidade de hectares que poderiam ser produzidos se a máquina não parasse para realizar manutenções corretivas.

A figura 9 representa o esquema utilizado para se chegar aos resultados finais a serem apresentados na tabela 7, sendo ela, uma tabela importante para simulação da perda monetária ao longo dos meses e atividades avaliados.

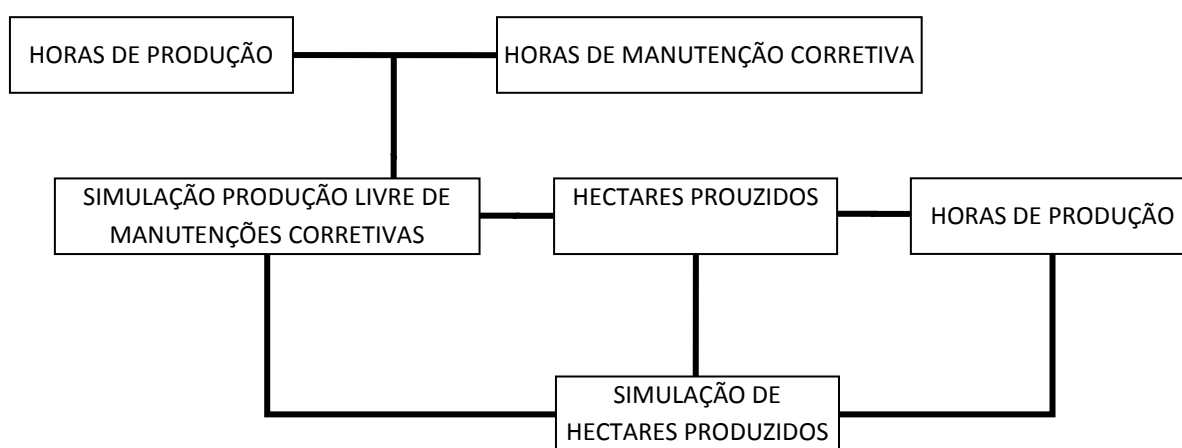


Figura 9: Esquema para simulação de hectares produzidos.

Para simulação da perda monetária, ilustrada na figura 10 em formato esquemático para melhor entendimento, foram multiplicados o valor das atividades (Tabela 8) pago por hectares produzidos com a quantidade de hectares produzidos mês a mês e depois com a simulação de hectares produzidos (Tabela 7), gerando uma tabela com o valor dos hectares produzidos, onde a manutenção corretiva fez parte da rotina de trabalho e outra com a simulação do valor de hectares produzidos, onde a manutenção corretiva foi convertida em horas produtivas.

Com as tabelas “valor hectare produzido” e “simulação valor hectare produzido” representadas no esquema da figura 10, foi possível chegar aos valores apresentado na simulação da perda monetária em reais que a empresa sofreu ao longo dos cinco meses.

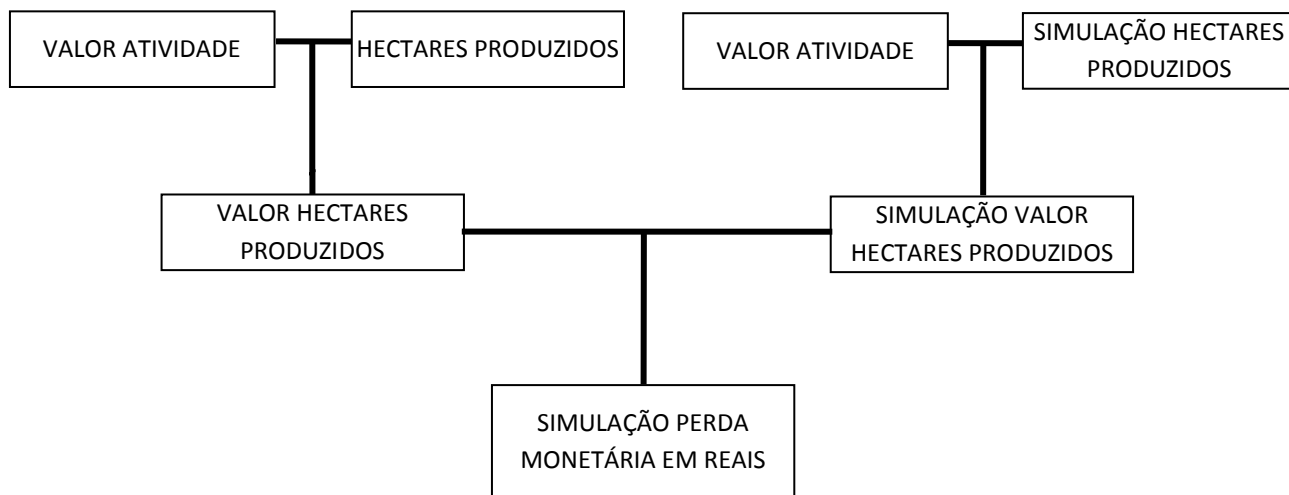


Figura 10: Esquema para simulação da perda monetária em reais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Disponibilidade Mecânica

A Figura 11 mostra como a disponibilidade mecânica se comportou ao longo dos cinco meses de avaliação, permitindo identificar quais atividades foram mais prejudicadas na produção por conta das manutenções. Uma vez que a porcentagem da disponibilidade mecânica indica o tempo em que a máquina ficou disponível para operar sem intervenções mecânicas.

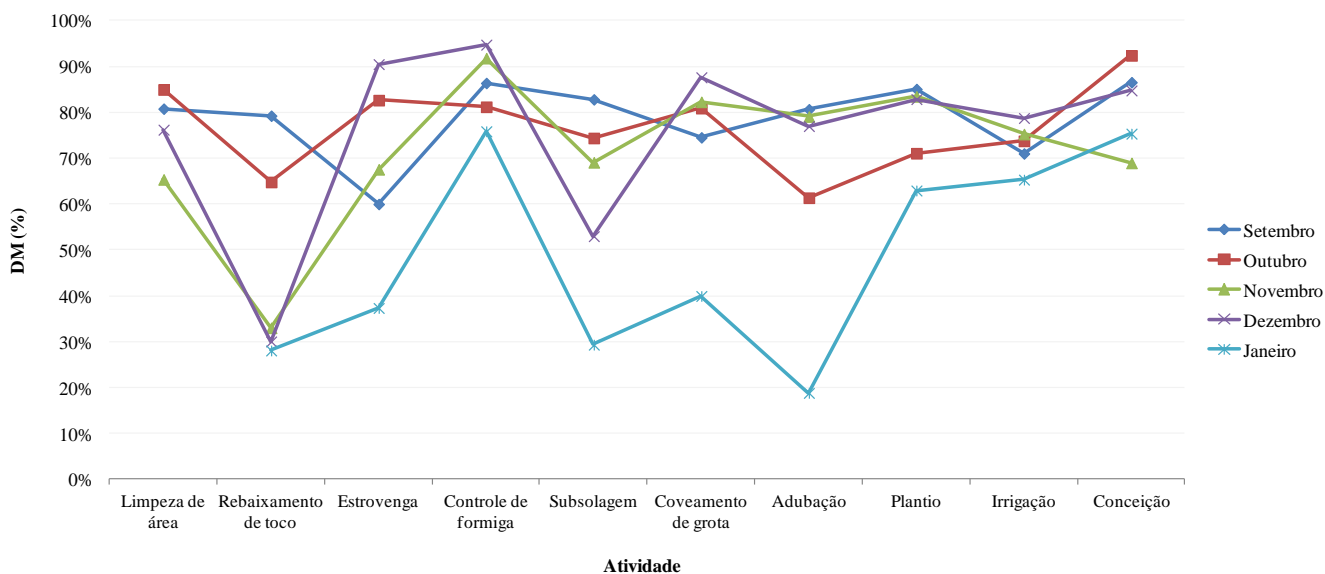


Figura 11: Disponibilidade mecânica (%) das atividades mecanizadas nos meses de setembro a janeiro de 2019.

Ao longo dos meses e atividades a disponibilidade mecânica variou de 19% (janeiro; adubação) a 95% (dezembro; controle de formiga), com uma média de 69% no geral.

A grande variação da disponibilidade mecânica entre as atividades pode estar ligada as condições de uso do trator, anos de operação e presença de mecânico com peças adequadas na área. De forma geral, a frota de tratores observados em sua maioria possuía de 1 a 9 anos.

As atividades que possuíam mecânico disponível durante todo o tempo de operação eram limpeza de área, estrovenga, subsolagem e conceição. Estrovenga e subsolagem compartilhavam os mesmos mecânicos. E para a atividade rebaixamento de toco o encarregado era também o mecânico, sendo ele mesmo responsável por pequenas manutenções. Já as demais atividades os mecânicos eram acionados quando ocorria algum problema com as máquinas ou implementos e aguardavam até possibilidade de verificação em campo.

A maior parte das ocorrências era resolvida em campo, sendo encaminhados para a oficina somente quando era necessária uma estrutura ou tempo maior para resolver o incidente, sendo o trator transportado até a oficina por um caminhão prancha.

A falta de tecnologia específica para atividades silviculturais afeta a produção, pois são utilizados tratores que não foram desenvolvidos para trabalhar especificamente em áreas de reforma. Os implementos também podem ser melhorados através de novas tecnologias, pois possuem grande potencial, podendo garantir um aumento na produção.

A disponibilidade mecânica nos meses de setembro, outubro e novembro se manteve entre 60% a 92%, tendo uma queda significativa na atividade rebaixamento de toco no mês de novembro com 33%. No mês de dezembro as atividades rebaixamento de toco e subsolagem com 30% e 53% respectivamente foram as atividades que apresentaram as piores disponibilidades. E o mês de janeiro foi o que apresentou os piores resultados, das nove atividades que operaram sete ficaram abaixo de 70%. O mês de dezembro foi um mês que exigiu bastante das máquinas para que a meta anual estipulada fosse batida. Quase todas as atividades trabalharam mais de 8,8 horas por dia durante o mês, sobrecarregando a frota de tratores, sendo esta uma possível explicação para elevadas manutenções por tempo de produção no mês de janeiro.

As condições climáticas também contribuíram para a baixa disponibilidade mecânica, afetando principalmente o mês de janeiro. Com o solo muito seco e temperatura do ar elevada, era necessário maior potência dos tratores para quebrar a resistência do solo e realizar as atividades de coveamento de grotas (DM 40%) e subsolagem (DM 29%).

No coveamento de grotas uma retroescavadeira estava superaquecendo, os dentes da concha que marcavam as bacias eram perdidos recorrentemente. Além disso, problemas com o ar condicionado na cabine do trator inviabilizava que o operador permanecesse dentro da cabine fechada por muito tempo, fazendo com que o processo de covear se tornasse um pouco mais lento.

Na subsolagem os tratores paravam de operar para serem resfriados, com um compressor de ar por conta do superaquecimento em campo e outros problemas mecânicos que apareciam por conta da maior potência requerida do implemento para romper a resistência do solo.

4.2 Eficiência Operacional

Este indicador é indispensável para tomar importantes decisões sobre o gerenciamento das máquinas e operadores.

A figura 12 apresentada a seguir, mostra a eficiência operacional analisada durante os cinco meses observados, mostrando o resultado da relação entre o tempo que a máquina possuía para operar e o tempo que gastou operando.

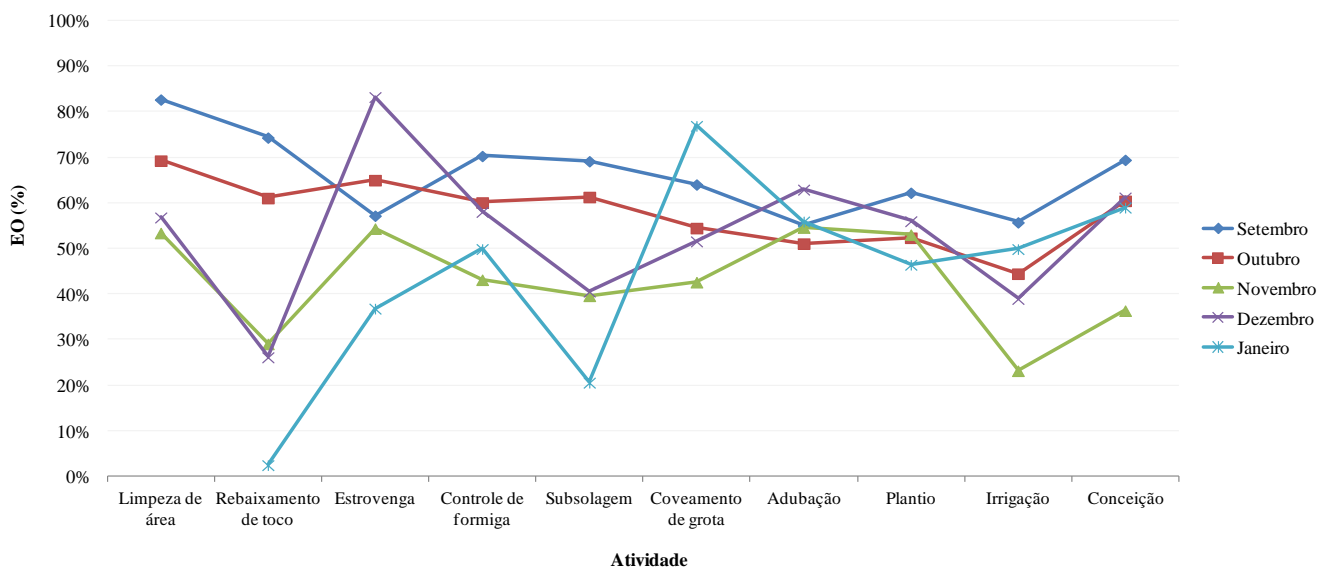


Figura 12: Eficiência operacional (%) das atividades mecanizadas nos meses de setembro a janeiro de 2019.

Setembro e Outubro foram os meses que menos sofreram oscilações na eficiência operacional. As porcentagens ficaram entre 45% e 83%, respectivamente irrigação no mês de outubro e limpeza de área no mês de janeiro.

Já os meses de novembro, dezembro e janeiro sofreram grandes oscilações entre as atividades, sendo o principal motivo às condições climáticas. Os meses de novembro e dezembro sofreram com vários dias de chuva espessa, impedindo a realização das atividades por conta dos riscos à segurança dos trabalhadores. No mês de novembro, as operações florestais foram suspensas por uma semana consecutiva por conta das chuvas, onde áreas a serem operadas se tornaram inacessíveis, na qual o grau de compactação tornou-se muito elevado, podendo ocasionar o atolamento das máquinas no deslocamento entre um talhão e outro.

Já o mês de janeiro, as condições climáticas foram contrárias, com pouca chuva e sol forte deixando o solo mais seco. Essas condições prejudicam principalmente a atividade de subsolagem, que ficou com 21% de eficiência operacional. O solo muito seco impedia o implemento subsolador atuar com eficiência e atingir 50 cm de profundidade (recomendação técnica para o local). E assim, tornava-se necessário que a máquina realizasse a atividade duas vezes no mesmo local para que a profundidade desejada fosse atingida. Nessas condições o risco de tombamento da máquina também se tornava era maior.

A baixa eficiência operacional da atividade rebaixamento de toco estava ligada as condições da área deixada pela operação anterior. A altura das cepas, maior que o recomendado, prejudicou o bom funcionamento do implemento, somados ao desgaste dos equipamentos, acabava por influenciar negativamente o rendimento da operação. Essa atividade declinou de forma crescente em seus valores de eficiência operacional ao longo dos meses observados começando com 74% em setembro, 61% em outubro, 29% em novembro, afetado principalmente pelo grande desolamento entre talhões e áreas, caracterizado por áreas pequenas de produção e falta de área, 26% em dezembro por conta dos deslocamentos operacionais necessários, por precisar aguardar apoio operacional para

manutenção corretiva e uma pequena parte por condições climáticas chegando a 2,5% em eficiência por conta da falta de programação no mês de janeiro.

Estrovenga a terceira atividade com o valor mais baixo no mês de janeiro (37%) teve perda de tempo significativo aguardando apoio operacional, uma perda que pode ser reduzida a quase zero caso tivesse apoio operacional para manutenção corretiva em campo.

4.3 Manutenção Corretiva

Foi observado no presente estudo, que a maior parte do tempo gasto para manutenções estava relacionada a manutenções corretivas.

O gráfico abaixo (Figura 13) mostra a quantidade de horas gastas com manutenção corretiva por motivos de parada que ocorreram durante os cinco meses de avaliação. Os principais motivos de parada relacionados às manutenções realizadas foram, ocorrências com a máquina base, implemento, tecnologia embarcada e pneu furado.

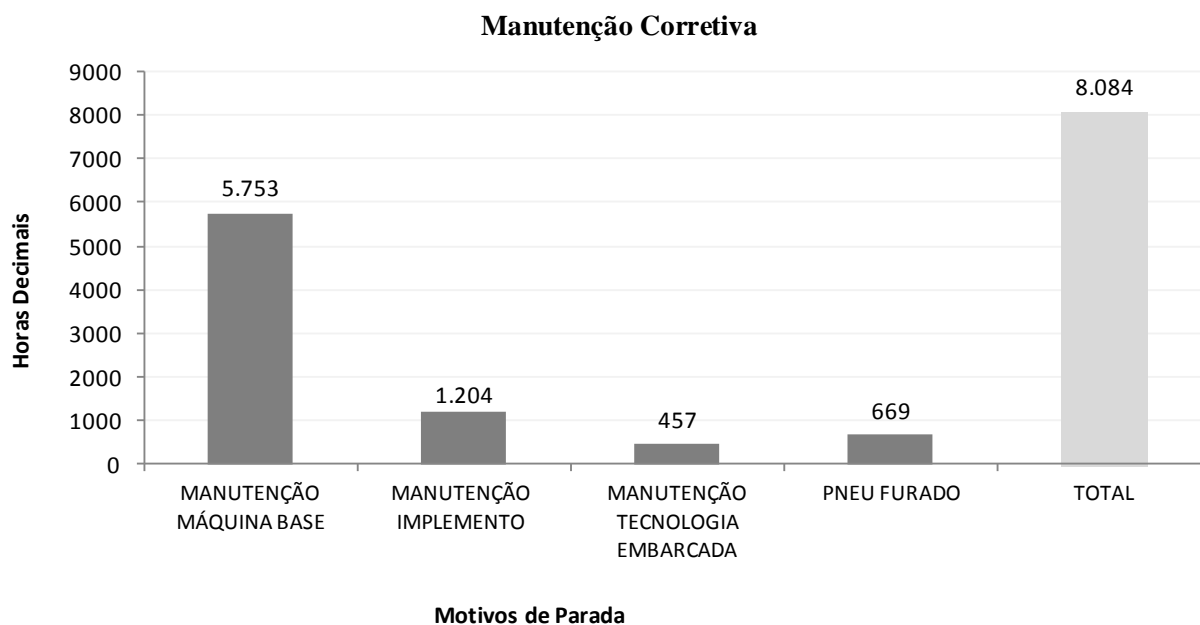


Figura 13: Horas gastas com manutenção corretiva total ao longo dos cinco meses de avaliação distribuídas entre os motivos de parada.

Com um total de 8.084 mil horas de ocorrência, correspondendo a 22,78% do tempo total de avaliação, a manutenção corretiva em comparação com a preventiva foi a mais utilizada.

Na sequência é apresentado os motivos de manutenção corretiva por atividade.

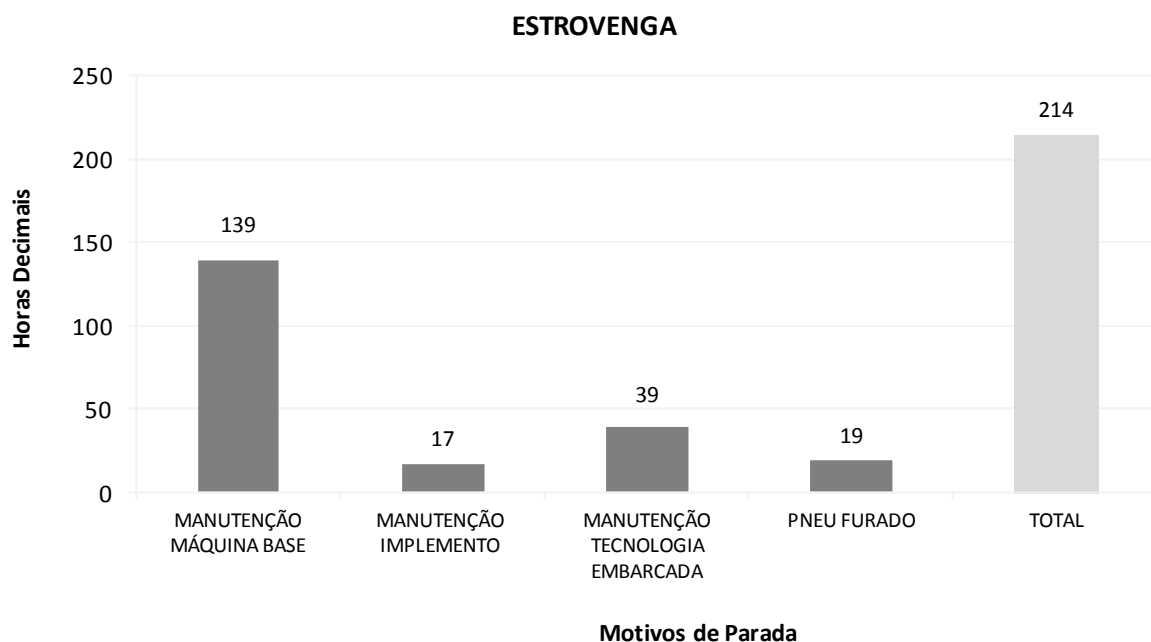


Figura 14: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Estrovenga.

A estrovenga é a atividade responsável por deixar a área limpa de material vegetativo, facilitando as operações seguintes e garantindo a qualidade das mesmas. A perda de produção dessa operação estava associada principalmente a manutenção corretiva da máquina base e manutenção da tecnologia embarcada, somando-se 178 horas sem produzir, sendo os dois motivos de parada responsáveis por 83% do total gasto com a manutenção corretiva (Figura 14).

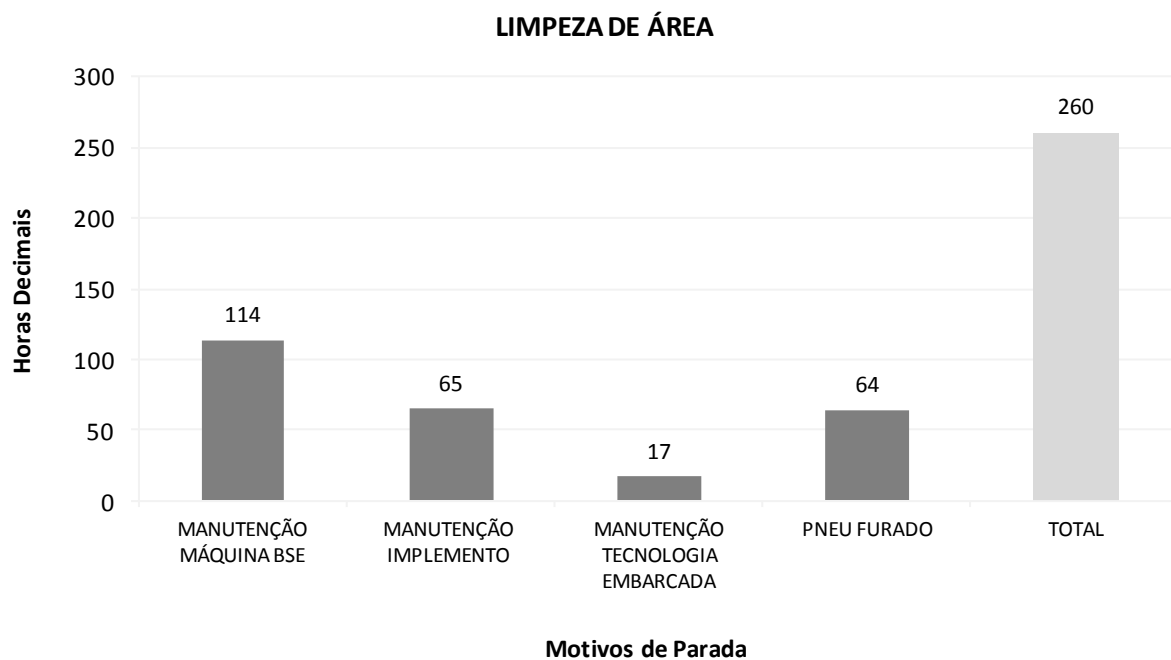


Figura 15: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Limpeza da área.

Na atividade de limpeza de área (Figura 15) foram gastos 44% do tempo total da manutenção corretiva com a manutenção da máquina base, correspondente a 114 horas com o equipamento fora de operação. Seguido de manutenção no implemento e pneu furado. A elevada perda por pneu furado se dá na demora pela troca. Foi observado que falta no estoque de pneus para trocas imediatas.

A atividade limpeza de área foi a segunda atividade com menor tempo gasto em manutenções corretivas com 260 horas.

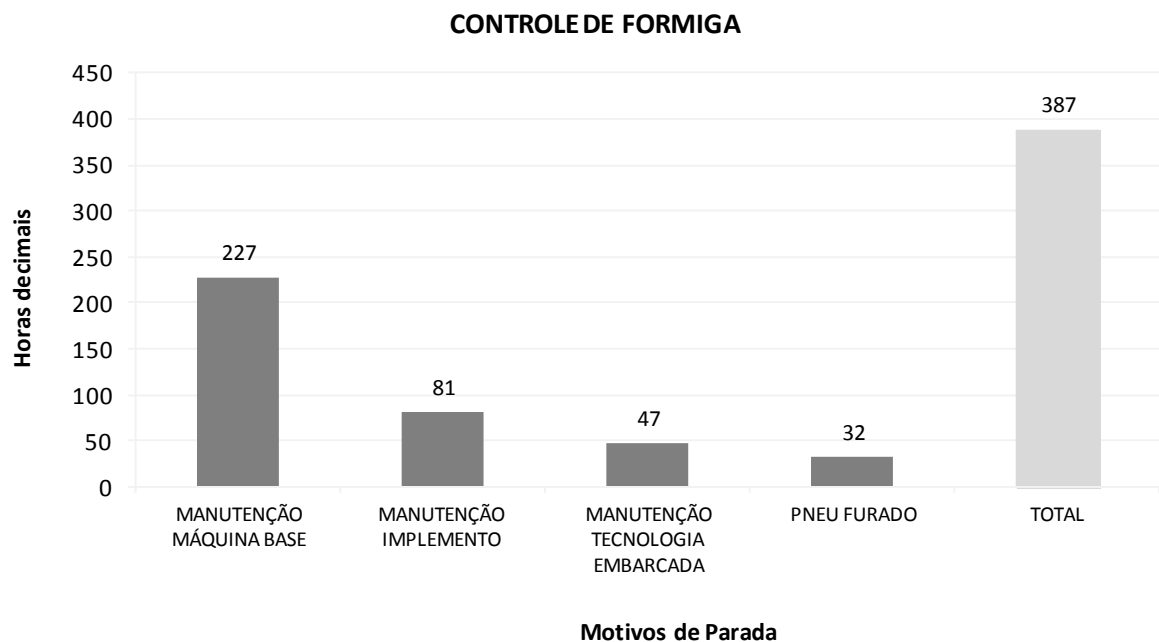
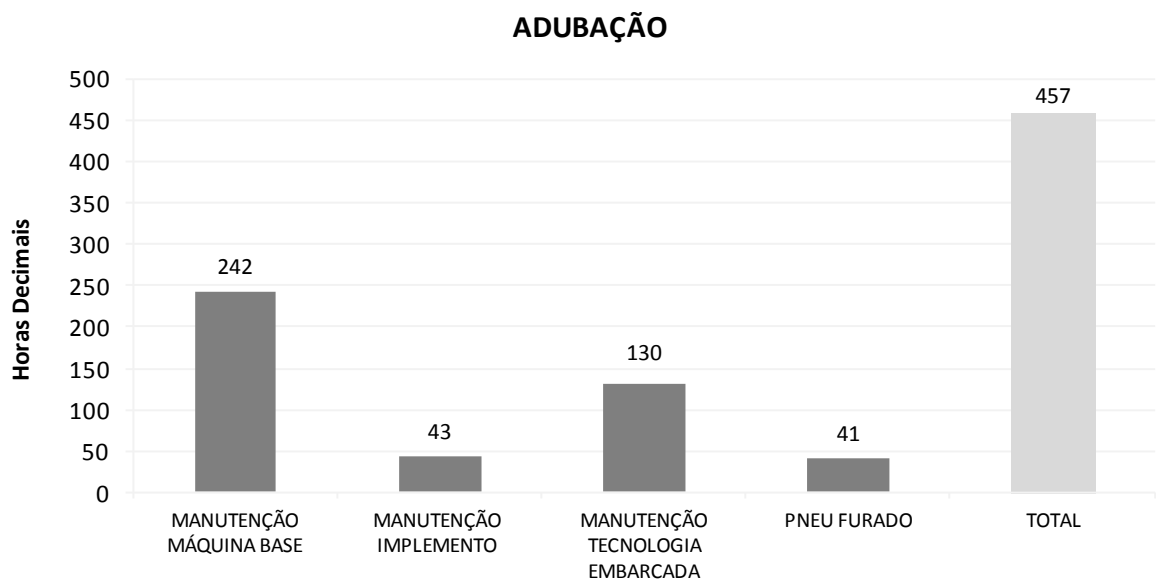


Figura 16: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Controle de Formiga.

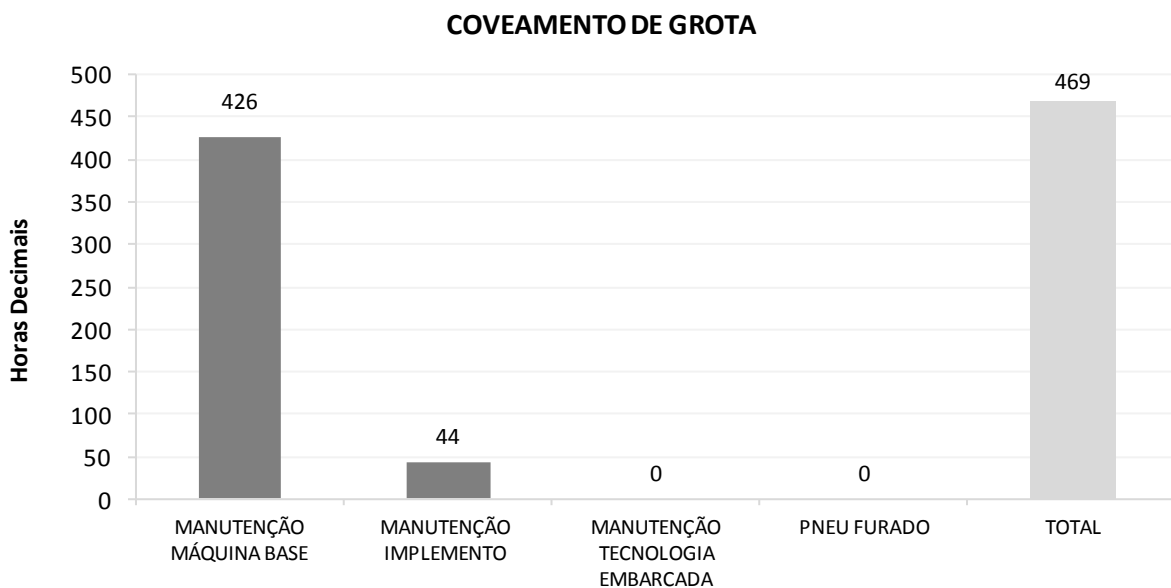
A atividade controle de formiga teve o tempo gasto com manutenção distribuído em todos os motivos de parada (Figura 16), mas prevaleceu a manutenção corretiva relacionada à máquina base com 227 horas, seguido da manutenção do implemento, com 81 horas.



Motivos de Parada

Figura 17: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Adubação.

Adubação é uma atividade que conta com tecnologia embarcada, o sistema hexagon que é responsável pela quantidade de adubo liberado no solo. Depois da máquina base a manutenção da tecnologia embarcada foi o motivo que mais fez a atividade perder em produtividade 130 horas utilizadas para manutenção, 28% do tempo total parado (Figura 17).



Motivos de Parada

Figura 18: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Coveamento de Grota.

Uma atividade que opera em terrenos de declive tem a produtividade reduzida naturalmente e ainda assim possui elevada perda para manutenções corretivas (Figura 18), sendo a manutenção da máquina base, retroescavadeira a mais prejudicada. Por não ter

mecânico disponível as máquinas ficavam por mais tempo aguardando o conserto na área sem operar.

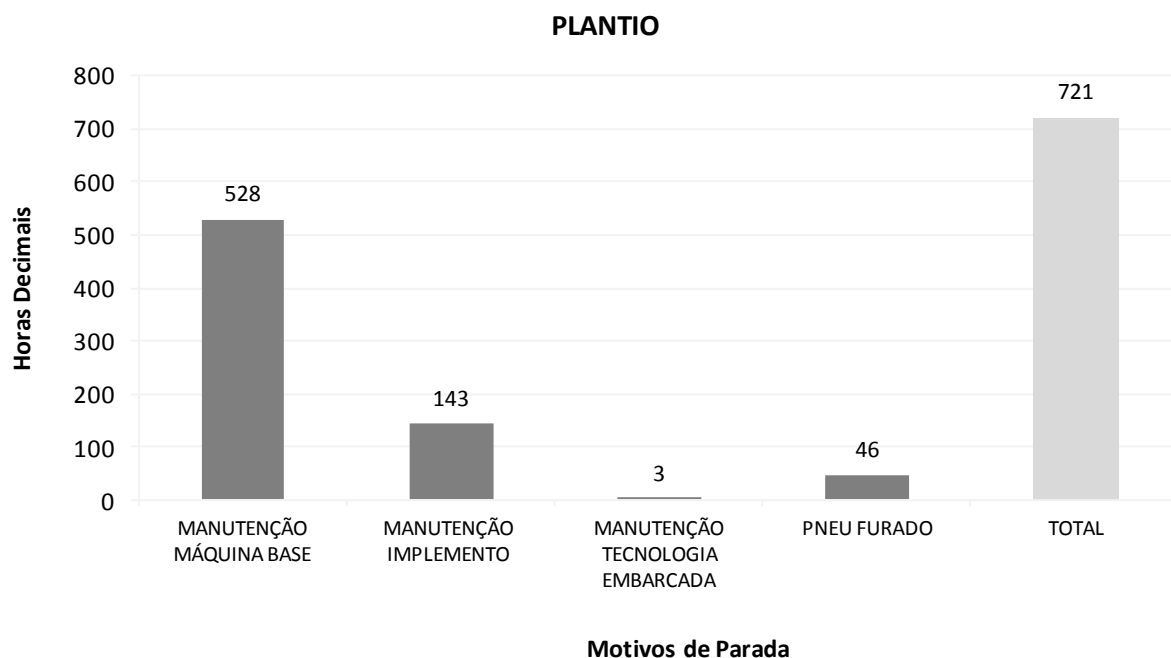


Figura 19: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Plantio.

O principal motivo de parada da atividade plantio foi à quebra da máquina base com 528 horas de máquina parada sem produzir (Figura 19). Sendo a quebra de máquina base responsável por 73% do total de tempo perdido com manutenção ao longo dos cinco meses.

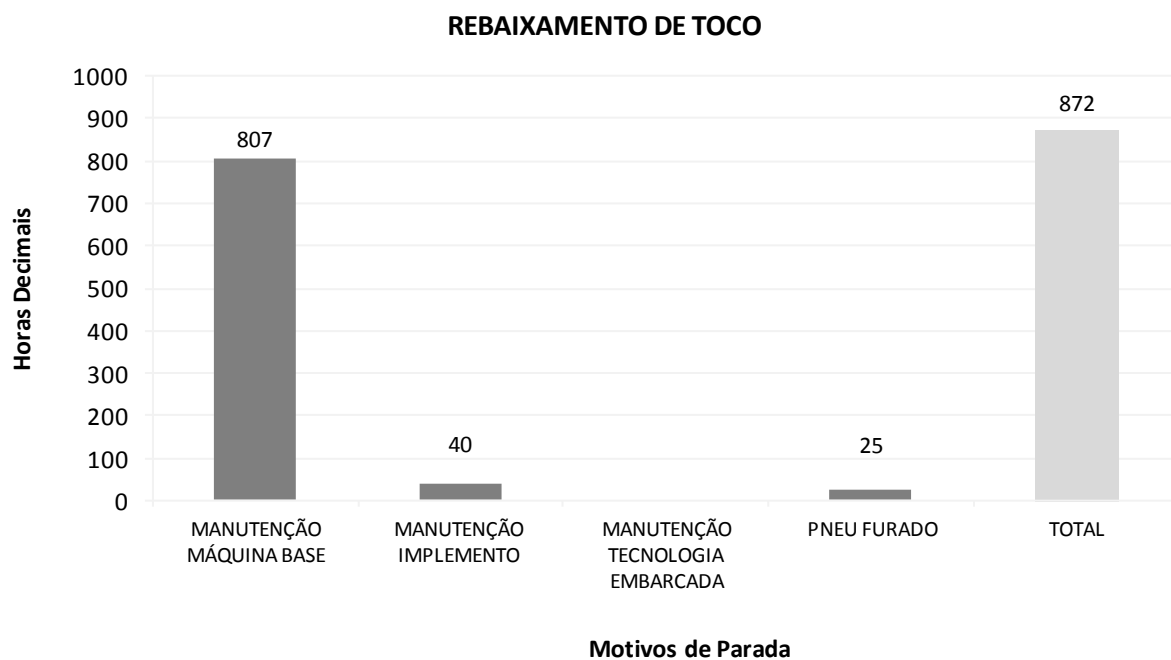


Figura 20: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Rebaixamento de toco.

Problemas com a máquina base foi o principal e quase que exclusivo motivo de parada da atividade rebaixamento de toco (Figura 20). Com a manutenção corretiva da máquina base foram gastas mais 807 horas das 872 horas gastas com manutenção na atividade, 93% do total de manutenção.

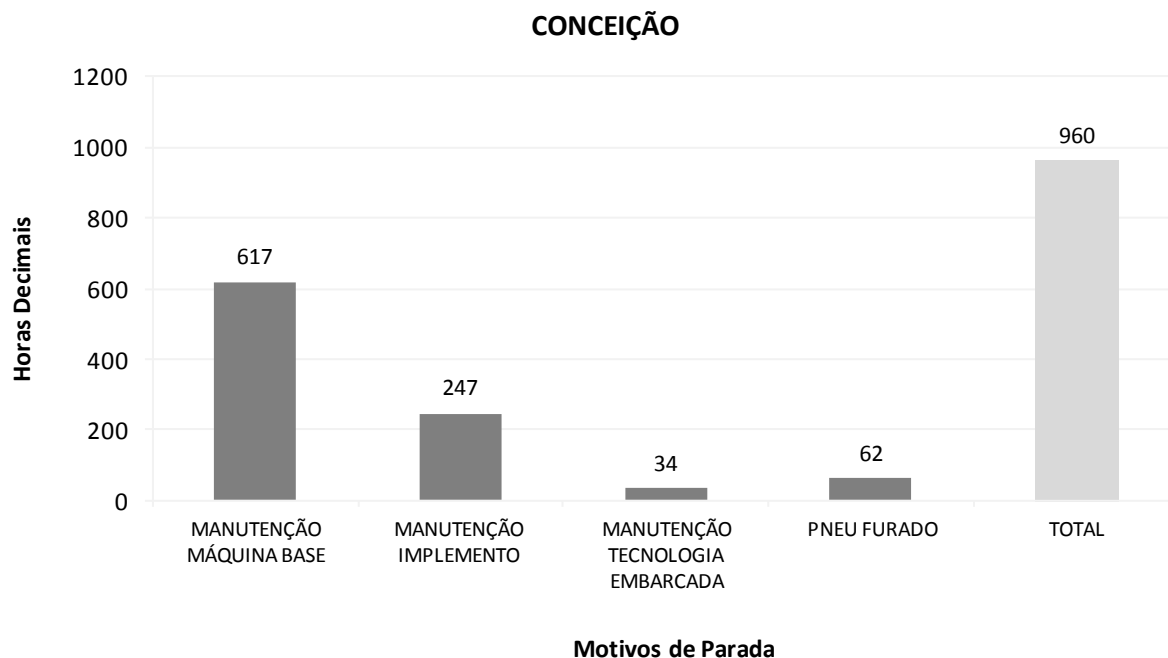


Figura 21: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Conceição.

Conceição é a atividade que aplica herbicida para controle químico de ervas daninha após a implantação. Essa atividade perdeu tempo de produção em todos os motivos de parada listados (Figura 21), mas as manutenções relacionadas à máquina base foi o mais expressivo. Manutenção máquina base, trator agrícola (617 horas) e manutenção corretiva do implemento (247 horas) somam 90% de todo tempo gasto em manutenção.

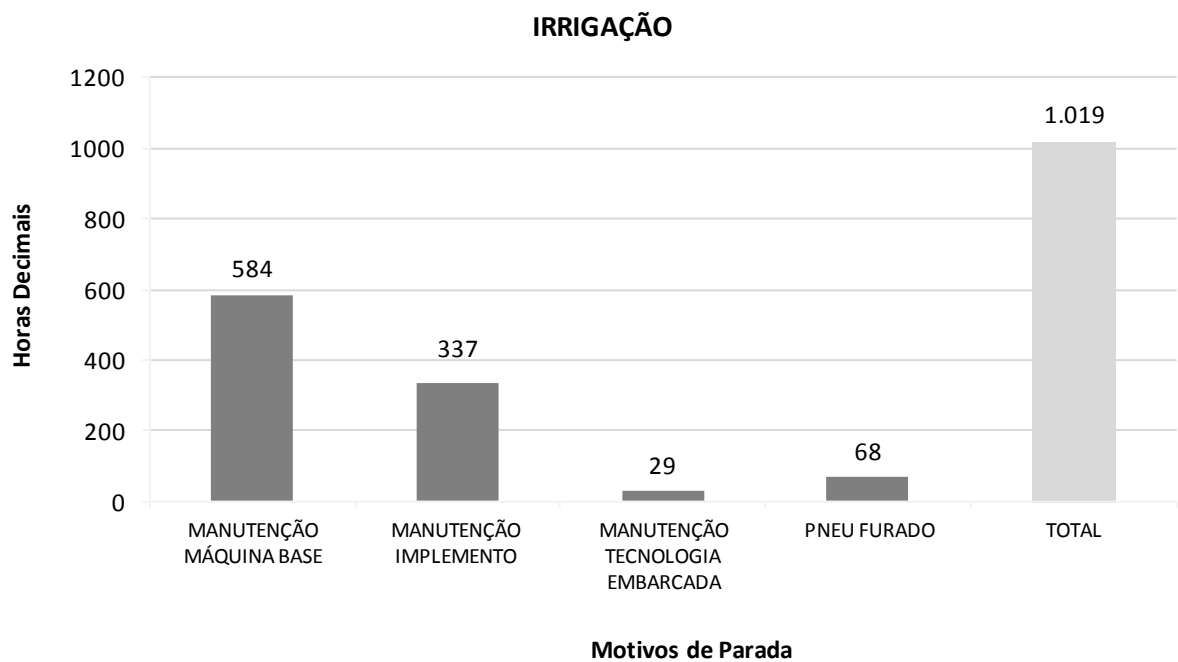


Figura 22: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Irrigação.

Irrigação mecanizada é a segunda atividade com maior tempo gasto com manutenção (1019 horas). Além da máquina base com uma perda de 584 horas o implemento gastou ao longo do período de coleta 337 horas com manutenção (Figura 22). Como as manutenções corretivas do implemento são realizadas muitas das vezes com peças inadequadas, a incidência de paradas para a troca das peças aumentam.

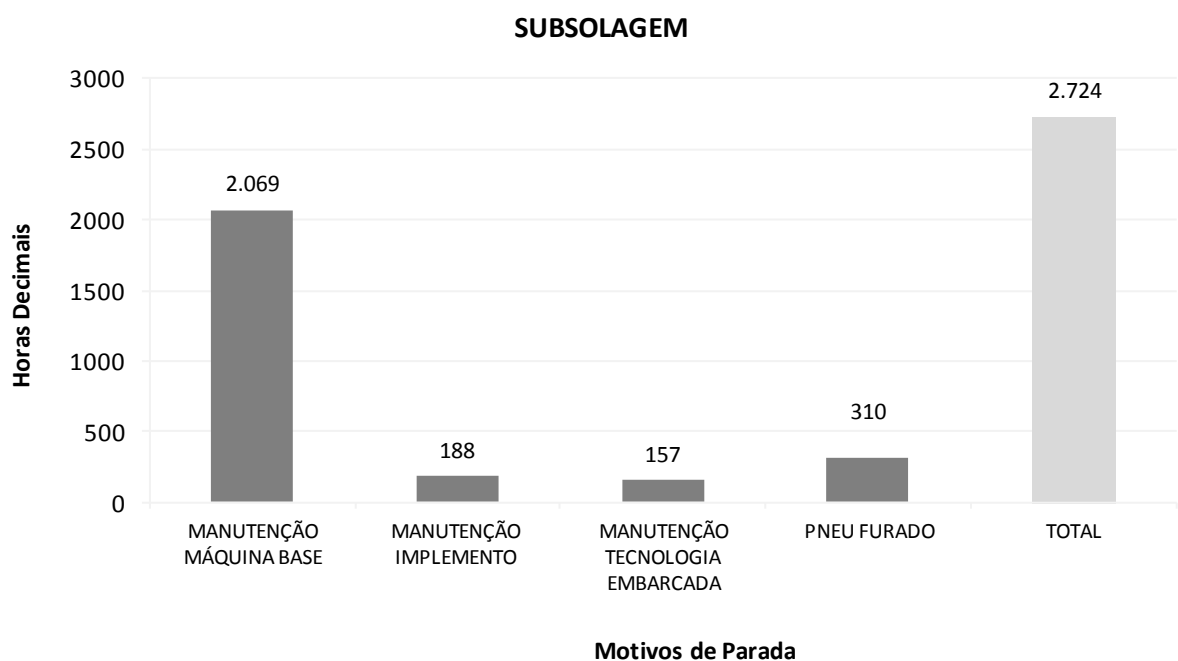


Figura 23: Motivos de parada relacionados à função manutenção da atividade de Preparo de Solo.

Preparo de solo foi a atividade que mais perdeu tempo de produção com manutenções, com 2.724 horas de manutenção corretiva (Figura 23) dedicados quase que exclusivamente para a máquina base, sendo os meses de dezembro e janeiro os que mais consumiram esse tempo, com 953 horas e 857 horas respectivamente.

Em todas as atividades, o motivo de parada manutenção máquina base, foi o que mais prejudicou a produção. Como quase 100 % das máquinas bases são tratores agrícolas, ou seja, podemos dizer que são equipamentos desenvolvidos para outras atividades e possuíam na faixa de 1 a 9 anos de utilização (Tabela 2), podemos inferir que esses fatores têm grande influência no elevado gasto de tempo com manutenção corretiva.

Noronha et al. (1991), analisaram a idade ótima de reposição de um trator, com vida útil de 10 anos e utilização de 987 horas anuais, por meio do Custo Anualizado Equivalente (CAE), chegando ao CAE mínimo de US\$14,67/h a uma taxa de desconto de 8% ao ano. Os autores chegaram a conclusão que a idade economicamente ótima de reposição seria aos 5 anos.

Bowers (1970) estudou a relação entre a confiabilidade da máquina e sua idade para manutenção e reparos. No estudo o autor concluiu que a máquina se tornava menos confiável com o tempo de uso, agravando-se com manutenção inadequada.

A falta de planejamento para manutenção preventiva agrava a ocorrência de manutenções corretivas em campo. A adoção de manutenção preventiva pela empresa que foi contratada para a realização destas atividades no período de avaliação não chegou a 10% do tempo total gasto com manutenções. E se uma empresa possuir seu sistema de manutenção com maior parte realizada em manutenções corretivas não planejadas, o sistema de manutenção é controlado pelos equipamentos e seus desempenhos (KARDEC e NASCIF, 2009).

Para Pereira (2009) manutenção planejada envolve ações que devem interagir para uma melhor organização e planejamento do fluxo e registros de informações da manutenção.

Para um gerenciamento efetivo, é necessário um sólido programa de gestão da manutenção, o qual deverá estruturar e traçar métodos de aplicação das tarefas que serão aplicadas, fazendo com que os equipamentos atinjam níveis de excelência em termos de confiabilidade e disponibilidade (OLIVEIRA, 2000).

Ter equipamentos adequados e novos reduziram as perdas de produtividade ligada à máquina base, e novas tecnologias que visam implementos mais resistentes também diminuiriam as paradas relacionadas ao implemento.

Outro ponto a ser observado, foi que as máquinas sofreram sobrecarga no final do ano de 2018 para que a meta estabelecida fosse cumprida, muitas atividades trabalharam mais que 8,8 horas por dia para que todo o planejamento fosse cumprido. Essa sobrecarga contribuiu para que houvesse mais manutenções corretivas.

Todo o tempo calculado com a paralização das máquinas para a realização da manutenção corretiva implica diretamente em um maior tempo para cumprimento da meta, ou seja, para o cumprimento da área total na qual as atividades precisavam ser realizadas. Isso implica diretamente em maior custo operacional para a realização das correções ou mesmo em menor lucro, visto que o tempo que a máquina ficou parada poderia ser convertido em hectares produzidos. De forma a entender essa perda em valores monetários foram realizadas algumas simulações a seguir.

4.4 Manutenção Preventiva

Foi observado no presente estudo, que a manutenção preventiva em comparação com a corretiva quase não ocorreu.

O gráfico abaixo (Figura 24) mostra a quantidade de horas gastas com manutenção preventiva que ocorreram ao longo do período de avaliação por atividade, sendo relacionada somente a máquina base.

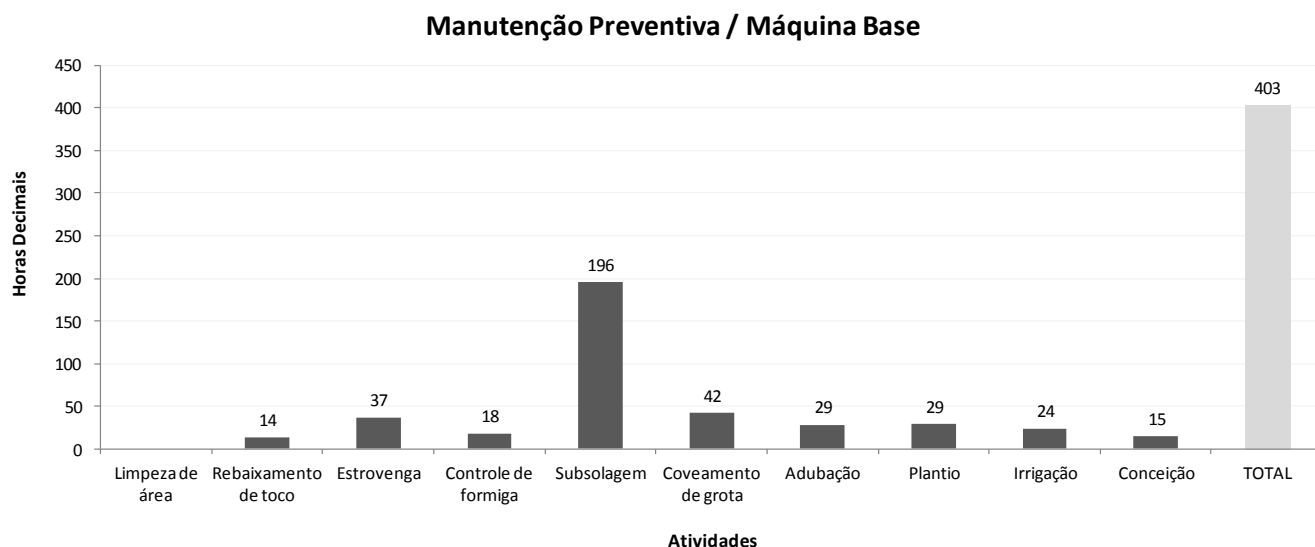


Figura 24: Manutenção corretiva total ao longo dos cinco meses de avaliação distribuídas entre os motivos de parada.

Com um total de 403 horas decimais de ocorrência, correspondendo a 1,13% do tempo total de avaliação, a manutenção preventiva é pouco praticada pela empresa avaliada, podendo ser uma justificativa para as elevadas ocorrências em manutenções corretivas.

A atividade que mais realizou manutenções preventivas no período avaliado foi a atividade subsolagem com 196 horas (Figura 24) por ser rotina dos operadores realizar a lubrificação das máquinas de forma sistemática. Já a atividade Limpeza de área não realizou manutenção preventiva durante o período avaliado, possivelmente por não fazer parte da rotina da atividade, deixando as manutenções para serem realizadas somente de forma corretiva por não quebrarem muito em comparação com as outras atividades (Tabela 4).

Xenos (1998) diz que com uma manutenção preventiva bem planejada e executada a frequência de falhas diminui e conseqüentemente a disponibilidade mecânica dos equipamentos aumenta.

A realização da manutenção preventiva de forma sistemática torna os custos com manutenção mais barata, pois a empresa passa a ter domínio das paradas dos equipamentos (FREITAS, 2016). E como podemos observar a manutenção preventiva não é eficiente na empresa, sendo realizada somente a lubrificação dos equipamentos para manutenção preventiva.

4.5 Simulação de perdas monetárias

Com o banco de dados gerado com o acúmulo das planilhas de produtividade referente aos meses de setembro de 2018 a janeiro de 2019, foram extraídas o total de horas para cada mês e atividades do fator produtivo (Tabela 3), que corresponde às horas de operação, ou seja, total de tempo que a máquina realizou a atividade. Do fator manutenção foi extraído o total de horas decimais gastas somente com manutenções corretivas (Tabela 4).

Foi extraída também a quantidade de hectares que foram produzidos (Tabela 5) com o total de horas de operação listados na tabela 3.

Tabela 3: Total de horas decimais utilizadas para operação por atividade e mês

Atividade	HORAS DE OPERAÇÃO					TOTAL
	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Limpeza de área	156	219	127	229	-	731
Rebaixamento de toco	205	233	124	93	7	661
Estrovenga	82	129	125	149	51	537
Controle de formiga	288	456	140	206	390	1480
Subsolagem	686	864	646	880	313	3388
Coveamento de grotas	348	402	313	316	214	1592
Adubação	237	168	383	268	64	1120
Plantio	344	490	394	354	266	1847
Irrigação	193	532	279	371	375	1750
Conceição	519	617	382	622	841	2982
TOTAL	3058	4109	2913	3487	2520	16088

Do total de 35.493,17 horas de acompanhamento, contabilizando todas as atividades, foram gastas com o fator produtivo 45,33% da hora total do acompanhamento. Sendo gastas 16.088 horas operando.

Os meses de maior produção foram fevereiro e dezembro, respectivamente 3.487 e 4.109 horas. O mês de dezembro foi o mês de fechamento anual, onde a meta programada ao longo do ano foi fechada, causando muita correria e horas extras. Já o mês de janeiro foi o que menos produziu com 2.520 horas devido à desaceleração da produção do fim de ano e problemas com manutenção decorrente a sobrecarga no mês de dezembro.

A atividade que mais produziu durante o período de análise foi a subsolagem, por ser uma atividade base para as demais a sua meta de produção acaba sendo elevada, consequentemente mais máquinas disponíveis para operação.

Tabela 4: Total de horas decimais utilizadas para manutenções corretivas por atividade e mês

HORAS MANUTENÇÃO CORRETIVA						
Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL
Limpeza de área	35	48	82	96	-	261
Rebaixamento de toco	56	131	280	225	180	872
Estrovenga	51	20	58	15	70	214
Controle de formiga	51	128	21	17	169	387
Subsolagem	153	294	466	954	857	2724
Coveamento de grotas	133	124	123	72	17	469
Adubação	82	124	130	88	34	457
Plantio	78	267	115	100	160	721
Irrigação	96	313	298	192	121	1019
Conceição	92	74	312	142	340	960
TOTAL	827	1521	1886	1902	1948	8084

Subsolagem por ser a atividade que mais produz, conseqüentemente acabou ocorrendo um maior tempo gasto em manutenções corretivas em comparação com as demais atividades, com 2.724 horas (Tabela 4), representando 33,70% do total de horas gastas com manutenção.

O mês de setembro com 827 horas foi o que menos ocorreu manutenções corretivas.

A tabela 5 mostra o quanto cada atividade conseguiu produzir com o tempo disponível para trabalho. O mês de setembro mostra como a manutenção corretiva interfere na produção, apresentando a menor quantidade de horas gasta com manutenção e conseqüentemente o segundo mês com maior produção.

Tabela 5: Quantidade de hectares produzidos por atividade e mês

HECTARES PRODUZIDOS						
Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL
Limpeza de área	217	627	192	672	-	1708
Rebaixamento de toco	189	207	158	84	34	672
Estrovenga	587	349	355	265	110	1666
Controle de formiga	1027	1879	274	713	1981	5874
Subsolagem	766	622	480	707	251	2826
Coveamento de grotas	84	74	74	87	69	388
Adubação	242	768	744	463	223	2440
Plantio	741	760	540	522	168	2731
Irrigação	389	556	245	391	394	1975
Conceição	358	116	405	692	341	1912
TOTAL	4600	5958	3467	4596	3571	22192

A atividade subsolagem apresentou a maior perda de tempo produtivo com manutenção corretiva, porém conseguiu uma boa produção em comparação com as outras

atividades, apresentando 2,826 hectares produzidos, isso pode estar relacionado com o número de máquinas disponíveis para a atividade.

A atividade controle de formiga foi a com melhor desempenho durante o período de avaliação, apresentando 5.874 hectares produzidos, teve 387 horas gastas com manutenção, sendo ela uma das atividades com menor tempo gasto com manutenções corretivas. A elevada produção pode estar associada a um dos melhores rendimentos entre as atividades (0,33 h/ha) e a baixa utilização do tempo com manutenções corretivas.

Com as tabelas apresentadas acima, foi possível a realização das simulações a seguir. A tabela 7 representa uma simulação de hectares produzidos caso a manutenção corretiva não existisse, lembrando que é somente uma simulação, sendo normal a ocorrência de manutenções corretivas em menor proporção quando a manutenção preventiva é bem planejada e efetiva.

Tabela 6: Simulação de hectares que poderiam ser produzidos, caso não houvesse manutenção corretiva

SIMULAÇÃO HECTARES						
Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL
Limpeza de área	265	763	317	953	-	2299
Rebaixamento de toco	241	324	516	288	912	2280
Estrovenga	954	402	520	292	261	2429
Controle de formiga	1209	2407	315	773	2840	7545
Subsolagem	937	833	826	1474	939	5010
Coveamento de grotas	116	97	103	107	74	497
Adubação	325	1333	996	615	341	3610
Plantio	908	1175	697	670	269	3720
Irrigação	582	883	506	593	521	3085
Conceição	421	130	736	850	479	2616
TOTAL	5959	8346	5534	6616	6637	33092

Desconsiderando as manutenções corretivas seria possível um ganho em 10.900 hectares com os cinco meses de avaliação, levando em consideração o somatório de todas as atividades. Somente no mês de janeiro o ganho seria em 3.066 hectares.

A tabela com os custos médios das atividades florestais na região de estudo (Tabela 8) foi essencial para a simulação de perdas monetárias. Com ela foi possível calcular o valor que a empresa receberia por mês e atividade executada, como também o valor que a empresa deixou de receber por utilizar tempo disponível para produção com manutenções corretivas (Tabela 9).

Tabela 7: Valor médio pago pelas atividades florestais

VALOR POR ATIVIDADE	
Atividade	R\$/ha
Limpeza de área	160
Rebaixamento de toco	520
Estrovenga	190
Controle de formiga	90
Preparo de solo	380
Coveamento de grota	900
Adubação	130
Plantio	600
Irrigação	350
Conceição	180

Esses valores foram obtidos por meio de consultas com engenheiros florestais atuantes na área de silvicultura. Não foram utilizados os valores da empresa por serem valores sigilosos.

Tabela 8: Simulação de perda monetária em decorrência de área não produzida por tempo parado com manutenção corretiva das máquinas

SIMULAÇÃO PERDA MONETÁRIA R\$						
Atividade	Set	Out	Nov	Dez	Jan	TOTAL
Limpeza de área	7.731	21.762	20.056	45.017	-	94.567
Rebaixamento de toco	26.913	60.688	186.237	105.912	456.542	836.293
Estrovenga	69.662	10.111	31.364	5.077	28.757	144.970
Controle de formiga	16.364	47.560	3.717	5.444	77.343	150.427
Preparo de solo	65.138	80.345	131.621	291.341	261.495	829.939
Coveamento de grota	28.944	20.477	26.180	17.962	4.942	98.505
Adubação	10.842	73.387	32.785	19.793	15.279	152.085
Plantio	100.402	248.860	94.491	88.934	60.803	593.491
Irrigação	67.593	114.346	91.437	70.757	44.385	388.518
Conceição	11.364	2.506	59.497	28.520	24.774	126.660
TOTAL	404.953	680.041	677.384	678.757	974.319	3.415.454

A simulação mostra somente o valor bruto perdido, todo custo com transporte, equipamentos auxiliares, mão de obra, treinamentos e outros, não são contabilizados nos cálculos. Mas considerando que as atividades são pagas por hectare produzido, a empresa estaria deixando de ganhar os valores descritos (Tabela 9) por atividade em cada um dos meses avaliados. Chegando a perder 3.415.454,00 reais durante o período de estudo, sendo o mês de outubro com todas as atividades inclusas e a atividade de preparo de solo ao longo dos cinco meses que mais deixaram de ganhar, respectivamente 680.041,00 e 829.939,00 reais. O mês com menor perda foi o mês de setembro com 404.953,00 reais e a atividade foi a limpeza de área também no mês de setembro com 7.731,00 reais.

Contabilizando o total das avaliações a atividade Limpeza de área foi a que menos deixou de ganhar com uma simulação de perda de 92.567,00 reais.

Tal valor não significa um possível lucro, mas sim uma perda de valor em virtude da necessidade da realização de paradas para a realização das manutenções corretivas.

Não foi possível o acesso aos valores de custos das atividades de manutenção corretiva para verificação e indicação de otimização das planilhas orçamentária da empresa.

5. CONCLUSÕES

Concluimos que o principal tipo de manutenção realizada na área de estudo foi a manutenção corretiva que representou 95,25% do total de horas que os equipamentos estiveram em manutenção. E a máquina base foi o componente que mais passou por manutenções corretivas. O elevado percentual de manutenções corretivas prejudicou o desempenho das atividades ao longo dos meses avaliados, chegando a deixar de produzir no total 10.900 hectares por conta das paradas e necessidade de manutenções corretivas.

Consequentemente tivemos atividades com percentuais baixos de disponibilidade mecânica, chegando a 19% na atividade adubação no mês de janeiro, a disponibilidade nos cinco meses de avaliação obteve uma média de 69% no geral.

Já a eficiência operacional variou de 45% a 83% entre as atividades e meses.

Durante os meses avaliados as atividades conseguiram produzir 22.192 hectares, caso as manutenções corretivas não ocorressem, passando a serem horas produtivas no lugar da manutenção, seriam produzidos 33.092 hectares. Acarretando em um ganho de 3.415.454,00 reais somando todas as atividades e meses de avaliação.

Com isso, percebemos a importância em investimento na renovação da frota e investimento em estrutura e planejamento para manutenções preventivas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNALDO NETO; BARBOSA, A.; DUARTE, E.; ALOISIO, M.; ÂNGELO, M.; REZENDE, T. **Eficiência operacional, um estudo aplicado a promover a maximização da disponibilidade mecânica de veículos equipamentos**. 2018, 39 f. Especialização (Especialização em gestão de negócios) – Fundação Dom Cabral, Belo Horizonte.

ANTONANGELO, A.; BACHA, C. J. C. As fazes da silvicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 207-238, 1998.

ARALDI, P. F.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; RIBAS, R. L.; SANTOS, M. Eficiência operacional na colheita mecanizada em lavouras de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 445-451, 2013.

ARRUDA, H. J.; GOMES, K. C. A. L. Qualidade e Produtividade: Um estudo de caso na empresa Sonergia. **E-FACEQ: revista dos discentes da Faculdade Eça de Queirós**, ano 3, n. 3, 2014.

B. FOREST. MECANIZAÇÃO DA SILVICULTURA novas soluções de alta tecnologia impulsionam inovação no setor florestal. **B. FOREST**. ano IV, ed. 47, 2018.

BACHA, C. J. C.; BARROS, A. L. M.; Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectivas para o futuro. **Scientia Forestalis, IPEF**, n. 66, p. 191-203, 2004.

BARBOSA, R. I. O fim do Fiset em Roraima e a perpetuação do modelo de florestamento no Lavrado. **INPA – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia**, Roraima, 2008.

BARNES, R. M. **Estudos de Movimentos e Tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 648p.

BARROS, F. **A produtividade na execução de alvenaria: Um estudo de caso na cidade de Juiz de Fora – MG**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. Biblioteca digital. 2002. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>.

BOWERS, W. **Modern concepts of farm machinery management**. Champaign: Stipes Publishing Company, 1970. 60p.

BRAMUCCI, M. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de “harvesters” na colheita de madeira**. 2001. 50p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

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, 2005.

COSTA, M. A. **Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade para Melhorar o Resultado Operacional**. 2013. 104 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

CUNHA, J. P. B.; SILVA, F. M.; MARTINS, F. G. L. CONCEIÇÃO, F. G.; CAMELO, L. G. Estudo técnico e econômico de diferentes operações mecanizadas na cafeicultura. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 87-96, 2016.

DIAS, T. F. **Avaliação de indicadores operacionais: Estudo de caso em uma empresa do setor ferroviário**. 2008. 52 f. Monografia (Graduação Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

DOHLER, R. E. **ANÁLISE TEMPORAL DA NECESSIDADE DE IRRIGAÇÃO PARA O *Eucalyptus grandis* NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS – ES**. 2014. 25 f. Monografia (Graduação em ciências florestais e da madeira) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

DURANTE, M. R.; PACHECO, A. L. R. **EFICIÊNCIA OPERACIONAL**. Belo Horizonte: Fundação Dom Cabral, 2015.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **Scientia Forestalis, IPEF**, n. 45, p. 22-30, 1992.

FESSEL, V. A. G. **Qualidade, desempenho operacional e custo de plantios, manual e mecanizado, de *Eucalyptus grandis*, implantados com cultivo mínimo do solo**. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, São Paulo.

FREITAS, L. F. **Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de Juiz de Fora com base nos conceitos da manutenção**

preventiva e preditiva. 2016. 96 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

GARCIA, J. N.; BORTOLETTO JÚNIOR, G. Otimização da matéria-prima “árvore” deve ser prioridade. **Visão Agrícola (A sustentabilidade do Manejo Florestal)**, São Paulo, v. único, n. 4, p. 92-96, 2005. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/manejo-florestal>>. Acesso em: 25 Abr. 2019.

GAZZIERO, D. L. P.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SOUZA, D. H.; FRANCHINI, J. C.; ADEGAS, F. S.; DEBIASI, H.; SCHUSTER, M. Z.; PELISSARI, A. Observações sobre a dinâmica de plantas daninhas em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In Congresso Brasileiro de soja, 8.; 2018, Goiânia. **Anais.** Goiânia: Embrapa Soja, 2018.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; WICHERT, M. C. P.; GAVA, J. L.; Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: **IPEF**, 2002. 498p.

GUEDES, L. G.; AMARAL, E. J.; LEITE, E. S.; FERNANDES, H. C.; SANT’ANNA, C. M. Avaliação do desempenho e custos de dois sistemas de cabos aéreos na extração de madeira de eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 571-580, 2017.

HORSTMANN, N.; SILVA, M. R. O.; ANDRADE, P. G., CARDOSO, M. S., FONTENELE, M. S.; LUZ, M. L. A. Silvicultura. BRT: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, **dossiê técnico.** 38p. 2012.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Sumário executivo IBA 2018.** São Paulo. 2018.

INCAPER – Instituto Cabixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo.** Vitória, v. 6, n. 17, 2019. Disponível em: <<https://bibliotecaruitendinha.incaper.es.gov.br/categorias-de-publicacoes/publicacoes-digitais>>. Acesso em: 09 Mai. 2019.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção - função estratégica.** 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009. 384p.

KING, N. C. O.; LIMA, E. P.; COSTA, S. E. G. Produtividade sistêmica: Conceitos e aplicações. **Production**, v. 24, n. 1, p. 160-176, 2014.

LEITE, N. B. Avanços da silvicultura brasileira são significativos. **Visão Agrícola (A sustentabilidade do Manejo Florestal)**, São Paulo, v. único, n. 4, p. 58-61, 2005. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/manejo-florestal>>. Acesso em: 25 de Abr. de 2019.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa – Imprensa Universitária, 1994.

MARCHIORI, F. F. **Estudo da produtividade e da descontinuidade no processo produtivo da construção civil: Um estudo de caso para edifícios altos.** 1998. 115 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2006.

MERCADANTE, M. E. G.; VOLTOLINI, L. C.; MIRA, P. M.; MORICONI, W. ; RAMOS FILHO, L. O. Controle de Saúvas (*Atta spp.*) com Extrato das Folhas de Batata-Doce (*Ipomoea batatas*): Uma experiência Promissora. In AGROECOL; 2018, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – V. 13, N. 2. Mato Grosso do Sul: UFMS, 2018.

MIALHE, LG. **Máquinas motoras na agricultura**. EDUSP, São Paulo, 1980.

MIRANDA, G. M. D.; MENDES, A. C. G.; SILVA, A. L. A. O envelhecimento populacional brasileiro: desafios e consequências sociais atuais e futuras. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 507-519, 2016.

MONCHY, J. C. S. **A Função Manutenção: Formação para a gerência da Manutenção Industrial**. 1. Ed. São Paulo: Ed. Durban, 1987. 424 p.

MOREIRA, J.M.M.A.P.; OLIVEIRA, E.B. Importância do setor florestal brasileiro com ênfase nas plantações florestais comerciais. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília: Embrapa, 2017.

NORONHA, J. F.; MIALHE, L. G.; DUARTE, L.P. custos de sistemas tratorizados na agricultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29, Campinas, 1991. **Anais**. Brasília: SOBER, 1991. P.13-33.

OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de Processos: Conceitos, Metodologia, Práticas**. 2. Ed. São Paulo: 2007. 314 p.

OLIVEIRA, M. D. M. **Custo Operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: Avaliação de uma frota**. 2000. 148 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

PAIVA, L. P. S.; SILVA, P. H.; SILVA, E. P.; REIS, K. E. G, FERREIRA, J. C. B. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: Análise do processo produtivo em uma fábrica de jeans no sudeste de Minas Gerais. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Fortaleza, 2015.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção – Teoria e prática**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009. 256p.

REGGIANI, G. B.; PRADA, N.; FIGUEIREDO, D. F. Gestão da produtividade: metodologia aplicada a uma indústria de bebidas. In Simpósio de Engenharia de Produção, 7.; 2005, São Paulo. **Anais ISSN 1809-7189**. São Paulo: Unesp, 2005.

RIBEIRO, J. P. N. O. **Plano de ação baseado na manutenção preditiva e cálculo de OEE em uma bomba centrífuga de reposição de água de caldeira**. 2019. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

SELLITO, M. A. Análise estratégica da manutenção de uma linha de fabricação metal-mecânica baseada em cálculos de confiabilidade de equipamentos. **Revista GEPROS**, v. 3, ano 2, 2007.

SBF - Serviço Florestal Brasileiro e IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 2011. Florestas Nativas de Produção Brasileiras. (**Relatório**). Brasília, DF. Disponível em:

<<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/1785-relatorio-tecnico-florestas-nativas-de-producao-brasileiras/file>>. Acesso em: 17 de Jun. de 2019.

SILVA, H. A. S.; BUZETTI, S.; GAZOLA, R. N.; MARQUES, G. G.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GAZOLA, R. P. D. Crescimento inicial de clones de Eucalyptus em função da adubação de NPK. **BIOENG**, v. 13, n. 1, p. 44-50, 2019.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. Influência do relevo na produtividade e custos do harvester. **SCIENTIA FORESTALIS**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 107-114, 2010.

SIMÕES, D.; IAMONTI, I. C.; FENNER, P. T. Avaliação técnica e econômica do corte de eucalipto com feller-buncher em diferentes condições operacionais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 649-656, 2010.

SLAK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SNIF – Serviço Florestal Brasileiro. Recursos Florestal. 2017 (**Boletim**) 1 ed. Brasília, DF Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/3230-boletim-snif-2017-ed1-final/file>>. Acesso em: 17 de Jun. de 2019.

SOUZA, A. H. B. N. et al. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2016. 306 p.

VALVERDE, S. R.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde**. Rio de Janeiro: FBDS, 2012. 40 p.

VIANA, H.R.G. PCM - **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. Ed. Rio De Janeiro: Qualitymark, 2002. 192 p.

WEBER, A. J.; AMARAL FILHO, D.; ALEXANDRIA Jr. J. P.; CUNHA, J. A. P.; ARAUJO, P. **Manutenção Industrial**. 1. Ed. Minas Gerais: SENAI, 2008. 269 p.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 1. Ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

Anexo 2

CÓD.	MOTIVOS DE PARADAS	FATORES
1	OPERAÇÃO	PRODUTIVO
2	ABASTECIMENTO DE COMBUSTIVEL	AUXILIAR
3	ABASTECIMENTO DE INSUMO	AUXILIAR
4	AFERIÇÃO PROVEDOR	AUXILIAR
5	DESLOCAMENTO OPERACIONAL	AUXILIAR
6	DESLOCAMENTO PARA MANOBRA	AUXILIAR
7	MUDANÇA CLIMÁTICA	IMPRODUTIVO
8	REMOÇÃO RESÍDUO IMPLEMENTO	AUXILIAR
9	TRANSPORTE MÁQ / IMPLEMENTO	AUXILIAR
10	TROCA DE IMPLEMENTO	AUXILIAR
11	AFERIÇÃO QUALIDADE	ACESSÓRIO
12	CHECK LIST & VISTORIA (QUAL./SEG.)	ACESSÓRIO
13	DDS/DDMA/APR/G.L/REUNIÃO EQUIPE/INSPEÇÃO ÁREA	ACESSÓRIO
14	MONTAGEM/ÁREA DE VIVÊNCIA	ACESSÓRIO
15	NECESSIDADE FISIOLÓGICAS	ACESSÓRIO
16	PREPARAÇÃO MO / EQUIP.	ACESSÓRIO
17	REFEIÇÃO (ALMOÇO, CAFÉ)	ACESSÓRIO
18	TREINAMENTO/REUNIÕES	ACESSÓRIO
19	TROCA DE TURNO OPERADOR	ACESSÓRIO
20	LAVAGEM DE MÁQ/IMPLEMENTO	MANUTENÇÃO
21	MANUTENÇÃO CORRETIVA IMPLEMENTO	MANUTENÇÃO
22	MANUTENÇÃO CORRETIVA MAQUINA BASE	MANUTENÇÃO
23	MANUTENÇÃO PREVENTIVA IMPLEMENTO	MANUTENÇÃO
24	MANUTENÇÃO PREVENTIVA/ REVISÃO MAQUINA BASE	MANUTENÇÃO
25	MANUTENÇÃO TECNOLOGIA EMBARCADA	MANUTENÇÃO
26	ACIDENTE/TOMBAMENTO	IMPRODUTIVO
27	AGUARDANDO ABASTECIMENTO INSUMO	IMPRODUTIVO
28	AGUARDANDO APOIO OPERACIONAL	IMPRODUTIVO
29	AGUARDANDO APOIO TÉCNICO, MECÂNICO E PEÇAS	MANUTENÇÃO
30	ATRASO NA ENTREGA REFEIÇÃO	IMPRODUTIVO
31	ATRASO NO TRANSPORTE	IMPRODUTIVO
32	DIREITO DE RECUSA	IMPRODUTIVO
33	FALTA DE ÁREA (PROVEDOR)	IMPRODUTIVO
34	FALTA DE COMBUSTÍVEL	MANUTENÇÃO
35	FALTA DE INSUMO / ÁGUA	IMPRODUTIVO
36	FALTA DE PROGRAMAÇÃO	IMPRODUTIVO
37	MÃO DE OBRA AUSENTE	IMPRODUTIVO
38	PARADA POR INCÊNDIO/EMERG	IMPRODUTIVO
39	PNEU FURADO	MANUTENÇÃO
40	QUEBRA DO SISTEMA HEXAGON	MANUTENÇÃO
41	QUEBRA IMPLEMENTO	MANUTENÇÃO
42	QUEBRA MAQUINA BASE	MANUTENÇÃO
43	SOCORRO A OUTRA MÁQUINA	IMPRODUTIVO

