

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO SILVA OLIVEIRA

ESTIMATIVA DE CUSTOS DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL PARA UMA
EMPRESA DE PROCESSAMENTO MECÂNICO DA MADEIRA: UM ESTUDO DE
CASO NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ

CURITIBA

2022

GUSTAVO SILVA OLIVEIRA

ESTIMATIVA DE CUSTOS DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL PARA UMA
EMPRESA DE PROCESSAMENTO MECÂNICO DA MADEIRA: UM ESTUDO DE
CASO NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Romano Timofeiczuk Junior

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Alves

Coorientador: Prof. Dr. Ailson Augusto Loper

CURITIBA

2022

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Oliveira, Gustavo Silva

Estimativa de custos da certificação florestal para uma empresa de processamento mecânico da madeira: um estudo de caso nos estados de Santa Catarina e Paraná / Gustavo Silva Oliveira. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Romano Timofeiczuk Junior

Coorientadores: Prof. Dr. Ricardo Ribeiro Alves

Prof. Dr. Ailson Augusto Loper

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 22/07/2022.

1. Florestas sustentáveis - Paraná. 2. Florestais sustentáveis - Santa Catarina. 3. Produtos florestais - Custos. 4. Florestas - Manejo. 5. Economia florestal. 6. Teses. I. Timofeiczuk Junior, Romano. II. Alves, Ricardo Ribeiro. III. Loper, Ailson Augusto. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.65(816)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **GUSTAVO SILVA OLIVEIRA** intitulada: "**ESTIMATIVA DE CUSTOS DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL PARA UMA EMPRESA DE PROCESSAMENTO MECÂNICO DA MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ**", sob orientação do Prof. Dr. ROMANO TIMOFEICZYK JUNIOR, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 22 de Julho de 2022.

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 13:49:51.0

ROMANO TIMOFEICZYK JUNIOR
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

28/07/2022 11:25:31.0

JOÃO CARLOS GARZEL LEODORO DA SILVA
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 17:38:27.0

JAQUELINE VALERIUS
Avaliador Externo (AUTÔNOMO)

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 14:23:43.0

PHILIPPE RICARDO CASEMIRO SOARES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

Assinatura Eletrônica

26/07/2022 13:32:58.0

ZENOBIO ABEL GOUVÊA PERELLI DA GAMA E SILVA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE)

Avenida Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4212 - E-mail: pgfloresta@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 209621

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 209621

**Aos meus pais, Adelar e Marloiva, e meus
irmãos, Tiago e Taís.
Dedico...**

AGRADECIMENTOS

Foi um longo percurso de muitas batalhas e desafios. Foram tantas coisas novas e novas perspectivas sobre a vida. Eu aprendi e evolui muito. Essa jornada me fez maior e mais feliz.

E eu não poderia deixar de agradecer a Deus por todas as oportunidades e por nunca ter largado a minha mão. Eu sempre me senti amparado e abençoado. Gratidão. Agradeço a nossa Senhora Medianeira por cuidar de mim e guiar o meu caminho. E também ao meu preto velho, pela proteção e direcionamento nessa caminhada.

A concretização de um sonho passa por um trabalhoso trajeto do qual muitos fazem parte, sendo esse o fruto da contribuição de todos que ao meu lado estiveram e deram-me amor, força e coragem, essenciais para chegar até aqui e querer ir além. Essa conquista é nossa.

Agradeço aos meus pais Marloiva e Adelar, por todo amor, apoio e incentivo. Aos meus “manos” Tiago e Tais, que sempre me apoiaram e estiveram presentes em inesquecíveis e deliciosos momentos. Juntos somos mais. Carrego vocês sempre comigo e com muito amor. Ao meu Vô Adolar, exemplo de trabalho e responsabilidade, e a minha Vó Maria, que, onde estiver, com certeza está vibrando com cada conquista minha rumo à evolução. Ao meu sobrinho Tarcísio e aos cunhados Thailan e Vivian. Obrigado, família, por serem sempre tão presentes em minha vida, mesmo quando estamos distantes.

Aos meus amigos, que fazem parte da família que a gente escolhe, aqueles que me deram suporte, ofereceram escuta e sempre fizeram eu acreditar em mim, na busca de novas superações nesse caminho de constante transformação, em especial ao Maycon, Chaiane e Rodrigo. Vocês foram fundamentais.

Aos amigos de longa data e outros que a vida me presenteou ao longo do doutorado: Eduardo, Khaled, Beto, Alessandro, Thamires, Gabriel, Jaqueline, Leonardo, Rafaela, Juliana, Joseane e Andrei. Em especial ao querido Helison, pelo apoio e carinho, principalmente no início do doutorado. Ao Danilo, por ser um grande companheiro e apoiador, principalmente no difícil período de pandemia. E ao André, que foi muito importante e parceiro nessa etapa final. O meu eterno carinho a vocês.

Ao meu comitê de orientação, professores Romano Timofeiczuk Junior, Ricardo Alves e Ailson Loper. E aos demais professores que fizeram parte da

construção deste trabalho como o professor Pedro José Steiner Neto e José Roberto Frega. O meu muito obrigado pelo apoio, pela compreensão e pelos ensinamentos transmitidos.

À banca examinadora, pelo gentil aceite do convite para participar deste trabalho com suas valiosas contribuições.

À Universidade Federal do Paraná, em especial ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, ao Grupo de Pesquisa em Economia Florestal e a todos professores que contribuíram para a evolução do meu aprendizado e para as experiências ao longo dessa caminhada, da qual sinto orgulho.

À empresa florestal, que abriu as portas, fornecendo informações e suporte que possibilitaram a execução do estudo de caso desta pesquisa.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

E, for fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste sonho, o meu eterno e mais sincero muito obrigado.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo analisar a Certificação Florestal FSC® na cadeia de suprimentos de uma empresa florestal com unidades nos estados de Santa Catarina e Paraná. A empresa possui uma cadeia de suprimentos advinda de florestas plantadas de produção própria e de terceiros, atendendo ao abastecimento da empresa especializada em painéis e serrados. Para determinar e quantificar as variáveis que apresentam efeitos nos custos de certificação e na dinâmica da cadeia de suprimentos, foram realizadas reuniões com o setor de suprimentos e de vendas e, para corroborar com as variáveis determinadas, foi realizada uma etapa de revisão sistemática de literatura. Assim, de acordo com essas reuniões, as variáveis significativas na precificação dos custos de certificação foram: Vendas Totais (internas e externas); Fonte de Matéria-Prima (produção própria e terceirizada) e Propriedades Produtoras de Florestas (grande, médio e pequeno porte). Já os custos para certificação das propriedades produtoras de florestas foram definidos em R\$15.000,00/ano, e ocorreu por meio do método de painel de especialistas com membros do setor florestal e empresas de consultoria de certificação florestal. Em seguida, criou-se um modelo estocástico que, a partir dos parâmetros identificados anteriormente, determinou os custos de certificação florestal. A técnica utilizada foi a de avaliação de risco, denominada Simulação de Monte Carlo e, posteriormente, realizou-se a Análise de Sensibilidade das variáveis para a elaboração de gráficos por meio do pacote GGLOT2 no software R Studio. Em seguida, foram criados seis cenários distintos para avaliar as variáveis mais críticas, ou seja, aquelas que apresentam maior efeito na precificação dos custos, de acordo com as diferentes políticas de certificação e portes de propriedades produtoras de florestas (grande, média e pequena). Além disso, o modelo foi adaptado para uma situação hipotética, considerando uma maior agressividade nas oscilações das variáveis analisadas. Os resultados apontaram que as variáveis consideradas no modelo são determinantes na precificação do custo de certificação. Além disso, o modelo estocástico permitiu estimar que as vendas externas apresentam pouca sensibilidade aos custos de certificação e que a oscilação mais sensível se dá quando ocorrem reduções na produção própria, enquanto em situações nas quais ocorre aumento nas vendas totais e uma redução na disponibilidade de matéria-prima própria os custos foram mais relevantes, principalmente em relação às propriedades de pequeno porte, pois a empresa fica mais dependente da matéria-prima terceirizada, necessitando de um maior número de fornecedores, tendo em vista o custo de certificação ser fixo, independentemente do tamanho da propriedade. Já na situação hipotética, verificou-se que a variável de vendas externas tem pouco efeito nas três políticas de certificação, não havendo alterações perceptíveis nos custos de certificação, enquanto alterações na produção própria para mais ou para menos, notou-se que a matéria-prima certificada de terceiros resulta em maiores custos de certificação. Conclui-se que o modelo pode ser adaptado em situações específicas para distintas realidades de empresas do setor de base florestal, possibilitando a verificação da política mais assertiva de certificação na cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Madeira certificada; Cadeia de custódia; Análise de Risco; Produtores florestais; Modelo de simulação.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the FSC® Forest Certification in the supply chain of a forestry company with units in the states of Santa Catarina and Paraná. The company has a supply chain that comes from planted forests of its own production and that of third parties, serving the supply of the company specialized in panels and sawn. In order to determine and quantify the variables that have an effect on certification costs and on the dynamics of the supply chain, meetings were held with the supply and sales sector and, to corroborate the determined variables, a systematic literature review step was performed. Therefore, according to these consultations, the significant variables in the pricing of certification costs were: Total Sales (internal and external); Source of raw material (own and outsourced production) and Forest producing properties (large, medium and small size). The costs for certifying forest-producing properties were set at R\$15,000.00/year and took place using the method of a panel of experts with members of the forest sector and certification consulting companies. Next, a stochastic model was created, from the parameters identified above, to determine the costs of forest certification. The technique used was the Monte Carlo Simulation for the risk assessment, and afterwards, the Sensitivity Analysis of the variables was used for the elaboration of graphs with the GGLOT2 package in the R Studio software. Then, six different scenarios were created to evaluate the most critical variables, for those that have the greatest effect on the pricing of costs, according to the different certification policies and sizes of forest-producing properties (large, medium and small). In addition, the model was adapted to a hypothetical situation, considering a greater aggressiveness in the oscillations of the variables analyzed. The results showed that the variables considered in the model are decisive in the pricing of the cost of certification. Furthermore, the stochastic model allowed us to estimate that foreign sales have little sensitivity to certification costs and that the most sensitive oscillation is when there are reductions in own production. In situations where there is an increase in total sales and a reduction in the availability of own raw materials, costs were more relevant, especially in relation to small-sized properties. This happens because the company becomes more dependent on outsourced raw materials, requiring a greater number of suppliers, since the cost of certification is fixed regardless of the size of the property. In a hypothetical situation, it was verified that the foreign sales variable has little effect on the three certification policies, with no noticeable changes in certification costs, while changes in the own production for more or less, it was noted that the raw material certified by third parties, results in higher certification costs. Finally, it is concluded that the model was presented as universal, being able to be applied in specific situations for different realities of companies in the forest-based sector, allowing the verification of the most assertive policy of certification in the supply chain.

Keywords: Foreign trade; Forestry producers; Simulation model; Chain of custody; Wood offer.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - DELIMITAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DA EMPRESA FLORESTAL, NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ.	39
FIGURA 3 - TESTE DE NORMALIDADE.	52
FIGURA 4 - CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO (R\$) PARA SUPRIR AS VENDAS EXTERNAS (T) NA EMPRESA FLORESTAL.	60
FIGURA 5 - TESTE DE NORMALIDADE. A: VENDAS TOTAIS; B: VENDAS INTERNAS; C: PRODUÇÃO PRÓPRIA; D: MATÉRIA PRIMA TERCEIRIZADA PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.	63
FIGURA 6 - NÚMERO DE PROPRIEDADES PRODUTORAS DE FLORESTAS NECESSÁRIAS PARA ATENDER AS VENDAS EXTERNAS DA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA NOS CENÁRIOS AVALIADOS, DE ACORDO COM O PORTE.	69

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PRODUTOS, DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL, USOS E APLICAÇÕES.....	40
QUADRO 2 - VARIÁVEIS SIGNIFICATIVAS NA PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO DE MADEIRA PRODUZIDA E SEUS ESTRATOS.	42
QUADRO 3 - POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO E SUAS DEFINIÇÕES.	45
QUADRO 4 - CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS.....	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DADOS QUANTITATIVOS DAS VARIÁVEIS DE VENDAS TOTAIS, EXTERNAS E PRODUÇÃO PRÓPRIA, COM SUAS PROBABILIDADES DE OCORRER (%) E FREQUENCIA ACUMULADA (%).	43
TABELA 2 - QUANTIDADE DE MÓDULOS FISCAIS E PRODUÇÃO (T) POR PORTE DE PROPRIEDADE PRODUTORA DE FLORESTA.	44
TABELA 3 - VARIÁVEIS DE VENDAS TOTAIS, EXTERNAS E PRODUÇÃO PRÓPRIA, COM SEUS RESPECTIVOS VALORES DE QUANTIDADE (T), PROBABILIDADE DE OCORRER (%) E FREQUENCIA ACUMULADA (%) PARA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.	49
TABELA 4 – MÉDIA DAS MÉDIAS DE CADA UMA DAS VARIÁVEIS NOS DISTINTOS CENÁRIOS.	51
TABELA 5 - TESTE PARAMÉTRICO PARA OS VALORES DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL.	53
TABELA 6 – TESTE NÃO PARAMÉTRICO E SHAPIRO-WILK PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A EMPRESA FLORESTAL.	54
TABELA 7 - CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS DE PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO POR PORTE DE PROPRIEDADE (R\$) E SUAS RESPECTIVAS POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO.	56
TABELA 8 – MÉDIA DAS MÉDIAS DE CADA UMA DAS VARIÁVEIS NOS DISTINTOS CENÁRIOS NA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.	63
TABELA 9 - TESTE PARAMÉTRICO PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.	64
TABELA 10 - TESTE NÃO PARAMÉTRICO E SHAPIRO-WILK PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.	66
TABELA 11 - CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS DE PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO POR PORTE DE PROPRIEDADE (R\$) E SUAS RESPECTIVAS POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO.	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	FLORESTAS PLANTADAS DOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ	19
3.2	CADEIA DE SUPRIMENTOS FLORESTAL NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ	20
3.3	CERTIFICAÇÃO FLORESTAL DO <i>FOREST STEWARDSHIP COUNCIL</i> (FSC)	22
3.3.1	Panorama da Certificação Florestal FSC	23
3.3.2	Processo de Certificação Florestal FSC	25
3.3.3	Pontos positivos e limitantes da Certificação Florestal FSC	26
3.3.4	Tipos de Certificados FSC	28
3.3.5	Custos da Certificação Florestal FSC	33
3.4	MODELOS DE SIMULAÇÃO	35
3.4.1	Método de Monte Carlo	35
3.4.2	Análise de Sensibilidade	37
4.	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1	DELIMITAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	38
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA FLORESTAL	39
4.3	FONTE DE DADOS	41
4.3.1	Levantamento das variáveis	41
4.3.2	Porte das propriedades produtoras de florestas	43
4.3.3	Custos da certificação das propriedades produtoras de florestas	44
4.4	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS	45
4.4.1	Análise dos cenários	45
4.4.2	Análise de Risco	46
4.4.3	Análise Estatística	47

4.4.4	Análise de Sensibilidade	48
4.4.5	Aplicação do modelo em uma situação hipotética.....	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
5.1	SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO.....	51
5.2	ANÁLISE ESTATÍSTICA	52
5.2.1	Teste de Normalidade	52
5.2.2	Teste Paramétrico e Não paramétrico.....	53
5.3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	55
5.4	APLICAÇÃO DO MODELO EM UMA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.....	62
6	CONCLUSÕES	72
7	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	73
8	LIMITAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO	74
	REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

As empresas brasileiras de base florestal apresentam expressiva contribuição na economia do país e são responsáveis pelo desenvolvimento de produtos para atender ao mercado nacional e internacional. Em decorrência disso, esse segmento demanda uma cadeia de suprimentos eficiente de matéria-prima de qualidade e em tempo hábil aos seus processos produtivos (ARAUJO et al., 2017).

Desse modo, as florestas plantadas têm tido um importante papel de desenvolvimento das empresas florestais, alavancando mudanças econômicas locais, promovendo a geração de emprego e distribuição de renda, provendo diversos serviços ecossistêmicos, além de atenuarem problemas climáticos. Com base nisso, muitos empreendimentos dependem da oferta de matéria-prima da cadeia de suprimentos, para que possam atender às demandas por produtos florestais e manterem-se competitivas nos mercados globais (LAYTON et al., 2021).

Assim, no intuito de valorizar produtos originados do manejo responsável das florestas, a certificação florestal FSC (*Forest Stewardship Council*) surge como um sistema internacional de avaliação independente e de adesão voluntária que permite garantir que os produtos são originários de manejo sustentável (CHARMAKAR et al., 2021).

A certificação florestal possibilitou a abertura de novos mercados que acarretaram a necessidade de otimização da matéria-prima de base florestal. O atendimento dessas questões está diretamente relacionado ao fornecimento de matéria-prima que atenda às premissas da certificação e reforça o fato de que a demanda por madeira com origem certificada possa ser superior à oferta, como no caso da empresa estudada neste trabalho, que atua nos estados de Santa Catarina e Paraná. Tal situação pode se tornar uma barreira ao crescimento da empresa (FSC, 2022).

Nesse contexto, um dos desafios para a empresa florestal é a quantificação precisa do efeito da certificação florestal da origem da matéria-prima na cadeia de suprimentos. Juntamente com o atendimento das normas e diretrizes, estão agregados diversos custos e procedimentos que têm potencial para tornar economicamente inviáveis as florestas plantadas, principalmente para os pequenos produtores de florestas que atuam de forma independente (CIESLAK et al., 2020).

Sob a ótica da empresa, ocorre uma relevante restrição quanto à aquisição de madeira, principalmente em relação aos painéis reconstituídos e serrados, que possuem produtos concorrentes, e pela indispensabilidade da seleção dos fornecedores de atender a critérios importantes, como confiabilidade, inovação, custo competitivo, estrutura e qualidade no relacionamento com os produtores.

Desse modo, a empresa precisa constantemente se adaptar às tendências de mercado, buscando instrumentos que contribuam significativamente para a competitividade, sobretudo a do mercado externo, que requer um perfil de empresa tecnologicamente mais avançada e com maior agregação de valor nos processos e produtos.

Já sob o ponto de vista do produtor de floresta, há pouco conhecimento em relação à dinâmica de abastecimento das empresas florestais. Tal cenário se dá principalmente pelo fato de o produtor ter projetos independentes ou como alternativa de diversificar sua propriedade juntamente com outros tipos de atividades. Esses perfis de propriedades, nos dois estados supracitados, possuem importante participação na oferta de madeira e, na maioria dos casos, não estão comprometidos contratualmente com a empresa, podendo, inclusive, aguardar a melhor oportunidade de comercialização de sua floresta.

Do total de área plantada nos estados de Santa Catarina e Paraná, as propriedades se dividem em: empresas de base florestal verticalizadas, que atuam em distintos setores industriais e fundos de investimentos em florestas e os produtores independentes de grande, médio e pequeno porte, que possuem maciços florestais para comercialização na agroindústria, indústria de transformação e usos diversos em suas propriedades (LANDIN, 2010).

Os produtores independentes possuem, em suas propriedades, serviços de colheita e transporte agregados à produção e, com isso, atuam em diversos mercados. Já nas propriedades de pequeno porte, o produtor geralmente opta pela diversificação de culturas e tem a essência florestal plantada como alternativa de receita de longo prazo, somada a outras atividades. Nessas situações, é bastante comum a baixa habilidade administrativa e a estrutura de ativos depreciada, além do uso de mão de obra familiar e informal. Na fração de uma pequena propriedade rural, os custos fixos de um processo de certificação são diluídos por um volume produzido menor, acarretando aumento perceptível do custo unitário do volume de madeira produzida (MORO, 2019).

Assim, de acordo com as exigências de certificação florestal, a empresa certificada fica impossibilitada de negociar com esses produtores, tornando-se cada vez mais dependente dos grandes maciços florestais e empresas verticalizadas, ocasionando pouca flexibilidade de negociação na dinâmica da cadeia de suprimentos e busca por matéria-prima em distâncias maiores em áreas com escala de produção que sejam certificadas.

Diante disso, os investimentos das empresas florestais precisam priorizar a matéria-prima que atende às premissas de manejo responsável e às questões legais. Para o atingimento dessas premissas, a certificação florestal surge como um instrumento de mercado que garante, para o consumidor final, a dinâmica do processo e a origem do produto que está adquirindo. Mais especificamente, o FSC permite que tanto a floresta quanto os produtos sejam passíveis de certificação, atestando o manejo responsável e, no caso da cadeia de custódia, a rastreabilidade do produto desde sua origem até a comercialização (FSC, 2022)

No entanto, conforme os sistemas de certificação se desenvolvem, é fundamental que produtores e empresas busquem estratégias de certificação, principalmente em países onde os custos de cumprimento das normas e diretrizes são mais elevados. Nessas regiões, pelo fato de a produção florestal ser bastante diversificada, a empresa precisa buscar alternativas para viabilizar a produção de propriedades de pequeno porte e estar atenta a mudanças no comportamento de mercado e possíveis modificações na legislação que possam trazer alterações significativas na sua cadeia de suprimentos.

Nesse sentido, justifica-se a realização de estudos para verificar os custos de certificação florestal no contexto da indústria de base florestal, visando estimular a tomada de decisões para aumentar a disponibilidade de matéria-prima e buscar alternativas para as propriedades produtoras de florestas. Ademais, pretende-se que este estudo possa verificar as influências da baixa oferta de matéria-prima e estimular as partes interessadas a buscarem novas alternativas quanto à cadeia de suprimento que contribua para o desenvolvimento da indústria madeireira.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a estimativa de custos da Certificação Florestal FSC® em uma empresa de processamento mecânico de madeira com unidades nos estados de Santa Catarina e Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar e quantificar as variáveis de maior influência no custo de certificação florestal de matéria-prima produzida para empresa florestal;
- Identificar os custos estimados de certificação florestal;
- Analisar a sensibilidade no custo de certificação para cada uma das variáveis envolvidas no processo, considerando distintos cenários;
- Identificar os custos estimados de certificação florestal, em uma situação hipotética, considerando uma maior agressividade nas oscilações das variáveis analisadas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As empresas florestais dos estados de Santa Catarina e Paraná são bastante diversificadas e apresentam distintas estruturas científicas, tecnológicas e atuação no desenvolvimento sustentável (CIESLAK et al., 2020). Sob a ótica florestal dessas regiões, o setor é responsável por envolver empresas, investidores e empreendedores, que vão desde o fornecimento de matéria-prima até o consumidor final (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ, 2021).

Em relação aos aspectos econômicos, as empresas florestais desses estados têm forte influência nos indicadores e nas estratégias econômicas do país. Nesse contexto, a necessidade de garantir o abastecimento dos parques industriais consumidores de matérias-primas de origem florestal se torna cada vez mais importante para o desenvolvimento do setor, principalmente no que diz respeito a alternativas para reduzir a pressão sobre florestas nativas (CIESLAK et al., 2020).

3.1 FLORESTAS PLANTADAS DOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ

No Brasil, do total das áreas de florestas plantadas, 77,0% são compostas por plantios do gênero *Eucalyptus*, com 6,97 milhões de hectares, e 18,0 % do gênero *Pinus*, com 1,64 milhão de hectares (IBA, 2021). Diante desse panorama, esses gêneros configuram-se como matéria-prima renovável para fins industriais, fonte de renda e de emprego para a sociedade, além de diversos benefícios ecossistêmicos (PRODUÇÃO DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA - PEVS/IBGE, 2018).

Nos estados Santa Catarina e Paraná, o setor de florestas plantadas possui alta produtividade em espécies de rápido crescimento, recursos tecnológicos integrados, boas práticas de manejo e atendimento das premissas de desenvolvimento sustentável. Frente a esses atributos, os estados se apresentam como a segunda maior participação em florestas plantadas com *Pinus* e *Eucalyptus* do país, representando 29,2% do total (ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL – APRE, 2020).

Outro ponto importante são as condições edafoclimáticas que contribuem com a silvicultura brasileira, transformando estas vantagens naturais em competitividade (TATAGIBA et al., 2021). Rabelo et al., (2020) analisaram o cenário das florestas plantadas no Brasil e verificaram que esses ativos florestais são atrativos não só para

grandes empresas, mas também para os produtores rurais, com ganhos semelhantes aos de culturas agrícolas.

No entanto, Coelho et al., (2021) avaliaram a gestão estratégica para o desenvolvimento sustentável de florestas plantadas na região sul do Brasil e apontaram que há um déficit de matéria-prima para usos com maior valor agregado, sendo imprescindível a ampliação do potencial de fornecimento de madeira para esses e outros usos nos próximos anos.

Araujo et al. (2017), abordando contextos florestais, madeireiros e de mercado, avaliaram a importância da madeira de florestas plantadas na fabricação de produtos florestais com maior valor agregado no Brasil, abordando contextos florestais, madeireiros e de mercado. A partir dos resultados gerados, esses autores verificaram que a falta de conhecimento em práticas adequadas para o processamento da madeira e o estímulo ao potencial das cadeias produtivas locais são pontos limitantes para o crescimento das empresas florestais.

França et al. (2015), aferindo a qualidade da madeira de espécies plantadas para utilização na indústria de madeira serrada constataram que as espécies potenciais para atender a essas demandas devem seguir rigorosamente as técnicas de manejo sustentável e tecnologias eficientes nos processos de transformação.

3.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS FLORESTAL NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ

A predominante matéria-prima utilizada nas empresas de base florestal é a madeira em tora, caracterizada como material biodegradável e renovável, a qual é classificada de acordo com os seus diferentes diâmetros, dependendo do uso ou processamento industrial a que se destina (ARAUJO et al., 2017). No entanto, fatores de otimização do seu aproveitamento devem ser conciliados às questões econômicas, sociais e ambientais, pois podem passar por diferentes processos de transformação e beneficiamento até chegar ao consumidor final (IBA, 2020).

Nesse sentido, a cadeia de suprimentos configura-se como o conjunto de atividades econômicas, associadas a madeira e produtos derivados, iniciando com a aquisição dos insumos até as fases finais dos processos produtivos (RIBAS, 2009). De acordo com Back et al. (2015), esta cadeia envolve os métodos utilizados para

otimizar as atividades industriais e analisar a situação empresarial, considerando as demandas internas e externas.

Para Ashby et al. (2012), a cadeia de suprimentos agrega desde o fornecimento de matéria-prima, processo industrial até o consumidor final. Configura-se como um processo dinâmico que inclui o fluxo contínuo de materiais, recursos e informações em diversas áreas funcionais dentro e entre os membros da cadeia.

Sob a ótica da fonte de matéria-prima para cadeia de suprimentos, parte da oferta de madeira para as empresas florestais é feita por produtores independentes e pelos investidores em florestas TIMOS (sigla de *Timber Investment Management Organizations*). Do total de florestas plantadas no Brasil em 2018, 29%, resultam dos proprietários independentes não verticalizados, que investem em plantios florestais com o objetivo de comercializar a madeira em tora, e 10% correspondem aos TIMOS, que aplicam fundos especializados em ativos florestais (IBA, 2019).

No estado do Paraná, as áreas plantadas estão distribuídas em empresas florestais verticalizadas, que atuam em distintos segmentos da indústria e em fundos de investimentos em florestas. Além disso, boa parte desses maciços foram implantados por produtores independentes, com plantios com foco na agroindústria e em sistemas de transformação. Tais produtores independentes são distribuídos em propriedades de grande, médio e pequeno porte (APRE, 2020).

Já a base florestal plantada de Santa Catarina está concentrada em empresas integradas verticalmente, garantindo o abastecimento de matéria-prima em seus processos industriais. Os plantios com *Pinus* e *Eucalyptus*, nesse estado, estão concentrados principalmente na região serrana e norte do estado. Salienta-se que, nesta região, há um grande movimento de compra e venda de ativos florestais entre empresas do setor (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS - ACR, 2021).

Nesses estados, Moro (2019) verificou que, em relação ao porte das propriedades dos produtores de florestas, existem aqueles que comercializam sua madeira agregando os serviços de colheita e transporte, visando atingir distintos mercados, com robustez administrativa e técnica, com estruturas que permitem o fluxo constante de receitas. Em contrapartida, há os plantios em propriedades de médio e pequeno porte que utilizam a diversificação das culturas em seu uso da terra e consideram os plantios florestais como receita alternativa, resultando, em alguns casos, em ativos florestais depreciados e com baixa produtividade devido à

experiência administrativa bastante incipiente e com a mão de obra familiar e informal para condução de todas as atividades.

3.3 CERTIFICAÇÃO FLORESTAL DO *FOREST STEWARDSHIP COUNCIL* (FSC)

O ano de 1992 é marcado pela conferência da ONU (Organização das Nações Unidas), que teve como objetivo reunir diversos representantes empresariais, grupos sociais, contando com a participação inédita (até aquele momento) dos chefes de estado e de governo dos países e organizações com o foco ambiental para discutir sobre as tratativas para o desenvolvimento sustentável (FSC, 2022).

No ano de 1993, é fundado o *Forest Stewardship Council* (FSC) por um conjunto de empresas, ambientalistas e líderes comunitários para propor mudanças direcionadas ao manejo sustentável em nível mundial (PINTO e MC DERMOTT, 2013). Em seguida, no ano de 1999, surge o *Programme for the Endorsement of Forest Certification* (PEFC), organização internacional não-governamental sem fins lucrativos, sendo o sistema que assegura aos consumidores que os produtos de base florestal, devidamente identificados com a sua marca, provêm de origens sustentáveis, disponibilizando uma opção de escolha responsável (PROGRAMA PARA O RECONHECIMENTO DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL - PEFC, 2020).

Sob a ótica do FSC, cabe destacar que este se torna um dos mais representativos e pioneiros sistemas de certificação florestal, creditando certificadoras em vários países, com o intuito de assegurar padrões de qualidade fundamentados em princípios e critérios (ALVES et al., 2011; PAIVA et al., 2015; VIEIRA e MELO, 2017). Tal ferramenta busca firmar a garantia de que as legislações ambientais e suas respectivas diretrizes sejam atendidas, pois o certificado deve cumprir as atividades e comprovar o atendimento das questões ambientais (FOREST STEWARDSHIP CONCIL - FSC, 2021).

Nesse contexto, os certificados precisam obedecer aos padrões de qualidade, atendendo a metodologias baseadas nos princípios e critérios do FSC, de acordo com a realidade de cada região ou sistema de produção (FSC, 2021). Nessa linha de pensamento, Piketty et al. (2018) afirmaram que o FSC é baseado em um padrão bastante exigente de 10 princípios, 55 critérios e uma média de 200 indicadores que devem ser verificados por auditoria externa. Diante disso, de acordo com o (FSC Brasil, 2021), os 10 princípios aprovados em 2012 são:

- Princípio 1: Cumprimento das Leis
- Princípio 2: Direitos dos Trabalhadores e Condições de Emprego
- Princípio 3: Direitos dos Povos Indígenas
- Princípio 4: Relações com a Comunidade
- Princípio 5: Benefícios da Floresta
- Princípio 6: Valores e Impactos Ambientais
- Princípio 7: Planejamento do Manejo
- Princípio 8: Monitoramento e Avaliação
- Princípio 9: Altos Valores de Conservação
- Princípio 10: Implementação de Atividades de Manejo

Por sua vez, os critérios fornecem os subsídios para julgar se os princípios foram atendidos de maneira correta. Cabe destacar que tanto os princípios quanto os critérios são inalteráveis e são adaptados com indicadores e certificadores de acordo com o contexto nacional e consolidados em padrões nacionais de manejo florestal (FSC BRASIL, 2021).

No Brasil, os Padrões Nacionais para manejo florestal são divididos e aplicados em três contextos: Harmonizando Plantações (advindos dos padrões interinos das certificadoras acreditadas no Brasil, para avaliar o manejo de plantações florestais); Terra Firme (elaborado para a certificação do manejo de floresta amazônica de terra firme no território brasileiro, conforme os procedimentos apontados pelo FSC); SLIMF (padronização para avaliar o manejo florestal em pequena escala e/ou de baixa intensidade, usado principalmente para pequenos produtores ou produção comunitária) (FSC BRASIL, 2021).

Em relação ao princípio 10, que determina as atividades de manejo e auxilia nas questões de conservação, destaca-se que as plantações devem ser planejadas e proporcionar a conectividade sobre os fragmentos naturais (FSC BRASIL, 2020).

3.3.1 Panorama da Certificação Florestal FSC

A área florestal mundial é formada por cerca de 4,06 bilhões de hectares, sendo que 93% correspondem a florestas nativas, enquanto os 7% restantes referem-se a florestas plantadas. Os cinco países com maior área de florestas são, em ordem,

Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China. Sob a ótica do FSC, atualmente existem 1.165 membros internacionais em 89 países, representando cerca de 231.257.512 hectares certificados no mundo e 51.395 certificados na modalidade cadeia de custódia (FSC, 2022).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO (2021) cita que, da área estimada em florestas nativas e plantadas no mundo, cerca de 12% estão localizadas no Brasil. Dessa representatividade, a área florestal no país corresponde a aproximadamente 500 milhões de hectares (59% do seu território), composta por florestas naturais (97,6%) e plantadas (1,97%).

Os maciços de florestas plantadas consistem na principal fonte de matéria-prima e possuem significativo fator de competitividade para vários segmentos industriais. No ano de 2020, a área total de florestas plantadas atingiu 9,55 milhões de hectares, um aumento de 2,4% em relação a 2018 (IBA, 2021).

Nesse contexto, a certificação florestal FSC no Brasil possui 7.628.406 de hectares certificados na modalidade de manejo florestal e envolve 145 operações de manejo, entre áreas de florestas nativas e plantadas. O país ocupa o 6º lugar no ranking total do sistema. Já na modalidade de cadeia de custódia, o Brasil conta com 1067 certificados (FSC BRASIL, 2022). Ademais, o Brasil ocupa o 10º lugar no ranking mundial dos países que mais possuem certificação de cadeia de custódia. Desses certificados, 84% estão concentrados em empresas das regiões Sul e Sudeste (FSC BRASIL, 2022).

Considerando esses apontamentos, os esquemas de certificação buscam atender tanto os produtores de florestas quanto as empresas florestais, para que sejam explanadas as informações necessárias para o atingimento das metas econômicas, sociais e ambientais, seguindo as normas e documentações solicitadas pelo FSC (GIBSON et al., 2011).

Nesse sentido, o crescimento e a vasta aplicação do FSC definindo o uso responsável da floresta provocaram debates sobre a equidade dos procedimentos e impactos (KANOWSKI et al., 2011). Autores de diversos países vêm, ao longo dos anos, avaliando a mudança nas condutas das empresas, a reformulação de suas práticas e o posicionamento quanto aos impactos da certificação para atender e cumprir os padrões FSC. Dentre eles, Galati et al. (2017) e Romero et al. (2017) focaram seus estudos nos impactos do FSC no manejo florestal; Cerutti et al. (2011) avaliaram a melhoria das condicionantes de subsistência. Cerutti et al. (2014), Kalonga e Kulindwa

(2017), Nasi et al. (2012) e Dias et al. (2015), por sua vez, focaram suas pesquisas no impacto da certificação na conservação de serviços ecossistêmicos.

Considerando a explanação de Basso (2011), tem-se que as exigências por parte do mercado externo, principalmente dos consumidores Europeus e Norte Americanos, têm contribuído para o aumento da certificação em países como o Brasil.

3.3.2 Processo de Certificação Florestal FSC

O processo de obtenção da certificação florestal FSC envolve a implantação de procedimentos e normas para quem deseja ser certificado. Dentre as etapas, inicialmente ocorre contato com a certificadora que realiza a avaliação geral do manejo, documentações e operações de campo com a finalidade de verificar não conformidades em relação às normas e procedimentos. O sistema de certificação FSC prevê normas de garantia da marca e serviços de acreditação para empresas, organizações e comunidades interessadas no manejo florestal responsável (FSC, 2021).

FSC BRASIL (2021) complementa indicando que, após o processo de avaliação e adequação das normas, as atividades florestais passam por auditoria visando receber a certificação e, posteriormente, são monitorados anualmente.

Cabe aqui mencionar que Halalisan et al. (2016) identificaram e avaliaram, em seu estudo, as principais não conformidades encontradas em processos de certificação florestal FSC em diferentes países europeus, das quais 253 foram elencadas aos princípios: 4 (Relações com a Comunidade); 6 (Valores e Impactos Ambientais) e 8 (Monitoramento e Avaliação).

Dessa maneira, no intuito de proporcionar melhores acessos ao processo de certificação para pequenos produtores de florestas, o FSC criou, em 2013, o SLIMF (*Small and Low Intensity Managed Forests*), que se refere ao manejo de baixa intensidade, de acordo com a área e a intensidade de manejo de florestas nativas e plantadas, considerando fatores como: altos custos, extensas auditorias, laudos técnicos, equipes especializadas, processos de consultas públicas, entre outros. Coimbra et al. (2017) identificaram que o tipo da floresta e região brasileira têm pouca influência na distribuição de não conformidades por princípio FSC e temas.

Junto ao processo de certificação, todos os insumos de origem florestal empregados na composição dos produtos precisam ser analisados e considerados no

cálculo da composição dos produtos FSC. Os insumos que podem ser utilizados em produtos certificados são chamados “insumos elegíveis” e incluem: materiais certificados, FSC puro, FSC misto (insumos certificados e não certificados, provenientes de fontes controladas), entre outros. A possibilidade de um produto receber uma declaração FSC depende da composição desse produto e da porcentagem dos materiais que o compõem. Cada caso dentre os listados acima é regulado por uma norma da série FSC-STD-40, especificamente na modalidade cadeia de custódia (FSC BRASIL, 2021).

3.3.3 Pontos positivos e limitantes da Certificação Florestal FSC

O andamento e a eficiência da certificação florestal dependem inteiramente das informações, barreiras e desafios existentes em cada região. No Brasil, a questão da grande diversidade e as diferenças culturais entre as regiões dificultam a disponibilidade dessas informações de maneira rápida e confiável (RAFAEL et al. 2018).

Dentre os trabalhos documentados, Basso et al. (2012) avaliaram as barreiras da certificação no estado de Minas Gerais no que diz respeito a aspectos de conformidade com a legislação ambiental e social. Além disso, apontaram que tais barreiras podem ter impactos distintos em outros locais.

Zagt et al. (2010) verificaram, em sua pesquisa, que, apesar de grandes indicadores de sustentabilidade, as evidências sobre o impacto positivo da certificação na biodiversidade ainda são incipientes e que a avaliação dos efeitos da certificação sobre a biodiversidade florestal se torna difícil em função dos custos de monitoramento.

Bouslah et al. (2010) aferiram o impacto da certificação florestal no desempenho de empresas do Canadá e Estados Unidos e verificaram que não existem impactos significativos no curto prazo, independentemente do sistema de certificação. Esses autores apuraram que, no longo prazo apuraram que em média ocorrem impactos negativos no desempenho financeiro. No entanto, abordam que tais resultados dependem dos responsáveis por concederem a certificação.

Creamer et al. (2012) estudaram como os pequenos produtores de florestas podem participar de programas de certificação florestal a fim de melhorar a produtividade de suas florestas e, conseqüentemente, satisfazer a demanda por

madeira nos Estados Unidos. Esses autores verificaram que, do total, 27% dos proprietários estavam cientes dos programas de certificação, mas não participam, e apenas 21% fazem parte dos programas. Em média, os proprietários apresentaram múltiplos objetivos, altos níveis de renda, elevado grau educacional e planos distintos de administração.

Carlsen et al. (2012) acrescentaram os fatores que impactam nas decisões sobre a aceitação da certificação pelas empresas madeireiras de Gana e verificaram que as principais necessidades que levaram a certificar foram: demanda por parte dos clientes, perspectivas de consolidação, aumento de mercado e produtividade dos recursos florestais. Os entrevistados de empresas não certificadas apontaram altos custos de conformidades como um dos principais motivos para não certificar.

Muitos trabalhos têm gerado debates entre autores em relação às vantagens e limitações do FSC, dentre eles: Bostrom et al. (2012), que exploraram as razões pelas quais a incorporação de aspectos de sustentabilidade social parece representar um desafio para quem deseja certificar. Garrelts e Flitner (2011), que dimensionaram as lições que podem ser aprendidas com a experiência do FSC no desenvolvimento e na implementação de normas e padrões específicos. Carlsen et al. (2012), Brenton (2013), Bell e Hindmoor (2012), McDermott et al. (2015), por sua vez, levantaram fatores que afetam a obtenção da certificação florestal por parte das indústrias e dos produtores de florestas.

Já Carlson e Palmer (2016), ao avaliarem os resultados potenciais dos rótulos ecológicos, FSC em países em desenvolvimento, verificaram indicativos de melhorias quanto à consciência dos impactos ambientais e alternativas para potencializar a participação das partes interessadas nas tratativas de ecoeficiência.

Tais abordagens evidenciam que, mesmo após anos da implantação da certificação florestal, muitos impactos ainda são inconclusivos. Esse cenário se dá principalmente pela questão de um alto grau de viés de seleção, visto que as empresas são, em muitos casos, já estabelecidas no mercado e a aplicação da certificação ocorre unicamente para adaptação as comercializações usuais (ROMERO et al., 2017). Por outro lado, existem situações em que as empresas buscam a certificação devido a condutas erradas no passado e objetivam melhorar sua reputação frente ao mercado (BLACKMAN et al., 2010).

Ven et al. (2018), em seu estudo, explanaram que, independentemente dos pontos positivos ou limitantes, as modificações e alterações constantes dos padrões

de certificação tornam as avaliações dos impactos mais difíceis e complexos, além de dificultar as adequações às normas e diretrizes.

3.3.4 Tipos de Certificados FSC

A certificação FSC configura-se como um instrumento de reconhecimento internacional que garante que os produtos de origem florestal são resultado de um bom manejo florestal (FSC, 2021). Para isso, a certificação florestal se baseia no atendimento de questões voltadas para os sistemas certificadores, que estabelecem normas e padrões para o manejo florestal sustentável, as indústrias, os produtores de florestas e os consumidores que direcionam as demandas de mercado (VEN et al., 2018).

Desse modo, visando atender estas questões, a certificação florestal FSC, pode ser distribuída em três modalidades, implementadas pelos órgãos credenciados, dentre elas: Manejo Florestal, Cadeia de Custódia e Madeira Controlada (FSC, 2021). Diante disso, as três modalidades concedem quatro tipos de selos, dentre eles: FSC 100%, para produtos florestais que cumpriram integralmente os princípios e critérios desde a origem na floresta; FSC reciclado, para produtos feitos 100% com material reaproveitado; FSC fontes mistas, que inclui madeira controlada; e FSC fontes mistas com material reciclado (MARCOVITCH, 2012).

3.3.4.1 *Manejo Florestal*

Tem como objetivo garantir que a floresta seja manejada com responsabilidade, atendendo a todos os princípios e critérios do FSC. Essa garantia de melhores práticas florestais abrange todos os produtores de florestas, independentemente do tamanho do maciço e se a floresta é de domínio público ou privado, natural ou plantada (FSC BRASIL, 2021).

Essa modalidade vem sendo utilizada como um instrumento que auxilia as organizações florestais a interagirem com as partes interessadas e que colaborem para a atenuação dos problemas ambientais e sociais. Além disso, é aplicada visando gerenciar o uso dos recursos florestais e atender princípios e critérios estabelecidos para a produção de produtos florestais (BLOMLEY et al., 2010).

Autores como Ahrens e Oliveira (2017) ponderaram que certificação de manejo florestal garante que a floresta seja manejada de forma responsável e pode ser dividida por produtos madeireiros e não madeireiros. Kalonga e Kulindwa (2017) avaliaram se a certificação de manejo florestal melhorava as condições de subsistência em um distrito da Tanzânia e concluíram que as propriedades apresentaram melhores resultados em relação às variáveis socioeconômicas devido ao atendimento aos regulamentos e padrões.

Halalisan et al. (2018) qualificaram as motivações e percepções da certificação de manejo florestal na Romênia e aferiram que tal modalidade contribuiu para a disposição do setor florestal em lidar com as tendências de mercado e em esclarecer sua posição na sociedade, além de explanar informações claras em relação à utilização de produtos químicos e proteção da biodiversidade.

Já no estudo de Miteva et al. (2015), foi mensurado o desempenho das concessões de madeira certificadas pelo FSC em comparação com as concessões de madeira não certificada na Indonésia, e aferiu-se que, entre 2000 e 2008, o FSC reduziu o desmatamento, a incidência de poluição do ar e as taxas de infecções respiratórias.

3.3.4.2 Cadeia de Custódia

Compreende o percurso dos produtos desde o maciço florestal até a comercialização final, em que é emitida uma declaração FSC e a rotulagem. Assim, os estágios de fornecimento, processamento, comercialização e distribuição correspondem às fases constituintes dessa modalidade (FSC BRASIL, 2022).

Nesse sentido, esse tipo de certificação foi projetado especificamente para produtos de origem florestal, tendo como objetivo garantir que a matéria-prima ou o produto florestal adquirido possa ser rastreado com precisão desde a sua origem. A cadeia de custódia, portanto, auxilia o fluxo transparente de produtos fabricados a partir da matéria-prima da cadeia de suprimentos (GUAN et al., 2019).

Brack (2014), Mcdermott et al. (2015) e Guan e Gong (2015) revelaram que a certificação cadeia de custódia possui grande impacto no comércio internacional de produtos oriundos de madeira. Tal abordagem é reforçada por Galati et al. (2017), que explanaram, em seu estudo, que o sistema de rastreabilidade permite fornecer

informações relevantes ao consumidor sobre determinado produto certificado, atendendo os requisitos e diretrizes de sustentabilidade e legalidade.

Já sob a ótica das organizações, a cadeia de custódia está em sintonia com o estabelecimento de boas relações de negócios e, conseqüentemente, com a ascensão das vendas (MARASENIA et al, 2017 e GUAN et al., 2018). Brack (2014) explanou que os produtos de madeira certificada representam que houve atendimento aos requisitos legais. Esse fato é comprovado por Niedziakowski e Shkaruba (2018), que concluíram, em seu estudo, que a cadeia de custódia vem ao longo dos anos se tornando um instrumento de grande relevância para o controle da extração ilegal de madeira.

Tal representatividade é verificada em diversos países, como a pesquisa de Palus et al. (2018), que realizaram um estudo com enfoque no status da certificação de cadeia de custódia nos países da Europa Central e do Sul e dilucidaram que a melhoria da imagem externa da empresa, seguida de fatores de desempenho do negócio frente ao atingimentos de novos mercados, do aumento do volume de vendas, da expansão da participação de mercado e do aumento da margem de lucro se mostraram como os mais relevantes benefícios da modalidade.

Tuppura et al. (2016), em sua pesquisa empírica abrangendo diversas organizações florestais do mundo, aferiram que os incentivos para a adoção da certificação florestal cadeia de custódia são mais comumente externos do que internos e mais direcionados pelo mercado do que pela regulamentação.

Nesse contexto, em virtude da dinâmica dessa modalidade ao redor do mundo, muitas são as divergências de opiniões entre os estudiosos em relação às vantagens e aos pontos limitantes na comercialização de produtos. Marasenia et al. (2017) e Tricallotis et al. (2018) apontaram que os impactos da cadeia de custódia nas vantagens competitivas variam de acordo com a utilização dos fatores de produção, pois, quanto mais baixos os custos dos insumos, mais lucrativa é a produção dos bens e, conseqüentemente, mais barato é produzir bens.

Yamamoto et al. (2014) concluíram que a cadeia de custódia traz melhorias para o manejo florestal ao fornecer as indústrias incentivos de marketing e acesso a novos nichos de mercado. Klaric et al., (2016) determinaram os benefícios da certificação e os problemas decorrentes da implementação da certificação FSC cadeia de custódia em empresas florestais da Croácia, e explanaram que a vantagem mais

relevante é a manutenção dos clientes existentes e o ponto mais limitante corresponde aos elevados custos para certificar.

Tolunay e Turkoglu (2014), investigando as perspectivas e atitudes das empresas do setor de produtos florestais na Turquia na modalidade de cadeia de custódia e concluíram que sob a ótica da indústria a modalidade impacta de forma positiva na produção de produtos ecologicamente corretos.

Diante do exposto, a cadeia de custódia se aplica a todos os empreendimentos e comunidades que utilizem as matérias-primas florestais. Tal modalidade envolve desde setores primários como a colheita e o pré-processamento, manufatura primária e secundária e o setor terciário como a comercialização (FSC BRASIL, 2021).

3.3.4.3 Madeira controlada

A madeira oriunda de plantios florestais certificados pode ter a aprovação do selo FSC, desde que atendam aos padrões de certificação. Porém, a matéria-prima também pode ser de florestas não certificadas e mesclada com florestas certificadas, desde que estejam em conformidade com a modalidade de madeira controlada, que tem como finalidade realizar a revisão e manter os padrões para evitar produtos com a origem florestal de fontes inaceitáveis pelo FSC. Tais padrões são distintos dos de manejo florestal do FSC, afinal nesta categoria a organização precisa apenas demonstrar que a madeira não certificada pelo FSC é “controlada” evitando um conjunto de categorias de exclusão (FSC BRASIL, 2021).

De acordo com o FSC BRASIL (2021) apenas os materiais provenientes de fontes aceitáveis pelo FSC podem ser utilizados como controlados e devem obrigatoriamente atentar para as categorias de material inaceitável, como madeira explorada ilegalmente; em violação de direitos tradicionais e humanos; oriunda de florestas nas quais altos valores de conservação estejam ameaçados por atividades de manejo; oriunda de florestas sendo convertidas em plantações ou uso não-florestal; de florestas nas quais árvores geneticamente modificadas sejam plantadas.

Com base nestas premissas, o formato de madeira controlada surge como alternativa para suprir deficiências de ofertas de madeiras provenientes de florestas certificadas pelo FSC (TAYLOR, et al., 2021). Para isso, os materiais são verificados tanto no ambiente industrial na norma estabelecida quanto na certificação de madeira controlada para organizações de manejo florestal, corroborando para que a empresa

florestal dê o primeiro passo para atingir a certificação de manejo florestal FSC (FSC BRASIL, 2021).

Sob a ótica, dos pequenos produtores de florestas, no intuito de expandir a certificação florestal, estes atores devem reunir em grupos ou associações com ou sem fins lucrativos, com o objetivo de atenuarem os custos envolvidos no processo de certificação (FSC BRASIL, 2021). Santiago (2017), analisando o papel do FSC para manter a sustentabilidade na Amazônia, e aferiu que a madeira controlada permite uma maior disponibilidade de matéria-prima, resultando em produtos mistos.

3.3.4.4 *Certificação em grupo*

O modelo de certificação florestal se desenvolve conforme as necessidades e dificuldades de adaptação dos seus membros. Assim, visando atender a todas as realidades florestais, o SLIMF (*Small and Low Intensity Managed Forests*) configura-se como um programa que atende a múltiplas unidades de manejo florestal de pequena escala e baixa intensidade, proporcionando processos de avaliação, monitoramento e fiscalização mais simples e eficientes. Tal modalidade compreende áreas de pequenos maciços florestais que agreguem até 1.000 hectares da área total da unidade de manejo ou até 480 hectares de efetivo plantio florestal, podendo ser em grupo ou individual (HARADA et al., 2014).

Nesse contexto, a certificação em grupo surgiu no intuito de reunir pequenas propriedades produtoras de florestas que juntas possam aplicar um processo de certificação sob administração de um único representante (FSC, 2021). Tal administrador tem como responsabilidades o repasse de informações e o gerenciamento do processo de certificação acerca dos cumprimentos das exigências do padrão de certificação, assistência técnica, encaminhamento de documentações, além da definição da quantidade de membros e dos requisitos para participação de cada integrante (BASSO et al., 2011).

De acordo com Imperador (2009), a certificação em grupo consiste em uma medida estratégica que proporciona acessibilidade à certificação para pequenos produtores de florestas, pois sob essa ótica as atividades de manejo e produção são compartilhadas entre os integrantes do grupo, da mesma forma que os custos inerentes à obtenção e manutenção da certificação florestal. Além disso, o grupo de

produtores pode ser construído com base em associações e cooperativas, sob a orientação do administrador do grupo (PINTO et al., 2013).

Esse instrumento estratégico pode ser dividido de modo que o gerenciador pertence a um grupo de produtores de florestas organizados em uma associação comunitária, cooperativa que manejam suas áreas conforme suas regras grupais, ou em um grupo manejador de recursos em que o responsável pode compreender um técnico de manejo integrante de uma empresa não governamental ou organização privada (FSC, 2021).

Alguns autores como Basso et al. (2011) ressaltaram que a certificação em grupo permite melhores negociações de preço e condições mais favoráveis de comercialização dos produtos e serviços provenientes das florestas, proporcionando uma produção mais sustentável, regularização das propriedades florestais, além da ascensão da produtividade, melhor visibilidade do produto e do produtor perante a sociedade. Auer (2012) avaliou a certificação florestal em grupos no Vietnã e apurou que os incentivos mais relevantes para membros do grupo são a maior perspectiva de renda e as melhorias em seus conhecimentos técnicos dos silvicultores.

Outro ponto importante se verifica em relação ao barateamento da certificação, visto que o gerente do grupo realiza todo o controle do projeto e a auditoria ocorre de maneira mais dinâmica em apenas alguns integrantes. Ademais, os relatórios e as consultas públicas são realizados uma única vez para os grupos, e os custos inerentes ao treinamento profissional, à monitorização, à consulta pública e aos consultores externos são diluídos por todos os integrantes (INSTITUTO DE MANEJO E CERTIFICAÇÃO FLORESTAL E AGRÍCOLA - IMAFLORA, 2011).

No entanto, Basso et al. (2011) apontaram que, mesmo com as inúmeras vantagens advindas da implantação da certificação em grupo, a adesão pelo processo é bastante incipiente por parte dos pequenos proprietários de florestas, devido a questões ligadas à legislação e às condições de trabalho que as propriedades devem atender.

3.3.5 Custos da Certificação Florestal FSC

Os custos são definidos de acordo com as necessidades no processo e são divididos em três grandes grupos: custos da própria obtenção do certificado, que inclui a auditoria preliminar até o fim do processo, pagos à certificadora; necessidades de

adequação de manejo sustentável, tal como infraestrutura, estabelecimento de planos de manejo e adequação às leis; custos da manutenção do certificado, referentes às auditorias para verificação, que ocorrem anualmente (FSC, 2021). Além disso, os custos da certificação por hectare de floresta são decrescentes, o que explica o fato de as áreas certificadas no Brasil serem de grandes dimensões e de propriedade de grandes empresas (MEIJUEIRO et al., 2020).

Suryani et al. (2011), estudando os produtores de madeira serrada na Malásia, visando determinar os custos do certificado de cadeia de custódia, do Conselho de Certificação de Madeira da Malásia (MTCC), mensuraram que 96% dos custos foram para atender ao padrão da modalidade, enquanto a auditoria e inspeção envolveu 2% do custo total da certificação.

Hoang et al. (2019) mensuraram os custos da certificação florestal FSC e as oportunidades para cobrir esses custos em empresas do Vietnã Central. Os resultados revelaram que a taxa de auditoria paga à agência de certificação representa uma grande proporção dos custos totais, no entanto o custo-benefício confirma que a receita da venda de madeira certificada FSC é muito maior do que a não certificada, o que implica que os produtores de florestas ganham com a certificação e, portanto, são capazes de pagar pelos custos associados à certificação florestal por si próprios.

Söderling (2019) verificaram o custo-benefício da certificação florestal FSC em empresas de plantações florestais na África Subsaariana e concluíram que as empresas de plantações florestais devem obter a certificação FSC apenas se puderem vender produtos ao mercado onde recebem um preço prêmio. Kongmanee et al. (2020) analisaram o custo-benefício e os desafios da implementação dos padrões do FSC em plantações para produção de borracha no sul da Tailândia. Explanaram, em seu estudo, que a preparação da documentação compreende um dos maiores problemas na implementação dos padrões FSC.

Frey et al. (2021) estudaram a viabilidade econômica do manejo florestal comunitário para a produção de madeira certificada no sudeste da Tanzânia e elucidaram que os maiores custos de manejo florestal estavam relacionados ao estabelecimento e à manutenção do FSC, o que pode ser motivado pelo custo de depender de especialistas externos.

Sampaio (2017) afirmou que é de suma importância compreender as exigências e os custos da certificação florestal, tanto das unidades de manejo quanto da cadeia de custódia. Afinal, no manejo florestal, o proprietário da floresta tem de

assumir os custos necessários para atender às exigências da certificação. Já sob o prisma da cadeia de custódia, a empresa deve comprovar a origem da madeira comprada, ou, no caso de apenas parte dessa madeira ser certificada, deve comprovar a separação entre madeiras de origens distintas, de maneira a não defraudar as normas e diretrizes da certificação.

3.4 MODELOS DE SIMULAÇÃO

3.4.1 Método de Monte Carlo

Os métodos matemáticos são importantes ferramentas que colaboram para a tomada de decisões no ambiente organizacional, para a otimização das capacidades produtivas e para melhores resultados financeiros. Com base nesses conceitos, o método Monte Carlo surge durante a Segunda Guerra Mundial, na tentativa de resolver problemas relacionados a integrais de funções matemáticas de difícil solução analítica (SARAIVA JÚNIOR et al., 2010).

Nesse sentido, o método tem como principal finalidade estimar a distribuição de possíveis resultados da variável de saída, considerando uma ou mais variáveis de entrada que possuem comportamento de maneira probabilística conforme distribuição estipulada, permitindo a aplicação de mais complexidade no modelo determinístico ao implantar o impacto da aleatoriedade nas variáveis dependentes (PARRA et al., 2015).

De acordo com Machado e Pereira (2020), o método configura-se de modo a gerar números aleatórios, juntamente com as técnicas probabilísticas, utilizadas para solução de problemas não convencionais. Tal afirmação é ressaltada por Coelho et al. (2021), em que o método por meio de dados numéricos aleatórios traz resultados satisfatórios em valores determinísticos de difícil definição. Nesse contexto, o método pode ser utilizado para criação de cenários, considerando as variáveis aleatórias em uma tentativa de tornar evidentes as incertezas do mundo real (OSSO et al., 2017).

Fermino et al. (2012) explanaram em sua pesquisa que tal metodologia é aplicada para realização de previsões a curto e longo prazo, adotando critérios que colaborem para a tomada de decisões, considerando dados estatísticos. Ritter et al. (2014) apontaram que o método é implantado em situações em que o modelo é bastante complexo, não linear ou quando engloba questões de risco.

Já Sabbag e Costa (2015) afirmaram que o método possui a visão mais detalhada dos cenários de riscos, tornando possível definir com mais segurança as decisões a serem tomadas no ambiente organizacional. Carvalho et al. (2016) elucidaram, em sua pesquisa, que essa metodologia é utilizada para que sejam determinadas as probabilidades aproximadas de um determinado evento resultante de uma série de processos estocásticos, assumindo que a distribuição estatística dos parâmetros de entrada seja conhecida.

Sob a análise de incertezas que podem ser encontradas em um projeto ou investimento, o método de Monte Carlo é aplicado e avaliado considerando três cenários distintos, como o mais provável, o otimista e o pessimista. No entanto, a dificuldade para essas análises diz respeito ao conhecimento da interdependência das atividades e ao tempo do processo, os quais, em muitas situações, são de difícil identificação (VERGARA et al., 2020).

Nesse contexto, a cada interação, o resultado das simulações, ao final de todas as repetições, é aplicado em uma distribuição de frequência que corrobora com os cálculos de estatística descritiva. Tais interações proporcionam uma série de relações determinísticas ou de estimativas de resultados probabilísticos ou distintas análises de sensibilidade (MONTEIRO e PONTUAL, 2015). Além disso, de acordo com Simões et al. (2018), a implementação de elementos econômicos e técnicos é essencial para as análises de sensibilidade das variáveis de maior relevância em modelos estocásticos.

Na área florestal, os modelos matemáticos vêm sendo utilizados para auxiliar na tomada de decisões na estimativa de soluções alternativas, como abordado no estudo de Coulston et al. (2016), que empregaram a metodologia de Monte Carlo para quantificar a incerteza de previsão para modelos de regressão de floresta aleatória e simularam mapas de variáveis dependentes e independentes com características conhecidas e compararam erros de previsão com erros reais.

Gonçalves et al. (2017) realizaram um diagnóstico econômico da rotação econômica de plantações de eucalipto em três diferentes sítios produtivos sob condições de risco e concluíram que sob as condições semelhantes de manejo e sítios mais produtivos ocasionaram melhores retornos econômicos e, conseqüentemente, a atenuação de risco em situações econômicas desfavoráveis. Já Neto et al. (2020) utilizaram esse método para resolver problemas de programação na colheita florestal,

com o objetivo de maximizar o valor presente líquido e o índice de probabilidade de conectividade.

3.4.2 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade configura-se como um importante recurso no processo de modelagem e tomada de decisões, pois agrega no fornecimento de subsídios para atenuar efeitos que possam impactar nos reais resultados. Isso ocorre principalmente pelo fato de esses modelos apresentarem relações complexas de incertezas (DZOTSI et al, 2013).

Tais questões caracterizam-se como os elementos de entrada do modelo, como as variáveis de estado, os parâmetros e as equações, corroborando para que a análise de sensibilidade possa identificar as variáveis e parâmetros mais críticos e que precisam ser estimados ou mensurados com maior acurácia (WALLACH, 2013).

Na área florestal, diversos pesquisadores utilizaram a análise de sensibilidade para contribuir para a identificação da relação entre as variáveis de entrada e de saídas de modelos, dentre eles: Oliveira et al. (2017) realizaram a análise de sensibilidade para um sistema de diferentes fornos de carvão vegetal e consideraram variáveis como rendimento gravimétrico, preço do carvão vegetal, custo da madeira, taxa de juros e custo de construção dos fornos como variáveis de entrada, e o Valor Presente Líquido (VPL) como variável de saída.

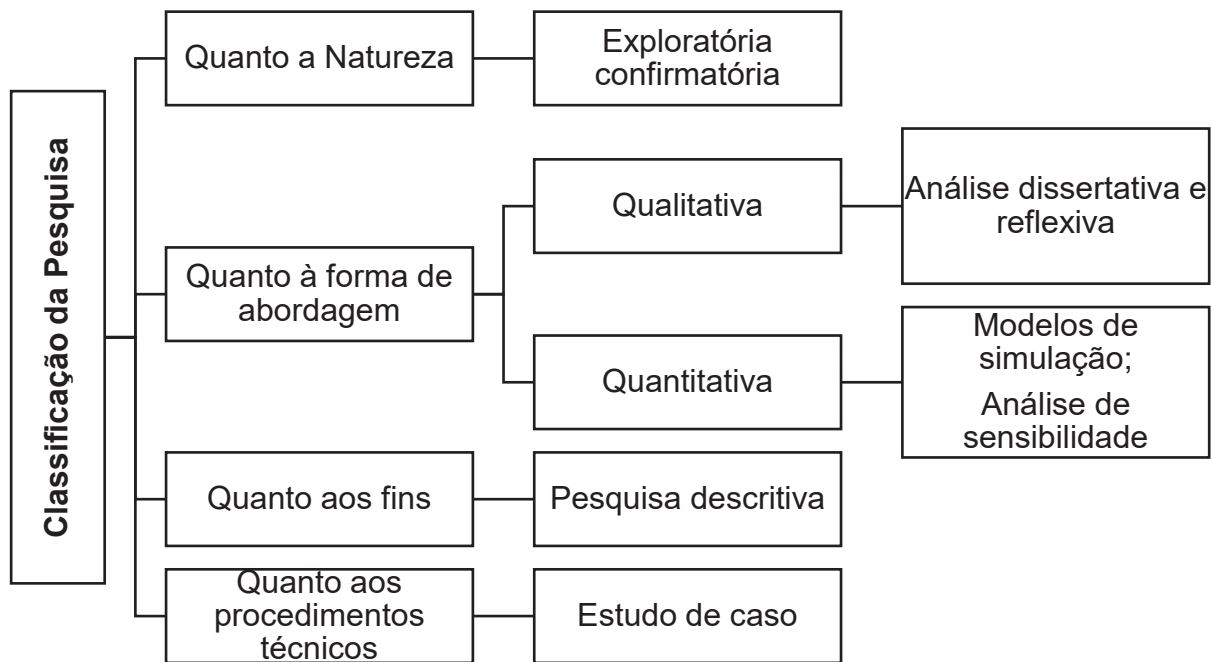
Lemos et al. (2018) estimaram e zonearam a produtividade do eucalipto no nordeste do estado do São Paulo e determinaram os principais fatores limitantes da produtividade segundo o modelo a temperatura, geadas, déficit de pressão de vapor, água no solo, e fertilidade do solo, aparecerem como as variáveis mais críticas. Moura et al. (2019) analisaram a sensibilidade dos custos de produção para determinar o nível de variação dos resultados financeiros diante de modificações nas variáveis mais relevantes de uma determinada análise econômica.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELIMITAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa teve a delimitação e o enquadramento classificatório conforme FIGURA 1.

FIGURA 1 - DELIMITAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA



Fonte: Autor, 2022.

A natureza desta pesquisa é exploratória confirmatória, pois, de acordo com Cervo et al. (2007), nessa modalidade, realizam-se descrições precisas da situação, visando descobrir as relações existentes entre os elementos e as variáveis que a compõem. Ramos (2009) acrescenta que esse tipo de pesquisa é a agente responsável pela coleta das informações, por meio da descoberta, da descrição, da compreensão dos dados e da participação do pesquisador no processo.

Quanto à forma de abordagem, a pesquisa qualitativa ocorreu de maneira mais subjetiva, predominando análises dissertativas e reflexivas visando ao conhecimento das inter-relações entre os fatores, para o atingimento dos objetivos propostos em relação ao entendimento sobre as variáveis que interferem na precificação do custo de certificação florestal FSC.

Já em relação à abordagem quantitativa, realizou-se a correlação gerando estatísticas acerca do tema proposto, permitindo relacionar as variáveis, utilizando métodos de análise matemática. Conforme Silva e Simon (2005), a pesquisa quantitativa é indicada quando se conhece as qualidades e se tem controle do que se deseja pesquisar.

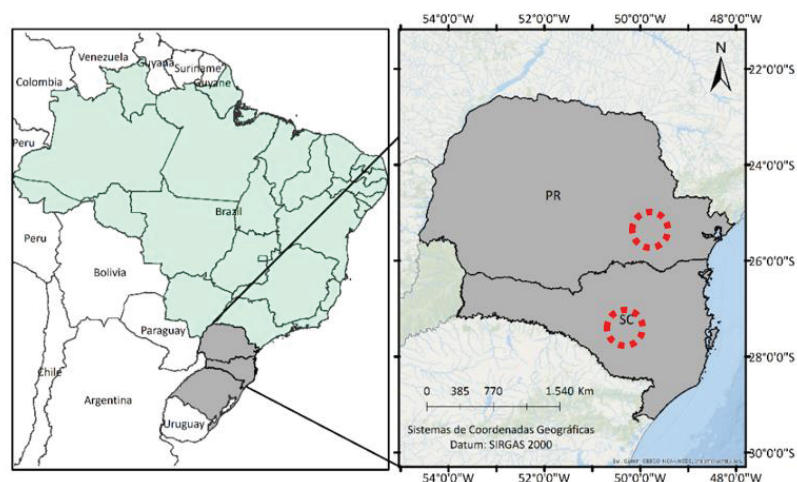
Nesse contexto, quanto aos fins, a pesquisa foi caracterizada como descritiva, pois tem por objetivo principal o estabelecimento de relações entre variáveis. Para Motta et al. (2013) a pesquisa descritiva analisa, observa, registra e correlaciona aspectos que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los.

Já de acordo com os procedimentos técnicos, a pesquisa de campo ocorreu por meio de um estudo de caso na cadeia de suprimentos de uma empresa florestal. Tal estudo se configura como um método de pesquisa que aborda um assunto específico e permite aprofundar o conhecimento, buscando oferecer subsídios para novas investigações (YIN, 2014).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA FLORESTAL

A pesquisa foi desenvolvida em uma empresa florestal com unidades nos estados de Santa Catarina e Paraná, a qual foi definida devido ao complexo industrial consolidado e expressivo, baseado em uma cadeia de suprimentos advinda de florestas plantadas de rápido crescimento (FIGURA 2).

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DA EMPRESA FLORESTAL NOS ESTADOS DE SANTA CATARINA E PARANÁ.



Fonte: Sirgas, 2000.

As florestas plantadas de produção própria e de terceiros nesses estados atende ao abastecimento da empresa, que possui plantas industriais com capacidade de produção e tecnologia, especializada em painéis MDP, MDF, HDF e serrados. Além disso, todos os produtos da empresa são provenientes de florestas plantadas do gênero *Pinus* e são destinados ao mercado interno e externo (QUADRO 1).

QUADRO 1 – PRODUTOS, DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE INDUSTRIAL, USOS E APLICAÇÕES.

Produtos	Descrição	Usos e aplicações
Painéis	HDF: Painéis de fibras de madeira de alta densidade.	Fundo de móveis; Lateral e fundo de gavetas; Capas de portas; Artesanatos.
	MDF: Painéis de fibras de madeira com densidade média.	Móveis para usinagens; Trabalhos de baixo relevo; Embalagens; Construção civil.
	MDP: Painéis de partículas de madeira de média densidade.	Móveis para dormitórios; escritórios e cozinhas; Construção civil; Painéis para decoração.
Serrados	Madeira serrada: Dimensões estáveis, uniformes e aplainadas.	Embalagem Móveis; Construção Civil; Molduras.

NOTA: HDF: *High Density Fiberboard*; MDF: *Medium Density Fiberboard*; MDP: *Medium Density article board*.

Fonte: Adaptado da empresa florestal, 2022.

Os painéis reconstituídos produzidos pela empresa configuram-se como estruturas formadas por madeira em distintos estágios de desagregação, compactadas por pressão, temperatura e uso de resinas sintéticas. Tais produtos industriais são utilizados na construção civil e na indústria moveleira, servindo como substitutos para a madeira sólida. Já a indústria de serrado atende principalmente aos segmentos nacionais de construção civil, móveis e embalagens, além do mercado externo.

Diante dessas demandas, sob a ótica da certificação florestal, a empresa opera com um sistema em que, ao comprar madeira FSC, é gerado um crédito para vender

os produtos certificados, não resultando em obrigatoriedade na venda de todos os créditos recebidos ao comprar madeira FSC. À medida que a empresa recebe pedidos certificados, o sistema SAP (Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados) verifica a disponibilidade de créditos FSC de entrada de madeira suficientes para cumprir com a venda.

A certificação em Manejo Florestal FSC também faz parte do escopo da empresa, pois tal sistema de certificação internacional reconhece os mais altos níveis de manejo florestal, garantindo aos consumidores produtos de madeira oriundas de florestas manejadas de forma ambientalmente responsável, socialmente justa e economicamente viável.

Em relação a sua cadeia de suprimentos, não há o pagamento de valores adicionais ao fornecedor certificado, no entanto existe uma certa predileção à escolha da madeira certificada, uma vez que tenha o mesmo preço de uma não certificada. Tais políticas são condicionadas ao fato de que não existe diferenciação de preços na empresa para madeira ou produtos certificados.

4.3 FONTE DE DADOS

4.3.1 Levantamento das variáveis

Para verificação das relações do planejamento estratégico e dos custos da certificação florestal, procurou-se determinar e quantificar as variáveis mais críticas que possuem efeitos nos custos de certificação e a dinâmica da cadeia de suprimentos. Para isso, foram realizadas reuniões com o setor de suprimentos e de vendas, visando definir quais eram as variáveis de maior relevância no período de abril de 2019 a abril de 2020.

Juntamente com essas reuniões, para corroborar com as variáveis determinadas, foi realizada uma etapa de revisão sistemática de literatura, com abordagens sobre a precificação do custo de certificação em reflorestamentos, a fim de comprovar as variáveis determinadas. Para isso, visando alcançar o objetivo em questão, as informações foram levantadas em sites governamentais e publicações oficiais (livros, teses, dissertações e artigos científicos), considerando os últimos dez anos. Desse modo, foram determinadas variáveis, conforme QUADRO 2.

QUADRO 2 - VARIÁVEIS SIGNIFICATIVAS NA PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO DE MADEIRA PRODUZIDA E SEUS ESTRATOS.

Variáveis	Unidade	Estratos
Vendas totais (VT)	Toneladas (t)	Vendas Externas (VE) Vendas Internas (VI)
Disponibilidade de Matéria-prima	Toneladas (t)	Produção própria (PP) Terceirizada (MPT)
Porte das propriedades florestais	Hectares (ha)	Grande Médio Pequeno

Fonte: Autor, 2022.

Com base nas variáveis e seus estratos, levantou-se, com os setores responsáveis, os dados históricos da empresa em relação às vendas totais e à disponibilidade de matéria-prima. Para isso, considerou-se a média dos últimos 10 anos de cada uma das variáveis (vendas totais, vendas externas e produção própria) e suas probabilidades de ocorrer.

Com o setor de vendas, foram definidos os dados de vendas totais e os estratos de vendas externas (VE) e internas (VI). De acordo com essa equipe, a empresa destina 35,0% da sua produção de produtos para o mercado externo, principalmente fabricantes de móveis de países da Europa e dos Estados Unidos.

Em relação à disponibilidade de matéria-prima, as reuniões ocorreram com o setor de suprimentos, que são os responsáveis pelos processos de compras, armazenagem e movimentação de matéria-prima. Assim, foram definidos os dados de Produção Própria (PP) e a demanda da empresa por Matéria-Prima Terceirizada (MPT). Dentre a distribuição desses ativos florestais, o raio médio de florestas próprias compreende 80km, e o raio máximo, 160km. Já em relação aos fornecedores terceiros, tem-se um raio médio em torno de 130km, e raio máximo de 200km.

Na TABELA 1, verificam-se os dados quantitativos de cada uma das variáveis (vendas totais, vendas externas e produção própria) e suas probabilidades de ocorrer de acordo com o histórico dos últimos 10 anos da empresa.

TABELA 1 - DADOS QUANTITATIVOS DAS VARIÁVEIS DE VENDAS TOTAIS, EXTERNAS E PRODUÇÃO PRÓPRIA, COM SUAS PROBABILIDADES DE OCORRER (%) E FREQUÊNCIA ACUMULADA (%).

Variável	Quantidade (t/ano)	Probabilidade de ocorrer (%)	Frequência acumulada (%)
Vendas totais	1.529.600	70	70
	1.816.400	15	85
	2.200.000	10	95
	3.000.000	5	100
	Soma	100	-
Vendas Externas	286.800	20	20
	382.400	80	100
	Soma	100	-
Produção Própria	1.449.000	10	10
	1.328.250	70	80
	1.207.500	15	95
	966.000	5	100
	Soma	100	-

Fonte: Autor. 2022.

Os valores em relação a vendas internas foram resultado da diferença entre as vendas totais e as vendas externas, da mesma forma que a matéria-prima terceirizada foram a diferença entre as vendas totais e a produção própria.

4.3.2 Porte das propriedades produtoras de florestas

Para o dimensionamento dos portes de propriedades, considerou-se a classificação de acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que define a unidade de medida em módulos fiscais, conforme o tipo de exploração predominante no município, a renda obtida e outras explorações existentes no município, que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada e o conceito de propriedade familiar (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2021).

Segundo a Lei n.º 6.746/1979, o conceito de módulo fiscal refere-se à medida que expressa a área mínima necessária para que a unidade produtiva seja

economicamente viável e permite que sejam regulados os direitos e as obrigações aos bens imóveis. Adicionalmente, a Lei 8.629/1993 (Art. 4, II e III) define como propriedade de pequeno porte o imóvel com área entre 1 e 4 módulos fiscais, médio porte com área superior a 4 até 15 módulos fiscais e grande porte o imóvel com área superior a 15 módulos.

O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares, no entanto, na região sul, as classes de tamanho variam de 5 a 20 hectares. Para variável porte da propriedade, considerou-se, para esta pesquisa, uma produção de 500 t ha⁻¹ e que cada módulo fiscal possui 20 hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017); (SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL - CAR, 2016). Assim, definiu-se a quantidade de módulos fiscais e a produção (t) por porte de propriedade produtora de floresta (TABELA 2).

TABELA 2- NÚMERO DE MÓDULOS FISCAIS E PRODUÇÃO (T) POR PORTE DE PROPRIEDADE PRODUTORA DE FLORESTA.

Porte da Propriedade	Módulos Fiscais	Produção (t)
Pequeno	4	40.000
Médio	15	150.000
Grande	20	200.000

Fonte: Autor, 2022.

4.3.3 Custos da certificação das propriedades produtoras de florestas

Definiram-se os custos para certificação das propriedades produtoras de florestas por meio do método de painel de especialistas com membros do setor florestal e duas empresas de consultoria de certificação florestal. De acordo com Mendes et al. (2008), esse procedimento visa recorrer a um determinado grupo de especialistas no assunto para estruturar a geração de ideias, fomentando a criatividade de sugestões e apontamentos para resolução de problemas.

Assim, considerou-se que o sistema FSC possui, em seu escopo, diversas normas de garantia da marca e serviços na acreditação para organizações e propriedades interessadas na condução de um manejo florestal sustentável (FSC BRASIL, 2021). Desse modo, os procedimentos que envolveram a definição do custo foram:

- Auditoria de avaliação: envolveu os custos de avaliação, para obtenção da certificação, incluindo o tempo técnico e administrativo e as despesas da equipe de auditoria nos locais abrangidos pela certificação;
- Auditorias anuais de manutenção: considerou-se uma auditoria de monitoramento por ano, para verificar o desempenho frente aos requisitos da certificação cadeia de custódia;
- Taxas anuais de certificação: foram calculadas de acordo com o faturamento anual da organização ou produtor de floresta.

Para definição dos valores absolutos, entrou-se em contato com as próprias certificadoras acreditadas, pois fica a critério de cada uma delas definir o preço cobrado pelas auditorias ao longo da certificação. Dessa forma, foi identificado que existe um custo fixo, independentemente do tamanho da propriedade, e um custo variável, associado às características de porte e à distância da propriedade.

Em relação ao custo anual para certificação das propriedades produtoras de florestas e a empresa, delimitou-se, junto com o painel de especialistas, um valor de 15.000,00 R\$/ano, considerando uma média que envolve custos fixos e variáveis no Brasil. Já a variável que se quer aferir são os custos de precificação da certificação considerando diferentes políticas de certificação (QUADRO 3).

QUADRO 3- POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO E SUAS DEFINIÇÕES.

Política de certificação	Definição
PC1	Certificação unicamente da matéria-prima própria
PC2	Certificação unicamente da matéria-prima terceirizada
PC3	Ambas

Nota: PC: Política de Certificação.

Fonte: Autor. 2022.

Tais políticas foram definidas no intuito de se verificar os diferentes efeitos da certificação de acordo com a política implementada pela visão estratégica da empresa florestal.

4.4 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

4.4.1 Análise dos cenários

A criação de distintos cenários se deu no intuito de avaliar as variáveis mais críticas, ou seja, aquelas que apresentam maior efeito na precificação dos custos, de acordo com as diferentes políticas de certificação e os portes de propriedades produtoras de florestas (QUADRO 4).

QUADRO 4- CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS

Cenários	Variáveis	Definição (t)
C1	Padrão (Atual)	Padrão (Atual)
C2	Vendas externas	Majoradas em 200.000
C3	Vendas externas	Reduzidas em 200.000
C4	Produção Própria	Majorada em 200.000
C5	Produção Própria	Reduzida em 200.000
C6	Vendas totais	Majoradas em 200.000
	Produção Própria	Reduzida em 200.000

Fonte: Autor. 2022.

A determinação dos valores majorados e reduzidos foi definida juntamente com o painel de especialistas, no sentido de visualizar os efeitos com menor ou maior agressividade os cenários.

4.4.2 Análise de Risco

Para avaliar as situações em que as variáveis associadas apresentam incertezas e cujo comportamento pode ser de difícil previsão, pelo fato de envolver diversas possibilidades, foram utilizadas técnicas quantitativas, para corroborar na solução de problemas e tomada de decisões.

Para isso, criou-se um modelo estocástico que, a partir dos parâmetros identificados anteriormente, identifica os custos de certificação florestal. Nesse contexto, aplicou-se a técnica de avaliação de risco, denominada Simulação de Monte Carlo e, posteriormente, realizou-se a Análise de Sensibilidade das variáveis e, a partir disso, realizou-se a elaboração de gráficos e tabelas por meio do pacote GGLOT2 no software R Studio (RSTUDIO, 2017; WICKHAM, 2009).

Assim, foi desenvolvido um modelo estocástico considerando parâmetros históricos da empresa florestal, para identificar o custo estimado de certificação florestal. Para aplicar o método, foi necessário estabelecer um intervalo de valores para a geração aleatória de números. A execução das análises pelo método Monte Carlo seguiu as etapas propostas por Monteiro et al. (2015) e Martins et al. (2015).

1. Definição do modelo, em que o problema e suas características foram modelados em planilha eletrônica;
2. Identificação, no modelo, das incertezas, ou seja, das variáveis de entrada que exerceram significativa importância em seu resultado.
3. Análise das variáveis de saída, em que as variáveis de estudo foram identificadas e analisadas quanto ao seu comportamento;
4. Realização da simulação, em que o modelo foi executado N vezes, gerando a série de valores para a variável de análise;
5. Análise do Modelo Simulado.

Diante disso, foram analisados quais elementos devem ser modelados como variáveis de entrada do modelo de simulação, sendo estas consideradas de risco, ou seja, com valores incertos que devem ser modelados com distribuições de probabilidades. As distribuições de probabilidades configuram-se como um modelo matemático que permite relacionar o valor de uma determinada variável com a sua probabilidade de ocorrer (PITTENGER et al., 2012).

Em seguida, foram gerados números aleatórios, pois, a partir desse mecanismo, são produzidas as distribuições de interesse, tomando por base as premissas e as distribuições associadas às variáveis de entrada, bem como a inter-relação entre elas. Para isso, utilizou-se a metodologia adaptada de Evans e Olson (1998) e Vose (2000), em que o número aleatório foi definido como sendo uma variável aleatória uniformemente distribuída entre um valor mínimo e um valor máximo. Desse modo, para cada uma das simulações, quando variados um ou mais parâmetros, foram definidos com base no valor mínimo e máximo que lhe eram peculiares.

4.4.3 Análise Estatística

Nesta fase, foram realizados 500 cenários com 100 simulações em cada um, de forma a produzir um banco de dados com tamanho suficiente para serem feitas inferências seguras quanto às interações entre as variáveis, de modo a se obter situações distintas. De acordo com Mei e Clutter (2013), a estimativa é mais precisa com um número maior de simulações e iterações totais. Assim, realizaram-se os

valores médios para cada variável em cada um dos 500 cenários e calculou-se a média das médias, o desvio padrão das médias e o intervalo de confiança das médias.

Para as variáveis Vendas Totais, Vendas Internas, Produção Própria e Matéria-Prima Terceirizada, foram realizados o intervalo de confiança paramétrico de 95%, ou seja, média $\pm 1.96 \cdot \text{erro-padrão}$, com o limite inferior, a estimativa pontual e o limite superior. Em seguida, o intervalo de confiança não-paramétrico de 95%, com o limite inferior (2,5%), a estimativa pontual (50,0%) e o limite superior (97,5%). Um intervalo de confiança configura-se como uma estimativa que evidencia o intervalo que um determinado parâmetro se encontra com certo nível de probabilidade. Assim, consegue-se verificar a probabilidade com que o parâmetro é visualizado dentro do intervalo. Ambos os testes foram realizados ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software R.

O primeiro método para verificação do formato da distribuição da variável contínua foi a construção dos histogramas. O histograma é um gráfico de barras justapostas em que, no eixo horizontal, está a variável de interesse dividida em classes e, no eixo vertical, a frequência da classe correspondente. Posteriormente, realizou-se o teste de normalidade para verificar se a distribuição de probabilidade associada ao conjunto dos dados se aproximava de uma distribuição normal.

Complementarmente, foi avaliada a distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, para observar se possuem distribuição normal. Esse teste foi publicado em 1965 por Samuel Sanford Shapiro e Martin Wilk e se baseia na regressão dos valores amostrais ordenados com as correspondentes estatísticas de seis ordens normais, que, para uma amostra de uma população normalmente distribuída, é linear (SHAPIRO e WILK, 1965).

4.4.4 Análise de Sensibilidade

Foi utilizada a análise de sensibilidade referente às alterações nas variáveis de vendas totais, vendas externas e internas, produção própria, matéria-prima terceirizada e porte de propriedade florestal. Tal ferramenta compreende um processo de amostragem que tem por finalidade observar o desempenho de uma determinada variável de interesse em função do comportamento de outras variáveis de incerteza. Fundamentado por Andrade et al. (2017), em que a análise dos parâmetros e variáveis

de entrada do modelo permitem contribuir para a observação daqueles que quando alterados e exercem influência significativa nos resultados.

Posteriormente, buscou-se verificar os efeitos que a variação de um dado de entrada possa ocasionar nos resultados, principalmente aquelas que oferecem um maior efeito.

4.4.5 Aplicação do modelo em uma situação hipotética

Para verificar o efeito das variáveis com diferentes demandas por madeira e frequências de probabilidade de ocorrer, aplicou-se o modelo em uma situação hipotética definida de forma empírica, considerando uma possibilidade de vendas externas mais representativas na dinâmica da empresa.

Desse modo, na TABELA 3, verificam-se as diferentes combinações de variáveis (t) com probabilidades de ocorrer (%) e a frequência acumulada (%)

TABELA 3 - VARIÁVEIS DE VENDAS TOTAIS, EXTERNAS E PRODUÇÃO PRÓPRIA, COM SEUS RESPECTIVOS VALORES DE QUANTIDADE (T), PROBABILIDADE DE OCORRER (%) E FREQUÊNCIA ACUMULADA (%) PARA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.

Variável	Quantidade (t/ano)	Probabilidade de ocorrer (%)	Frequência acumulada (%)
Vendas totais	1.700.000	50	50
	2.000.000	15	65
	2.500.000	10	75
	2.700.000	25	100
	Soma	100	-
Vendas Externas	1.000.000	70	70
	1.200.000	20	90
	1.600.000	10	100
	Soma	100	-
Produção Própria	1.500.000	10	10
	1.200.000	30	40
	1.000.000	35	75
	800.000	25	100
	Soma	100	-

Fonte: Autor. 2022.

Os valores em relação a vendas internas foram resultado da diferença entre as vendas totais e as vendas externas, da mesma forma que a matéria-prima terceirizada foi a diferença entre as vendas totais e a produção própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Simulação de Monte Carlo

Na TABELA 4, são apresentadas a média das médias dos 500 cenários realizados para cada uma das variáveis nos distintos cenários, realizadas por meio da simulação de Monte Carlo.

TABELA 4 – MÉDIA DAS MÉDIAS DE CADA UMA DAS VARIÁVEIS NOS DISTINTOS CENÁRIOS.

Cenários	Variáveis	Quantidade (t)
C1	VT	1.672.309
	VI	1.309.314
	VE	362.995
	PP	1.304.552
	MPT	367.757
C2	VT	1.671.508
	VI	1.108.289
	VE	563.219
	PP	1.303.931
	MPT	367.577
C3	VT	1.675.732
	VI	1.512.519
	VE	163.213
	PP	1.304.011
	MPT	371.721
C4	VT	1.672.437
	VI	1.308.840
	VE	363.597
	PP	1.504.349
	MPT	168.088
C5	VT	1.674.096
	VI	1.310.510
	VE	363.586
	PP	1.104.139
	MPT	569.957
C6	VT	2.276.120
	VI	1.177.160
	VE	1.098.960
	PP	860.994
	MPT	1.415.126

Fonte: Autor, 2022.

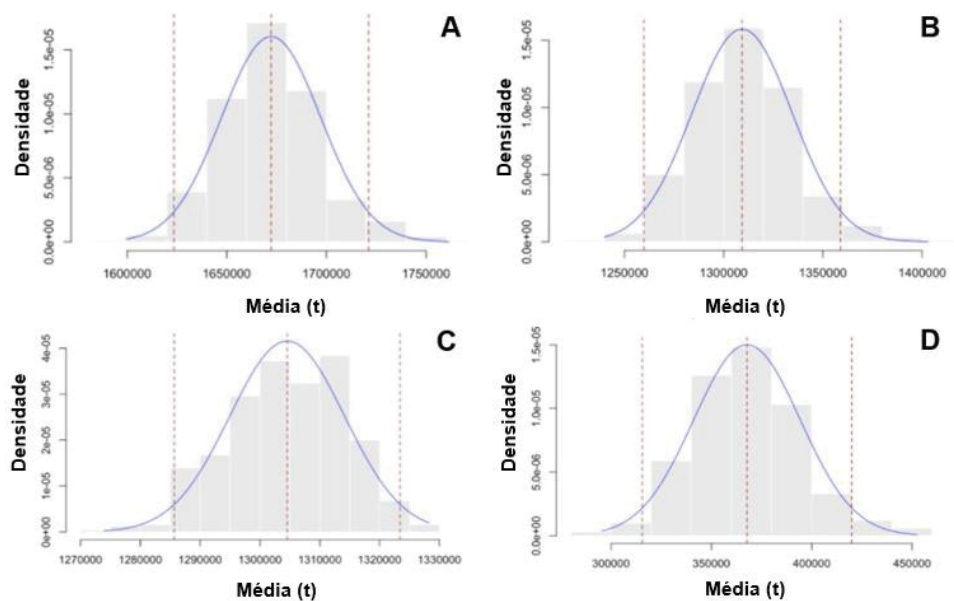
Verificou-se, a partir das informações indicadas na Tabela 4, que a média das médias se apresentaram de formas distintas de acordo com os cenários, corroborando para identificação dos custos em diferentes situações de destinações de vendas e disponibilidade de matéria-prima. Assim, de posse dessas informações, a análise estatística para essas médias corroborou com a confiabilidade dos dados, por meio dos testes paramétrico e não paramétrico.

5.2 Análise Estatística

5.2.1 Teste de Normalidade

Na FIGURA 3, verificam-se os histogramas de normalidade para o “cenário padrão”, considerando as variáveis: Vendas totais (A); Vendas Internas (B); Produção Própria (C) e Matéria-prima Terceirizada (D).

FIGURA 3 - TESTE DE NORMALIDADE PARA O CENÁRIO PADRÃO.



Nota: A: VENDAS TOTAIS; B: VENDAS INTERNAS; C: PRODUÇÃO PRÓPRIA; D: MATÉRIA-PRIMA TERCEIRIZADA.

Fonte: Autor, 2022.

De acordo com as informações visuais dos histogramas, verifica-se que a distribuição das quatro variáveis para o cenário padrão se apresentou normal, evidenciando que a maioria dos dados estão muito próximos da média. Para Miot

(2017), a curva normal apresenta propriedades como a simetria, única moda (coincidente com a média e a mediana), além da possibilidade de ser representada e quantificada a partir dos valores da média e do desvio padrão.

5.2.2 Teste Paramétrico e Não paramétrico

No intuito de corroborar com o teste de normalidade na TABELA 5, verificam-se os testes paramétricos para as variáveis identificadas na precificação do custo de certificação em nível de significância de 5%, considerando o limite inferior, a estimativa pontual e o limite superior para cada variável nos distintos cenários.

TABELA 5 - TESTE PARAMÉTRICO PARA OS VALORES DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL.

Cenário	Variável	Teste paramétrico (t)		
		LI	EP	LS
C1	VT	1.623.421	1.672.309	1.721.197
	VI	1.259.815	1.309.314	1.358.812
	PP	1.285.691	1.304.552	1.323.413
	MPT	315.519	367.757	419.995
C2	VT	1.623.898	1.671.508	1.719.118
	VI	1.059.624	1.108.289	1.156.953
	PP	1.285.225	1.303.931	1.322.637
	MPT	317.440	367.576	417.713
C3	VT	1.629.671	1.675.732	1.721.793
	VI	1.466.331	1.512.519	1.558.707
	PP	1.284.340	1.304.011	1.323.682
	MPT	320.888	371.721	422.554
C4	VT	1.628.371	1.672.438	1.716.504
	VI	1.263.834	1.308.840	1.353.847
	PP	1.486.604	1.504.349	1.522.093
	MPT	120.154	168.088	216.023
C5	VT	1.626.091	1.674.096	1.722.100
	VI	1.262.101	1.310.510	1.358.919
	PP	1.085.312	1.104.139	1.122.965

	MPT	518.140	569.957	621.773
C6	VT	2.193.165	2.276.120	2.359.075
	VI	1.089.318	1.177.160	1.265.002
	PP	818.536	860.994	903.451
	MPT	1.320.891	1.415.126	1.509.361

NOTA: LI: limite inferior; EP: estimativa pontual; LS: limite superior.

Fonte: Autor, 2022.

Os valores do teste paramétrico configuram-se como a informação mais relevante, corroborando para que se possa confiar nos dados, advindos da simulação de Monte Carlo, com base nos seus intervalos de confiança. Diante disso, no intuito de reforçar a confiabilidade dos dados, verifica-se na TABELA 6, o teste não paramétrico e Shapiro-Wilk.

TABELA 6 – TESTE NÃO PARAMÉTRICO E SHAPIRO-WILK PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A EMPRESA FLORESTAL.

Cenário	Variável	Teste não paramétrico (t)			Shapiro-wilk
		2,5%	2,5%	2,5%	p-value
C1	VT	1.626.712	1.672.212	1.725.910	0.004162
	VI	1.262.039	1.308.006	1.364.004	0.02644
	PP	1.287.195	1.304.100	1.321.005	0.01383
	MPT	319.740	368.137	425.516	0.04383
C2	VT	1.626.712	1.669.344	1.717.712	0.1271
	VI	1.063.002	1.107.014	1.156.822	0.1173
	PP	1.282.939	1.304.100	1.321.005	0.04846
	MPT	318.238	366.482	419.025	0.2723
C3	VT	1.631.988	1.676.048	1.724.452	0.3193
	VI	1.467.764	1.512.756	1.560.622	0.2452
	PP	1.283.512	1.304.100	1.323.420	0.1784
	MPT	321.896	371.198	423.383	0.719
C4	VT	1.627.680	1.673.162	1.717.729	0.2347
	VI	1.266.302	1.309.906	1.355.400	0.1931
	PP	1.485.354	1.505.308	1.520.431	0.01733
	MPT	120.282	167.784	214.061	0.3078

C5	VT	1.628.612	1.674.148	1.719.168	0.0971
	VI	1.263.940	1.310.384	1.355.861	0.1318
	PP	1.084.780	1.104.100	1.122.212	0.01482
	MPT	522.199	569.515	621.761	0.4055
C6	VT	2.196.950	2.274.000	2.357.000	0.3409
	VI	1.095.475	1.176.000	1.264.000	0.4005
	PP	819.000	862.000	903.000	0.9141
	MPT	1.326.000	1.414.000	1.507.050	0.7271

Fonte: Autor, 2022.

O teste não paramétrico permitiu verificar que os métodos são aplicáveis independentemente da forma da distribuição, ou que são válidos para um ou mais largo espectro de distribuições. Em termos práticos, ao comparar os dados dos testes paramétricos e não paramétricos, verificou-se que ambos apresentaram valores similares, contribuindo para a confiabilidade dos dados.

Já sob a ótica do teste de Shapiro-wilk, verifica-se, em alguns casos, valores menores que 0,05, evidenciando que algumas distribuições apresentaram levemente assimetria, em que o teste pode ser sensível a amostras muito grandes. Como foram realizadas 500 repetições, o teste fica mais rigoroso, rejeitando mais facilmente a hipótese. De acordo com Miot (2017), em amostras grandes, o teste costuma apresentar significância para pequenos desvios de normalidade, que, no entanto, não comprometem a qualidade das análises.

5.3 Análise de Sensibilidade

Na TABELA 7, verificam-se as variáveis do estudo em relação às políticas de certificação na empresa florestal, considerando os custos para cada porte de propriedade nos distintos cenários.

TABELA 7- CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS DE PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO POR PORTE DE PROPRIEDADE (R\$) E SUAS RESPECTIVAS POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO.

Cenários	Variáveis	Quantidade %	PC	Custo de certificação por Porte de Propriedade (R\$)		
				Grande	Médio	Pequeno
C1	VT	100,0%	PC1	192.403	96.202	38.481
	VI	78,3%	PC2	27.582	55.164	137.909
	VE	21,7%	PC3	219.985	151.365	176.390
	PP	78,0%				
	MPT	22,0%				
C2	VT	100,0%	PC1	192.517	96.259	38.503
	VI	66,3%	PC2	27.568	55.137	137.841
	VE	33,7%	PC3	220.086	151.395	176.345
	PP	78,0%				
	MPT	22,0%				
C3	VT	100,0%	PC1	192.470	96.235	38.494
	VI	90,3%	PC2	27.879	55.758	139.396
	VE	9,7%	PC3	220.350	151.993	177.890
	PP	77,8%				
	MPT	22,2%				
C4	VT	100,0%	PC1	166.544	83.272	33.309
	VI	78,3%	PC2	12.607	25.213	63.033
	VE	21,7%	PC3	179.151	108.485	96.342
	PP	89,9%				
	MPT	10,1%				
C5	VT	100,0%	PC1	228.039	114.019	45.608
	VI	78,3%	PC2	42.747	85.494	213.734
	VE	21,7%	PC3	270.785	199.513	259.342
	PP	66,0%				
	MPT	34,0%				
C6	VT	100,0%	PC1	64.575	129.149	322.873
	VI	51,7%	PC2	106.134	212.269	530.672
	VE	48,3%	PC3	170.709	341.418	853.545
	PP	37,8%				
	MPT	62,2%				

NOTA: PC: Política de Certificação; PC1: Certificação unicamente da matéria-prima própria; PC2: Certificação unicamente da matéria-prima terceirizada; PC3: Ambas.

Fonte: Autor, 2022.

Comparando os cenários C1 (padrão) ao C5 (produção própria reduzida em 200.000t), as vendas totais apresentaram valores semelhantes, resultando em custos muito próximos para as três políticas avaliadas no C1, C2 (vendas externas majoradas

em 200.000t) e C3 (vendas externas reduzidas em 200.000t). O C1 representa o cenário padrão praticado pela empresa desta pesquisa, com uma grande parcela de vendas para o mercado interno e um fornecimento de matéria-prima própria suficiente para atender às vendas externas. Assim, nesse cenário os maiores custos estão agregados na política de certificação de florestas próprias e em propriedades de grande porte.

O cenário 2 considera um aumento nas vendas externas, afinal, o mercado consumidor tem se mostrado bastante promissor por produtos advindos de florestas bem manejadas e passíveis de serem certificadas. O mercado europeu e norte-americano é frequentemente mencionado como exemplo dessa exigência, por terem estabelecido metas para comercializar produtos fornecidos com seu respectivo certificado de bom manejo.

Com base nessas oscilações, os cenários 2 e 3 apontam que as vendas externas apresentaram pouca sensibilidade aos custos de certificação, mesmo em situações que há aumento ou redução. Os custos de certificação mantiveram-se no mesmo patamar nas três políticas e para os três portes de propriedades, evidenciando que a variável de vendas externas não teve efeitos relevantes.

Os custos de certificação no C4 (Produção Própria majorada em 200.000t, apresentaram-se menores para a matéria-prima terceirizada nas propriedades de todos os portes. Tal cenário traz uma perspectiva que vai de acordo com o abordado por Ozarth e Handfield (2013), em que possuir matéria-prima própria apresenta maiores custos iniciais de implantação, porém oferece maiores índices de controle do processo.

Nesse contexto, a fonte de matéria-prima florestal configura-se como uma variável importante, pois a seleção e qualificação dos fornecedores é, para esse elo, um recurso bastante utilizado, que mantém o vigor de toda a cadeia. Desse modo, é de suma importância que a empresa tenha a compreensão da cadeia de suprimentos da madeira, de acordo com as exigências do seu mercado interno e externo em paralelo com a oferta de madeira plantada em escala local e regional.

O cenário 5 representou os maiores custos na PC1 entre os cenários, evidenciando que a variável mais sensível na precificação dos custos de certificação se dá quando ocorrem reduções na produção própria. Já no cenário 6, representado pelo aumento nas vendas totais e uma redução na disponibilidade de matéria-prima própria, apontou que os custos referentes a PC2 aumentaram perceptivelmente,

principalmente em relação às propriedades de pequeno porte, pois a empresa fica mais dependente da matéria-prima terceirizada e de uma grande quantidade de fornecedores.

Nessa perspectiva, a terceirização pode proporcionar uma maior flexibilidade, porém um custo maior. De acordo com Christopher (2011), em alguns casos, a terceirização aumenta a flexibilidade das organizações, pois são necessários menores custos no processo produtivo e distributivo. No entanto, pode ser desvantajoso, pois há um menor controle de processo e tecnologia, além da vulnerabilidade a rompimentos na cadeia de suprimentos.

Para Bozarth e Handfield (2013), em algumas situações, os fornecedores terceiros podem manifestar imprecisamente suas capacidades produtivas, processo tecnológico utilizado obsoleto ou o seu desempenho pode não estar dentro das expectativas da empresa florestal.

Outro ponto importante em relação a uma maior dependência de matéria-prima certificada de terceiros corresponde ao risco de dependência de apenas um fornecedor, o que expõe a empresa a ocorrências imprevisíveis, corroborando para que a estratégia de consumir madeira de propriedades de médio e pequeno porte seja uma alternativa viável nas estratégias da empresa, no entanto com os maiores custos, como representado no cenário 6.

Para o produtor, de forma geral, é difícil compreender que, para manter sua alta produtividade, estão implícitos custos ambientais incalculáveis ou danos ambientais irreversíveis, com o desmatamento, a poluição da água ou o empobrecimento do solo. Essa falta de informações foi aferida no estudo de Basso (2011), que analisou o contexto e a aplicação da certificação florestal para os pequenos produtores florestais brasileiros. Como resultado, verificou-se que todas as propriedades apresentaram algum tipo de não conformidade em relação ao atendimento aos princípios e critérios da certificação florestal. Nesse sentido, a adequação desses maciços florestais é um desafio que depende do esforço conjunto de produtores, empresas fomentadoras e instituições governamentais.

Esse fato é abordado por Sashi et al. (2017), que consideram a fundamentabilidade de integrar as decisões de planejamento operacional com o gerenciamento de estoque de todos os agentes da cadeia de suprimentos das empresas florestais, devido às incertezas de oferta e demanda. Tais estratégias de gerenciamento corroboram com Souza et al. (2020), para quem a alta competitividade

do mercado interno e externo, com elevados níveis de produtividade, ambiente competitivo, pressões de custos e constantes mudanças globais tem levado as empresas a terceirizar seus recursos, abrindo oportunidade para o aprimoramento de suas habilidades e criando vantagens competitivas.

Diante do exposto, frente aos cenários analisados, os custos de certificação da cadeia de suprimentos da empresa florestal são influenciados diretamente pela variável de produção própria, evidenciando que, quando se tem maior dependência de matéria-prima terceirizada, a baixa oferta de matéria-prima certificada na cadeia de suprimentos se torna um fator limitante, principalmente na cadeia de custódia. Em outros locais, estudos como o de Iwanaga et al. (2020), que avaliaram o impacto das políticas de aquisição de matéria-prima em uma empresa de processamento de madeira no Vietnã, verificaram que estratégias de negócios, como a compra agressiva de madeira de fonte certificada, têm efeitos na taxa de desenvolvimento da empresa.

Nesse sentido, a perspectiva regional frente à implantação da certificação florestal impacta diretamente na tomada de decisões da empresa, principalmente sob a ótica das propriedades de pequeno porte. Em outros locais do mundo, tais pontos limitantes foram gerenciados por meio de apoio financeiro de fontes externas, como ONG's, recursos do FSC e programas governamentais, para cobrir esses custos. Hoang et al. (2019) analisaram, em seu estudo, os custos associados à certificação florestal para um grupo de pequenos proprietários, na província de Quang Tri, no Vietnã, e aferiram que, embora o investimento total estimado seja bastante elevado, a certificação florestal gera maiores receitas para os proprietários florestais e, portanto, permite-lhes cobrir o custo associado ao longo dos anos.

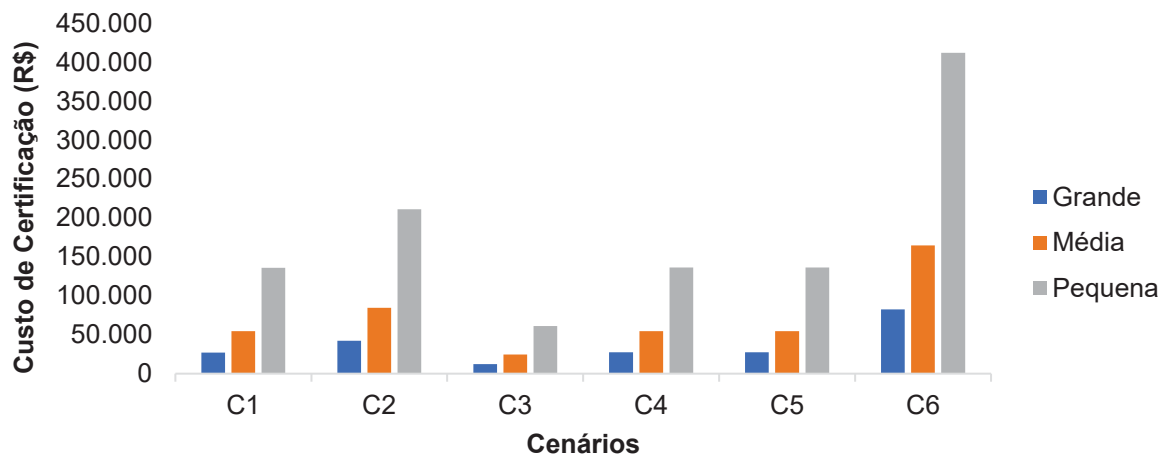
Considerando o processo evolutivo da certificação e a baixa oferta de matéria-prima de florestas certificadas, a empresa desta pesquisa busca estratégias para operar com sistema de crédito, permitindo que parte dos produtos sejam vendidos com uma declaração de crédito correspondente à quantidade de insumos que contribuem com declarações e o fator de conversão aplicável do grupo de produtos.

Desse modo, conforme ocorrem os pedidos certificados, o sistema verifica a disponibilidade de créditos FSC de entrada de madeira suficientes para cumprir com a demanda por produtos certificados. Em sua maioria, o mercado consumidor, com essas exigências, compreende o mercado externo.

Assim, sob a ótica do mercado externo, na FIGURA 4, verificam-se os custos de certificação (R\$) para suprir as vendas externas (t), considerando os distintos

cenários e sob a perspectiva dos portes de propriedades produtoras de florestas própria e terceirizadas.

FIGURA 4- CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO (R\$) PARA SUPRIR AS VENDAS EXTERNAS (T) NA EMPRESA FLORESTAL.



Fonte: Autor, 2022.

Os resultados indicam que a dinâmica dos custos de certificação para atender ao mercado externo é sensível às mudanças de cenários. Considerando o cenário padrão (C1), a empresa atende a esse mercado com suas florestas próprias, contudo, conforme as vendas externas são acrescidas, ocorre um aumento da necessidade de matéria-prima certificada. No entanto, em relação aos investimentos, as florestas próprias possuem um maior dispêndio financeiro inicial, devido à implantação da floresta e à adequação as exigências FSC, do que a aquisição de matéria-prima de terceiros, entretanto as empresas utilizam de produção própria para mitigar os riscos de desabastecimento.

Nesse sentido, é necessário que a empresa adeque suas estratégias de certificação com base nas destinações de seus produtos, considerando os distintos níveis de exigências dos mercados por produtos certificados, haja vista que a matéria-prima terceirizada nos estados de Santa Catarina e Paraná é bastante pulverizada entre grandes empresas e propriedades florestais de médio e pequeno porte que não possuem a certificação FSC.

Das vendas totais da empresa no cenário padrão, 35% são para o mercado externo, que, na sua totalidade, exige certificação, e o restante compreende o mercado interno, que atualmente não possui essa exigência. Assim, em situações em

que a empresa florestal possui florestas próprias para suprir as suas demandas externas, a estratégia da terceirização para o mercado interno pode melhorar os benefícios percebidos e reduzir os custos totais.

Quando comparado ao C1, o C2 mostrou-se com custos elevados, considerando um aumento nas vendas externas, principalmente se a estratégia for de adquirir matéria-prima de propriedades de médio e pequeno porte. Já no C3, os custos foram os menores pelo fato de haver uma atenuação nas vendas externas em 200.000t, apresentando sensibilidade relevante nos custos de propriedades de pequeno porte, quando comparado ao cenário padrão.

Avaliando os resultados sob as perspectivas do C2 e C6, observam-se os maiores custos na aquisição de matéria-prima de propriedades de pequeno porte. Tal cenário configura uma dependência a um número maior de fornecedores, que, com base na situação regional dos dois estados, não possuem o certificado FSC.

No C6, verificaram-se os custos mais elevados devido a um aumento nas vendas totais e a redução na disponibilidade de produção própria, corroborando para que a empresa busque alternativas para adquirir matéria-prima de terceiros. Sob a ótica de custos de certificação, a estratégia para adquirir a matéria-prima terceirizada de propriedades de médio e pequeno porte para suprir a suas demandas externas seria a menos viável devido aos elevados custos de certificação, principalmente se houver escassez de grandes propriedades ou se estiverem comercializando sua madeira a preços mais elevados.

Esses cenários desfavorecem as empresas florestais sob o ponto de vista de consumo interno, afinal, no Brasil, ainda não se reconhecem as diferenças entre os produtos certificados e os não-certificados. Conseqüentemente, a empresa precisa absorver esses custos, sem aplicar o sobre preço em seus produtos vendidos internamente, não favorecendo a disseminação da certificação florestal FSC.

Além disso, embora os benefícios da certificação florestal em termos de mercado possam ser positivos, fatores como os custos associados às auditorias iniciais e anuais e a burocracia podem atuar como uma barreira à difusão desse tipo de normas no setor florestal (HOANG et al., 2019).

Sob a ótica dos custos, Ehrenberg-Azcárate e Peña-Claros (2020) realizaram uma análise de relatórios de avaliação pertencentes a 543 unidades de manejo florestal (UMF) localizadas na Espanha, abrangendo 20 anos de certificação. O estudo concluiu que, durante a última década, a maioria dos países tropicais em

desenvolvimento enfrentou dificuldades para superar algumas das limitações que impediam a adoção da certificação e, entre as variáveis avaliadas, os altos custos de implantação foram os pontos mais relevantes.

No entanto, em situações em que ocorre aumento das vendas totais, principalmente externas, é fundamental que a empresa viabilize a floresta dessas pequenas propriedades, tanto na esfera econômica quanto na social e ambiental, buscando realizar parcerias e programas para o desenvolvimento local. É o que ocorre no estudo de Iwanaga et al. (2019), que investigaram, no Vietnã, a cadeia de suprimentos, por meio de entrevistas com as empresas florestais e os pequenos proprietários de florestas, e verificaram que a aquisição de certificação florestal vem se tornando popular entre as pequenas propriedades devido aos incentivos por parte das empresas para potencializar desenvolvimento local e regional.

Tal fator limitante é explorado em outros locais do mundo, como o estudo desenvolvido por Meyer et al. (2019), que avaliaram a cadeia de abastecimento florestal na Argentina considerando os aspectos econômicos e sociais. Eles concluíram que a certificação das propriedades produtoras de florestas ultrapassa pontos econômicos, trazendo diversos impactos sociais positivo, no entanto, ainda há grande resistência na incorporação das tratativas certificáveis.

Para Faggi et al. (2014), muitos mercados estrangeiros exigem a certificação florestal para produtos de madeira importados, sendo esse requisito um dos principais impulsionadores da certificação florestal, pois permite uma maior confiança e legitimidade de clientes externos diretos e de defensores do meio ambiente que monitoram a silvicultura sustentável.

De acordo com Valverde et al. (2012), esses cenários de ascensão das exportações dos produtos florestais, consumo interno e desenvolvimento de novos produtos corroboram para que a demanda florestal cresça a uma taxa superior à oferta, gerando um colapso e aumento contínuo nos preços da madeira, limitando, conseqüentemente, a cadeia de suprimentos.

5.4 APLICAÇÃO DO MODELO EM UMA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA

Na TABELA 8, verifica-se a média das médias da simulação de Monte Carlo, para a situação hipotética definida de forma empírica, considerando uma possibilidade de vendas externas mais representativas na dinâmica da empresa.

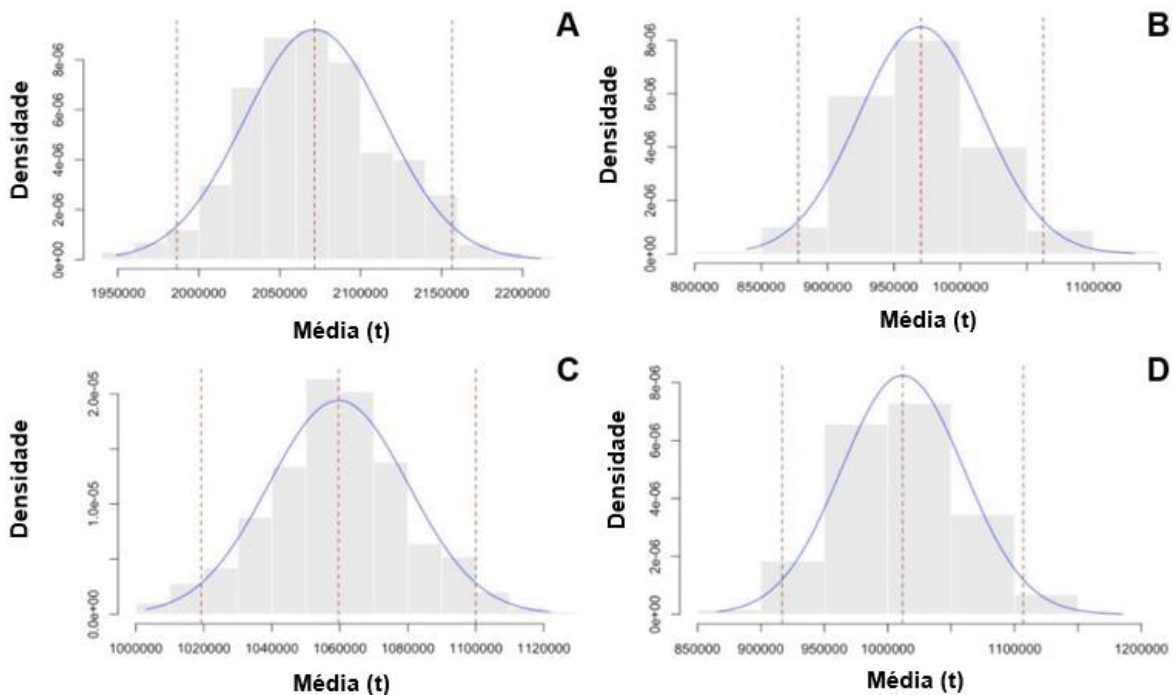
TABELA 8 – MÉDIA DAS MÉDIAS DE CADA UMA DAS VARIÁVEIS NOS DISTINTOS CENÁRIOS NA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.

Cenários	Variáveis	Quantidade (t)
C1	VT	2.071.452
	VI	970.172
	VE	1.101.280
	PP	1.059.638
	MPT	1.011.814
C2	VT	2.075.426
	VI	776.510
	VE	1.298.916
	PP	1.059.776
	MPT	1.015.650
C3	VT	2.075.222
	VI	1.175.058
	VE	900.164
	PP	1.060.376
	MPT	1.014.846
C4	VT	2.074.802
	VI	974.562
	VE	1.100.240
	PP	1.259.892
	MPT	814.910
C5	VT	2.076.036
	VI	977.192
	VE	1.098.844
	PP	861.334
	MPT	1.214.702
C6	VT	2.276.120
	VI	1.177.160
	VE	1.098.960
	PP	860.994
	MPT	1.415.126

Fonte: Autor, 2022.

Na FIGURA 5, verificam-se os histogramas de normalidade para o “cenário padrão da situação hipotético”, considerando as variáveis: Vendas totais (A); Vendas Internas (B); Produção Própria (C) e Matéria-prima Terceirizada (D).

FIGURA 5- TESTE DE NORMALIDADE PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.



Fonte: Autor, 2022.

Verificou-se que os valores se concentraram em torno de um valor central para as quatro variáveis analisadas, no cenário padrão hipotético. No sentido de corroborar com a confiabilidade dos dados na TABELA 9, verificam-se os resultados dos testes paramétricos.

TABELA 9 - TESTE PARAMÉTRICO PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.

Cenário	Variável	Teste paramétrico (t)		
		LI	EP	LS
C1	VT	1.986.386	2.071.452	2.156.518
	VI	877.977	970.172	1.062.366
	PP	1.019.258	1.059.638	1.100.018
	MPT	916.744	1.011.814	1.106.883
C2	VT	1.989.968	2.075.426	2.160.884
	VI	681.264	776.510	871.755
	PP	1.019.317	1.059.776	1.100.235
	MPT	920.268	1.015.650	1.111.031
C3	VT	1.994.526	2.075.222	2.155.918
	VI	1.083.741	1.175.058	1.266.375
	PP	1.019.644	1.060.376	1.101.108
	MPT	921.193	1.014.846	1.108.498
C4	VT	1.986.011	2.074.802	2.163.593
	VI	880.771	974.562	1.068.352
	PP	1.220.785	1.259.892	1.298.999
	MPT	718.635	814.910	911.184
C5	VT	1.992.529	2.076.036	2.159.543
	VI	884.899	977.192	1.069.484
	PP	821.349	861.334	901.318
	MPT	1.122.265	1.214.702	1.307.139
C6	VT	2.193.165	2.276.120	2.359.075
	VI	1.089.318	1.177.160	1.265.002
	PP	818.536	860.994	903.451
	MPT	1.320.891	1.415.126	1.509.361

Fonte: Autor, 2022.

NOTA: LI: limite inferior; EP: estimativa pontual; LS: limite superior; t: toneladas.

Diante disso, no intuito de reforçar a confiabilidade dos dados, verifica-se, na TABELA 9, o teste não paramétrico e Shapiro-Wilk. Em seguida, na TABELA 10, verifica-se a explanação dos intervalos de confiança não paramétricos e o teste de Shapiro-Wilk.

TABELA 10 - TESTE NÃO PARAMÉTRICO E SHAPIRO-WILK PARA AS VARIÁVEIS IDENTIFICADAS NA PRECIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE CERTIFICAÇÃO PARA A SITUAÇÃO HIPOTÉTICA.

Cenário	Variável	Teste Não paramétrico (t)			Teste de Shapiro-wilk
		LI (2,5%)	LP (50%)	LS (97,5%)	p-value
C1	VT	1.987.000	2.069.000	2.154.525	0.2439
	VI	881.950	968.000	1.067.525	0.3748
	PP	1.019.000	1.059.000	1.101.000	0.3254
	MPT	924.000	1.011.000	1.107.575	0.6953
C2	VT	2.002.475	2.072.500	2.161.525	0.01207
	VI	684.475	775.000	877.525	0.4973
	PP	1.023.000	1.061.500	1.099.000	0.1319
	MPT	926.475	1.013.000	1.114.575	0.03271
C3	VT	1.994.950	2.074.000	2.161.000	0.8548
	VI	1.081.425	1.175.000	1.265.525	0.7315
	PP	1.020.000	1.061.000	1.101.050	0.1007
	MPT	928.475	1.013.000	1.103.525	0.8324
C4	VT	1.992.425	2.071.000	2.165.000	0.05815
	VI	886.425	973.000	1.074.525	0.1010
	PP	1.219.425	1.260.000	1.298.525	0.6324
	MPT	728.475	811.000	912.050	0.1352
C5	VT	1.997.475	2.075.000	2.153.575	0.2936
	VI	882.000	976.000	1.067.525	0.7973
	PP	826.000	860.000	901.000	0.3006
	MPT	1.123.000	1.214.000	1.307.525	0.2448
C6	VT	2.196.950	2.274.000	2.357.000	0.3409
	VI	1.095.475	1.176.000	1.264.000	0.4005
	PP	819.000	862.000	903.000	0.9141
	MPT	1.326.000	1.414.000	1.507.050	0.7271

Fonte: Autor, 2022.

Quando comparados os dois testes, verificam-se valores muito próximos, em todas as variáveis nos distintos cenários, evidenciando que há confiabilidade dos dados. Já o teste de normalidade de Shapiro-Wilk mostra que a distribuição é não-normal para as variáveis que apresentaram significância menor que 0,05, que foram

as variáveis “vendas totais” e “matéria-prima terceirizada” no cenário 2 e “vendas totais” no cenário 4, evidenciando que as distribuições apresentaram leve assimetria.

Desse modo, na TABELA 11, verifica-se o comportamento das variáveis nos distintos cenários da situação hipotética.

TABELA 11- CENÁRIOS DAS VARIÁVEIS DE PRECIFICAÇÃO DO CUSTO DE CERTIFICAÇÃO POR PORTE DE PROPRIEDADE (R\$) E SUAS RESPECTIVAS POLÍTICAS DE CERTIFICAÇÃO.

Cenários	Variáveis	%	PC	Custo de certificação por Porte de Propriedade (R\$)		
				Grande	Média	Pequena
C1	VT	100,0	PC1	79.473	158.946	397.364
	VI	46,8	PC2	75.886	151.772	379.430
	VE	53,2	PC3	155.359	310.718	776.795
	PP	51,2				
	MPT	48,8				
C2	VT	100,0	PC1	79.483	158.966	397.416
	VI	37,4	PC2	76.174	152.348	380.869
	VE	62,6	PC3	155.657	311.314	778.285
	PP	51,1				
	MPT	48,9				
C3	VT	100,0	PC1	79.528	159.056	397.641
	VI	56,6	PC2	76.113	152.227	380.567
	VE	43,4	PC3	155.642	311.283	778.208
	PP	51,1				
	MPT	48,9				
C4	VT	100,0	PC1	94.492	188.984	472.460
	VI	47,0	PC2	61.118	122.237	305.591
	VE	53,0	PC3	155.610	311.220	778.051
	PP	60,7				
	MPT	39,3				
C5	VT	100,0	PC1	64.600	129.200	323.000
	VI	47,1	PC2	91.103	182.205	455.513
	VE	52,9	PC3	155.703	311.405	778.514
	PP	41,5				
	MPT	58,5				
C6	VT	100,0	PC1	110.392	220.784	551.960
	VI	51,7	PC2	77.095	154.190	385.475
	VE	48,3	PC3	187.487	374.974	937.435
	PP	37,8				
	MPT	62,2				

Fonte: Autor, 2022.

O cenário 1, apresentou uma dinâmica mais equilibrada entre as vendas internas (46,8%) e externas (53,2%), da mesma forma que as fontes de matéria-prima, tanto de produção própria (51,2%) quanto terceirizada (48,8). Assim, ao compará-lo ao C2 (vendas externas majoradas em 200.000t) e C3 (vendas externas reduzidas em 200.000t), a análise de sensibilidade aponta que a variável de vendas externas tem pouco efeito nas três políticas de certificação, ou seja, mesmo com oscilações nas vendas externas para mais e para menos, não houve alterações perceptíveis nos custos de certificação, evidenciando que a variável de vendas externas unicamente não tem influência na dinâmica de custos.

Já a variável produção própria mostrou-se a mais crítica em relação aos custos de certificação, considerando o cenário padrão em comparação ao C4 e C5, verificando que alterações na produção própria para mais ou para menos tem um efeito nas políticas de certificação PC1 e PC2 e baixa relevância na PC3.

Sob a percepção do cenário padrão com o cenário 6, em que as vendas totais são majoradas em 200.000t e a produção própria com uma redução de 200.000t, os custos na PC1 reduzem e a PC2 apresenta um aumento bastante perceptível em todos os portes de propriedades, evidenciando uma sensibilidade grande em situações em que o mercado demandar por mais produtos florestais e a disponibilidade de matéria-prima própria se tornar mais escassa.

Com base na dinâmica dos cenários, verifica-se que a matéria-prima certificada de terceiros, resulta em maiores custos de certificação para as empresas no C5 e C6. No C6, em que a dependência por matéria-prima terceirizada é superior a 62,0%, os custos de PC3 se apresentaram como os mais elevados em propriedades de pequeno porte. Assim, sob o ponto de vista da empresa, isto pode ser um problema, principalmente pela falta de segurança em relação a contratos e à liberdade de livre mercado por parte dos proprietários.

Ainda, em muitas situações, os médios e pequenos produtores podem estar vendendo a madeira pela primeira vez, ou estarem comercializando-a de maneira descontínua, tornando esses fornecedores livres para se desvincular rapidamente ao abastecimento das empresas florestais, principalmente por não haver uma garantia de fornecimento em escala e, por isso, não haver contratos firmados de médio e longo prazo.

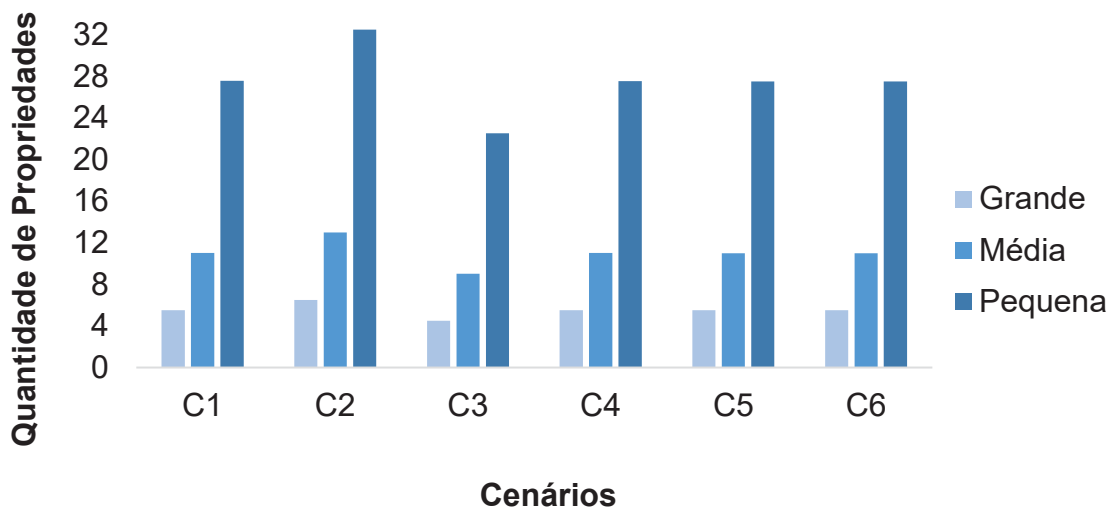
Lima et al. (2018) indicaram, em sua pesquisa, que, mesmo com os avanços científicos e tecnológicos, ainda existem incipiências no desenvolvimento de

programas de certificação para ampliação e adequação de mecanismos para superar barreiras econômicas, como, por exemplo, a necessidade de investimento inicial, e para superar barreiras operacionais.

Tal abordagem reforça o estudo de Shahi et al. (2017), que apontou que a maior dificuldade encontrada por parte de empresas florestais é em relação à incerteza de abastecimento causada pelos fornecedores de matéria-prima, impactando diretamente na produção e na satisfação do cliente.

Diante disso, tendo em vista a maior exigência do mercado internacional por produtos advindos de fontes certificadas, a FIGURA 6 aponta a quantidade de propriedades produtoras de florestas necessárias para atender às vendas externas nos distintos cenários, de acordo com o porte da propriedade.

FIGURA 6- NÚMERO DE PROPRIEDADES PRODUTORAS DE FLORESTAS NECESSÁRIAS PARA ATENDER AS VENDAS EXTERNAS DA SITUAÇÃO HIPOTÉTICA NOS CENÁRIOS AVALIADOS, DE ACORDO COM O PORTE.



Fonte: Autor, 2022.

Sob uma perspectiva geral, a quantidade de propriedades de pequeno porte para atender às demandas de matéria-prima é superior em todos os cenários, tendo em vista o fato de haver um custo fixo de certificação independentemente do porte, tornando-se um alto investimento para situações em que a empresa fica dependente de terceiros, até mesmo no cenário 3, em que houve uma redução nas vendas externas. Essa realidade, de necessidade de um grande número de propriedades

produtoras de florestas, torna-se um ponto limitante no abastecimento da cadeia de suprimentos.

Desse modo, considerando esse custo de certificação fixo por propriedade produtora de floresta e sob um cenário de baixa oferta de matéria-prima, em que a empresa necessite adquirir madeira das pequenas propriedades, pela falta de fornecedores de médio e grande porte que lhes forneceria com escala de produção, a certificação em grupo surge como uma alternativa importante, pois essa modalidade permite reunir pequenos maciços florestais sob o comando de um único administrador. Além disso, por parte dos proprietários, essa modalidade de certificação permite aos integrantes se beneficiarem de mercados maiores, sem descuidar do manejo de suas áreas.

Basso et al. (2011) avaliaram o contexto da certificação florestal em grupo no Brasil, analisando as perspectivas para os pequenos proprietários florestais. Desse modo, aferiram que as principais dificuldades para esses perfis de propriedades se adequarem às exigências da certificação são os requisitos legais, ambientais e trabalhistas, além da manutenção do cumprimento dos requisitos da certificação por todos os integrantes do grupo, gerando não conformidade que compromete o manejo em geral. Tal abordagem encontra-se em consonância com Hoang et al. (2019), que argumentaram que a certificação em grupo requer estruturas organizacionais, capacidade administrativa fortalecida e eficiente.

Cordova (2018) estudou quatro grupos de produtores florestais fomentados e certificados com FSC SLIMF e um grupo fomentado, porém não certificado, e aferiu que essa modalidade promoveu mudanças positivas, porém em intensidades diferentes entre os grupos. No entanto, em relação ao capital financeiro, principal motivador da implantação da certificação, não promoveu preços adicionais conforme esperado pelos produtores de florestas.

Quando analisados os efeitos das variáveis na precificação do custo de certificação da situação real e hipotética, verifica-se que, em situações em que a dependência de matéria-prima se dá a pequenas propriedades florestais, contrapõe a falta de um maior estímulo das cadeias produtivas locais, evidenciando a necessidade de mudança nesse cenário. Esse fato da aderência à certificação florestal FSC pode contribuir fortemente com a profissionalização das atividades nas propriedades produtoras de floresta e contribuir com a atenuação da informalidade do setor, por meio das garantias de cumprimento ao manejo responsável.

Tais aferições são respaldadas pela abordagem de Pinto et al. (2021), para quem a conjunção das atividades florestais e a certificação tornam a equação bastante complexa, para o desenvolvimento de uma produção resiliente, que se preocupa com o meio ambiente, mas que também atende às demandas de expansão das demandas das empresas florestais por matéria-prima.

Sob a ótica da matéria-prima advinda de terceiros, esta é diretamente relacionada à qualidade e disponibilidade de fornecedores e deve considerar fatores como confiabilidade, custo competitivo, estrutura e qualidade. Diante disso, para atividades das empresas onde existe alta criticidade da matéria-prima e alta complexidade nas operações de sua cadeia de suprimentos, é necessário formar um quadro de fornecedores altamente comprometidos, que ultrapassem as expectativas e que entendam às necessidades da empresa.

Diante do exposto, verifica-se que, mesmo com os obstáculos de cunho estratégico destacados para o setor de base florestal, devido à baixa oferta por matéria-prima certificada, esta análise aponta para necessidade de organização e inovação do trabalho sob a ótica de rede, de alianças estratégicas nos elos da cadeia de suprimentos de madeira, além da definição em relação aos ganhos de competitividade, produtividade e eficiência.

O direcionamento das tomadas de decisões em relação à melhor estratégia de fornecimento de matéria-prima da cadeia de suprimentos vai de acordo com a condução daquilo que se considera a mais assertiva no momento, pois deve considerar questões de rentabilidade, sustentabilidade, entre outros fatores.

Para encontrar as respostas, cabe às empresas e às propriedades produtoras de florestas estarem abertas para desenvolver competências que ultrapassam as tradicionais e refletir sobre a complexidade na integração entre produção, ambiente, comunidades e outras externalidades, porém buscando novas formas de gerenciamento de relações de parceria de modo a garantir respostas rápidas e redução de custos.

6 CONCLUSÕES

O destino das vendas e a fonte de matéria-prima apresentaram efeitos diretos na precificação do custo de certificação, o que permitiu concluir que uma maior dependência de uma grande quantidade de propriedades produtoras de floresta seja mais onerosa para a empresa.

As vendas externas possuem pouca sensibilidade em relação aos custos, evidenciando que não se torna um ponto limitante nas estratégias de adaptação da certificação florestal, diferentemente das situações em que ocorrem reduções na produção própria, onde há uma estimativa mais elevada de custos de certificação.

A estimativa de custos de certificação é mais elevada em situações em que ocorre aumento nas vendas totais e redução na disponibilidade de matéria-prima própria, gerando um ponto de atenção para que a empresa busque alternativas em acrescer a sua disponibilidade de florestas próprias.

A aplicação do modelo em uma situação hipotética apontou que a produção própria é a variável mais crítica em relação às políticas de certificação só própria e só terceiros, sem efeitos nas estimativas de custos de certificação para uma política em que há certificação em ambas.

Diante disso, o modelo pode ser adaptado para outras situações específicas em distintas realidades de empresas do setor de base florestal. Além disso, permite a verificação da política mais assertiva de certificação na cadeia de suprimentos.

7 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base na experiência do objeto de estudo e no desenvolvimento analítico da cadeia de suprimentos desta pesquisa, sugere-se:

- O desenvolvimento de ações modeladas em parceria público-privada, inserindo novos e atuais produtores de florestas no contexto produtivo, numa relação de longo prazo e com garantias de produção, venda e rentabilidade aos envolvidos na cadeia produtiva de base florestal;
- Para os tomadores de decisões, os resultados deste estudo sugerem a necessidade de desenvolver programas com o objetivo de promover a certificação florestal, considerando o grande potencial produtivo dos estados e a baixa inserção de propriedades de médio e pequeno porte na cadeia de suprimentos;
- Em virtude das necessidades e dos recursos disponíveis para a realização desses processos serem diferentes para cada empresa, devem ser desenvolvidas mais pesquisas no sentido de criar programas adaptados que facilitem esses processos, atentando para as características individuais de cada participante a fim de melhor formular planos que diluam os custos e tornem menos burocrática a implantação e manutenção da certificação florestal;
- A adaptação deste modelo em empresas de outras regiões do país, considerando outras realidades em módulos fiscais e portes de propriedades, além do efeito em outras empresas do setor de base florestal.

8 LIMITAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO

No desenvolvimento deste estudo, algumas limitações foram encontradas. A principal delas refere-se à pouca disponibilidade de referencial teórico em relação à cadeia de suprimentos para a empresa florestal, dificultando o embasamento teórico para definição das variáveis significativas que afetam na precificação do custo de certificação florestal.

Por fim, destaca-se a chegada da Covid-19 no Brasil, que afetou diretamente a Educação, com o decreto de isolamento pelas autoridades sanitárias brasileiras, que sugeriu o fechamento das instituições de ensino, dificultando o andamento da pesquisa pela falta de acesso aos grupos de pesquisa, à literatura física e ao contato com o comitê de orientação.

REFERÊNCIAS

AHRENS, S.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Plantações florestais comerciais, a certificação e os diálogos setoriais**, Embrapa, v. 7, 73-78, 2017.

ALVES, R. R.; JACOVINE, L. A. G.; SILVA, M. L. Plantações florestais e a proteção de florestas nativas em unidades de manejo certificadas no Brasil. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, 859-866, 2011.

ARAUJO, J. N. G.; BARBOSA, J. C.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; LAHR, F. A. R.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados, **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 90, p.189-200, 2017.

ASHBY, A.; LEAT, M.; SMITH, M. H. Making connections: A review of supply chain management and sustainability literature, **Supply Chain Management**, v. 17, n. 5, p. 497-516, 2012.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DAS EMPRESAS FLORESTAIS (ACR), **Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina 2019 - Ano Base 2018**, Disponível em: http://www.acr.org.br/uploads/biblioteca/Anuario_ACR_2019_atualizado.pdf. Acesso em: Jul, 2021.

AUER, M. R. Group Forest Certification for Smallholders in Vietnam: An Early Test and Future Prospects. **Human Ecology**, v. 40, n.1, 5-14, 2012.

BACK, L.; SCHRIFFE, P.; PAZUCH, C. M.; KOVALESK, J. Gestão da Cadeia de Suprimentos: Análise de Uma Indústria Moveleira do Oeste do Paraná, **Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n 14, p. 55-68, 2015.

BASSO, V. M.; JACOVINE, L. A. G.; ALVES, R. R.; NARDELLI, A. M. B. Contribuição da certificação florestal ao atendimento da legislação ambiental e social no Estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, 747-757, 2012.

BASSO, V. M.; JACOVINE, L. A.; ALVES, R. R.; VIERIA, S. L. P.; SILVA, F. L. Certificação florestal em grupo no Brasil. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, v. 18, n. 2, p. 160-170, 2011c.

BASSO, V.M.; JACOVINE, L.A.G.; ALVES, R.R.; VIEIRA, S.L.P. Influence of the forest certification in the compliance of the environmental and labor legislation in the Amazonia region. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, 69–76, 2011.

BELL, S.; HINDMOOR, A. Governance without government? The case of the forest stewardship council, **Public Administration**, v. 90, 144-159, 2012.

BLACKMAN, A.; RIVERA, J. E. The Evidence Base for Environmental and Socioeconomic. **Sustainable and Certification**. 2010.

BOSTROM, M. The problematic social dimension of sustainable development: the case of the Forest Stewardship Council, **The International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 19, n. 1, 3-15, 2012.

BOUSLAH, K.; MZALI, B.; TURCOTTE, M. F. M.; KOOLI, M. The Impact of Forest Certification on Firm Financial Performance in Canada and the U.S. **Journal of Business Ethics**, v. 96, n. 4, 551-572, 2010.

BOZARTH, C. C.; HANDFIELD, R. B. **Introdução às operações e gestão da cadeia de suprimentos**. 3 ed. Harlow Pearson. 2013.

BRACK, D. Promoting legal and sustainable timber: using public procurement policy. **Energy Environment and Resources**, 2014.

BRENTON, S. The political motivations of ethical consumers. **International Journal of Consumer Studies**, v. 37, 490-497, 2013.

BROMLEY, A. Sufficient Reason: Volitional Pragmatism and the Meaning of Economic. **Universal press**. 1 Ed. 2015.

CARLSEN, K.; HANSEN, C. P.; LUND, J. F. Factors affecting certification uptake perspectives from the timber industry in Ghana, **Forest Policy Economics**, v. 25, 83-92, 2012.

CARLSON, A.; PALMER, C. A qualitative meta-synthesis of the benefits of eco-labeling in developing countries, **Economics and Ecological**, v. 127, 129-145, 2016.

CARVALHO, H. P. A.; ARMIGLIATO, A. L. L.; ALMEIDA, A. A. R.; CORREIA, A. C. R.; MUSIS. H. P. Análise probabilística de colisões veiculares pelo método de Monte Carlo. **Rev. Bras. Crimin.** v.5, n. 1, 46-50, 2016.

CERUTTI, P. O.; LASCUYER, G.; TSANGA, R.; KASSA, R. N.; MAPANGOU, P. R.; MENDOULA, E. E.; NASI, R. ECKEBIL, P. P. T.; YEMBE, R. Y. Social impacts of the Forest Stewardship Council certification: An assessment in the Congo Basin. **Center for International Forestry Research**, 74p, 2014.

CERUTTI, P. O.; TACCONI, L.; NASI, R.; LASCUYER, G. Legal vs. certified timber: preliminary impact of certification in Cameroon, **Forest Policy and Economics**, v. 13, 184-190, 2011.

CERVO, A. L.; BERVIAN, p.; SILVA, R. Metodologia científica. 6 ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2007.

CHAVES, T. P.; PINHEIR, R. E.; MELO, E. S. SOARES, J. S. Essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn potentiates β -lactam activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* resistant strains. **Industrial Crops and Products**. v.112, 70-74, 2018.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. (4a ed.). São Paulo: Cengage Learnig. 2011.

CIESLAK, M.; MIJUSKA, R.; SANTOS, A. S. D.; GONZAGA, C. A. M. Os desafios das ações sustentáveis na indústria madeireira: o caso da SPS tecnologia ambiental Ltda, **Revista Relações Sociais**, v.3, n1, p. 62-75, 2020.

COELHO, C. C.; PEREIRA, B.; BRUN, E. J.; SILVA, M. M. S.; BRUN, F. G. K. Gestão estratégica para o desenvolvimento sustentável de florestas plantadas: Estudo aplicado em dois vizinhos, paraná, Brasil. **Revista Eletrônica Disciplinarum Scientia**, v. 22, n. 1, p. 67-79, 2021.

COIMBRA, G. R. **Análise de não-conformidades de certificação florestal identificadas em auditorias FSC no território brasileiro**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental): Núcleo de Pesquisas e Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

CORDOVA, T. G. Z. **Impactos do registro FSC SLIMF nos meios de vida de grupos de pequenos produtores**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2018.

COULSTON, J. W.; CHRISTINE, B. E.; VALERIE, T. A.; RANDOLPH, W. H. Aproximando a Incerteza de Previsão para Modelos de Regressão Florestal Aleatória. **Photogrametric Engineering & Remote Sensing**, v. 82, n. 3, 189-197, 2016.

CHARMAKAR, S., OLI, B. N., JOSHI, N. R., MARASENI, T. N., & ATREYA, K. Forest Carbon Storage and Species Richness in FSC Certified and Non-certified Community Forests in Nepal. *Small-scale Forestry*, 1-21. 2021.

CREAMER, S. F.; BLATNER, K. A.; BUTLER, B. J. Certification of family forests: What influences owners' awareness and participation? **Journal of Forest Economics**, v. 18, n, 2, 131-144, 2012.

DIAS, F. S.; BUGALHO, M. N.; RODRIGUES, P. M.; ALBURQUERQUE, A.; CERDEIRA, J. O. Effects of forest certification on the ecological condition of Mediterranean streams. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, 190-198, 2015.

DZOTI, K. A.; BASSO, A. W. JONES, W. Desenvolvimento, incerteza e análise de sensibilidade do modelo de cultura SALUS simples em DSSAT. **Modelagem Ecológica**, v. 260, 62-76, 2013.

EHRENBERG, A. F.; PEÑA-CLAROS, M. Twenty years of forest management certification in the tropics: Major trends through time and among continents. **Forest Policy and Economics**, v. 111, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **EMBRAPA**. Parque Estação Biológica. Brasília, DF. 2021.

EVANS, J. R., OLSON, D. L. **Introduction to simulation and risk analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

FAGGIAB, A. M.; ZULETABC, G. A. Motivations for implementing voluntary environmental actions in Argentina. **Forest companies**. v. 41, 541-549, 2014.

FERMINO, M.; DANTAS, F.; CÂNDIDO, J.; DA COSTA, ESTER, A. Método Monte Carlo para Análise de Risco. **Tourism and Management Studies**, v. 3, 818-831, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). FRANÇA, T.S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. da S.; BARAÚNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Revista Cerne**, v. 21, n. 4, p. 633-640, 2015.

FREY, E.; CHARNLEY, S.; MAKALA, J. Economic viability of community-based forest management for certified timber production in southeastern Tanzania. **World Development**, v. 144, 2021.

FREY, G.; CHARNLEY, S.; MAKALA, J. Os custos e benefícios da certificação para florestas comunitárias manejadas por povos tradicionais no sudeste da Tanzânia. **Revist International Forestry**, n. 23, v. 1, 2021.

FSC® (Forest Stewardship Council®) 2022. **Conselho Internacional de Manejo Florestal**. Disponível em: <http://www.fsc.org/>. Acesso em: Jul. 2022.

GALATI, A.; GIANGUZZI, G.; TINERVIA, S.; CRESCIMANNO, M.; SALVATORE, L. M. V. D. Motivations, adoption and impact of voluntary environmental certification in the Italian Forest based industry: The case of the FSC standard. **Forest Policy and Economics**, v. 83, 169-176, 2017.

GARRELTS, H.; FLITNER, M. Governance issues in the ecosystem approach: what lessons from the Forest stewardship council? **European Journal of Forest Research**, v. 130, 395-405, 2011.

GIBSON, L.; LEE, T. M.; KOH, L. P.; BROOK, B. W.; GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; PERES, C. A.; BRADSHAW, C. J. A.; LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; SODHI, N. S. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. **Nature**, v. 478, n. 7369, 378-381, 2011.

GONÇALVES, J. C.; DONIZETTE, A.; CHAVES, S. P. Análise econômica da rotação florestal de povoamentos de eucalipto utilizando a simulação de Monte Carlo. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, 2017.

GUAN, Z. J.; GONG, P. C. The impacts of international efforts to reduce illegal logging on China's forest products trade flow. **China Agricultural Economic Review**, v. 7, n. 3, 467-483, 2015.

GUAN, Z.; XU, Y.; GONG, P. C.; CAO, J. H. The impact of international efforts to reduce illegal logging on the global trade in wood products. **International Wood Products Journal**, v. 9, 28-38, 2018.

GUAN, Z.; XU, Y.; SHEONG, J. L. P. The impact of application of FSC Chain of Custody certification on global wood products trade. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 77, 633-643, 2019.

HALALISAN, A. F.; ABRUDAN, I. V.; POPA, B. Forest Management Certification in Romania: Motivations and Perceptions, **Forests**, v. 9, n. 425, 1-16, 2018.

HARADA, K. WIYONO, B. Certificação de um empreendimento florestal comunitário para melhorar a gestão institucional e a renda familiar: um caso do sudeste de Sulawesi, Indonésia. **Silvicultura de pequena escala**, V. 13, 47–64, 2014.

HOANG, H. T. N.; HOSHINO, S.; ONITSUKA, K.; MARANESI, T. Cost analysis of FSC forest certification and opportunities to cover the costs a case study of Quang Tri FSC group in Central Vietnam, **Journal of Forest Research**, v. 24, 2019.

HOANG, L. Phosphorus Reduction in the New York City Water Supply System: A Water-Quality Success Story Confirmed with Data and Modeling. **Ecological Engineering**. 135, 75–88, 2019.

IMPERADOR AM. **Percepções locais de manejadores comunitários sobre a Certificação do Conselho de Manejo Florestal (FSC) para produtos florestais não madeireiros no estado do Acre**. Tese de doutorado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBA 2019**. São Paulo, SP, 2021. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2019-final.pdf>>. Acesso em: Jul, 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório IBA 2020**. São Paulo, SP, 2021. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>>. Acesso em: Jul, 2021.

INSTITUTO DE MANEJO E CERTIFICAÇÃO FLORESTAL E AGRÍCOLA – IMAFLORA. Relatório de atividades e Resultados. 2011. Disponível em: https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/50588d3fb87e6_relatrio_anual_2011.pdf. Acesso em: Set 2022.

IWANAGA, S. DUONG, D. T.; MINH, N. V. Impact of policies on raw material procurement in the Vietnamese timber processing industry: a case study of sawmills in Hue City. **Journal of Forest Research**. V. 25, 2020.

KALONGA, S. K.; KULINDWA, K. A. Does certification enhance livelihoods conditions? Empirical evidence from forest management in Kilwa District, **Forest Policy and Economics**, v. 74, 49-61, 2017.

KANOWSKI, P. J.; MCDERMOTT, C. L.; CASHORE, B. Implementando REDD +: Lições da análise da governança florestal. **Ciência e Política Ambiental**, v. 14, 111-117, 2011.

KLARIC, K.; GREGER, K.; KLARIC, M. KROPISEV, J. An Exploratory Assessment of FSC Chain of Custody Certification Benefits in Croatian Wood Industry, **Drvna Industrija**, v. 67, n. 3, 241-248, 2016.

KONGMANEE, C.; FERDOUSHI, A. Assessing socio-economic characteristics of fsc certified rubber farmers and their attitudes to apply fsc standards in rubber plantation: a case study in Thailand **International Journal of Management (IJM)**, v. 11, n. 9, 1359-1372, 2020.

CARDOSO NASCIMENTO, D. M., & LANDIM DOMINGUEZ, J. M. **Remanescentes da cobertura vegetal: uma contribuição cartográfica à gestão ambiental na zona costeira dos municípios de Belmonte e Canavieiras na Bahia**. *Cadernos De Geociências*, 7(2), 2010.

LAYTON, R. J.; ARDIUN, R. H.; YAZDEEN, H.; POMMIER, R. SONNEMANN, G. **Material Flow Analysis to Evaluate Supply Chain Evolution and Management: An Example Focused on Maritime Pine in the Landes de Gascogne Forest**, France, *Sustainability*, v. 3, n. 8, 2021.

MACHADO, L. G. PEREIRA, W. H. C. Definição do momento ótimo para contratação de financiamento habitacional usando simulação de Monte Carlo. **Revista Principia**. v. 18, n. 35, p. 33-51, 2012.

MARASENIA, T. N.; SONB, H. L.; COCKFIELD, G.; DUYB, H. V.; NGHIAC, T. D. The financial benefits of forest certification: case studies of acacia growers and a furniture company in Central Vietnam. **Land Use Policy**, v. 69, 56–63, 2017.

MARCOVITCH, J. Certificação e sustentabilidade ambiental: uma análise crítica/organização, **Certificação e sustentabilidade**. São Paulo, 2012, 148 p.

MARTINS, E. F.; PARRACHO, A.; LIMA, G. B. A. ZOTES, L. P.; SILVA, P. M. Estudo Estocástico de Projeto: Uma Análise de Sensibilidade com Aplicação da Simulação de Monte Carlo. **Revista Espacios**. V. 36, n. 17, 13, 2015.

MCDERMOTT, C. L.; IRLAND, L. C.; PACHECO, P. Forest certification and legality initiatives in the Brazilian Amazon: lessons for effective and equitable forest governance, **Forest Policy Economics**, v. 50, 134-142, 2015.

MEI, B.; CLUTTER, M. L. Valuing a timber harvest contract as a high-dimensional American call option via least-squares Monte Carlo simulation. **Natural Resource Modeling**, v. 26, n. 1, p. 111–129, 2013.

MEIJUEIRO, D. V. M.; LOPEZ, C. S.; ALVES, R. R.; SILVEIRA, B. D.; GRACIOLI, C. R. Certificação em Manejo Florestal e em Cadeia de Custódia no Brasil, **Brazilian Journal Desenvolver**, v.6, n.8, p. 57324-57340, 2020.

MEYER, M. C.; CAMPOS, H. D.; GODOY, C. V.; UTIAMADA, C. M. Ensaio cooperativos de controle biológico de mofobranco na cultura da soja - safras 2012 a 2015. Londrina: **Embrapa Soja**, 2016a. 46 p.

MIOT, H.A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.

MITEVA, D.; LOUCKS, C. J.; PATTANAYAK, S. K. Social and Environmental Impacts of Forest Management Certification in Indonesia. **Urban environment and sustainability**, v. 10, n. 7, 1-18, 2015.

MONTEIR, J. S.; PONTUAL, F. Simulação de Monte Carlo. Um estudo de caso no mercado imobiliário da cidade do Recife. **Questões controversas do mundo contemporâneo**. 2015, 1517-7606p.

MORO, F. **Cadeia de suprimentos da madeira na indústria de base florestal do paraná: como interagem os estágios da cadeia de suprimentos da madeira, na logística de abastecimento primária (inbound) na busca por competitividade**. Trabalho de Conclusão de Curso, Fundação Getúlio Vargas, MBA em Logística e Supply Chain Management, 2019.

MOTA, M. O.; GOMES, D. M.; OLIVEIRA, A. Uma análise do comportamento do consumidor na adoção de inovação tecnológica: uma perspectiva brasileira dos livros eletrônicos. **Revista de Negócios**, v. 18, n. 4, 3-16, 2013.

MOURA, J. P. V. M.; SOUSA, R. A. T. M. Análise técnica e econômica de sistema elaborado de toras long de *Tectona grandis* com trator arrastador adaptado em floresta planta. **Avanços na Ciência florestal**. v. 6, n.4, 2019.

NASI, R.; BILLAND, N.; VAN, N. Managing for timber and biodiversity in Congo Basin, **Forest Ecology and Management**, v. 268, 103-111, 2012.

NETO, T.; CONTANTINO, M.; PREDROSO, P. A multi-objective Monte Carlo tree search for forest harvest scheduling. **European Journal of Operational Research**, v. 282, n. 3, 1115-1126, 2020.

NIEDZIAŁKOWSKI, K.; SHKARUBA, A. Governance and legitimacy of the Forest Stewardship Council certification in the national contexts: A comparative study of Belarus and Poland. **Forest Policy Economics**, v. 97, 180–188, 2018.

OLIVEIRA, R. S.; SILVA, L. F. L. F. ANDRADE, W. C. Qualidade do carvão vegetal comercializado no Sudeste Paraense para cocção de alimentos. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 62, 2019.

PAIVA, S. N.; SILVA, D. A.; OSHIRO, C. R.; HOSOKAWA, R. T.; ROCHADELLI, R. A certificação florestal pelo FSC®: Um estudo de caso. **Revista Floresta**, v. 45, n. 2, 213-222, 2015.

PALUS, H., PAROBK, J., VLOSKY, R. P., MOTIK, D., OBLAK, L., JOST M., GLAVONJIV, B., DUDIK, R. & WANAT, L. The status of chain-of-custody certification in the countries of Central and South Europe. **European. Journal of Wood Product**, v. 76, n. 2, 699-710, 2018.

PIKETTY, M. G.; DRIGO, I. G. Moldando a implementação do padrão FSC: o caso dos auditores no Brasil, **Forest Policy and Economics**, v. 90, 160-166, 2018.

PINTO, A. S.; DRIGO, A. J. CA, certificado de clube formador e treinadores do futebol masculino de base no Brasil - conflitos éticos. **Revista Brasileira De Educação Física e Esporte**, 35, 39-46, 2021.

PINTO, L. F. G.; MCDERMOTT, C. Equity and Forest Certification - A case study in Brazil, **Política e Economia Florestal**, v. 30, 23-29, 2013.

PITTINGER, D. M.; GRANSBERG, D. D.; ZAMAN, M. D.; RIEMER, C., Stochastic Life Cycle Cost Analysis for Pavement Preservation Treatments, Transportation Research Record, **Journal of the Transportation Research Board National Research Council**, Washington, D. C., 2012.

PRODUÇÃO DA EXTRAÇÃO VEGETAL E DA SILVICULTURA, PEVS, **Anuário de estatística setorial**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>. Acesso: Set, 2019.

PROGRAMME FOR THE ENDORSEMENT OF FOREST CERTIFICATION SCHEMES (PEFC). Disponível em: <http://www.pefc.org>. Acesso em: dez. 2020.

RABELO, L. K. L.; MAESTRI, M. P.; AQUINO, M. G. C.; BAUMANN, S. S. R. T.; BRÍGIDA, C. A. S. Cenário das árvores plantadas no Brasil, **Biodiversidade** - v.19, n.3, 2020.

RAFAEL, G. C.; FONSECA, A.; JACOVINE, L. A. G. Non-conformities to the Forest Stewardship Council (FSC) standards: Empirical evidence and implications for policy-making in Brazil, **Forest Policy and Economics**, v. 88, 59-69, 2018.

RAMOS, M. G.; LIMA, V. M. R.; ROCHA, J. B. F. A pesquisa como prática na sala de aula de ciências e matemática um olhar sobre dissertações. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, 53-81, 2009.

RARRA. A.; ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v.45, n. 4, p. 745-754, 2015.

RIBAS, A. J. F. **A cadeia produtiva da madeira no município de Guarapuava**, Curitiba-PR. 99f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico): Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

RITTER, F., PANDOLFO, A., BARCELLOS, L. J. G., RITTER, V. R. DOS S., PANDOLFO, L. M., TAGLIARI, L. D., & BARBACOVİ, N. E. Utilização do método Monte Carlo para avaliação econômica de poli cultivos de jundiás, carpas e tilápias-do-nylo como uma alternativa de modelo de cultivo de peixes para pequenas propriedades. **Revista Produção Online**, v.14, n. 4, 1292–1315, 2014.

RODRIGUEZ OSSO, M.C.; CABRALES, A. S.; ROSSO, M. J. W. Desenho metodológico para a simulação do balanço hídrico de uma barragem: caso Tunja - Colômbia. **Revista Cient**, n.29, 230-248, 2017.

ROMERO, R.; SILLS, E. O.; GUARIGUATA, M. R.; CERUTTI, P. O.; LESCUYER, G.; PUTZ, F. E. Evaluation of the impacts of Forest Stewardship Council (FSC) certification of natural forest management in the tropics: a rigorous approach to assessment of a complex conservation intervention. **International Forestry Review**, v. 19, n. 2, 1-14, 2017.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. L. Análise de custos da produção de leite: aplicação do método de Monte Carlo. **Extensão Rural**, v. 22, n. 1, 125–145, 2015.

SAMPAIO, C. O papel dos dispositivos de prescrição e julgamento no funcionamento dos mercados: o caso da certificação florestal. **Revista Tomo**, n. 30, 267-302, 2017.

SANTIAGO, D. R. The role of FSC certification to maintain sustainability: the case of Precious Woods Amazon Company, **Rebrae**, v.10, n. 1, 8-35, 2017.

SARAIVA JÚNIOR, A. F.; RODRIGUES, M. V.; COSTA, R. P. Simulação de Monte Carlo aplicada à decisão de mix de produtos. **Produto e Produção**, v. 11, n. 2, p. 26-54, 2010.

SHAHI, S. Effects of various mixing techniques on push-out bond strengths of white mineral trioxide aggregate. **Journal of Endodontics**, v. 38, ed. 4, p. 501-4, 2012.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Oxford, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SHASHI et al. Evaluating partnerships in sustainability-oriented food supply chain: A five-stage performance measurement model. **Energies**, v. 11, no 12, 2018.

SILVA, D.; SIMON, F. O. Abordagem quantitativa de análise de dados de pesquisa: construção e validação de escala de atitude. **Cadernos CERU**, 16, 11-27, 2005.

SIMÕES, D.; MIYAJIMA, R. H. PETRONGARI, R.T. FENNER, P. T. BATISTELA, G. C. Incorporation of uncertainty in technical and economic analysis of a feller-buncher **Revista Floresta**, Curitiba, v. 48, n. 3, 403-412, 2018.

SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL, 2016. **Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: Set 2022.

SÖDERLING, K. **Cost and Benefits of FSC Certification on Forest Plantation Companies in Sub-Saharan Africa**. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Economics and Management, 2019. Disponível em: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/299922?show=full>. Acesso em: Set. 2022.

SOUZA, N. D.; LEÃO, T. A.; DIAS, F. J.; CARVALHO, A. M.; SILVA, E. V. Cumprimento dos requisitos da certificação FSC/CoC por indústrias moveleiras do Rio de Janeiro, **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, 2020.

SURYANIH, A.G.N.; SHAHWAHIDP, O.M.; FAUZI, A. Assessment of chain-of-custody certification costs for sawnwood manufacturers in peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 23, n. 2, 159-165, 2011.

TATAGIBA, S. D.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, TAYLOR, C.; LINDENMAYER, D. B. Stakeholder engagement in a Forest Stewardship Council Controlled Wood assessment, **Environmental Science & Policy**, v. 120, 204-212, 2021.

TAYLOR, C. D. LINDENMAYE, B. Stakeholder engagement in a Forest Stewardship Council Controlled Wood assessment. **Environmental Science and Policy**. v. 120, 204-212, 2021.

TOLUNAY, A.; TURKOGLU, T. Perspectives and Attitudes of Forest Products Industry Companies on the Chain of Custody Certification: A Case Study From Turkey, **Sustainability**, v. 6, n. 2, 857-871, 2014.

TRICALLOTIS, M.; GUNNINGHAM, N.; KANOWSKI, P. The impacts of forest certification for Chilean forestry businesses. **Forest Policy Economics**, v. 92, 82-91, 2018.

TUPPURA, A.; PUUMALAINEN, A. T. K. Certificação Florestal e ISO 14001: Situação Atual e Motivação nas Empresas Florestais. **Bussiness strategy and the environment**, v. 25, 5 Ed, 2016.

VALVERDE, S. R. Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro: FBDS, p. 40, 2012.

VEN, H. V. D.; CASHORE, B. Forest certification: the challenge of measuring impacts, **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 32, 104-11, 2018.

VIEIRA, H. D.; MELO, J. B. A certificação FSC: estudos de casos no setor moveleiro em Fortaleza - Ceará. **Revista Encontros Universitários**, Goiânia, v. 2, n. 1, 664, 2017.

VOSE, D.; **Risk Analysis: A Quantitative Guide**. 2. ed. Sussex: John Wiley & Sons Ltd., 2000.

WALLACH, D. et al. Working with dynamic crop models: methods, tools and examples for agriculture and environment. **Academic Press**, 2013.

WICKHAM, H. **Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer, New York, 2nd edition. 2009.

YAMAMOTO, Y.; TAKEUCHI, K.; SHINKUMA, T. Is there a price premium for certified wood? Empirical evidence from log auction data in Japan. **Forest Policy and Economics**, v. 38, 168-172, 2014.

YIN, R. K. Planejamento e Métodos. **Estudo de Caso**. 5 ed. Editora Bookman, 2015.

ZAGT, R. J.; SHEIL, D.; PUTZ, F. E. J. Biodiversity conservation in certified forests: an overview. **European Tropical Forest**, v. 51, 5-18, 2010.