

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HEMERSON ANDRÉ CASTANHEIRO

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA ESTABELECIMENTO DE UM
PLANEJAMENTO DE VOLUMES ANUAIS DE COLHEITA PARA UMA EMPRESA
FLORESTAL**

Curitiba
2025

HEMERSON ANDRÉ CASTANHEIRO

**PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA ESTABELECIMENTO DE UM
PLANEJAMENTO DE VOLUMES ANUAIS DE COLHEITA PARA UMA EMPRESA
FLORESTAL**

Artigo apresentado ao Curso de MBA em Gestão Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal.

Orientador: Julio Eduardo Arce

CURITIBA

2025

RESUMO

O presente artigo visa propor uma metodologia com base na bibliografia para o desenvolvimento do planejamento e ou mensuração de volumes de colheita de longo prazo, de forma a conhecer o volume que pode ser colhido anualmente em cada manejo a fim de garantir a sustentabilidade da disponibilidade de madeira, assim como continuar com a regularidade de oferta ao mercado de madeira de forma contínua.

Palavras-chave: Planejamento de colheita. Mensuração Florestal. Sustentabilidade Florestal, Planejamento Florestal Otimizado

ABSTRACT

This article aims to propose a methodology based on the bibliography for the development of planning and/or measurement of long-term harvest volumes, in order to know the volume that can be harvested annually in each management in order to guarantee the sustainability of wood availability, as well as to continue with the regularity of supply to the wood market on an ongoing basis.

Key words: Harvest Planning. Forest Measurement. Forest Sustainability, Optimized Forest Planning.

INTRODUÇÃO

A empresa onde será proposto este estudo de melhoria no planejamento de volumes de colheita (mensuração) refere-se a uma empresa florestal localizada em Santa Catarina, que possui aproximadamente 3.686 ha de floresta plantada, onde 95% são do gênero pinus, e 5% do gênero eucalipto. Desta área total, 83% são plantações em áreas próprias, e os outros 17% são plantios em áreas de arrendamento.

Esta empresa trabalha exclusivamente com venda de toras para indústrias da região, não possuindo indústria própria para consumo de madeira. Um dos objetivos e focos estabelecidos pelos diretores, é que a venda (oferta) de toras ao mercado seja de forma contínua e linear ao mercado, sem que ocorra situações de interrupções no fornecimento por falta de área de manejo, ou situações em que se conclui o manejo de uma determinada área e cessa-se a oferta até que outra área de manejo atinja a idade desejada, para que volte a ter oferta ao mercado.

Diante deste cenário, através de um conhecimento de um profissional que trabalha na empresa, foi estabelecido um planejamento de colheita para um ciclo de 16 anos, com 1º desbaste ocorrendo aos 8 anos, e segundo desbaste ocorrendo aos 12 anos, e corte raso aos 16 anos. Isto feito com objetivo de determinar os volumes estimados de colheita a cada intervenção, ajustando a um cálculo de constância na oferta de madeira para todos os anos do planejamento.

Este planejamento, ou projeção de volume, foi feito com base em conhecimentos do profissional responsável, utilizando-se de dados de inventário e colheita de talhões semelhantes, estimando em metros cúbicos, o que cada talhão tem “expectativa” de produzir quando no momento de sua intervenção (manejo), mas sem a utilização de uma metodologia técnica para este objetivo.

Para chegar a estes números, baseou-se em análises de volume de florestas “equivalentes” em características, porém sem utilizar-se de metodologia ou software de cálculos técnicos para esta estimativa.

Porém, há uma necessidade de melhorar a segurança para os diretores em relação a sustentabilidade desta oferta, sem que seja necessário a redução no ciclo de corte da floresta, mantendo um bom rendimento econômico, sem surpresas de disponibilidade menor de volume durante os anos, a fim de melhor ajustar este planejamento de longo prazo, trazendo dados de volumes mais seguros, conservadores e confiáveis.

Sendo assim, busca-se através deste trabalho estudar as melhores técnicas disponíveis para se estabelecer este planejamento (mensuração), que possa ser proposto para uma equipe técnica implantar e realizar um planejamento mais seguro e confiável, com

melhores margens de segurança, principalmente para evitar surpresas de produtividade menor do que o projetado. Neste sentido, é melhor que o planejamento/mensuração projete volumes de rendimento mais conservadores, para que as surpresas que possam ocorrer sejam de volume realizado maior do que o projetado, do que o caso contrário. Tudo isto é buscando atingir o melhor rendimento econômico possível para o manejo das florestas da empresa, sem necessidade de interrupções no fornecimento de madeira ao mercado.

IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO FLORESTAL

A importância do planejamento florestal para empresas do ramo, é um assunto muito tratado na literatura, pela necessidade das empresas florestais para o sucesso de seu negócio, tendo em vista, além de melhor organizar sua empresa, o gerenciamento de ciclos longos, a busca pela sustentabilidade e melhor retorno financeiro. Arce e Dobner Jr. (2024) afirmam que “Manejar uma floresta sem um plano definido pode acarretar decisões baseadas somente em questões operacionais de curto prazo, as quais podem ter impactos indesejáveis no longo prazo”.

Desta forma, destaca-se que a falta de planejamento de longo prazo pode levar a incertezas sobre o futuro da empresa. Muitos problemas podem ser evitados, caso ocorram planejamentos adequados. O planejamento destaca-se por um plano bem definido para que se possa atingir os objetivos. Neste plano, deve ser detalhado a melhor forma para que cada objetivo seja atingido.

Complementando a definição, Schneider (2008) explica que o planejamento da produção florestal “Tem a finalidade de buscar o equilíbrio entre o crescimento, produção e o corte da floresta”. Este equilíbrio citado pelo autor, se refere a sustentabilidade. Assim fica destacado que para atingir um nível de sustentabilidade é importante o planejamento completo da operação, deste o plantio, crescimento, manejo até o corte final da floresta, para que seja possível garantir novos ciclos de implantação de maneira ordenada.

Para Schneider (2009), “O planejamento da produção tem que facilitar o máximo de aproveitamento para o proprietário da floresta e, também, para que a floresta tenha outras múltiplas funções complementares à produção madeireira.”

No setor florestal, este planejamento pode ser dividido em 3 níveis hierárquicos, sendo o planejamento estratégico, tático e operacional, cada um deles

sendo para horizontes temporais diferentes, e de responsabilidade de diferentes setores dentro da empresa.

De acordo com Arce e Dobner Jr. (2024), “O planejamento estratégico está no topo desta hierarquia, e concerne à alta direção da empresa e envolve orçamentos de dezenas ou centenas de milhões de US\$ ao longo de horizontes de planejamentos longos”.

Assim, o planejamento estratégico, que geralmente é tratado pela direção da empresa, é responsável por estabelecer os planos de longo prazo, geralmente em períodos superiores a 15 anos, e até mais, dependendo de cada empresa, definindo as espécies a serem implantadas, os planos de manejos a serem adotados, os fluxos de produção e os custos e receitas esperados.

Schneider e Finger (2000), ressaltam que “O êxito na administração de um empreendimento depende, em grande parte, da existência de um plano que defina, com clareza, os objetivos e os meios para alcançá-los.”

A falta de um plano bem definido, deixa o empreendimento “cego” em relação ao monitoramento e adequação que possa ser necessário para manter o negócio andando conforme o planejado e em busca de seus objetivos. É importante o detalhamento destes planos para que os gestores possam estar acompanhando os desalinhamentos em relação aos objetivos e para que possam corrigir as rotas necessárias para alcançá-las.

MANEJO FLORESTAL

Em empresas florestais, o conceito de “Manejo Florestal” é empregado para definição do planejamento das práticas silviculturais que irão determinar os rumos e decisões para atingimento dos objetivos, como pontuado por Arce e Dobner Jr. (2024), “o manejo florestal envolve o planejamento e a integração de práticas silviculturais e decisões empresariais de forma a melhor atender aos objetivos dos proprietários da floresta ou das expectativas que a sociedade tem em relação aos recursos florestais”.

Dessa forma, é possível compreender que o manejo florestal constitui um elemento essencial dentro do planejamento florestal, sendo responsável por orientar as ações e estratégias voltadas ao uso racional e sustentável dos recursos florestais. Sua aplicação eficaz demanda estudo e compreensão aprofundada, uma

vez que influencia diretamente na definição de metas, na tomada de decisões e na condução das atividades silviculturais em consonância com os objetivos da empresa florestal.

O objetivo principal do manejo é produção de madeira, a qual deverá ser ajustada em relação aos mercados consumidores, seja em relação a localização do empreendimento, espécies a serem implantadas, tipos de produtos a serem ofertados ao mercado, entre outros fatores.

Assim, Schneider (2009) explica que: "geralmente, há o objetivo principal do manejo, que vem a ser a madeira, que varia conforme a propriedade e a localização da empresa em relação aos centros consumidores".

O manejo compreende uma série de atividades, as quais são descritas por Arce e Dobner Jr. (2024):

- Seleção da área;
- Construção e manutenção de estradas;
- Preparo do terreno;
- Plantio;
- Fertilização;
- Tratos culturais;
- Tratos silviculturais;
- Controle de pragas e doenças;
- Desbaste pré-comercial;
- Desbastes comerciais;
- Corte final.

Conforme descrito por Schneider (2009), "os elementos principais do manejo florestal são considerados dentro dos conceitos de Espaço, Tempo e Espaço e Tempo, avaliados sobre o aspecto físico".

Assim, podemos resumir cada um dos conceitos, conforme descrito por Schneider (2009):

Espaço: O espaço físico refere-se ao domínio da superfície ocupada por um empreendimento florestal;

Tempo: A produção florestal, normalmente, ocupa grandes áreas e um longo período de realização;

Espaço e tempo: A produção florestal que ocorre em maiores espaços deve ser relacionada de maneira que possibilitem o máximo de aproveitamento e de preservação dos benefícios gerais.

Com base nas definições apresentadas, percebe-se que o espaço e o tempo são elementos fundamentais do manejo florestal. O espaço diz respeito à área disponível para o plantio e as atividades produtivas, enquanto o tempo está relacionado ao ciclo de crescimento das florestas e ao período necessário para as ações de manejo. Esses dois aspectos influenciam diretamente o planejamento florestal e devem ser considerados com atenção pelas empresas do setor para garantir uma gestão eficiente e sustentável.

Arce e Dobner Jr (2024), descrevem que “regimes de manejo podem ser classificados com relação à idade, forma de estabelecimento, composição de espécies, produtos e duração”.

Para melhor entender, abaixo descreve-se um resumo de cada um, de acordo com o conceito de Arce e Dobner Jr (2024):

Idade: Uma das principais classificações do manejo florestal é relacionado à estrutura etária das florestas, que podem ser, equiâneas, quando as árvores cultivadas possuem uma mesma idade, ou inequiâneas, quando da floresta com árvores de várias idades.

Formação ou estabelecimento: São os três regimes de manejo em relação a formação ou estabelecimento da floresta, alto fuste (estabelecimento da floresta por meio do plantio de mudas seminais ou clonais, conduzido até o corte raso, seguido de novo plantio), talhadia simples e talhadia composta.

Espécie: Em relação a composição de espécies, os regimes de manejo pode ser, monoespecíficos (compostas por uma única espécie ou material genético), ou mistos (quando há mais de uma espécie).

Produtos: Um regime de manejo eficiente depende da definição dos produtos a serem obtidos da floresta, podendo considerar, além da produção de madeira, o fornecimento de uma série de serviços ambientais... Nas florestas plantadas equiâneas e monoespecíficas, o objetivo da produção é a madeira ou seu retorno econômico, embora também forneçam esses serviços ambientais.

Os principais regimes de manejo relacionados aos produtos são os seguintes:

Pulpwood: regime de manejo de máxima produção volumétrica, amplamente empregado em empresas verticalizadas cuja matéria prima madeira é utilizada para produção de papel;

Utilitywood: no qual o objetivo é produzir madeira para diferentes usos sólidos; neste caso, desbastes são empregados ao longo da rotação de forma a produzir toras mais grossas destinadas a serrarias ou laminadoras;

Clearwood: ou madeira limpa, livre de nós e outros defeitos, é um tipo específico de utilitywood no qual a poda é necessária.

Rotação: Os regimes de manejo podem ser classificados pela duração da rotação. A Rotação silvicultura é caracterizada pelo corte raso no momento de máximo IvMA, obtendo-se assim a máxima produção de volume por unidade de área e tempo;

INVENTÁRIOS FLORESTAIS

O inventário florestal é uma técnica usada para o levantamento dos recursos florestais disponíveis. Desta forma, possibilita ao gestor, um panorama dos recursos disponíveis em determinada área.

O inventário levanta informações pertinentes aos recursos florestais, tanto quantitativas como qualitativas.

SANQUETA, et al. (2023), destaca que “as estimativas dos estoques de produtos madeireiros e não madeireiros, seus processos dinâmicos, incluindo o cômputo das taxas de crescimento, mortalidade e recrutamento (ou ingresso), fundamentais para subsidiar a tomada de decisões sobre medidas silviculturais...”.

A disponibilidade destas informações é mais uma ferramenta essencial para a mensuração florestal, que junto com outras ferramentas poderão auxiliar no planejamento de longo prazo.

A importância da precisão dos inventários florestais para direcionar a matéria-prima, pode ser observada na afirmação de YOSHITANI JUNIOR et al. (2012) “A precisão da avaliação quantitativa de estoques florestais é de fundamental importância no sentido de direcionar a matéria-prima para diferentes usos.”

No que se refere a uma empresa florestal que tem como objetivo o cultivo de pinus para venda em indústrias consumidoras de diversos segmentos, é possível

com as informações de um inventário o conhecimento de variáveis importantes para melhor definição de um plano de manejo para usos múltiplos da floresta.

Como definido por YOSHITANI JUNIOR et al. (2012), com o inventário “evidencia-se a potencialidade dos cultivos florestais para uma combinação de usos de material lenhoso, de suma importância no planejamento florestal.”

MAPEAMENTO DE ÁREAS

Para um resultado mais preciso dos inventários, não podemos deixar de destacar a importância do mapeamento. SANQUETA, et al. (2023), destaca que “a todo inventário florestal convencional, de uma forma ou de outra, está associado algum mapa temático que serve de base para o cálculo de áreas que será empregado na extrapolação das estimativas médias obtidas através da aplicação dos procedimentos de amostragem no campo”.

Dessa forma, é possível compreender que a precisão dos resultados obtidos no inventário florestal depende diretamente da qualidade dos mapeamentos utilizados. Mapas temáticos bem elaborados e confiáveis contribuem para uma melhor estimativa das áreas amostradas, garantindo que a extrapolação dos dados coletados em campo seja feita de maneira correta e representativa.

SANQUETA, et al. (2023), ainda destaca que sem mapas confiáveis, “poderão ocorrer estimativas imprecisas das áreas, provocando impactos diretos nos resultados do inventário florestal”.

Fora a importância dos mapas para a precisão dos cálculos de inventário total, SANQUETA, et al. (2023) ainda destaca que eles “servem para o planejamento do inventário, localização dos recursos florestais a serem inventariados, na estratificação da floresta, no planejamento e alocação das unidades amostrais, entre outros”.

Percebe-se, portanto, que a ausência de um mapeamento confiável compromete significativamente a qualidade do inventário florestal. Tanto o planejamento das atividades quanto os resultados quantitativos obtidos podem ser prejudicados, o que reforça a necessidade de utilizar mapas precisos como base para todo o processo.

SOFTWARES DE PLANEJAMENTO

Os programas computacionais (softwares) SisPinus e Planin, desenvolvidos pela Embrapa Florestas, podem auxiliar na tomada de decisões de manejo em povoamentos de pinus. Para a EMBRAPA (2014), “Com eles, os produtores podem, para cada condição de clima e solo, testar no computador as opções de manejo da floresta, fazer prognoses de produções presente e futura, efetuar análises econômicas e, com base nisso, implementar a alternativa mais favorável ao seu caso”.

Esta ferramenta é importante para a construção e avaliação de cenários, o que vai ajudar a traçar o que pode ser alcançado com cada decisão tomada, facilitando o planejamento e alcance dos objetivos.

Segundo a EMBRAPA (2014), “O software SisPinus é um sistema para simulação do manejo, do crescimento e da produção de pinus. Ele foi desenvolvido para povoamentos de *P. taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. caribaea* var. *hondurensis*.”

Para operacionalizar os sistemas, o usuário deve fornecer os dados de inventário da floresta, conforme descrito pela EMBRAPA (2014):

Com base nos dados de inventário, os softwares são capazes de estimar crescimento e produção, o que vão indicar a quantidade de madeira que o povoamento pode produzir, levando em consideração as idades informadas para cada desbaste até o corte raso. Além disto, o SISPINUS possibilita a geração de estimativas de volume por sortimento e classe diamétrica.

Já o software OpTimber-LP, que de acordo com uma definição na página do fornecedor OPTIMBER (2025), no LinkedIn, colabora para criação de cenários de planejamento: “Gerador de cenários de planejamento estratégico e tático considerando origens e destinos para a madeira. Permite equalizar a oferta de madeira, minimizar o custo de operação, equilibrar a operação florestal, minimizar os deslocamentos, maximizar a produção ou os lucros, entre outros desafios.”

O Optimber-LP se classifica como mais uma ferramenta que pode ser útil na geração de melhores cenários de planejamento, colaborando para melhorar o desempenho total do negócio, já que envolve maximização de resultados, pode melhorar a eficiência das operações de logística, equalizando tudo isto com a oferta e demanda.

IMPORTÂNCIA DA MODELAGEM

De acordo com TÊO (2022), um modelo de crescimento e produção florestal deve ser uma representação da dinâmica que ocorre em uma floresta, avaliada por meio de um inventário florestal contínuo, indicando o crescimento, ingresso, mortalidade, composição, estrutura, sortimentos, produção final, bem como todo e qualquer elemento importante para o fenômeno do crescimento e produção florestal.

Os modelos de crescimento da produção florestal são instrumentos importantes para o planejamento e organização da produção, visando o conhecimento do potencial produtivo da área, através dos dados de inventário, sendo a ferramenta que irá simular a capacidade produtiva.

A importância da modelagem de crescimento e da produção florestal, pode ser definida de acordo com o escrito por NASCIMENTO, et al. (2015), onde as decisões na área florestal abrangem diversas situações onde é essencial ter informações referentes ao estoque futuro dos povoamentos. Tais casos ocorrem na definição do momento ideal para o desbaste e o corte raso, na compra e venda da madeira, na aquisição de novas áreas, entre outras.

Portanto, podemos observar que a definição ideal para os desbastes, corte raso, planejamento de sustentabilidade da floresta, entre outros motivos são dependentes de um modelo de crescimento, que aliado a dados econômicos serão fundamentais para a realização destes planejamentos com grau maior de assertividade.

Ainda segundo TÊO (2022), é possível categorizar os modelos de crescimento e produção florestal de acordo com o nível de detalhes das informações que requerem e que fornecem sobre o crescimento e produção florestal: I) Modelos em Nível de Povoamento; II) Modelos de Distribuição Diamétrica; e III) Modelos de Árvores Individuais.

Para TÊO (2022), os modelos em nível de povoamento são os mais tradicionais e antigos, tendem a ser mais simples e robustos. CAMPOS (2017), explica que estes modelos estimam o crescimento e, ou, a produção a partir de atributos em nível de povoamento, como idade, área basal e índice de local.

Referente a escolha do modelo, CAMPOS (2017), explica que depende do objetivo e dos dados disponíveis, estando relacionada, também, com a abordagem de modelagem escolhida.

Para CAMPOS (2017), são duas abordagens alternativas: estratificação máxima da floresta e emprego de relações simples, do tipo $V=f(I)$ e estratificação mínima e emprego de modelos com maior número de variáveis, como $V=f(I,S)$ e $V=f(I,S,B)$. Independente da abordagem escolhida, a projeção deve ser preferida em relação à predição.

PLANEJAMENTO FLORESTAL OTIMIZADO

De acordo com Arce e Dobner Jr (2024), o planejamento da sequência futura de colheitas em uma floresta é apenas uma das incumbências do administrador de recursos florestais. Porém, pelo fato de ser apenas uma das incumbências, pode ser também uma das mais importantes e essenciais para a garantia da sustentabilidade e sucesso do empreendimento.

Diferente de outras culturas, o plantio de floresta tem uma vantagem em relação a decisão do melhor momento da colheita, sendo mais flexível em relação aos outros, por não ter uma janela de colheita muito curta, e algum atraso na colheita não acarreta perdas expressivas.

Ainda de acordo com Arce e Dobner Jr (2024), para a execução do planejamento florestal otimizado duas abordagens matemáticas são conhecidas atualmente, sendo os modelos Tipo I e II. Ambas têm a mesma finalidade, existindo algumas diferenças a serem destacadas. No modelo tipo I, a identidade ou definição dos talhões ao longo do horizonte de planejamento é mantido, já no tipo II, as áreas são recombinadas e agrupadas pela sua idade, criando assim os estratos.

Outro ponto importante a ser definido para a correta aplicação destes modelos, são as restrições, que vão estabelecer limites a serem respeitados no cálculo, como por exemplo a capacidade produtiva da estrutura disponível, ou limitações de mercado, que limitam o volume anual a ser cortado pelo empreendimento.

Por fim, definido as variáveis e restrições, deve-se definir a função objetivo, que neste tipo de caso, é relacionado a maximização do volume total de madeira a ser colhido, ou a maximização dos resultados financeiros ao longo do HP.

Obviamente, para a obtenção do melhor resultado deste planejamento, deve-se atentar muito a correta definição das variáveis, restrições e objetivo, aliando

isto a qualidade dos dados inseridos no modelo para obtenção de resultados mais precisos e de qualidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com base em dados de uma empresa florestal localizada em Calmon-SC, com base florestal aos arredores deste município, cujo a maior parte dos plantios é composto por povoamentos de *Pinus* spp. Uma pequena parte destes plantios, ou seja, cerca de 5% da área total é representada por plantios de Eucalipto.

Os plantios de pinus possuem uma grande diversidade de idades, que variam de plantios recentes, ou seja, plantados neste mesmo ano, até plantios com idade de 16 anos. Por outro lado, todos os plantios de eucaliptos estão com idade atual de 5 anos.

Dos plantios de pinus, 65% da área ainda não passou por nenhuma intervenção de desbaste, 13% já passou por 1º Desbaste e 22% por 2º Desbaste.

A empresa objeto do estudo, trabalha exclusivamente com a venda de toras ao mercado, não possuindo indústria para processamento de madeira.

Para a realização destas simulações e projeções, foi utilizado a ferramenta Optimber-LP, desenvolvido pela empresa Optimber, a qual se utiliza de métodos de programação linear para projeções, sendo possível inclusive o tratamento de restrições e maximizações de resultados.

Para a entrada dos dados, é preenchido uma planilha com diversas informações de plantio. Os dados que podem ser preenchidos, incluindo os obrigatórios, podem ser visualizados na tabela 1 abaixo:

TABELA 1 – INFORMAÇÕES E ORIENTAÇÕES DE PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE ENTRADA DE DADOS DO OPTIMBER-LP

A	B
1 Nome_Coluna	Descrição
2	Geral
3 CodProjeto	Código atribuído ao talhão/projeto/estrato – deve ser único
4 Area	Área plantada em ha
5 Reposicao	Percentual de utilização da área para as rotações após o primeiro corte raso.
6 Regiao	Agrupador para os quais poderão ser aplicados manejos, preços e mão de obra diferenciados
7 Propriedade	Indicar (P)rópia ou (A)rendada. Também será possível aplicar manejos específicos para cada classificação
8 Municipio	Apenas informativo
9 Fazenda	Apenas informativo
10 GFID	Lista dos códigos que identificam o projeto nos mapas padrão .shp. Separe os códigos com ;
11 DataInicio	Data a partir da qual o projeto poderá ser utilizado
12 DataTermino	Data limite para utilização do projeto
13 Terreno	Código de classificação do terreno. Permite manejos diferenciados para cada terreno.
14 Manejo	Lista com os nomes dos manejos permitidos. Em branco permite todos
15 Bloco	Número indicando a qual bloco o projeto pertence
16 Certificada	Informe S para o talhão com certificação
17 Frete? (1...10)	Valor do frete para o destino ?
18 Dist? (1...10)	Distância para o destino ?
19 Custo	Substitui o custo da tarefa indicada. Informar o mesmo nome do cadastro, custo por volume e custo por área.
20 Ociosidade	Percentual de ociosidade na utilização da área.
21	
22	Área plantada
23 AnoPlantio	Informe o ano do plantio ou deixe em branco para áreas sem plantio
24 Sitio	Utilizar o índice padrão SisPinus para o Pinus Taeda com idade de 15 anos. Também utilizado na regra de manejo
25 Densidade	Informe a densidade inicialmente plantada. Se existir inventário essa informação não será necessária.
26 Espécie	Indique o nome da espécie plantada
27 Rebrotas	Indica quantas rebrotas ocorreram
28 Anolnv	Informe, se houver, o ano de inventário e também as informações referentes ao mesmo (Densidade, DG ou Área basal)
29 Denslrv	Densidade encontrada por ocasião do inventário
30 DG	Diâmetro quadrático médio (cm)
31 AreaBasal	Área basal (m²/ha)
32 NroDesbastes	Número de desbastes ocorridos até o momento
33 AlturaPoda	Altura da última poda
34 Acoes	Lista de ações que serão seguidas na rotação atual. Exemplos: D12014;D22014;D32014;CR2014;PL2015
35 Intervencoes	Histórico de intervenções
36 VolumeRetirado	Volume total retirado nas intervenções passadas. Usado para calcular o IMA na agenda
37	
38	Produção
39 B?(0...5)	Índices B0...B5 da função de afilamento com casca
40 C?(0...5)	Índices B0...B5 da função de afilamento sem casca
	Volume produzido para o produto 'pp' (1-3) na idade 'ii' (1-15) - Formatar pp e ii com dois dígitos. O produto (pp) é a referência para o campo índice da tabela Espécie.
41 PpIi	
42 CodTabelaProducao	Código utilizado para vincular a tabela de produção
43	
44	
45	Negrito = obrigatório
46	Os nomes das colunas não podem ser alterados
47	Valores numéricos sem separador de milhar
48	

FONTE: Optimber (2025).

Para o caso em estudo, as áreas que possuíam dados de inventário recente, foram informados os respectivos dados, como densidade de inventário, área basal e altura dominante. Para as demais áreas, que não possuíam inventário, foram utilizados dados da densidade de plantio para determinar a situação atual do plantio.

Diante dos dados inseridos, também foram incluídos os dados de índice de sitio para todos os projetos, seguindo a orientação de preenchimento da planilha, que descreve “Utilizar o índice padrão SisPinus para o Pinus Taeda com idade de 15 anos. Também utilizado na regra de manejo”.

Muitos outros dados poderiam ser preenchidos para a realização de simulação de cenários, como por exemplo, em caso de empresas que dependem do consumo ou compra de matéria prima no mercado, os dados de valor de compra, valor de frete e distância de frete, que permitiriam a geração de cenários mais favoráveis para as indústrias, facilitando o planejamento de custo de matéria prima, distância de transporte entre outros.

A ferramenta Optimber-LP é um sistema de apoio à decisão baseado em programação linear, desenvolvido para otimizar o planejamento florestal de longo prazo. O modelo utiliza dados de inventário, crescimento e restrições de manejo para gerar cenários de colheita e oferta de madeira, considerando períodos anuais de planejamento e horizontes longos. O modelo busca maximizar o volume colhido, mantendo a regularidade da oferta de um sortimento específico ao longo do tempo.

Para as simulações realizadas, dentro do sistema, utilizou-se a abordagem matemática modelo tipo I, já que consiste em responder as perguntas quando, onde e quanto deverá ser cortado da floresta atual, mantendo a identidade dos talhões.

A base do modelo de otimização é a definição das “variáveis de decisão”, que estabelece os parâmetros para resposta do “quando”, “onde” e quanto deve ser cortado durante o horizonte de planejamento.

Em resumo, a estruturação dos dados inseridos é a seguinte:

- 1) Preparação da base de dados;
- 2) Dados de plantios com espécie, densidade, manejos realizados e localização;
- 3) Área de plantio mais precisa possível. Sempre que houver intervenções na área, como abertura de estradas, pátio de baldeio e outros, realizar a atualização do mapeamento e área de plantio;
- 4) Sempre que tiver inventário, o qual deve ser sempre o mais confiável possível, informar dados na planilha (diâmetro quadrático médio, área basal, índice de sitio);

A qualidade e confiança destes dados é de fundamental importância para melhorar a confiança dos resultados apresentados.

Para as variáveis de decisão, seguindo a estruturação dos dados para o modelo tipo I, serão considerados o *ano*, que representa o “quando”, o *talhão*, que representa o “onde”, e a *área*, que representa o “quanto”.

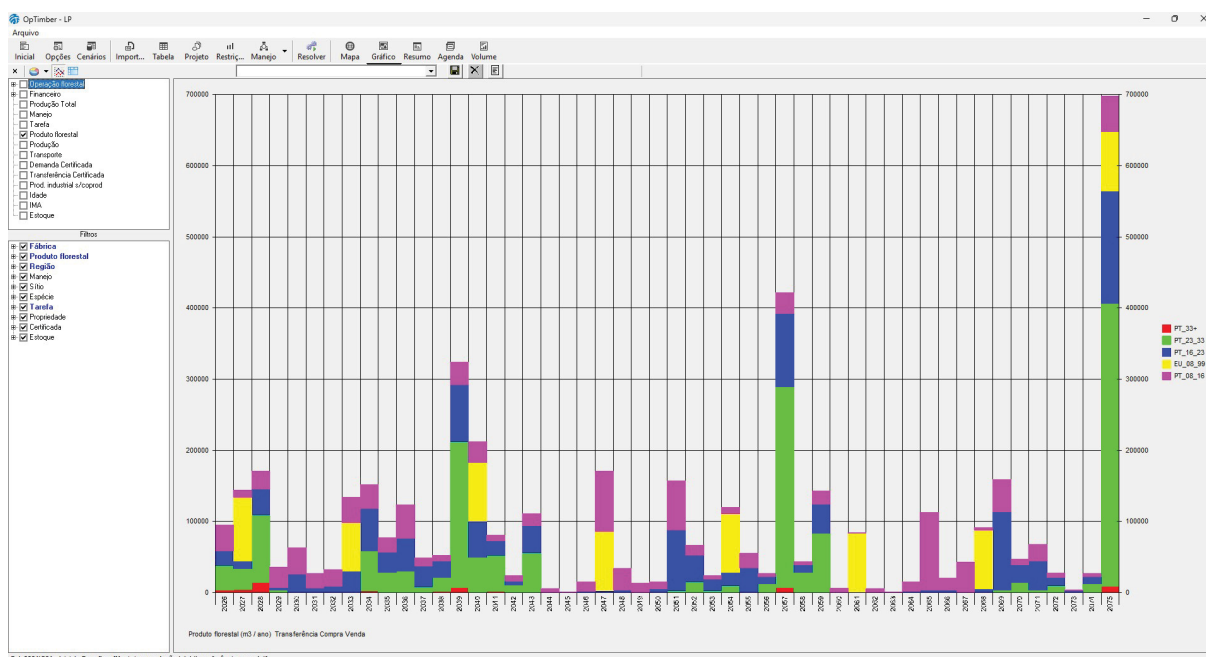
Nenhuma restrição rígida foi inserida para estas simulações;

Já com relação a função objetivo, ficou definida com a maximização do volume a ser colhido ao longo do horizonte de planejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo foram simulados 3 cenários de planejamento, sendo um “Free Flow”, um “Even Flow” e um terceiro chamado “Even Flow Serraria”. O cenário “Free Flow” foi simulado para visualização de fluxos de produção que podem flutuar ao longo do tempo, respeitando as restrições impostas. Já o modelo “Even Flow”, busca manter um fluxo de produção constante ao longo do tempo. Por último, a simulação do “Even Flow Serraria” objetivou equilibrar a oferta de madeira para serraria durante o período da projeção, ficando “livre” somente o volume de madeira para “processo”.

FIGURA 1 - SIMULAÇÃO FREE FLOW (PRODUTO FLORESTAL):

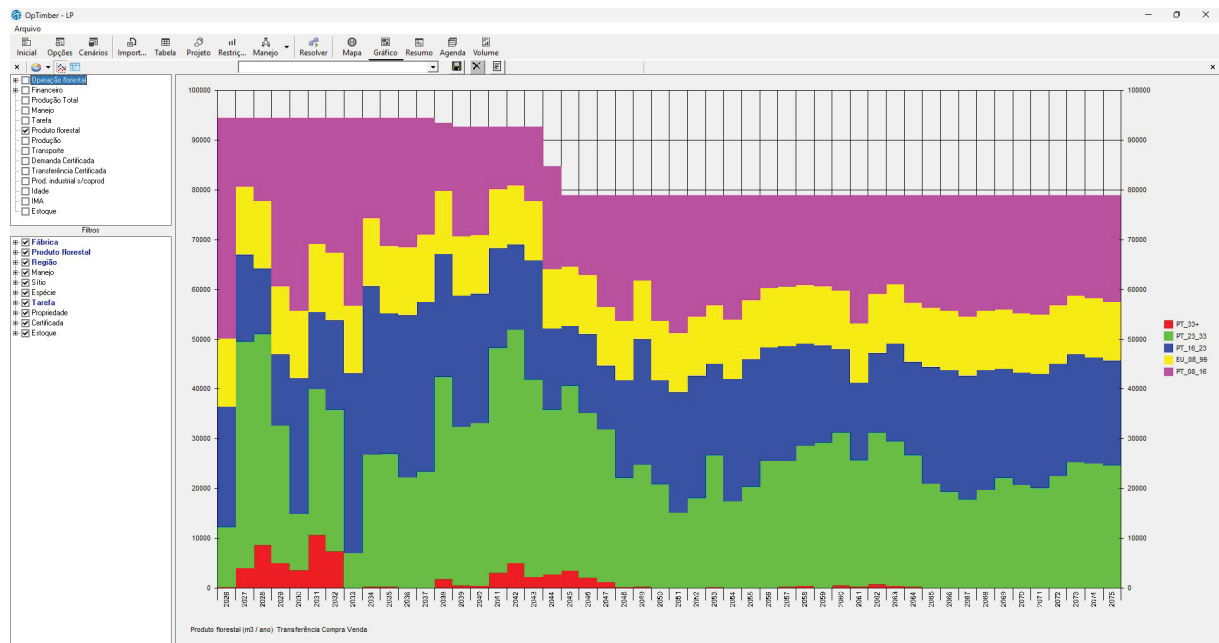


FONTE: O autor (2025).

Neste modelo de simulação, de fluxo livre, pode-se observar a grande variação de oferta de sortimentos de toras para serraria (acima de 16cm de diâmetro). Alguns anos, neste modelo, apresentam grande oferta de volume desta tora, e outros como nos anos de 2044 a 2046 praticamente zerado o volume ofertado de madeira.

Este modelo evidenciou a necessidade de geração dos outros cenários, tendo em vista o objetivo desta empresa, o qual determina que a oferta de tora ao mercado deve ser de forma constante ao longo do horizonte de planejamento.

FIGURA 2 - SIMULAÇÃO EVEN FLOW (PRODUTO FLORESTAL):

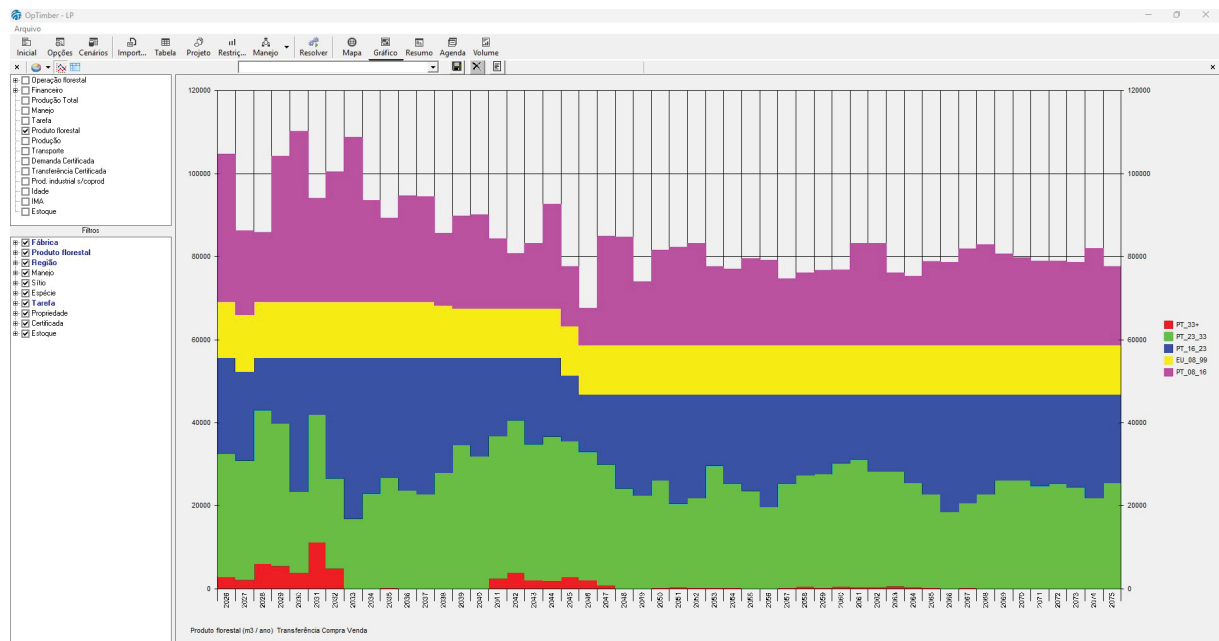


FONTE: O autor (2025).

No gráfico acima, pode-se observar que a restrição de volume total anual de produção conseguiu equilibrar melhor a oferta de toras para serraria ao longo do horizonte de planejamento, mas mesmo assim mostra variações importantes na oferta desta classificação ao longo do período. Neste caso, como exemplo, pode-se observar alguns anos com menor oferta de toras de 23/33, e outros com maior oferta.

Com os dados desta simulação, a fim de melhor alinhar este planejamento ao objetivo desta empresa, gerou-se o próximo cenário, que inclui a restrição de equilíbrio na oferta de toras acima de 16cm ao horizonte de planejamento.

FIGURA 3 - SIMULAÇÃO EVEN FLOW SERRARIA (PRODUTO FLORESTAL):



FONTE: O autor (2025):

Neste terceiro gráfico e modelo de simulação, foram inseridas restrições com objetivo de regular melhor a oferta de madeira de serraria durante o horizonte de planejamento. Consegue-se observar desta forma, que os volumes de tora (aqui consideradas todas as classificações acima de 16cm de diâmetro), foram ofertados de forma mais regular durante todo o período de planejamento.

Até o ano de 2044 esta oferta ficou próximo a 70.000/m³/ano, reduzindo um pouco após este período, o qual demonstra que o volume ofertado ficaria ajustado próximo a 60.000/m³/ano.

Esta redução se deve ao fato da limitação de área informada na entrada de dados, que limita o tempo de uso de algumas áreas, que são fruto de arrendamentos. Como não se tem a garantia de disponibilidade destas áreas após o fim do contrato, optou-se por incluir tal restrição.

Para melhor comparar a análise, podemos comparar em forma de tabela 2, os 3 cenários simulados.

TABELA 2 – COMPARAÇÃO DE VOLUMES ENTRE OS MODELOS

Ano	Free Flow	Even Flow	Even Flow Serraria
2026	94.459	94.434	104.743
2027	143.337	94.434	86.261
2028	170.362	94.434	85.869
2029	35.528	94.434	104.270
2030	62.996	94.434	110.114
2031	25.993	94.434	94.081
2032	31.868	94.434	100.388
2033	133.743	94.434	108.731
2034	151.979	94.434	93.567
2035	77.358	94.434	89.294
2036	123.457	94.434	94.600
2037	48.220	94.434	94.453
2038	52.000	93.462	85.706
2039	323.727	92.706	89.808
2040	211.612	92.706	90.029

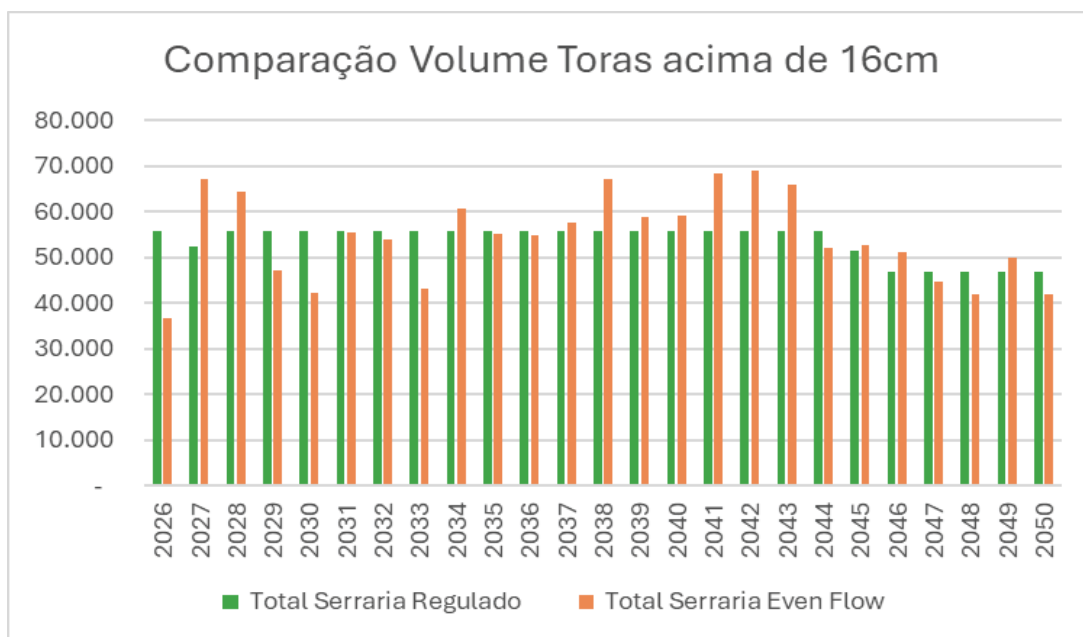
FONTE: O autor (2025).

Na tabela acima, são apresentados lado a lado os 3 cenários, comparando ano a ano até 2040 as diferenças de volumes totais simulados.

Com estes dados, observa-se novamente a variação anual de oferta do cenário “Free Flow”, que posteriormente foi sendo ajustado para um volume mais uniforme nos outros dois cenários simulados.

Com os dados de oferta por sortimento, os quais foram exportados ao Excel, também podemos observar no gráfico abaixo, a comparação de oferta desta classe de sortimento entre os anos, comparando assim os dados do modelo Even Flow, e Even Flow Serraria. No gráfico abaixo, o Even Flow Serraria é mostrado como “Total Serraria Regulado”, e o Even Flow, com “Total Serraria Even Flow”.

GRÁFICO 4 – COMPARAÇÃO VOLUME TORAS ACIMA DE 16CM



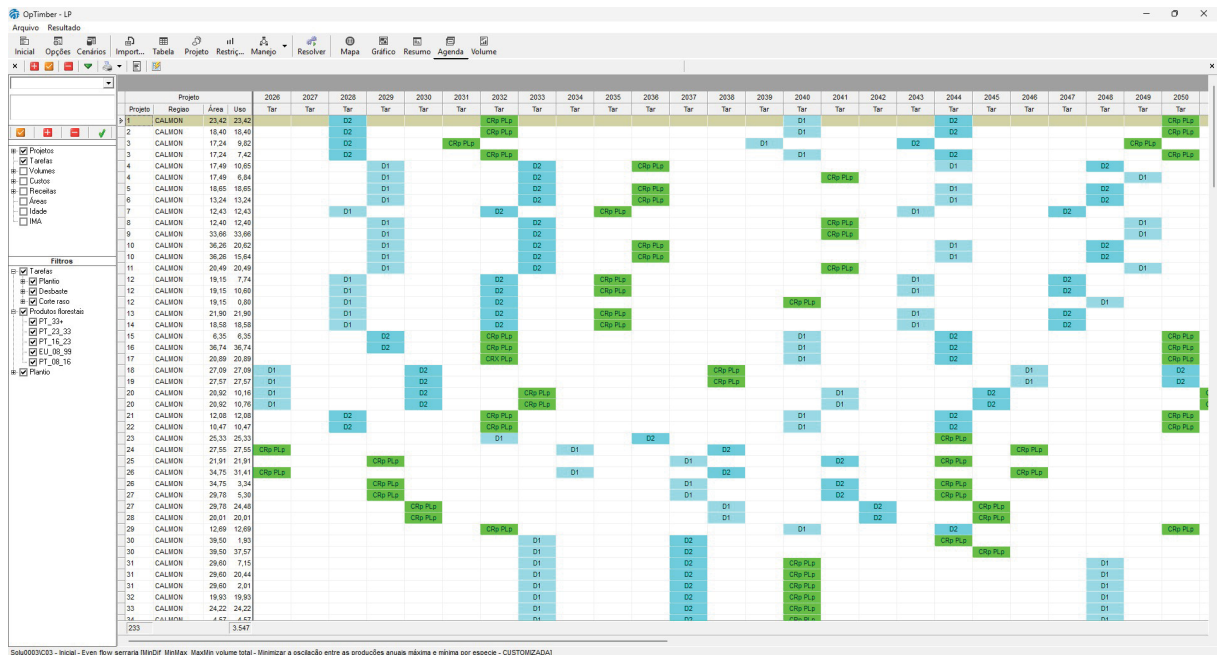
FONTE: O autor (2025).

Observa-se claramente pelo gráfico, que o volume regulado de serraria ficou mais equilibrado durante o período demonstrado, em relação ao cenário “Even Flow”.

O Optimber-LP gera todos os gráficos de análise importantes para a avaliação dos resultados. Além disso, é possível ter acesso as tabelas de dados, as quais podem ser exportadas para outras ferramentas, a fim de afinar a análise e ajustar planejamentos conforme a necessidade.

Como exemplo de uma tabela importante para o planejamento, podemos citar a tabela de “Agenda”, mostrada na figura 4, que demonstra para cada projeto, em que ano ficou programado cada intervenção simulada:

FIGURA 4 - AGENDA DE TALHÕES E PERIODOS A SEREM MANEJADOS



FONTE: O autor (2025).

Esta tabela serve de base para o planejamento anual das atividades, apontando claramente os projetos do cenário que devem ter intervenção, e qual intervenção está programada de acordo com o cenário simulado.

CONCLUSÃO

O universo do planejamento florestal é muito amplo, oferecendo muitas ferramentas e caminhos para diversos objetivos e demandas.

Durante o estudo, pode-se constatar a existência de teorias, técnicas e ferramentas imprescindíveis para as empresas do ramo florestal, a fim de que possam melhorar as informações necessárias para tomada de decisão.

Assim sendo, de acordo com a proposta deste trabalho, foi possível identificar um método eficaz para a simulação e projeção dos volumes anuais de colheita para uma empresa florestal.

Este método, consiste em alguns passos importantes para que seja possível obter os volumes para planejamento, que não podem ser ignorados. Neste processo, os passos passam pela manutenção de um cadastro adequado dos projetos da empresa, com ano do plantio, área do plantio, densidade do plantio,

dados de inventário, índice de sítio, manejos realizados, programação projetada do manejo entre outros.

Porém, de nada adianta o cadastro com estas informações disponíveis, sem que ela seja confiável, como por exemplo, quando se fala de área de plantio, ela deve ser corretamente levantada, e com confiança, para que o total de plantio não seja erroneamente considerado no planejamento e ou simulação. Este exemplo, vale para as demais informações de cadastro, como densidade, dados de inventário e outros, que sempre devem estar consistentes para diminuir a margem de erro do planejamento e aumentar a confiança das simulações realizadas, deixando-as mais próximo da realidade.

Assim sendo, com os dados em mãos, no referido estudo, utilizou-se a ferramenta Optimber-LP, que é uma ferramenta que utiliza métodos de programação linear e planejamento florestal otimizado, para simulações dos dados, podendo incluir restrições, variáveis e objetivos distintos. Com a ferramenta também é possível a geração de diversos cenários, que aumentam a gama de informações disponíveis para a tomada de decisão dos gestores florestais, possibilitando ajustes de acordo com problemas que possam ser identificados durante o planejamento.

Diante do estudo, pode-se sugerir a implantação deste modelo para que sejam realizadas simulações de planejamento de volumes anuais de uma empresa florestal. Este modelo, baseia-se em informações de cadastro, conforme mencionado, e utilização do Optimber-LP para a geração dos cenários, proporcionando uma gama de informações de grande importância para os planejadores, a fim de que possam realizar o planejamento estratégico, tático e operacional de seus negócios.

REFERÊNCIAS

ARCE, Julio Eduardo; DOBNER JR., Mário. **Manejo e Planejamento de Florestas Plantadas**. Curitiba, 2024.

CAMPOS, João Carlos Chagas; LEITE, Helio Garcia. **Mensuração Florestal, Perguntas e respostas**. 5ª. Edição, Viçosa, 2017.

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo de Pinus**. Versão Eletrônica, 2014. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155568>. Acesso em 28/07/2025.

NASCIMENTO, Flávio Augusto Ferreira do; DIAS, Andrea Nogueira; FIGUEIREDO FILHO, Afonso; MIRANDA, Gabriel de Magalhães; ARCE, Julio Eduardo. **Sistema de crescimento e produção para povoamentos de *Pinus taeda* na região norte de Santa Catarina**. CERNE, Lavras, v. 21, n. 2, p. 235–242, 2015.

OpTimber. **Software para o setor florestal da empresa OpTimber Otimização e Informática**. LinkedIn, 2025. Disponível em: <https://www.linkedin.com/products/optimber-otimiza-o-e-inform-tica-optimberlp/>. Acesso em: 28/07/2025.

SANQUETA, Carlos Roberto; CORTE, Ana Paula Dalla; RODRIGUES, Aurélio Lourenço; WATZLAWICK, Luciano Farinha. **Inventários Florestais: Planejamento e Execução**. 4ª Edição. Curitiba, 2023.

SCHNEIDER, Paulo Renato. **Manejo Florestal: Planejamento da Produção Florestal**. Santa Maria, 2009.

SCHNEIDER, Paulo Renato; FINGER, César Augusto Guimarães. **Manejo sustentado de Florestas Inequiâneas Heterogêneas**. Santa Maria, 2000.

TÉO, Saulo Jorge. **Modelagem do crescimento e produção de árvore individual, para *Pinus taeda* L., na região Meio Oeste de Santa Catarina**. Floresta, Curitiba, v. 52, n. 3, p. 436–456, jul./set. 2022. Edição especial comemorativa. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rf.v52i3.86805>. Acesso em: 30/07/2025.

YOSHITANI JUNIOR, Mauro; NAKAJIMA, Nelson Yoshihiro; ARCE, Julio Eduardo; MACHADO, Sebastião do Amaral; DRUSZCZ, João Paulo; HOSOKAWA, Roberto Tuyoshi; MELLO, Anabel Aparecida de. **Funções de afilamento para plantios desbastados de *Pinus taeda***. Floresta, Curitiba, p. 169-176, 2012.