

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Anna Carolina Porcher Brigido**

**00207192**

*Acompanhamento das Atividades em desenvolvimento  
florestal aplicado a silvicultura na empresa CMPC Celulose Riograndense*

PORTO ALEGRE, julho de 2023.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL FACULDADE  
DE AGRONOMIA AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO**

**Anna Carolina Porcher Brigido 00207192**

*Acompanhamento das Atividades em desenvolvimento  
florestal aplicado a silvicultura na empresa CMPC Celulose Riograndense*

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Ftal. Ticiéle Dagostini

Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Claudimar Fior

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Prof(a) Renata Pereira da Cruz..... Depto. de Plantas de Lavoura

Prof Aldo Merotto..... Depto. de Plantas de Lavoura

Prof Alexandre de Mello Kessler ..... Depto. Zootecnia

Prof José Antônio Martinelli ..... Depto. Fitossanidade

Prof Sérgio Luiz Valente Tomasini..... Depto de Horticultura e Silvicultura

Prof Clesio Gianello ..... Depto de Solos

Prof Pedro Selbach ..... Depto de Solos

Prof Roberto Luis Weiler ..... Depto de Plantas Forrageiras e Agromeorologia

PORTO ALEGRE, julho de 2023.

## RESUMO

No presente trabalho, foram abordadas e analisadas as atividades realizadas durante o estágio curricular obrigatório na empresa CMPC Celulose Riograndense, no setor de excelência operacional e inovação florestal. O estágio ocorreu nos meses de novembro de 2022 a maio de 2023, com o acompanhamento de vários projetos, nos municípios de Guaíba e Butiá - RS. O principal objetivo foi o acompanhamento de projetos de melhoria e testes operacionais na introdução de novas tecnologias, visualizando e complementando os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Foram realizadas atividades de acompanhamento de indicadores e controle de resíduos, pedras e metais presentes nas toras destinadas à celulose, além do controle e monitoramento de qualidade de plantios e colheitas. Por fazer parte da equipe de excelência operacional, também foram desenvolvidas atividades que possibilitassem aprender e colocar em práticas ferramentas de gestão empresarial nas operações da empresa.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Indicadores socioeconômicos dos municípios pertencentes a base florestal CMPC	11
Tabela 2: Metodologia de Tempos e Movimentos .....	22
Tabela 3: Avaliação da qualidade do plantio durante o período do teste PLANTMAX2 .....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos tipos de solos presentes nas áreas produtivas da CMPC .....	9
Figura 2: Unidade Guaíba CMPC Brasil, Rio Grande do Sul. ....	12
Figura 3: Produtividade atingível do Eucalipto .....	14
Figura 4: Esquema sobre o manejo silvicultura CMPC 2022 em diferentes fases. ....	16
Figura 5: Visão geral do conjunto mecânico de plantio. ....	19
Figura 6: Visão Interna do sistema de alimentação de mudas e computador de bordo. ....	20
Figura 7: Esquema da amostragem para a qualidade das mudas expedidas em cada caixa. ....	21
Figura 8: Metodologia para avaliação das cepas na área .....	24
Figura 9: Avaliação das cepas de eucalipto. ....	25
Figura 10: Exemplos de pedras e metais presentes nas operações da CMPC .....	27
Figura 11: Dashboard do relatório de controle de resíduos Pedras e Metais .....	28
Figura 12: Distribuição do tempo da jornada durante o período do teste. ....	29
Figura 13: Distribuição do tempo da jornada de trabalho do Rebaixamento de toco (RODER) no período do teste em 2023. ....	32
Figura 14: Tocos destruídos após o rebaixamento de tocos RODER. ....	33
Figura 15: Exemplos dos efeitos dos tocos a campo. ....	33

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO.....	8
2.1 Caracterização Climática .....	8
2.2 Caracterização edáfica .....	9
2.3 Caracterização da vegetação .....	10
2.4 Caracterização Socioeconômica da área de atuação da CMPC .....	10
3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO.....	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1 Cultura do Eucalipto .....	13
4.2 Manejo florestal na cultura do eucalipto.....	15
5. ATIVIDADES REALIZADAS .....	18
5.1 Teste do Plantio Mecanizado PlantMax Timber .....	18
5.2 Teste do Rebaixamento de tocos (RODER).....	23
5.3 Monitoramento de resíduos (pedras e Metais).....	25
6. DISCUSSÃO.....	28
6.1 Teste do Plantio Mecanizado PlantMax Timber .....	28
6.2 Teste do Rebaixamento de tocos (RODER).....	31
6.3 Monitoramento de resíduos (pedras e metais) .....	34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

O estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa CMPC (*Compania Manufacturera de papeles y Cartones*) também conhecida como Celulose Riograndense sendo referência de produção de celulose no país. A duração do estágio compreendeu o período entre 8 de novembro de 2023 a 08 de maio do mesmo ano, com carga horária de 30 horas semanais. Sob supervisão de desenvolvimento e inovação florestal da Engenheira Florestal Ticiéle Dagostini, coordenadora de excelência operacional e inovação na CMPC e sob orientação acadêmica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo Professor Claudimar Sidnei Fior. No decorrer do estágio, as ações foram desenvolvidas em diferentes hortos florestais e na fábrica, localizada na cidade de Guaíba, Rio Grande do Sul. Dessa forma, as atividades foram no acompanhamento dos projetos de melhoria nas práticas da silvicultura como plantio e rebaixamento de tocos. Além do monitoramento do controle de resíduos (pedras e metais) durante os diferentes processos florestais, que quando presentes nas linhas de picagem podem parar o processo industrial, causando danos econômicos. Vale ressaltar que todas as ações foram alinhadas e focadas nas estratégias corporativas e cumprimento de metas da empresa.

Segundo os dados do relatório do Instituto Brasileiro de Árvores, do ano de 2022, 32% das empresas já estão desenvolvendo algum processo ou projeto em parceria com universidades e startups. O investimento em Pesquisa e Desenvolvimento é a base na melhoria dos processos e de produção. Os investimentos direcionados às inovações industriais e florestais, em 2021, foram de R\$ 301,2 milhões, que corresponderam a 2% dos investimentos anuais. Os investimentos voltados à floresta representam 1,6% do faturamento total das empresas. (IBÁ, 2022).

O Brasil apresenta alta eficiência na produção de celulose, que confere ao país vantagens competitivas por condições edafoclimáticas favoráveis, extensão territorial, tecnologias evoluídas através de um longo histórico de investimento em pesquisa e desenvolvimento florestal (AGEFLOR, 2020). A silvicultura brasileira está baseada nos gêneros *Eucaliptus* e *Pinus*, sendo destaque e referência internacional dadas as altas produtividades e qualidade da matéria prima gerada. (PCMAF/IPEF, 2022).

Visando abordar e ilustrar o aumento da mecanização nas práticas silviculturais, este trabalho justifica-se por aprimorar os conhecimentos adquiridos na graduação de Agronomia na área florestal além de testar possíveis ganhos de rendimento operacional para a empresa. Sendo assim o objetivo do estágio foi conhecer e acompanhar a rotina da empresa no escopo da área florestal que abrange desde o melhoramento genético do eucalipto até o processo de picagem

no processo industrial. As operações necessárias e o desenvolvimento das ações com a maior ênfase foram no apoio em projetos de novas tecnologias com foco no plantio mecanizado de eucalipto, prática da destoca e monitoramento de resíduos como pedras e metais. Ao longo da realização do estágio, além do acompanhamento das atividades da empresa, buscou-se desenvolver atividades como melhoria contínua, com ferramentas de gestão de negócios, sendo de grande valia para a corporação e na formação de Engenheiro Agrônomo.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO**

Atualmente a empresa CMPC, possui 231.756 hectares de área produtiva para eucalipto destinados à produção de celulose no Rio Grande do Sul espalhados em diversos municípios, além de 11.732 hectares de plantação de Pinus destinados para comercialização de madeira, em Pirai do Sul no Paraná. A espécie mais plantada pela CMPC trata-se de *Eucalyptus saligna*, seguindo de *E. grandis*, *E. urophylla*, híbridos de *E. urophylla* e *E. grandis*, *E. benthamii* e *Pinus taeda* (CMPC, 2022)

O principal objetivo do manejo florestal é suprir a demanda industrial para a produção de celulose e papel. Para a extração da celulose e suprimento da fábrica, a empresa apresenta 1015 hortos florestais, além de parceiros por meio de arrendamentos. Sendo assim, o setor florestal é de extrema importância para a indústria operar e produzir celulose. Dessa forma, a base florestal está presente em diversos hortos florestais espalhados por regiões do estado do Rio Grande do Sul, divididas nas regionais denominada de Guaíba, Butiá, Encruzilhada, São Gabriel e Pelotas, compreendendo 72 municípios gaúchos. As características de cada regional são mapeadas para um melhor planejamento, isto é, tipo de solo, relevo, estradas de acesso, tudo com objetivo de suprir a demanda de madeira na fábrica. As atividades do estágio curricular foram nas regionais de Guaíba, Butiá e a fábrica, respectivamente no Horto Florestal Barba Negra, Horto Florestal Cerro do Roque e o pátio de madeiras.

### **2.1 Caracterização Climática**

As informações climáticas nas áreas de plantio são obtidas das estações automáticas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) no Rio Grande do Sul e das estações automáticas próprias da CMPC para o monitoramento em tempo real. O clima da regional é subtropical úmido, segundo a classificação de Koppën e Geiger é classificado como Cfa, que significa que clima subtropical, com temperatura média varia entre -3°C e 18°C no mês mais frio, sendo

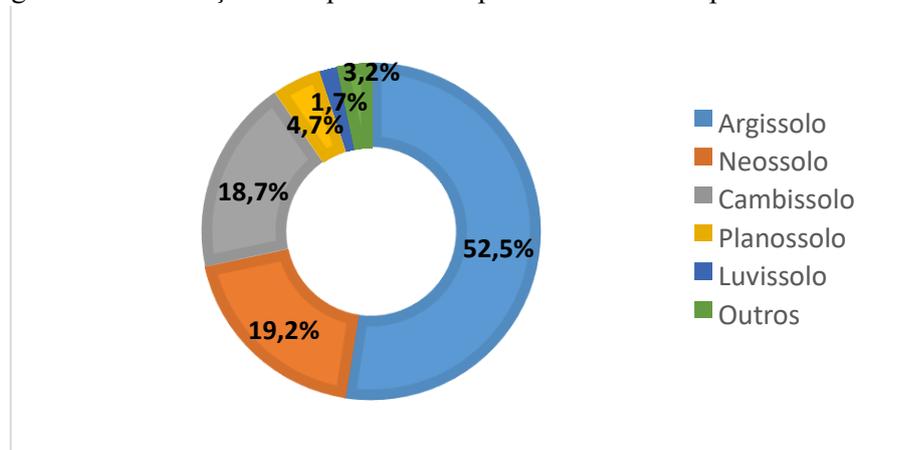
úmido o ano todo com verões quentes. De acordo com os dados do Plano de Manejo Florestal da CMPC, a pluviosidade média anual foi de 1476 mm. As informações são utilizadas para auxiliar nas estimativas de crescimento florestal, estabelecer índices de risco de incêndios e analisar fenômenos climáticos extremos que podem ocasionar danos aos plantios.

## 2.2 Caracterização edáfica

Os solos das áreas produtivas são monitorados por meio de coleta de amostras de solos conforme determinada programação. Com base nos resultados de análise de solos e da demanda de nutriente de cada material genético é realizado o balanço nutricional das áreas e efetuadas as recomendações de adubação. A interação do genótipo e o ambiente é uma das características mais importantes na recomendação ou escolha de cultivares florestais (EMBRAPA, 2022) sendo o solo um fator importante.

Os hortos florestais apresentam Argissolos, Cambissolos, Neossolo e Planossolos, conforme evidenciada no gráfico. Os outros tipos incluem Latossolos, Chernossolos, Plintossolos, Nitossolo e Gleissolos representam uma parcela pequena nas áreas, sendo apenas 3,2% da área produtiva da empresa. O horto florestal Cerro do Roque tem um total de 511 hectares destinados ao plantio de eucaliptos, em 51% da área apresenta Neossolo e 43% classificado como cambissolos. O horto florestal Barba Negra possui uma área de 7438 hectares destinados ao plantio, o que apresenta 51% de argissolo, 27% de neossolos em sua área. Todas estas informações estão contidas no cadastro florestal da empresa. A Figura 1 mostra a distribuição dos tipos de solos em todas as áreas produtivas, sendo 52% argissolos.

Figura 1: Distribuição dos tipos de solos presentes nas áreas produtivas da CMPC



Fonte: Cadastro Florestal CMPC, 2023

### **2.3 Caracterização da vegetação**

Os municípios de abrangência do estágio curricular estão localizados no Bioma Pampa, que abrange a parte meridional do estado do Rio Grande do Sul. O município de Barra do Ribeiro apresenta grandes contrastes e diversidade de formações de vegetação, quanto às regiões fitoecológicas encontra-se situado em regiões das formações Estepes, Floresta Estacional Semidecidual e Formações Pioneiras. O município de Butiá encontra-se situado em regiões de estepe (81% da área), Floresta Estacional Decidual e formações de pioneiras (IBGE, 2022). O termo Estepe tem sido adotado internacionalmente para designar os campos da Zona Temperada com presença de cobertura formada por espécies herbáceas de porte baixo, com precipitações pluviométricas durante todo o ano, tipicamente temperados. No Brasil, distribui-se, aproximadamente, do paralelo 25°S no Paraná, até o extremo sul do país, englobando a maior parte dos campos da região, especialmente os do Planalto Meridional e os da Campanha Gaúcha (IBGE, 2022)

### **2.4 Caracterização Socioeconômica da área de atuação da CMPC**

As áreas utilizadas para o manejo florestal da empresa estão distribuídas em 72 municípios do estado do Rio Grande do Sul. A empresa utiliza um sistema informatizado como meio de registro e controle de demandas apresentadas pelas comunidades vizinhas afetadas pelas operações florestais. Mensalmente é elaborado um relatório das atividades de relacionamento externo de cada regional, de modo que todas as equipes estarão alinhadas sobre as operações florestais.

A partir das informações sobre os impostos gerados pela empresa e o total arrecadado pelo município, identifica-se a relevância desse recurso onde a área de plantio é maior, o que evidencia a importância das atividades de manejo florestal no potencial econômico das comunidades. Os programas socioambientais realizados pela empresa incluem ações de comunicação e de apoio às iniciativas locais voltadas às áreas de educação, geração de renda e qualidade de vida. Os municípios de atuação apresentam diferentes perfis socioeconômicos e de desenvolvimento conforme a Tabela 1, enfatizando apenas os municípios visitados durante o período do estágio.

Tabela 1: Indicadores socioeconômicos dos municípios pertencentes a base florestal CMPC

<b>Municípios de atuação de base florestal CMPC</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>População</b>	<b>Pop. Rural (%)</b>	<b>IDH</b>	<b>Principais Atividades Econômicas</b>	<b>PIB per capita (R\$)</b>
<b>Guaíba</b>	376,8	95204	2	0,73	Indústria e Comércio	53974,61
<b>Barra do Ribeiro</b>	730,8	13365	26	0,67	Agricultura e Turismo	22273,01
<b>Butiá</b>	768,9	34643	5	0,69	Mineração, agricultura e pecuária	20920,10

(Tabela modificada do plano de manejo florestal CMPC, 2022)

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO

A CMPC (*Compania Manufacturera de papeles y Cartones*) foi fundada em 1920 no Chile, caracterizada como uma multinacional com alcance global, produtora de celulose branqueada a partir da fibra curta de eucalipto. Atualmente existem 44 unidades industriais presentes em oito países sendo Brasil, Chile, Argentina, Colômbia, Equador, México, Peru e Uruguai. Além disto, encontra-se em quatro plantas destinadas a produzir e comercializar celulose e seus produtos, localizadas no Chile são as unidades Laja, Santa Fé e Pacífico, e no Brasil apenas a Unidade Guaíba.

No Brasil, as atividades iniciaram em 2009, a partir da aquisição da Unidade Guaíba, que pertencia a Aracruz Celulose. Neste momento, a unidade Guaíba é a maior indústria do Rio Grande do Sul, e a segunda maior no setor na América Latina. Vale destacar que no Brasil, a produção de celulose de fibra curta de eucaliptos atingiu a produção de 2 milhões de toneladas de celulose por ano e 60 mil toneladas de papel/ano em 2022. (CMPC, 2022). Conforme os dados 2022 da base florestal da CMPC, a empresa possui 1015 propriedades, distribuídas em 72 municípios, com área total 476.356 hectares com 231.756 hectares de área produtiva (plantio efetivo mais as áreas aguardando plantio) e um total de 199.168 hectares de área de conservação, preservação ou restauração. Estas áreas estão distribuídas no estado gaúcho abrangendo as regiões da Depressão Central, Campanha e Escudo Sul-Riograndense. Por se tratar de uma empresa com base florestal, as atividades dependem dos recursos naturais e por consequência tem a responsabilidade de assegurar e contribuir para a qualidade e uso destes recursos.

Em conformidade com a responsabilidade de ser uma empresa sustentável, em 2012 foi obtida a certificação FSC (*Forest Stewardship Council*) do patrimônio florestal do Chile e do

Brasil. A certificação FSC é um sistema de certificação florestal com credibilidade internacional de grande importância pois é a garantia de qualidade no manejo e produção responsáveis, pois a corporação em sua base florestal segue rigidamente as normas ambientais com respeito à natureza e contribui para o desenvolvimento econômico social e econômico. Outra certificação que compreendem o manejo florestal é a CERFLOR, um programa brasileiro reconhecido pelo sistema europeu PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes*), com critérios e indicadores descritos em normas ABNT onde conciliam aspectos econômicos, ambientais e sociais. No período de 2013 a 2015, foi implantada a unidade de produção de celulose Guaíba II, conseqüentemente houve a demanda de mais madeira para a unidade (Figura 2).

A empresa tem extrema importância socioeconômica no estado do Rio Grande do Sul, impactando diretamente na economia das regiões em que está presente. De acordo com dados da empresa, a companhia impacta diretamente na geração de empregos diretos, indiretos e induzidos, com aproximadamente 45 mil postos de trabalho no Rio Grande do Sul. O grupo possui 17 mil colaboradores diretos atuando em três áreas: celulose, embalagens e papel de tipo Tissue e com clientes presentes em 44 países (CMPC Brasil, 2022). Os principais produtos são celulose kraft branca de pinus radiata, papel sack kraft, celulose kraft não branqueada, celulose kraft branqueada de eucalipto, papéis de impressão e escritura.

Figura 2: Unidade Guaíba CMPC Brasil, Rio Grande do Sul.



Fonte: CMPC, 2023.

A base florestal deverá expandir para atender o consumo, sendo uma das principais metas corporativas, conseqüentemente é necessário aumentar os índices de mecanização florestal. A vista dessa problemática, o estágio curricular em agronomia acompanhou atividades do plantio mecanizado de eucalipto e nova tecnologia na prática da destoca. De forma específica buscou-se testar e analisar tais operações para o investimento em larga escala na corporação. A correta prática de plantar, colher e manejar a floresta garante o sucesso e diminui os impactos ambientais. A empresa CMPC tem a preocupação de mitigar os impactos pela sua atuação com o objetivo de atender os princípios de sustentabilidade, como práticas para redução de resíduos e poluição sonora, preocupação com a qualidade do ar, e no âmbito florestal não seria diferente. A excelência das operações é primordial, essencial e juntamente com conceito de práticas conservacionistas de solo, plantar eucalipto pode ser sim uma boa opção aos produtores.

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Cultura do Eucalipto**

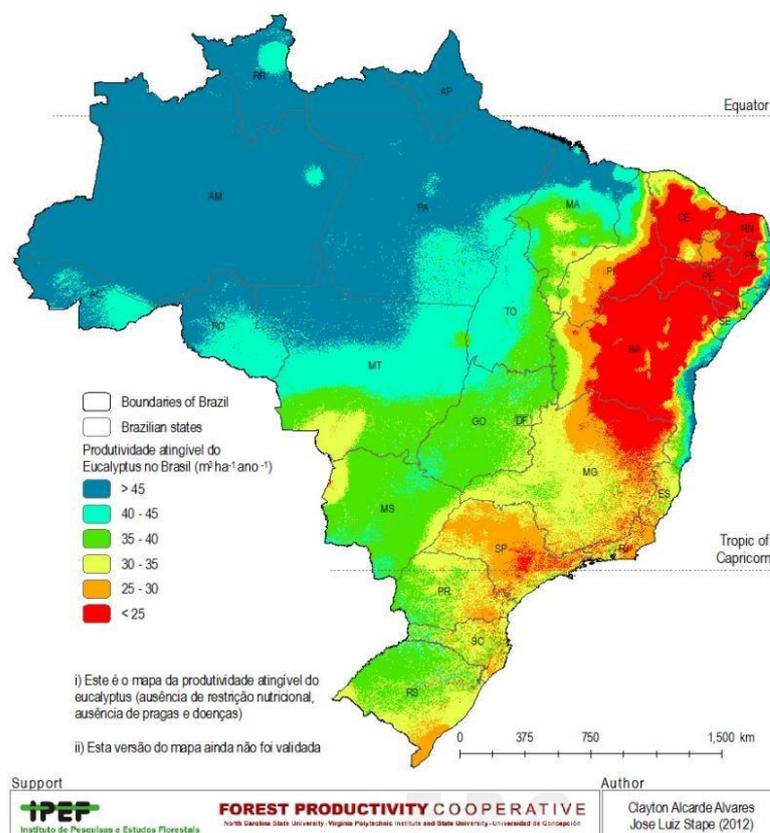
O gênero *Eucalyptus* é composto por plantas angiospermas pertencentes à família botânica das Myrtaceae que formam flores e frutos lenhosos e são eudicotiledôneas. Nativo da Oceania são árvores de grande porte e de grande interesse econômico. Apresentam um ciclo de manejo de curta duração, aproximadamente sete a oito anos. Os primeiros registros botânicos ocorreram em meados de 1700, atualmente possui cerca de 700 espécies adaptadas a diferentes climas, solos e para diferentes finalidades consideradas plantas perenifólias, isto é, permanecem com suas folhas ao longo do ano inteiro. (Embrapa Florestal, 2022)

A maior parte das plantações tem finalidade econômica, portanto deve ser considerar a escolha da espécie e no tipo de manejo pois interferem no produto final. No Brasil, a área de plantio efetivo florestal do ano de 2021 foi de 3.091.481 ha, sendo 2.961.214 ha destinados ao plantio de Eucalipto e 130.267,56 ha ao plantio de Pinus. Tais números equivalem a 42,5% e 8,0% da área total plantada de Eucalipto e Pinus, respectivamente (IPEF, 2022). Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Rio Grande do Sul são os principais produtores de florestas no país (IBÁ, 2022).

Os primeiros plantios florestais em solo brasileiro ocorreram no século passado, quando em 1903 as primeiras mudas de eucalipto foram plantadas para a utilização da madeira em estradas de ferro. Em 1909, foi publicada a primeira obra de Navarro de Andrade, intitulada “A cultura dos *Eucalyptus*”, onde foram apresentados resultados de pesquisas destacando a

qualidade, rápido crescimento e durabilidade da madeira (ROGRIGUES et al, 2021). Na década de 60, as áreas de florestas plantadas em sua maioria foram com eucalipto e pinus. O estado do Rio Grande do Sul tem o eucalipto como a principal espécie plantada, com o IMA (incremento médio anual) superior à média brasileira, variando entre 38 e 45m<sup>3</sup>/ha/ano. Apesar do aumento significativo da base florestal, a área manteve-se estável, pois aumentou-se o interesse para outros usos como pastagens e cultivo de grãos. (AGEFLOR, 2020)

Figura 3: Produtividade atingível do Eucalipto



Fonte: IBGE, 2022

O avanço de programas de melhoramento genético e do aprimoramento de práticas silviculturais possibilitou o aumento da produtividade. A produtividade do eucalipto pode ser observada na Figura 3, tais vantagens só foram possíveis pela inovação e adaptação de desafios encontrados nas operações. Ademais, vale destacar o aumento do nível de mecanização florestal observado nos últimos anos. Tais condições conferem potencial de crescimento e com alta competição no setor, que por sua vez abre mais espaço para desenvolvimento e gerenciamento de novas tecnologias e indicadores (IPEF, 2022).

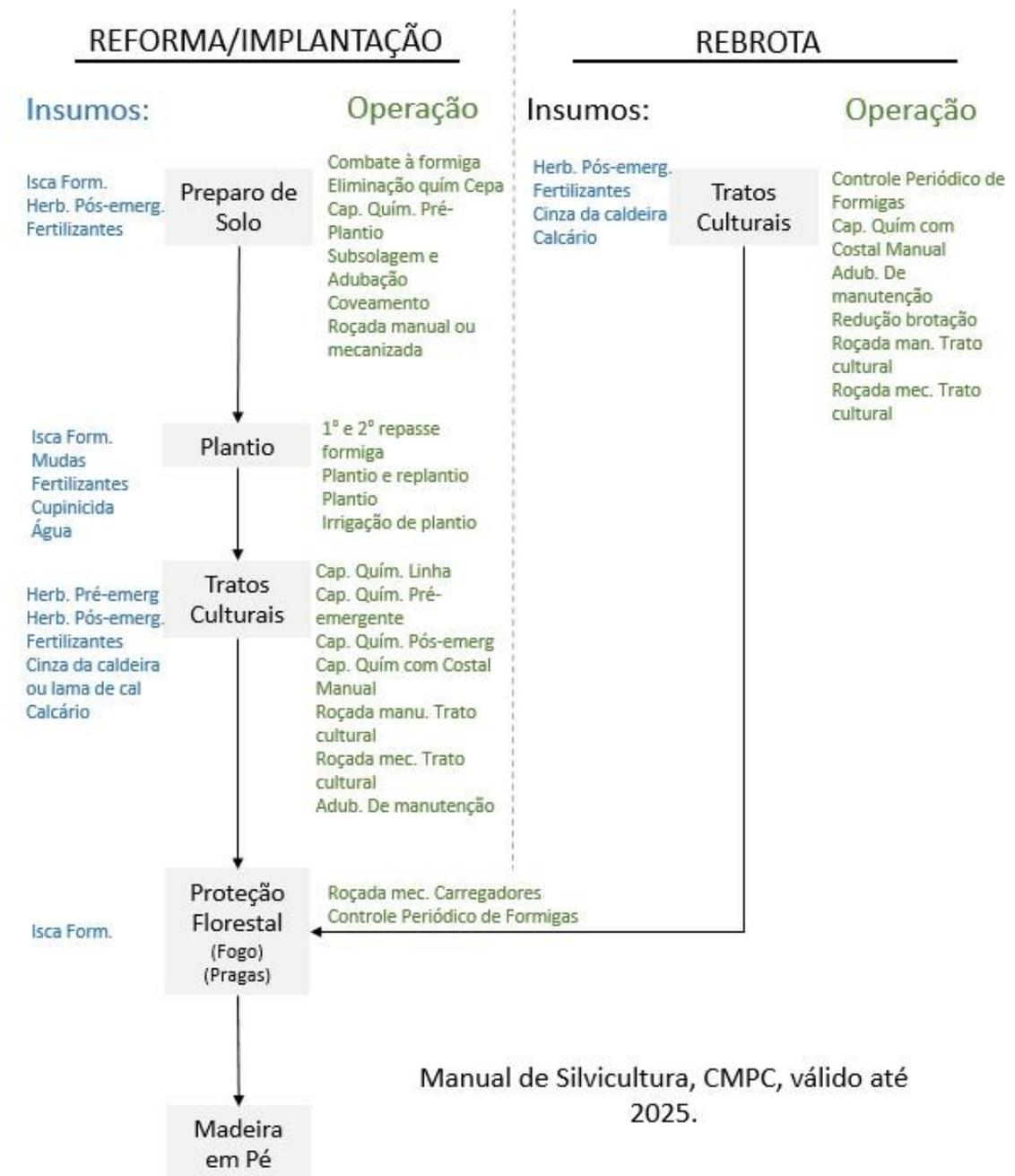
## 4.2 Manejo florestal na cultura do eucalipto

O primeiro passo para o manejo é a escolha da espécie, analisando os fatores de exigência de clima, solo, finalidade de plantio, tempo de rotação, produtividade, custo, disponibilidade de sementes ou mudas, entre outras para a tomada de decisão. Para usos de papel e celulose, recomenda-se *E. grandis*, *E. saligna*, *E. globulus* e *E. urophylla* e híbridos urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*) (WICKEN et al, 2008). É necessária a adoção de um conjunto de medidas silviculturais como a época de plantio, preparo de solo adubação e tratos culturais destinados a favorecer o crescimento inicial das plantas (CMPC, 2022).

Seguindo certificações e normativas, o manejo silvicultural para celulose é aplicado a densidade inicial de 1333 plantas por hectare, com idades de corte entre 7 e 25 anos, contudo o ideal é corte ao redor de oito anos para uma boa fibra (WILCKEN, 2008). A celulose é um polissacarídeo componente da parede celular das fibras de plantas, sendo sua extração e beneficiamento são realizados no processo industrial separando-a da lignina, resinas e minerais da madeira. Após beneficiada, a celulose é lavada, filtrada, branqueada, prensada e embalada em fardos e posteriormente comercializada. Vale destacar que toda a matéria prima, a madeira, é controlada e proveniente de áreas reflorestadas em conformidade com as legislações ambientais e sociais (CMPC, 2022).

Os empreendimentos direcionados à monocultura de floresta plantadas ocorrem em três grandes fases: implantação e reforma; manutenção/operação dos plantios, colheita e transporte (RODRIGUES et al, 2021). A Figura 4 apresenta as atividades de cada fase sendo a fase de implantação significa que anteriormente não existia plantação comercial de eucalipto na área, abrange as atividades de limpeza e preparo de solo. Áreas de reforma é quando a área vai ser feita novamente o plantio de eucaliptos, isto é plantio após um ciclo produtivo. Há também a possibilidade de fase de rebrota que é o novo povoamento obtido a partir da brotação das cepas das árvores remanescentes da colheita do eucalipto (Plano de manejo florestal CMPC, 2022).

Figura 4: Esquema sobre o manejo silvicultura CMPC 2022 em diferentes fases.



Fonte: Manual da Silvicultura CMPC

A manutenção dos plantios são os tratos culturais necessários para o desenvolvimento da floresta, como combate à formiga, aplicação de herbicidas e adubações nas áreas (Figura 4). Cada horto florestal é dividido em talhões e em cada talhão, há uma plantação que em determinada idade e desenvolvimento, é cortada e descascada, derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e formação de pilhas de toras, que por meio de um equipamento chamado Harvester e o baldeio por meio do forwarder são realizadas as operações.

A colheita é constituída pelas etapas de corte, extração e carregamento. O corte é primeira etapa e compreende as operações de derrubada, desgalhamento, descascamento, traçamento e empilhamento. A extração envolve a movimentação da madeira do local de corte até a estrada, também denominado de baldeio, arraste ou transporte primário. (RODRIGUES et al, 2021). O uso dos tratores agrícolas representa a maior parte da frota das empresas florestais no Brasil. A classificação é trator agrícola, trator esteira e trator florestal. A presença de maior número de tratores agrícolas está diretamente relacionada com a baixa disponibilidade no mercado nacional de tratores florestais que atenda as características necessárias para as práticas e atividades silviculturais. Os tratores esteiras são amplamente utilizados na construção civil, e são utilizados para algumas atividades de preparo de solo como subsolagem, realinhamento e rebaixamento de tocos, os tratores agrícolas representam 77,2% dos tratores disponíveis para realização das atividades. Muito além de só aumento de produtividade e melhoria, proporcionar maior segurança aos colaboradores também é uma tarefa do desenvolvimento e inovação. A maioria dos tratores possuem proteções instaladas pois como são tratores agrícolas usados nas atividades em áreas florestais há necessidade de aumentar a segurança dos operadores (GUERRA et al, 2021).

A mecanização do trabalho florestal pode proporcionar a melhoria nas condições de trabalho, otimizar recursos, aumentar a produtividade do homem, sendo considerado princípios básicos da mecanização agrícola. Segundo o Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal (PCMAF) associado ao Instituto de Pesquisa e Estudo Florestais (IPEF) a mecanização das atividades florestais de algumas atividades como colheita e transporte de madeira terem evoluído, outras como a silvicultura, ainda estão longe de atingir níveis razoáveis de produtividade e sua trajetória está sendo mais lenta do que necessário. Infelizmente, a mão de obra está cada vez mais escassa, devido a migração de pessoas para grandes centros urbanos pois o trabalho de campo ofertados pela silvicultura apresentam condições ambientais desfavoráveis como sol, calor, chuva e grandes deslocamentos até os hortos florestais.

Segundo dados do IPEF e PCMAF, a quantidade média de operadores de máquina empregados para a realização das operações silviculturais é de 14,3 colaboradores para cada 10000ha no ano de 2020/2021. Maioria dos tratores são de empresas prestadoras de serviço (EPS), sendo apenas 32,9% pertencem às empresas florestais (GUERRA et al, 2021). Na CMPC não seria diferente, a maioria das máquinas e equipamentos são de empresas prestadoras de serviços. O índice de tratorização indica a quantidade de tratores utilizados nas atividades de silvicultura, de acordo com dados da IPEF para cada 10000hectares de floresta plantada é em média 8,7 tratores e o Índice de implemento é de 15,5 implementos a cada 10000 ha. Assim

como os tratores, os implementos também podem ser utilizados para operações florestais em ambas as culturas florestais.

A empresa também estuda e respeita a flora e a fauna de diferentes regiões, como o ciclo reprodutivo do pássaro Charão, onde é modificado o planejamento e atividade da área para respeitar o tempo de acasalamento desta espécie (CMPC, 2022). Importantes funções das florestas plantadas são a diminuição da pressão sobre florestas nativas, manutenção da biodiversidade, reaproveitamento de áreas degradadas, sequestro de carbono, redução dos processos erosivos, proteção do solo e da água, além de geração de emprego e renda para a população (AGEFLOR, 2020).

## **5. ATIVIDADES REALIZADAS**

O teste do Plantio mecanizado de eucalipto ocorreu no município de Butiá, no horto Cerro do Roque (-52,094335, -30,211019), a 27 km da fábrica, com a máquina Plantamax Timber, regional Butiá. Já o teste da prática do rebaixamento de tocos foi com a máquina Destocador Roder ocorreu no município de Barra do Ribeiro (-51,194959, -30,379418) no horto florestal Barba Negra, regional Guaíba com distância de 19 km da fábrica.

O acompanhamento na parte de desenvolvimento e inovação florestal que teve como finalidade otimização de custos e aumento do nível de mecanização. Desde o preparo do solo até o monitoramento dos talhões, com práticas silviculturais (Figura 4) como o combate a formiga, plantio, adubação de cobertura, adubação de manutenção, capinas química pré-plantio, eliminação e condução da rebrota, manejo de pragas e doenças. As tarefas desenvolvidas foram no estudo, testes e análises de projetos com objetivo de melhoria ou comprovação do seguimento de normativas e certificações já existentes na empresa. Dentre as atividades realizadas esteve o plantio mecanizado de eucalipto, acompanhamento do teste da nova tecnologia na prática de rebaixamento de toco e o monitoramento de resíduos, pedras e metais.

### **5.1 Teste do Plantio Mecanizado PlantMax Timber**

O teste foi realizado no horto florestal Cerro do Roque, no município de Butiá pertencente a regional Butiá, a 27 km da fábrica, com duração de 6 dias. Com área produtiva total de 511 hectares distribuídas em diferentes talhões, a área destinada ao teste foi de 47 hectares onde foi realizado o preparo do solo registrado no sistema de GPS. Antes de iniciar o

período de teste, foram realizadas atividades de combate à formiga com o uso de formicida BLITZ (Fipronil), além de preparo de área com rebaixamento de toco com a máquina DENIS CIMAF com rolos rotativos e capina química com uso do herbicida SCOUT (Glifosato) e VALEOS (Saflufenacil) com aplicação em área total e adubação com NPK (05-28-06) na linha de plantio registrada no GPS.

Atualmente na maioria das áreas da empresa, o plantio manual é feito com grandes equipes de colaboradores, com equipamento conhecidos como saraguá. O plantio mecanizado com a máquina Plantmax Timber proporcionou um novo cenário para a mecanização na silvicultura. As avaliações levaram em consideração a avaliação operacional e de qualidade silvicultural do plantio realizado da plantadora PlantmaX desenvolvida pelo IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) e a PCMAF (Programa Cooperativo sobre Mecanização e Automação Florestal) (Figura 5). Para desempenhar a função de plantio foi necessário um operador na máquina base fazendo deslocamento e manobras e outro no sistema de plantio para abastecimento de mudas e configurações de espaçamentos, um número bem menor de colaboradores quando comparada ao plantio manual.

Figura 5: Visão geral do conjunto mecânico de plantio.



Fonte: IPEF, 2023.

O conjunto mecânico é composto por um forwarder como máquina base da fabricante Ponsse (modelo buffalo) com 210 kW de potência que traciona uma plantadora da fabricante Plantma, modelo PlantmaX2. Na parte dianteira há o GPS, computadores de bordo que fornece

informações da parte traseira e externa, que se encontra dois braços mecanizados com cabeçote plantadores responsáveis pelo plantio das mudas no solo. Cada braço contém como componentes: ponteira, compactadores, sistema de limpeza, bicos aspersores de herbicida, sapatas e funil. Vale destacar que os bicos aspersores de herbicidas estão em fase de implementação, pois no futuro deseja-se incorporar na operação de forma simultânea o plantio e aplicação de herbicida pré-emergente, produto químico utilizado em tratos culturais para evitar, por um certo período, a germinação de sementes de plantas indesejadas.

O espaçamento para o plantio desejado foi de 3,3 entre linha e 2,2 m entre plantas. A distância entre os braços mecânicos, isto é, a distância entre linhas pode ser modificada através pelo computador de bordo na cabine do implemento. Também podem ser alteradas as configurações referentes a pressão exercido contra o solo variando entre 0 e 100bar (IPEF, 2022). A cabine também possui mesa para posicionamento das mudas (Figura 6), e um armazenamento de mudas (magazine) com capacidade de 30.000 mudas, bastante interessante pois acelera o processo de reabastecimento e diminui tempos auxiliares. Salienta-se que a máquina plantamaX2 não realiza irrigação após o plantio. As mudas utilizadas de eucalipto foram da espécie *Eucalyptus saligna*, disponibilizadas pelo viveiro próprio da empresa CMPC, que fica localizado no município da Barra do Ribeiro. O material genético da espécie é recomendado para a região, conforme o plano de manejo florestal.

Figura 6: Visão Interna do sistema de alimentação de mudas e computador de bordo.



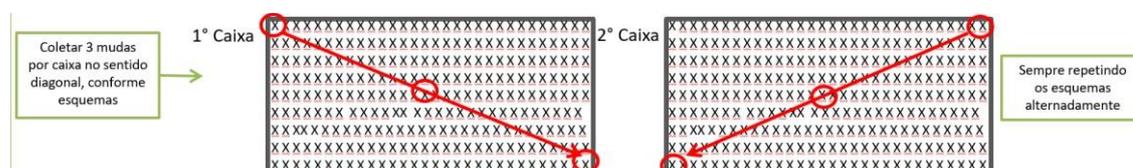
Fonte: IPEF, 2023.

Na parte frontal e inferior, há dois escarificadores com oito dentes cada utilizando motores com até oito configurações de pressão aplicado ao solo entre 0 e 2000 kgf. A máquina

foi configurada para operar de forma contínua, isto é, onde possibilita a utilização do sistema de detecção de obstáculos, compensando falhas de plantio por encontrar algum impedimento, mas mantendo o número de indivíduos por hectare, sendo determinado pela empresa 1333 plantas por hectare (WILCKEN, 2008).

A metodologia do monitoramento da qualidade nas mudas foi considerada para a decisão de descartes das mudas, onde se avaliou a altura das mudas, número de pares de folhas, sistema radicular, tolete/ápice e manchas foliares. Cada caixa de mudas expedida pelo viveiro possui 197 mudas. A amostragem inicial foi de três mudas por caixa (Figura 7), com a coleta no sentido diagonal da caixa. A altura das mudas deve ter de 20 a 45 cm de altura e o substrato de no mínimo 10 cm. Dessa forma, mudas muito longas sofreram danos causados pelos braços mecânicos da máquina, já substratos desagregados, erodidos ou menor que a altura sugerida não fixando bem ao solo, prejudicando na qualidade do plantio. Vale destacar que este tratou-se de uma análise inicial de mudas, pois durante a operação observou-se um maior número de descartes, contudo ainda dentro do limite máximo aceitável pela empresa.

Figura 7: Esquema da amostragem para a qualidade das mudas expedidas em cada caixa.



Fonte: Manual de Operações externas CMPC, 2023.

Durante todo o período, a responsabilidade da coleta de dados e compilação foi totalmente do estagiário. Muito antes de qualquer teste realizado, é de responsabilidade do estagiário verificar as metodologias e os controles de qualidade já existentes na corporação. Garantir que siga os mesmos parâmetros da operação florestal. A metodologia para avaliação da qualidade no plantio seguiu o controle de qualidade próprio da empresa, com os parâmetros de espaçamento entre mudas, espaçamento entre linhas, substrato exposto, além do número de mudas duplas, mudas frouxas e falhas na linha de plantio. A avaliação foi realizada em parcelas formadas por 10 plantas na linha de plantio e 10 plantas entre linhas, distribuídas aleatoriamente no talhão de forma que represente a área, também foi registrado a quantidade de mudas descartadas a cada dia de teste.

A avaliação operacional foi realizada através do projeto de tempos e movimentos existente na empresa, que é essencial como uma ferramenta de gestão, no qual consiste em monitorar e registrar as atividades desenvolvidas em cada turno trabalhado (Tabela 2). Esta metodologia foi adaptada de Balastreire (1987) e Pacheco (2000) serve para cálculos das capacidades de campo, eficiência operacional e disponibilidade mecânica das máquinas. Durante o estágio acompanhou-se diretamente as informações sobre a jornada de trabalho. Ao observar os dados, é possível gerenciar e tomar decisões, por exemplo quando há um grande tempo em deslocamentos ou manutenções é possível investigar e diminuir o foco do problema.

Tabela 2: Metodologia de Tempos e Movimentos

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>	<b>Elementos/Etapas</b>
<b>Produtivo</b>	Etapas diretamente relacionada a produtividade.	Operação
<b>Auxiliar</b>	São essenciais para que a operação ocorra.	Manobras Abastecimento de insumos Abastecimento de combustível Deslocamento entre talhões Paradas para necessidades.
<b>Manutenção</b>	Etapas relacionadas as manutenções preventivas e corretivas	Aferição e regulagem de implementos Lubrificações Inspeções Limpeza de máquinas e implementos
<b>Improdutivo</b>	Etapas não previstas no planejamento e que interfiram na produtividade	Atrasos operacionais Erros logísticos Eventos climáticos Erro de planejamento

Fonte: IPEF, 2023.

A partir das informações obtidas do tempo produtivo, tempo auxiliar, tempo improdutivo e tempo em manutenção pelo acompanhamento dos turnos de trabalhos, foi calculado a capacidade de campo, capacidade de campo efetiva, capacidade de campo operacional e eficiência operacional. Para o processamento destes dados e cálculos, utilizou-se o software

Excel com base no presenciado nas atividades a campo, incluindo também que a cada dia de teste foi registrado o horímetro (horas motor) e a área trabalhada da máquina.

## **5.2 Teste do Rebaixamento de tocos (RODER)**

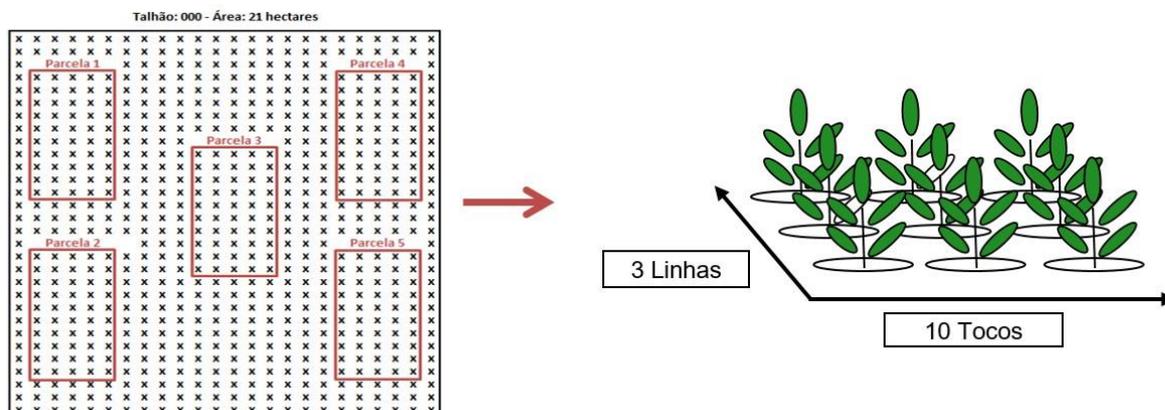
O teste do Projeto Roder foi do período de novembro de 2022 a fevereiro de 2023, no horto florestal Barba Negra, com o objetivo do projeto na redução do custo de rebaixamento de tocos em áreas com pedras e inclinadas, com foco específico na análise de viabilidade técnica e econômica da atividade com o implemento RODER. A alternativa Roder é um produto nacional, utilizado na reversão de áreas de floresta para áreas agricultáveis, trabalha em baixa rotação (torque), de simples instalação e possui modelos dimensionados para escavadeiras, retos e tratores de pneus (RODER, 2023)

O destocamento consiste em remoção de árvores e tocos de uma área, cortando abaixo da superfície do solo, levantando-se e empurrando em pilhas (Manual de Silvicultura, CMPC 2022). A destoca convencional é um dos processos mais caros entre as práticas silviculturais (R\$/ha) conforme o plano de manejo florestal da empresa. Atualmente, a CMPC realiza rebaixamento de toco para área de reforma para apenas entrada de máquinas para tratos posteriores (como grade, roçadeiras, pulverizadores entre outros), utilizando o rebaixamento de tocos DENIS CIMAF, que possui um rolo rotativo com várias lâminas que tritura o toco, com 2.500 rotações por minuto, com motor hidráulico de pistão de deslocamento variável. A vantagem deste implemento é que facilita a degradação dos resíduos no solo, pois tritura os resíduos. Vale destacar que tal equipamento, por possuir altas rotações é indicado para solos mais rochosos. Contudo este implemento não atinge profundidade maiores no solo, apenas facilita os acessos de outras máquinas, não tornando disponível para outros cultivos agrícolas. A utilização de uma nova máquina, na conversão de tocos de plantio florestal, transforma novamente em uma área agricultável. Um dos problemas relatos pelos produtores agrícolas parceiros da CMPC é a qualidade do solo após o fim do ciclo. O mito conhecido por muitas pessoas é que a produção de eucaliptos causa enorme degradação ao solo, devido à grande quantidade de resíduos gerados e a presença dos tocos na área.

As grandes empresas de reflorestamento também têm que conviver e gastar grandes somas de recursos econômicos para reduzir as dificuldades que os tocos lhes trazem nas operações de reforma ou de condução das florestas após a colheita. Essas empresas geralmente fazem a colheita de forma mecanizada, com sofisticados equipamentos como “harvesters” e “feller bunchers” (IPEF, 2022). Ao mencionar rebaixamento de tocos ou destoca nas áreas, é

importante ter conhecimento sobre o corte realizado na colheita, pois a altura das cepas pode ser um problema (Figura 9).

Figura 8: Metodologia para avaliação das cepas na área



Fonte: Controle de Qualidade de Operações Externas CMPC, 2022.

Para iniciar os testes nas áreas, foi realizado um levantamento das características dos tocos presentes, sendo um parâmetro de qualidade da colheita, sendo os parâmetros observados foram altura da cepa (Figura 9A e 9B), diâmetro base e diâmetro médio. A qualidade do corte foi avaliada seguindo a metodologia da qualidade do corte, avaliada no momento da operação sendo uma amostragem de 5 parcelas no talhão, avaliando 10 tocos em cada linha. A Figura 8 foi retirada da metodologia do monitoramento da qualidade, demonstrando a amostragem das parcelas no talhão e distribuição.

De acordo com a metodologia de monitoramento da qualidade do corte da empresa, a altura das cepas não pode ultrapassar 12cm. Quanto menor a altura das cepas, maior quantidade de madeira que foi colhida. Cepas maiores apresentaram maior número de brotações, devido a presença de gemas laterais (Figura 9A e 9C) e por consequência requer maior uso de insumos para o controle químico destas brotações. Também vale mencionar, que o toco alto significa perda de madeira. As condições das cepas também são importantes pois são classificadas como normal, estilhaças e ou repolhuda, pois a condição do toco interfere na manutenção da broca do destocador.

Figura 9: Avaliação das cepas de eucalipto.



Fonte: Autora, 2023.

Assim como o teste do plantio mecanizado de eucalipto, o rebaixamento de tocos com a tecnologia RODER também seguiu a metodologia de tempos e movimentos de Balastreire (1987) e Pacheco (2000) para monitorar a duração de atividades de cada turno de trabalho. Acompanhou-se os tempos produtivos, tempos auxiliares, tempos em manutenção e tempos improdutivos durante os turnos de trabalho para determinar a eficiência operacional da operação. Ao definir o rendimento operacional e identificar os tempos desperdiçados, obtivemos as informações necessárias para realizar uma gestão eficaz do processo. Esses dados valiosos fornecem subsídios para otimização dos procedimentos, resultando em uma operação mais eficiente e produtiva. Com a abordagem baseada em dados concretos, podemos aprimorar o desempenho e alcançar melhores resultados no cultivo do eucalipto e em todas as etapas do rebaixamento de tocos com a tecnologia RODER.

### **5.3 Monitoramento de resíduos (pedras e Metais)**

A matéria prima da CMPC é a madeira, sendo plantada e colhida de forma que atenda a demanda da produção diária da fábrica. Sendo assim, o transporte dessa madeira é feito por meio rodoviário e hidroviário. A chegada dos caminhões e barcaças à fábrica depende exclusivamente da produção diária do picador. De acordo com os dados da empresa, a média de caminhões por dia é de 500 por dia, abastecendo diretamente as linhas de picagem. Por meio

hidroviário, as barcaças são abastecidas no porto de Pelotas com destino à Guaíba, sendo a duração da viagem aproximadamente de 25 horas, a madeira vinda das barcaças pode ir diretamente para as linhas de picagem ou para o pátio de madeiras.

Na unidade de Guaíba há o pátio de madeiras, que a função é receber e armazenar as toras dispostas em quadras e pilhas. O estoque do pátio possui capacidade para 200.000m<sup>3</sup> de madeira, considerado um estoque estreito quando em comparação com empresas do mesmo setor. A empresa do mesmo setor, SUZANO, na sede em Três Lagoas, possui um estoque no pátio de madeiras de 800.000 m<sup>3</sup>. Já a CENIBRA, Celulose Nipo-Brasileira S.A, apresenta um pátio com capacidade de 280.000m<sup>3</sup>. Atualmente existe uma equipe de logística para recebimento de madeira e administração do pátio, este acompanhamento é realizado pelo Centro de Operações Integradas (COI). Sob responsabilidade do estagiário, o controle de resíduos (pedras e metais) é essencial para não parar o processo industrial. Seja os analistas de operação florestal ou equipe do pátio de madeiras, os colaboradores são instruídos para que, quando necessários apontar a presença de resíduos (pedras e metais) (Figura 10).

Figura 10: Exemplos de pedras e metais presentes nas operações da CMPC

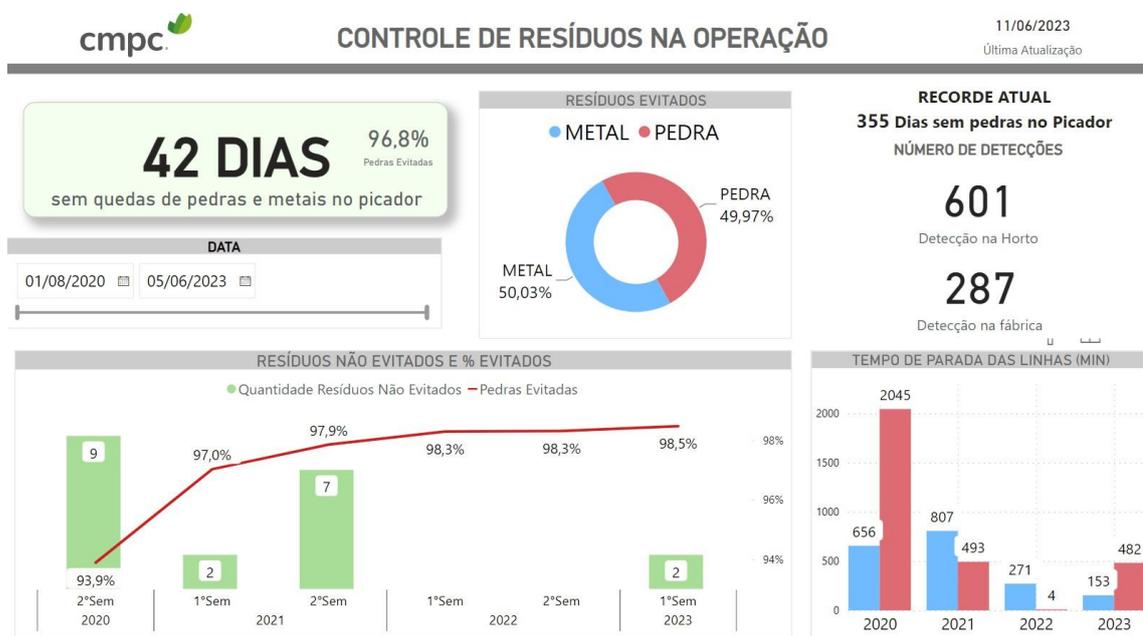


Fonte: Autora e colaboradores CMPC, 2023.

A informação de tais resíduos foi informada ao estagiário de desenvolvimento florestal durante todo período proposto. A contagem de resíduos identificando a data, horto, atividade, quantidade contribui-se para um indicador, denominado KPI (*Key Performance Indicator*). Informando, por exemplo, qual horto apresenta maior número de pedras ou metais. Observando dados históricos, papel do estagiário, realiza-se uma previsão e podendo prever as ações da chegada de determinados caminhões ou ações diretamente nos hortos, no foco, com treinamento de pessoas e ajustes em cercas, por exemplo. Quando identificou o resíduo, seja pedra (Figura 10A e 10B) ou metal (Figura 10C e 10D) foi elaborado um plano de ação, simples como retirada, se for muito grande necessita de equipamentos para remover. Geralmente, quando identificada

é notificada e registrada para a geração de um banco de dados e um painel de controle (Figura 11).

Figura 11: Dashboard do relatório de controle de resíduos Pedras e Metais



Fonte: Controle de Resíduos na Operação CMPC (divulgação interna).

Durante o estágio curricular, acompanhou-se as ações deste indicador no pátio de madeira juntamente com a Central de Operações Integradas (COI) e nos hortos florestais. Além de atualizar os dados que compõe o painel de controle, acompanhei atividades na metodologia de qualidade nas medições, treinamentos, conscientização da importância de eliminar estes resíduos em grupos técnicos na operação, colheita e transporte.

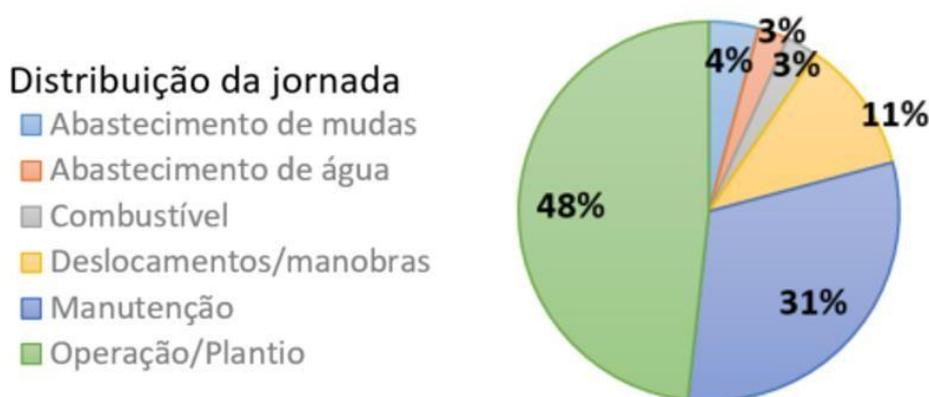
## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Teste do Plantio Mecanizado PlantMax Timber

A área destinada ao teste foi 47 hectares em 6 dias de teste. Para o rendimento operacional, mediu-se as atividades durante a jornada de trabalho da máquina como abastecimento de mudas, abastecimento de água, combustível, deslocamentos/manobras, manutenção preventivas ou corretivas e tempo efetivo de plantio/operação. Conforme o levantamento das informações (Figura 12), a operação apresentou 48% do tempo total sendo

produtiva. A manutenção correspondeu a 31% do tempo total, e esse resultado pode ser atribuído à falta de habilidade dos colaboradores em operar essa nova tecnologia. Durante o teste, foi evidente a necessidade de treinamento do pessoal para garantir o pleno aproveitamento da tecnologia. Embora as manutenções preventivas, como lubrificações, sejam indispensáveis, é possível reduzir o tempo destinado a elas e concentrar esforços na produção. Com um treinamento adequado e uma abordagem mais eficiente para as manutenções, podemos otimizar o uso da tecnologia, aumentar a produtividade e obter resultados mais satisfatórios.

Figura 12: Distribuição do tempo da jornada durante o período do teste.



Fonte: Equipe de Excelência e Inovação Florestal CMPC, 2023.

Com base destas informações de tempo auxiliar, manutenção, improdutivo e produtivo foi possível calcular a capacidade de campo teórica (CCT) sendo a razão de área trabalhada pelo tempo produtivo, o plantio mecanizado apresentou 1,57ha/h. Já o cálculo da capacidade de campo efetiva (CCE) no qual é a razão da área trabalhada e o tempo produtivo mais auxiliar, apresentou 1,04 ha/h. Para considerar a capacidade real da operação dentro do período do teste, calculou-se a capacidade de campo operacional (CCO), sendo a razão da área trabalhada com o tempo total, apresentou CCO igual a 0,72 ha/h. Segundo orientações do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, a eficiência operacional é a razão entre a capacidade efetiva e a teórica, onde apresentou apenas 66%. Devido ao alto tempo disposto para manutenção ser a eficiência operacional ficou abaixo da expectativa, sendo acima de 85%, contudo o valor aproximado de 1ha/h foi satisfatório tendo em vista que o plantio manual demanda mais tempo.

Na análise inicial nas mudas expedidas foram utilizadas 61940 plantas que equivalem a 314 caixas recebidas, com 7% de descarte inicial, ficando dentro do limite aceitável.

Para avaliação da qualidade do plantio executado, ao todo foram avaliadas 950 mudas, sendo 83,3% estavam com plantio conforme, isto é, estavam no espaçamento recomendado,

fixadas no solo, sem substrato exposto, retas e profundidade correta de plantio. A Tabela 3 apresenta os percentuais de cada parâmetro definido anteriormente.

Tabela 3: Avaliação da qualidade do plantio durante o período do teste PLANTMAX2

<b>QUALIDADE</b>		<b>%</b>
Soma de Nº DE MUDAS AVALIADAS	950	
Soma de PLANTIO CONFORME	791	83,3%
Soma de SUBSTRATO EXPOSTO	47	4,9%
Soma de MUDA FROUXA	63	6,6%
Soma de FALHA	46	4,8%
Soma de MUDA DUPLICADA	4	0,4%
Média de MED. METROS ENTRE LINHA	3,27	
Média de MED. METROS MUDA A MUDA	2,23	
Soma de TOTAL MUDAS DESVIOS	160	
Média de PORCENTAGEM DE DESVIO	17%	

Fonte: Equipe de Excelência Operacional e Inovação CMPC, 2023.

A produtividade desta máquina apresentou em média 1,02h/ha, isto é a empresa adota o modo horas por hectare para determinar a produção pois sabe-se o tempo necessário para cada hectare de modo mais ágil, apresentou 1304 mudas por hora. a campo verificou-se os espaçamentos de plantios de acordo com o recomendado, 3,3m entre linha e 2,2m entre planta. Normalmente os plantios são executados com espaçamentos variando no intervalo de 4m<sup>2</sup> a 9m<sup>2</sup> por planta, para celulose recomenda-se 1333 plantas por hectare. Espaçamentos menores produzem árvores de menores diâmetros. (SANTAROSA et al, 2014). O espaçamento correto permite um bom desenvolvimento das plantas, pois em plantios mais adensados ocorre maior competição por luz, espaço, nutrientes e diminuição do crescimento volumétrico (ELOY et al, 2012). Ao seguir as recomendações, obteve-se um desvio de plantio de 17%, abrangendo mudas com substrato exposto, mudas frouxas, falhas de plantio e mudas duplicadas. É relevante destacar que, de acordo com o controle de qualidade da CMPC, o limite máximo aceitável é de 20%, o que demonstra um resultado satisfatório. Além de atender a esses critérios, também era necessário contemplar aspectos do solo. A harmonia entre a escolha das mudas e a análise cuidadosa das condições do solo contribui para o alcance de uma porcentagem de desvio menor. Com esse trabalho, a empresa reafirma o compromisso com a qualidade e a excelência na execução do plantio, assegurando um desenvolvimento saudável e promissor das plantas. A

busca constante pela melhoria nos processos e a atenção aos detalhes reforçam o propósito de preservar e aprimorar o ambiente em que atuamos.

O horto florestal Cerro do Roque apresenta solos do tipo neossolos e cambissolos, infelizmente, não foram realizadas análises físicas do solo. A PlantmaX2 trata-se de máquina superpesada o que pode contribuir para a compactação e degradação do solo. Atualmente, há máquinas e equipamentos altamente produtivos e multifuncionais, porém cada vez mais pesados. A compactação do solo, dependendo do grau em que ocorre, pode reduzir a produtividade e aumentar níveis de erosão (SZYMCZAK et al, 2014). Os danos causados pela compactação em solos de uso florestal diferem daqueles de uso agrícola devido à espécie, ao tamanho, ao ciclo da cultura e as características das máquinas utilizadas (SAMPIETRO, 2011). Em solos compactados, o desenvolvimento de culturas é afetado, por se tratar de uma nova máquina, observa-se pouca literatura disponível. Aconselha-se que futuramente englobe maiores estudos de qualidade física do solo que contribuem para pesquisas sobre os impactos causados pelo plantio mecanizado de eucalipto, pois as condições de umidade e densidade do solo são informações importantes para a pesquisa e desenvolvimento da tecnologia.

Os testes operacionais, como denominados na empresa, não possuem estudo estatísticos dos projetos, que poderia contribuir para melhor acurácia dos resultados apresentados. Os dados de custo e viabilidade econômica não podem ser divulgados externamente, mas a empresa estuda se o alto investimento compensa para ampliar a operação.

## **6.2 Teste do Rebaixamento de tocos (RODER)**

Por se tratar de uma nova tecnologia, era necessário compreender a jornada de trabalho, por isso realizou-se a metodologia de tempos e movimentos. Conforme o gráfico abaixo (Figura 13), apresenta que 87,3% do tempo foi realizando de fato o rebaixamento, destruição do toco, e 7% do tempo total em manutenções, 3,12% auxiliar e 2,54% improdutivo (Figura 13). Mesmo com um tempo produtivo elevado, o destocador RODER apresentou uma produção de 11h/ha, sendo o rendimento médio considerado baixo, mas com grande potencial devido a custos. Lembrando que a empresa adota essa visualização de horas destinadas para finalizar um hectare. Infelizmente, por se tratar de nova tecnologia no setor, as informações de viabilidade financeira não são permitidas para divulgação. Contudo, é vantajoso tal prática pois elimina a cepa sem necessidade do uso de herbicidas. Vale destacar que essa eliminação mecanizada da cepa também pode ser uma alternativa em áreas com maior declive.

Figura 13: Distribuição do tempo da jornada de trabalho do Rebaixamento de toco (RODER) no período do teste em 2023.



Fonte: Equipe Excelência Operacional e Inovação CMPC 2023 (divulgação interna).

Realizando a avaliação dos tocos presentes na área, foram avaliadas 1080 cepas com média de altura 22cm. Sabendo que o controle de qualidade indica que a altura da cepa deve ser inferior a 12cm, apenas neste teste podemos questionar a qualidade do corte na colheita na prestação de serviço. A cepa mais alta também diminui a eficiência da broca e requer mais tempo para finalizar o processo, além de perda de madeira no campo (FOELKEL, 2014). Cada etapa, se realizada de forma satisfatória e eficiente facilita os próximos tratos culturais.

Em questões operacionais, em solos mais rochosos podem ser um desafio na utilização dessa tecnologia, pois pode diminuir o tempo produtivo da operação com o aumento de manutenções e troca de brocas, não sendo economicamente viável. Após a destoca, a madeira fica totalmente picada em pequenos cavacos, facilitando a degradação ao longo do tempo (Figura 14) gerando grande quantidade de biomassa. Após o rebaixamento do toco, com a área limpa sem infestações de plantas daninhas é considerada uma área pronta para plantio, pois outras máquinas conseguem entrar na área

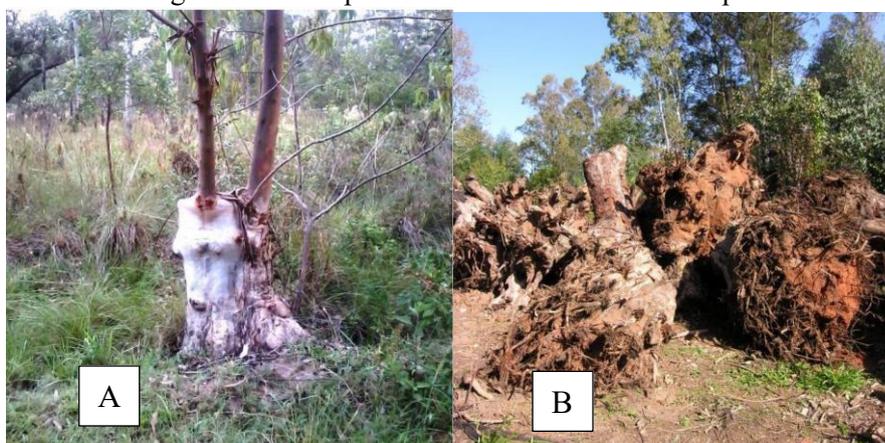
Figura 14: Tocos destruídos após o rebaixamento de tocos RODER.



Fonte: Autora, 2023.

O manejo inadequado da cepa pode ser um grande problema nas áreas de reforma, que é quando a área vai ser feita novamente o plantio de eucaliptos (Figura 15). Apenas rebaixando, não degrada as raízes presentes, conforme Figura 15B, sendo impossível uso de escarificadores e/ou subsoladores. Mesmo destruindo o toco, considerar o solo como agricultável para outros usos é precipitado, pois para inserir novas culturas são necessárias outras práticas agrícolas. Os resíduos da colheita de eucalipto apresentam elevada relação C:N, com valores de aproximadamente 30:1 para as folhas, enquanto raízes, galhos, lenho e casca apresentam valores entre 120 e 240:1 (SOUZA, 2012). Mesmo diminuindo as partículas, o tempo de degradação dos resíduos será longo.

Figura 15: Exemplos dos efeitos dos tocos a campo.



Fonte: FOELKEL, 2014.

A grande formação e o manejo dos resíduos oriundos da colheita florestal estão em constante debate para determinar alguma finalidade. A presença de cascas, folhas, galhos, cavacos da prática da destoca, espécies vegetais apresentam grande potencial de geração de energia. A biomassa lenhosa residual pode ser também um atrativo para comercialização. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2018). A CMPC já iniciou os estudos sobre o uso energético da biomassa, pois tem o foco na sustentabilidade ambiental, pois além de reduzir custos com o rebaixamento de tocos, há a possibilidade de extração e venda da biomassa. Contudo os estudos de viabilidade encontram barreiras como o custo, cronograma de implantação nas operações existentes e financiamento em análises e pesquisas.

### **6.3 Monitoramento de resíduos (pedras e metais)**

Para eliminar a presença de pedras e metais nos produtos florestais, houve a necessidade de definir os métodos e práticas relacionadas na detecção e remoção destes resíduos ao longo das atividades de silvicultura, colheita, carregamento, transporte e picagem. Os resíduos são caracterizados como pedras e os metais são principalmente arames, cabos de aço, partes de máquinas e equipamentos, placas, pregos e estaquetas.

As pedras podem ser mapeadas com base no levantamento de criticidade de pedras dos hortos florestais. Atualmente, esse nível de criticidade está diretamente ligado ao tipo de solo predominante em cada região. Em áreas com solos arenosos ou encharcados, há uma menor probabilidade da presença de grandes pedras, enquanto em neossolos litólicos e cambissolos, as incidências são mais frequentes. No entanto, restringir o levantamento de criticidade apenas à tipologia pedogênica pode levantar questionamentos. Isso ocorre porque em um mesmo talhão pode haver "manchas" de outros tipos de solo, o que pode distorcer o indicador de controle de resíduos. Portanto, é essencial considerar uma abordagem mais abrangente, levando em conta não apenas o tipo predominante de solo, mas também a possibilidade de variações e heterogeneidade do solo em uma mesma área. Ao realizar um mapeamento mais detalhado e minucioso, podemos obter informações mais precisas sobre a criticidade das pedras em cada local, possibilitando uma gestão mais eficiente dos resíduos e uma melhor organização do plantio florestal. Já os metais são originados pelo desmanche incorreto de cercas, manutenções de porteiras, presença de correntes advindas de operações e placas e estaquetas são provenientes de marcações de pesquisas.

A CMPC deseja melhorar seus indicadores de controle de resíduos, o primeiro passo é a reavaliação da classificação de criticidade de pedras. Aprimorar os mapas pedogênicos de cada

horto e de cada talhão pode ser uma alternativa. Além de relacionar com as informações de ocorrência de pedras nas áreas. O aumento significativo de metais neste indicador revela que é necessário novamente treinamento de pessoal e mapeamento de cercas, pois a maioria dos arames presentes são das cercas das propriedades próprias. Vale destacar que há maior dificuldade em visualizar arames por isso maiores incidências de metais na fábrica.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio das atividades realizadas, houve melhor entendimento sobre a cultura do eucalipto, de modo que este breve relatório das atividades desenvolvidas no período de estágio, contribua para continuidade de novas pesquisas e projetos profissionais. O estagiário dentro empresa tem papel importante no andamento da rotina, pois adota de fato responsabilidades concretas nas operações florestais, evidentemente que sob orientação da equipe técnica.

Durante o andamento dos testes, a verificação dos parâmetros adotados foi de responsabilidade do estagiário, os métodos e os parâmetros estão descritos em circulares internas para o controle da qualidade. A forma como é descrita algumas metodologias de monitoramento da qualidade são complexas, pois da forma que é apresentada abre brechas para interpretações. Definições deveriam estar mais claras e destacadas visto que há muitas empresas prestando o mesmo serviço, a padronização é essencial. Sugere-se revisões de apresentações e escritas, manuais mais lúdicos e resumidos também podem ser uma alternativa.

Por se tratar de novas tecnologias, mudanças nas operações florestais ocorrem lentamente em conjunto com as já adotadas pela CMPC. Mesmo em fase operacional ainda são necessários recursos para uma produção de alta produtividade. Ambos os testes descritos e apresentados neste trabalho abrem brechas para inúmeros estudos. O plantio mecanizado de eucalipto sem dúvidas é uma alternativa devido a necessidade de mecanização florestal, contudo quais os impactos ambientais, sociais e econômicos que esta tecnologia pode ocasionar. O mesmo questionamento deve-se ao teste de destoca, com a destruição quase que total das cepas, quais os prejuízos na estruturação e dinâmica de solos, ainda que com rendimento baixo financeiramente é atrativa. O aprofundamento, análises estatísticas, viabilidade econômica, impactos ambientais devem ser amplamente explorados na empresa CMPC.

A CMPC Brasil é uma das maiores produtoras de celulose do país (AGEFLOR, 2020). Sendo uma referência no setor e por apresentar grande área de plantio de eucalipto atrelada à preocupação em tecnologias e inovações favorece ainda mais os valores do desenvolvimento sustentável e sociais da empresa. O acompanhamento das atividades e relação direta com o

andamento dos projetos de silvicultura permitiu grande crescimento profissional, pois é uma oportunidade de adquirir e desenvolver senso crítico em meio às dificuldades constatadas a campo. Durante todo o período de estágio, foi possível relacionar os conhecimentos teóricos com o meio corporativo, metas e estratégias corporativas. Todos os testes requerem um estudo prévio das áreas, logística de equipes e transporte de máquinas além de investimento necessário. O resultado dessa experiência profissional foi adquirir o conhecimento de como funciona e é organizada uma empresa. Vale salientar a importância da participação de cada funcionário e colaborador para que o trabalho possa atingir o sucesso desejado. Além de conhecimentos técnico, a participação na gestão de pessoal foi o diferencial pois a CMPC lida diretamente com inúmeras empresas prestadoras de serviço, com treinamentos, palestras, diálogos de segurança contribuiu com excelência o desenvolvimento da profissão de engenheiro agrônomo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEFLOR - ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS. O setor de base florestal no Rio Grande do Sul 2020: ano base 2019. Porto Alegre: AGEFLOR. 2020. Disponível em: <http://www.ageflor.com.br/noticias/wp-content/uploads/2020/12/O-Setor-de-Base-Florestal-no-Rio-Grande-do-Sul-2020-ano-base-2019.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BRAIDA, J. A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000400001>. Acesso em: 18 jun. 2023.
- CALDEIRA, S. F. Práticas Silviculturais. UFMG: Faculdade de engenharia florestal: Departamento de engenharia florestal, Cuiabá, 1999. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/284/o/Apostila-Praticas-Silviculturais-UFMT.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- CMPC BRASIL. Nossa história. [2022]. Disponível em: <https://cmpcbrasil.com.br/sobre/#historia>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- CMPC Brasil. Plano de manejo. CMPC Brasil, 2023. Disponível em: [https://cmpcbrasil.com.br/wp-content/uploads/2023/03/ResumoPlanodeManejo\\_CMPC\\_02\\_alt5-2.pdf](https://cmpcbrasil.com.br/wp-content/uploads/2023/03/ResumoPlanodeManejo_CMPC_02_alt5-2.pdf). Acesso em: 25 jun. 2023.
- ELOY, E. et al. Influência do espaçamento na altura e diâmetro. Centro Científico Conhecer, Goiânia, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/influencia%20do%20espracamento%20na%20altura.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2023
- EMBRAPA. O eucalipto. Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transerencia-de-tecnologia/eucalipto>. Acesso em: 08 jun. 2023.
- FILHO, E. P.; SANTOS, P. E. T. dos. Escolha de cultivares de eucaliptos em função do ambiente e do uso. Embrapa, Colombo, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97498/1/CT-316-Escolha-de-cultivares.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2023.
- FOELKEL, C. O problema dos tocos residuais das florestas plantadas de eucaliptos. Eucalyptus Online Book & Newsletter, 2014. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news45\\_Cepas\\_Tocos.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/news45_Cepas_Tocos.pdf). Acesso em: 15 nov. 2023
- GUERRA, S. P. S.; OGURI, G.; SCHUMACHER, M.V.; AIELLO, R. G.; ARMANDO, I.C.P.: Levantamento do nível de mecanização na silvicultura. IPEF, Piracicaba, 2021. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/nivel-de-mecanizacao-2020-2021/LevantamentoDoNivelDeMecanizacaoNaSilvicultura2020-2021BaixaResolucao.pdf>. Acesso em: jan. 2023
- HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural. Embrapa Florestas, Curitiba, 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17064/1/doc54.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2023.
- IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório Anual: 2022. Itaim Bibi: IBÁ, 2022. 96 p. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anualiba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa exploratório de solos do estado do Rio Grande do Sul. Brasília: IBGE, 2002. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em: 17 jun. 2023.

IPEF. 1º Relatório Técnico: Avaliação operacional e qualidade da plantadora PlantmaX2 e avaliação da resistência do solo à penetração; Mato Grosso do Sul, 2023.

IPEF. Geodatabase. IPEF, 2012. Disponível em: <https://www2.ipef.br/geodatabase/mapas.asp>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MARTINI, E. L. et al. “Atividades operacionais”. III Simpósio IPEF – “Silvicultura intensiva e o desenvolvimento sustentável”, São Paulo, 1992. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr24/cap04.pdf> Acesso em:

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, Potencial Energético de Resíduos Florestais do Manejo Sustentável e de Resíduos da Industrialização da Madeira, 2018. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-312/NT-EPE\\_17-2018\\_Biomassa-Lenhosa-Residual\\_2018-10-17.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-312/NT-EPE_17-2018_Biomassa-Lenhosa-Residual_2018-10-17.pdf) Acesso em: 20 jun. 2023

RODER BRASIL. Máquinas e equipamentos, 2023. Disponível em: <https://www.roderbrasil.com/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

RODRIGUES, G. S. de S. et al. Eucalipto no Brasil: expansão geográfica e impactos ambientais. Uberlândia: Composer. 2021. Disponível em: [http://www.lapea.ig.ufu.br/sites/lapea.ig.ufu.br/files/files/anexos/EUCALIPTO%20NO%20BRASIL\\_0.pdf](http://www.lapea.ig.ufu.br/sites/lapea.ig.ufu.br/files/files/anexos/EUCALIPTO%20NO%20BRASIL_0.pdf). Acesso em: 27 jun. 2023.

SAMPIETRO, J. A. Compactação de cambissolo e neossolos causada pela colheita de adeira com feller-buncher e skidder. Dissertação de Mestrado, Universidade federal do centro oeste Irati-PR, 2010. Disponível em: [http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6943/dissertacao\\_Jean%20Alberto%20Sampietro.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6943/dissertacao_Jean%20Alberto%20Sampietro.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 5 jun. 2023

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J; F.; GOULART, I. C. G. R. Transferência de tecnologia florestal: Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, EMBRAPA, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>. Acesso em: 09 jun2023.

SOUZA, I. F. de. Decomposição de resíduos da colheita e transferência de carbono para o solo em plantações de eucalipto. UFV, Viçosa, 2012. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5484/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RSASCAR, 2018.

SZYMCZAK, D. A.; BRUN, E. J.; REINERT, D. J.; FRIGOTTO, T.; MAZZALIRA, C. C. Compactação do solo causada por tratores florestais na colheita de *pinus taeda* na região sudoeste do Paraná. Revista Árvore, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/hgPZwD59b9fdgB86b4ycNHk/?lan g=pt>. Acesso em: 20 jun. 2023

WILCKEN, C.F. et al. Guia Prático de Manejo de plantações de Eucalipto. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF), Botucatu, 2008. Disponível em: <http://iandebo.com.br/pdf/plantioeucalipto.pdf> Acesso em 16 jun. 2023.