

PRODUÇÃO E CUSTOS DA COLHEITA EM FLORESTAS NATIVAS E PLANTADAS

Data de submissão: 30/01/2025

Data de aceite: 03/02/2025

Roldão Carlos Andrade Lima

Universidade Estadual de Goiás
Ipameri - Goiás
<https://orcid.org/0000-0002-7239-2555>

Leonardo França da Silva

Universidade Federal da Grande
Dourados
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

Qüinny Soares Rocha

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará
<https://orcid.org/0000-0002-0791-517X>

Cássio Furtado Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará - IFPA
<https://orcid.org/0000-0001-5461-1809>

Cristiano Márcio Alves de Souza

Universidade Federal da Grande
Dourados
Dourados – Mato Grosso do Sul (Brasil)

José Rafael Franco

Universidade Estadual Paulista (UNESP)
<https://orcid.org/0000-0002-7129-4304>

Silvana Ferreira Bicalho

Universidade Estadual do Sudoeste da
Bahia
Vitória da Conquista - Bahia (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-5502-6430>

Luciano José Minette

Universidade Federal de Viçosa, Campus
Viçosa
Viçosa - MG (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-2038-334X>

Ariadna Faria Vieira

Universidade Estadual do Piauí
Uruçuí- Piauí (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

Stanley Schettino

Universidade Federal de Minas Gerais

Matheus Mendes Reis

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
(IFNMG)
Januária - Minas Gerais (Brasil)
<https://orcid.org/0000-0003-2100-2438>

RESUMO: A colheita florestal é uma etapa essencial na produção de madeira, influenciando diretamente a rentabilidade e a sustentabilidade da atividade. O objetivo deste estudo é analisar os fatores que

impactam a produção e os custos da colheita em florestas nativas e plantadas, destacando a influência da mecanização, das condições ambientais e das práticas de manejo. Em florestas plantadas, como eucalipto e pinus, a mecanização possibilita maior eficiência operacional, reduzindo custos e impactos ambientais. Já em florestas nativas, a extração seletiva exige maior intervenção manual, aumentando os custos e os desafios logísticos. Os custos da colheita são influenciados por fatores como relevo, densidade da floresta, tecnologia empregada e distâncias de transporte. A adoção de técnicas de manejo sustentável e o uso de modelos econômicos para otimização das operações podem reduzir desperdícios e melhorar a viabilidade econômica. Além disso, a aplicação do Valor Presente Líquido (VPL) auxilia na análise da rentabilidade e sustentabilidade dos investimentos, proporcionando uma base sólida para decisões estratégicas no setor florestal.

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização, custos operacionais, viabilidade econômica, sustentabilidade.

ABSTRACT: Forest harvesting is an essential stage in wood production, directly influencing the profitability and sustainability of the activity. This study aims to analyze the factors affecting production and harvesting costs in native and planted forests, highlighting the influence of mechanization, environmental conditions, and management practices. In planted forests, such as eucalyptus and pine, mechanization enables greater operational efficiency, reducing costs and environmental impacts. In contrast, selective logging in native forests requires more manual intervention, increasing costs and logistical challenges. Harvesting costs are influenced by factors such as terrain, forest density, employed technology, and transportation distances. The adoption of sustainable management techniques and the use of economic models to optimize operations can reduce waste and improve economic feasibility. Additionally, the application of Net Present Value (NPV) aids in analyzing the profitability and sustainability of investments, providing a solid foundation for strategic decision-making in the forestry sector.

KEYWORDS: Mechanization, operational costs, economic feasibility, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O setor florestal experimentou um avanço significativo nos últimos anos, impulsionado por uma combinação de diversos fatores. Entre os principais, destacam-se a crescente demanda por madeira serrada, papel e celulose, além do crescente interesse em projetos de crédito de carbono.

O processo produtivo florestal passou por avanços significativos em suas diversas etapas, especialmente no que se refere à mecanização dessas operações. Esses avanços tecnológicos têm sido fundamentais para garantir maior agilidade, otimização e precisão nas atividades, resultando em operações mais eficientes. Dessa forma, a mecanização tem desempenhado um papel crucial na evolução do setor florestal, visto que pode contribuir para a melhoria da produtividade e na redução dos custos operacionais.

Segundo Rocha *et al.* (2022), as operações de corte e extração de madeira representam as etapas mais onerosas do processo produtivo florestal. Quando essas

operações são realizadas em florestas nativas, são denominadas exploração de madeira. Em contrapartida, quando realizadas em florestas plantadas, a terminologia mais adequada é colheita de madeira. Essas distinções não refletem apenas em diferenças nas práticas de manejo, mas também têm implicações significativas em termos de sustentabilidade e impacto ambiental, visto que a exploração de madeira em florestas nativas requer cuidados adicionais.

Considerando que essas operações são dispendiosas economicamente, independentemente da origem da floresta ser nativa ou plantada, a otimização desses custos por meio da adoção de tecnologias pode resultar em uma redução significativa das despesas. Essa abordagem não apenas aumenta a rentabilidade, mas também eleva a produtividade do processo florestal.

2 | ASPECTO HISTÓRICO

Desde tempos antigos, o homem depende da madeira, seja para lenha ou para construir edificações. Inicialmente, o corte de madeira era feito com ferramentas manuais como machados e serrotes. Após a Revolução Industrial e a criação dos motores de combustão interna, o engenheiro alemão Andreas Stihl, em 1929, desenvolveu a primeira motosserra. Esta invenção representou um avanço significativo na indústria madeireira, permitindo cortar árvores e processar madeira de maneira muito mais eficiente e rápida do que os métodos manuais tradicionais.

A partir da metade do século XX, a motosserra começou a ser utilizada de forma mais significativa no Brasil, favorecendo o aumento de produtividade da indústria madeireira, bem como a redução de custos inerentes a essa operação.

O principal desafio a ser enfrentado era relacionado à extração da madeira, uma atividade que demandava um esforço físico considerável quando realizada manualmente. Para mitigar esse problema, métodos alternativos como o uso de animais ou adaptações de caminhões munck foram adotados para essa operação. No entanto, essas técnicas frequentemente eram limitadas em eficiência e aumentavam os custos operacionais.

Durante a década de 1970, o crescimento da indústria de papel e celulose no Brasil impulsionou a demanda por madeira, levando a um aumento gradual mecanização do setor. Tratores adaptados para a extração de madeira começaram a ser amplamente utilizados, especialmente em florestas plantadas de eucalipto e pinus. Na década de 1980, essa mecanização se intensificou com a fabricação de maquinários específicos para a colheita de madeira, como *Feller buncher* e o *Skidder*, cujo desenvolvimento foi impulsionado por investimentos das próprias empresas do setor florestal.

A partir da década de 1990, com a abertura de mercado promovida pelo governo Collor, houve uma redução nas tarifas de importação, o que permitiu a consolidação da mecanização no setor florestal brasileiro através da entrada de empresas nacionais

e multinacionais. Essa abertura facilitou a aquisição de maquinários específicos para a colheita e exploração de madeira, promovendo o crescimento tecnológico e aumentando a competitividade das empresas do setor.

A partir dos anos 2000, a mecanização do setor florestal atingiu um novo patamar com a integração de tecnologias digitais e automatização. Assim, máquinas mais sofisticadas, equipadas com sensores e software de gestão, permitiram operações mais precisas e eficientes. Atualmente o Brasil se posiciona como um dos líderes mundiais no setor florestal, sendo que a busca por eficiência e sustentabilidade continua a guiar o setor. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente na área de colheita e exploração de madeira, contribuem para o desenvolvimento econômico do setor.

3 | PRODUÇÃO FLORESTAL

A produção florestal refere-se principalmente a produtividade da floresta, ou seja, a quantidade de madeira que pode ser colhida por unidade de área ao longo de um determinado período. Essa variável é influenciada por diversos fatores, dentre os quais destacam-se a espécie plantada, as condições climáticas, a qualidade do solo, e as práticas de manejo adotadas. Em florestas nativas, outras variáveis englobam a produção, a exemplo do diâmetro mínimo de corte e das espécies com potencial para comercialização.

3.1 Florestas plantadas

A produtividade de florestas plantadas é uma variável crítica que determina a viabilidade das operações florestais. Segundo dados da Indústria Brasileira de Árvores (2023), a área de florestas plantadas no Brasil totalizou 9,94 milhões de hectares em 2022, um crescimento de 0,3% em relação ao ano anterior. Dessas áreas plantadas, 76% é composto por eucalipto, enquanto 19% é composta por pinus, ficando 5% a cargo de outras espécies.

A região sudeste é destaque na produção de eucalipto, representando 46% de toda a madeira produzida por essa espécie somente no ano de 2022, seguidas das regiões sul e centro-oeste, ambas com 18% cada. Com relação a produção de pinus, a região sul se destaca como principal fornecedor, representando 89% do total de madeira produzida.

A produtividade do eucalipto no Brasil foi estimada em 32,7 m³/ha/ano para um ciclo de corte médio de 6,7 anos. O estado com a menor produtividade média registrou 20 m³/ha/ano, enquanto o estado com a maior produtividade média alcançou 42,4 m³/ha/ano. Já a produtividade média do pinus no Brasil foi estimada em 30,9 m³/ha/ano, para um ciclo de corte médio de 16,3 anos. O estado com menor produtividade média apresentou 25,1 m³/ha/ano, enquanto o estado com maior produtividade média registrou 33,2 m³/ha/ano (Figura 1).

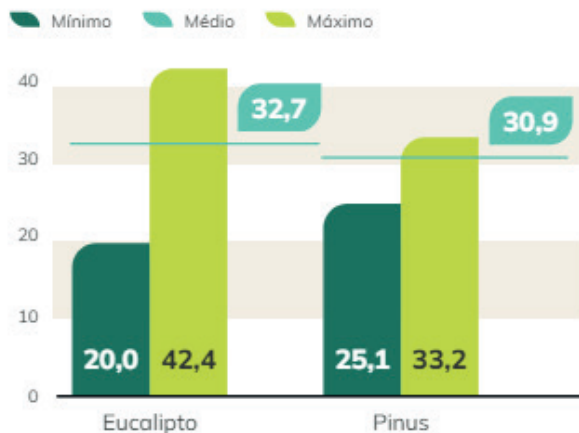


Figura 1. Produtividade média, máxima e mínima de eucalipto e pinus no Brasil (m³/ha/ano)

Fonte: Indústria Brasileira de Árvores (2023)

3.1.1 Colheita de florestas plantadas

A produtividade da colheita de madeira em florestas plantadas pode variar amplamente com base em diversos fatores, incluindo o tipo de máquina, as condições da floresta, o sistema de colheita empregado e a habilidade do operador. De acordo com Machado (2014), existem dois principais sistemas de colheita empregados no Brasil:

- *Cut-to-Length* (toras curtas)

O sistema *cut-to-length* envolve o corte, traçamento e descascamento das toras após a derrubada, sendo destinado principalmente à indústria de papel e celulose. Este sistema geralmente utiliza máquinas florestais do tipo *harvester* para o corte e processamento da madeira, e *forwarders* para a extração.

Em Florestas Plantadas de Eucalipto:

- *Harvester*: produtividade varia de 50 a 120 m³/dia no corte e processamento.
- *Forwarder*: produtividade varia de 100 a 150 m³/dia na extração.

Em Florestas Plantadas com Pinus:

- *Harvester*: produtividade varia de 40 a 100 m³/dia no corte e processamento.
- *Forwarder*: produtividade varia de 80 a 130 m³/dia na extração.

- *Full Tree* (toras longas)

O sistema *full tree* envolve o corte das árvores e seu processamento na margem da estrada, sem descascamento, atendendo principalmente às indústrias de madeira serrada.

Este sistema geralmente utiliza máquinas florestais do tipo *feller buncher* para o corte e *skidder* para a extração da madeira.

Em Florestas Plantadas de Eucalipto:

- *Feller Buncher*: produtividade varia de 200 a 300 m³/dia no corte.
- *Skidder*: produtividade varia de 150 a 250 m³/dia na extração.

Em Florestas Plantadas com Pinus:

- *Feller Buncher*: produtividade varia de 150 a 250 m³/dia no corte.
- *Skidder*: produtividade varia de 120 a 200 m³/dia na extração.

3.2 Floresta nativa

De acordo com Sistema Nacional de Informações Florestais (2020), a área de florestas nativas no Brasil totalizou 484,84 milhões de hectares em 2020, sendo que 69% corresponde ao bioma amazônico, 18% ao cerrado, 7% a caatinga e 3% da mata atlântica. Além destes, as áreas de reservas naturais das florestas plantadas atingiram 6,73 milhões de hectares em 2022, incluindo 4,75 milhões de hectares de Reserva Legal e 1,89 milhão de hectares de Áreas de Preservação Permanente (Indústria Brasileira de Árvores, 2023).

A legislação ambiental permite a realização de exploração de florestas nativas, desde que seja feita de maneira responsável e sustentável. Dessa forma, a produtividade varia de acordo com a espécie explorada, visto que cada uma possui uma particularidade de volumetria. Assim, a autorização de exploração emitida pelo Ministério do Meio Ambiente deve apresentar o volume máximo permissível para ser explorado de acordo com cada espécie florestal.

Em um estudo realizado por Almeida et al. (2021), durante a exploração de uma área de manejo florestal comunitário na Amazônia brasileira, que envolveu espécies como jatobá, sapucaia, maú, entre outros, a produtividade da madeira explorada foi de 3 árvores/ha, representando um volume de 18,4 m³/ha. É válido ressaltar que nessa pesquisa o corte foi realizado de forma semimecanizada com motosserra enquanto a extração foi realizada de forma mecanizada, por meio de um *skidder*.

3.2.1 Exploração de florestas nativas

A produtividade da exploração de madeira em florestas nativas pode variar consideravelmente dependendo de diversos fatores, incluindo o tipo de floresta, a densidade das árvores, a topografia do terreno, as condições climáticas, a habilidade dos operadores e as práticas de manejo florestal adotadas. Devido a especificidade dessas florestas, a motosserra é amplamente utilizada para o corte de árvores e o *skidder* é a máquina usada

para extrair o fuste até o pátio intermediário. Sendo assim, para essas condições, estas máquinas possuem as seguintes produtividades:

- Motosserra: produtividade média varia de 5 a 15 m³/dia no corte;
- Skidder: produtividade varia de 20 a 50 m³/dia na extração.

4 | CUSTOS FLORESTAIS

Conforme supracitado anteriormente, as operações de corte e extração de madeira caracterizam etapas onerosas do processo produtivo florestal que, juntamente com o transporte de madeira, chegam a representar até 50% do custo total de produção madeireira. Os custos florestais referem-se a soma de todos os valores consumidos no processo produtivo, expressos em termos monetários. De forma geral, esses custos podem ser subdivididos em custos fixos e variáveis.

4.1 Custos fixos

Os custos fixos são definidos como as despesas que uma empresa deve pagar, independentemente do quanto está produzindo ou colhendo em um dado momento. Esses custos são essenciais para a operação contínua da gestão florestal e devem ser cobertos independentemente do cenário em que se encontra o setor. Além disso, eles proporcionam a base necessária para que as operações de produção possam ocorrer de maneira eficiente. Envolve a soma dos seguintes itens:

- Depreciação: é a desvalorização financeira das máquinas ao longo do tempo;
- Juros: é a remuneração cobrada pelo capital investido;
- Seguros: são indenização pela ocorrência de fatores externos, como incêndios, tempestades ou outras catástrofes;
- Impostos: são as taxas e contribuições impostas pelo governo;
- Custo com abrigo: é pago em função da benfeitoria e do local de armazenamento necessário para a guarda da máquina;
- Custo com taxas administrativas: referentes aos encargos administrativos (escritório e campo);
- Custo com mão de obra: gastos diretos com os operadores, incluindo salários e encargos, além de gastos indiretos, como alimentação e alojamento, quando for o caso.

Por fim, para determinação dos custos fixos totais, estes podem ser obtidos por meio da equação 1 a seguir:

$$CFT = CD + CSJI + CA + CTA + CMO$$

Em que: CFT é o custo fixo total; CD é o custo de depreciação; CSJI são os custos de seguros, juros e impostos; CA é o custo de abrigo; CTA é o custo de taxas administrativas; CMO é o custo com mão de obra para operação.

4.2 Custos variáveis

Os custos variáveis estão diretamente relacionados ao volume de produção ou ao número de serviços prestados, ou seja, eles aumentam quando a produção aumenta e diminuem quando a produção diminui. Esses custos são essenciais para a continuidade da operação diária e influenciam diretamente a capacidade de produção e o rendimento econômico das atividades florestais. Entender e gerenciar esses custos é crucial para a eficiência operacional e a rentabilidade de uma empresa florestal. Os principais custos variáveis são:

- Custo com combustível: produto do consumo unitário da máquina pelo preço do combustível;
- Custo com lubrificantes: produto do consumo unitário da máquina pelo preço dos lubrificantes (óleos, graxas e afins);
- Custo com óleo hidráulico: produto do consumo unitário da máquina, em um dado período, pelo preço do óleo hidráulico;
- Custo com rodados (pneus e esteiras): produto do custo de aquisição pela vida útil do rodado;
- Custo com mão de obra: gastos diretos com os operadores, incluindo salários e encargos, além de gastos indiretos, como alimentação e alojamento, quando for o caso;
- Custo de reparos e manutenção: gastos com manutenções e reparos das máquinas durante um período trabalhado (inclui peças, materiais, serviços, mão de obra e encargos sociais);
- Custo de transporte de pessoal e máquinas: gastos com transporte de pessoal até as frentes de trabalho e com deslocamento de máquinas e equipamentos, quando necessário.

A determinação dos custos variáveis totais, podem ser obtidos a seguir por meio da equação 2:

$$CVT = CC + CL + COH + CPE + CRM + CMO + CTPM$$

Em que: CVT é o custo variável total; CC é o custo com combustível; CL é o custo

com lubrificantes; COH é o custo com óleo hidráulico; CPE é o custo com pneus e/ou esteiras; CRM é o custo com reparos e manutenção; CMO é o custo com mão de obra para operação; CTPM é o custo com transporte de pessoal e de maquinário.

É importante ressaltar que os custos com mão de obra estão incluídos tanto nos custos fixos quanto nos custos variáveis. Esses custos são considerados fixos porque a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) estabelece o pagamento dos funcionários independentemente da demanda de trabalho. No entanto, também podem ser considerados custos variáveis, pois, conforme a demanda de trabalho, a quantidade de funcionários contratados pode ser aumentada ou diminuída.

5 | FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa é um método baseado nos princípios da matemática financeira que acompanha todas as entradas e saídas de dinheiro de uma empresa ao longo de um determinado período. Em outras palavras, ele mostra como o dinheiro está sendo recebido (entradas) e gasto (saídas), auxiliando no planejamento financeiro da empresa e verificando a viabilidade econômica da operação.

No setor florestal, a maioria das atividades envolvem investimentos iniciais significativos e têm um retorno financeiro vagaroso, que pode levar anos. Um fluxo de caixa bem gerido ajuda a garantir que a empresa tenha dinheiro suficiente disponível para cobrir despesas operacionais e investimentos, mesmo nos períodos em que a receita é baixa ou inexistente.

O fluxo de caixa permite ainda aos gestores a possibilidade de tomar decisões sobre investimentos, expansões e outras estratégias empresariais. Por exemplo, se o fluxo de caixa mostrar que há períodos de baixa liquidez, a empresa pode decidir em adiar certos projetos ou buscar financiamento externo. Além disso, o monitoramento do fluxo de caixa ajuda a identificar rapidamente problemas financeiros, como excesso de despesas ou baixa receita. Isso permite que a empresa tome medidas corretivas antes que os problemas se agravem, evitando crises de liquidez que possam comprometer a operação.

5.1 *Capital expenditure* (CAPEX)

O CAPEX (*capital expenditure*) é uma variável de interesse do fluxo de caixa. Este refere-se aos investimentos realizados em ativos físicos que são essenciais para as operações de colheita e exploração de madeira. Esses investimentos incluem máquinas, implementos e benfeitorias, que são fundamentais para a operação eficiente e produtiva.

As máquinas, implementos e benfeitorias são classificados como investimentos e não como custos operacionais. Isso ocorre porque esses itens têm uma vida útil prolongada e contribuem diretamente para a geração de receita ao longo do tempo. Dessa forma, esses

investimentos são essenciais para garantir a continuidade das operações e a eficiência na colheita e exploração de madeira.

A depreciação é um aspecto crucial a ser considerado na gestão desses ativos, visto que é definida como a perda de valor dos ativos ao longo do tempo devido ao uso, desgaste natural e obsolescência. Ao contabilizar a depreciação, as empresas podem reduzir sua base tributária, resultando em um menor montante de imposto de renda a ser pago. Isso pode melhorar o fluxo de caixa e a lucratividade da empresa.

Nesse viés, conhecer a depreciação dos ativos ajuda no planejamento de futuros investimentos. Isso garante que as máquinas e equipamentos sejam substituídos ou atualizados de maneira oportuna ao fim de sua vida útil, de forma a assegurar a eficiência e a competitividade no mercado.

5.2 Valor presente líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) é um método de análise econômica eficaz para verificar a viabilidade do projeto de investimento. Esse método consiste em medir a diferença entre o valor presente das entradas de caixa (receitas) e o valor presente das saídas de caixa (custos) de todo o horizonte de planejamento do projeto. Dessa forma, o VPL calcula quanto vale hoje, em termos de dinheiro, todos os fluxos de caixa futuros esperados de um projeto, descontados a uma taxa de retorno específica. O VPL pode ser obtido por meio da equação 3 a seguir:

$$VPL = \sum \left(\frac{R_t}{(1+i)^t} \right) - C_0$$

Em que: VPL é o Valor Presente Líquido; R_t são as receitas ou entradas de caixa no período; i é a taxa de desconto, que representa a taxa de retorno esperada ou o custo de capital; t é o período de tempo considerado (ano, mês, etc.); C_0 é o investimento inicial ou custo inicial do projeto.

O VPL ajuda a avaliar se um projeto ou investimento é lucrativo. Em situações em que o resultado do VPL apresenta um valor positivo, pode-se indicar que o projeto deve gerar mais valor do que o custo investido. Já em situações as quais o VPL apresente um resultado com valor negativo, sugere-se que o projeto não será viável economicamente. Assim, no setor florestal, onde os retornos de investimentos podem levar anos para se concretizarem, o VPL é uma ferramenta crucial para avaliar a viabilidade econômica a longo prazo.

6 | CONCLUSÃO

A análise sobre a produção e os custos da colheita em florestas nativas e plantadas

evidencia a complexidade e a importância da gestão eficiente das operações florestais. A mecanização e os avanços tecnológicos desempenham um papel fundamental na otimização dos processos de corte e extração de madeira, resultando em maior produtividade.

A produção florestal, tanto em florestas plantadas quanto nativas, é influenciada por diversos fatores, incluindo as espécies de interesse, as condições ambientais e as práticas de manejo adotadas. A diferenciação entre os sistemas de colheita e as particularidades das florestas plantadas e nativas reforça a necessidade de estratégias específicas para cada tipo de operação, garantindo maior eficiência e sustentabilidade.

Os custos florestais, sejam fixos ou variáveis, representam uma parcela significativa das despesas totais de empreendimentos florestais, destacando a importância de uma gestão financeira rigorosa. O controle eficaz dos custos operacionais, aliado a um fluxo de caixa bem gerido, é essencial para a viabilidade econômica das operações florestais. A utilização do Valor Presente Líquido (VPL) como ferramenta de análise econômica permite avaliar a lucratividade e a sustentabilidade dos investimentos a longo prazo, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. R. S. *et al.* Índices de produtividade em uma área de manejo florestal comunitário na Amazônia brasileira. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2023**. IBÁ, 2023.

MACHADO, C. C. **Colheita florestal**. 3. ed. Editora UFV, 2014.

ROCHA Q.S. *et al.* Economic viability of the whole tree harvest under conditions of uncertainty: a study in southeastern Brazil. **International Journal of Forest Engineering**, v. 33, n. 1, 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Florestas naturais**. SNIF, 2020.