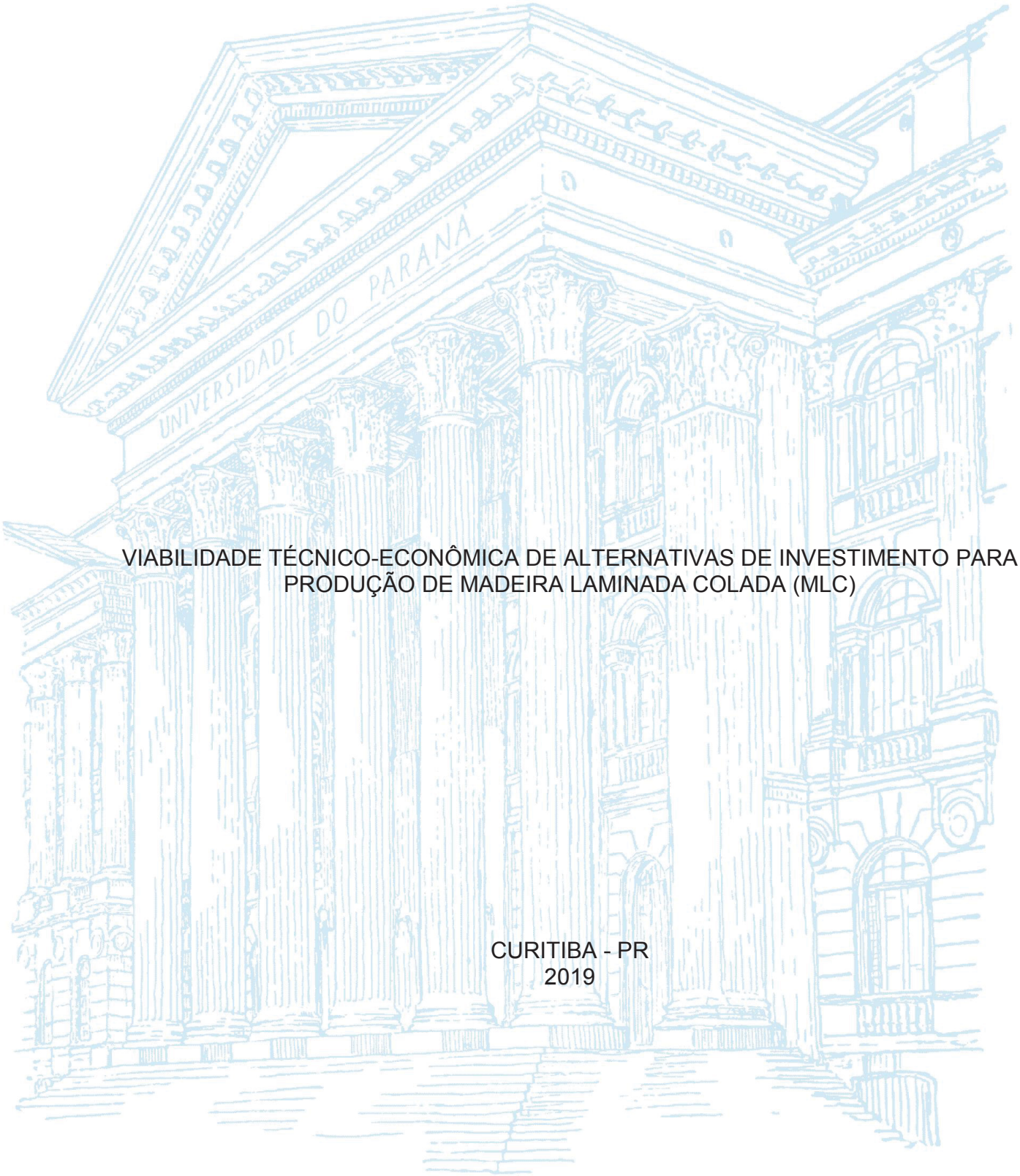
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ERNESTO AUGUSTO GARBE



VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC)

CURITIBA - PR
2019

ERNESTO AUGUSTO GARBE

VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC)

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. Jorge Luis Monteiro de Matos
Coorientação: Prof. Dr. Delcio Pereira
Prof. Dr. José Guilherme Prata

CURITIBA - PR
2019

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

Garbe, Ernesto Augusto
Viabilidade técnico-econômica de alternativas de investimento para produção de madeira laminada colada (MLC) / Ernesto Augusto Garbe. - Curitiba, 2019.
135 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis Monteiro de Matos
Coorientadores: Prof. Dr. Delcio Pereira
Prof. Dr. José Guilherme Prata
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
Defesa: Curitiba, 30/08/2019.
Área de concentração: Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

1. Lâminas de madeira – Aspectos econômicos. 2. Lâminas de madeira – Propriedades mecânicas. 3. Lâminas de madeira - Custos. 4. Teses. I. Matos, Jorge Luis Monteiro de. II. Pereira, Delcio. III. Prata, José Guilherme. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9
CDU – 634.0.832.2

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS
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 em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ERNESTO AUGUSTO GARBE** intitulada: **VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTO PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC)**, que após após terem inquirido o aluno e realizado 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, 30 de Agosto de 2019.

JORGE LUIS MONTEIRO DE MATOS
Presidente da Banca Examinadora

FERNANDA HÄNSCH BEUREN
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

DELCIO PEREIRA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

EVERTON HILLIG
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

HUMBERTO ANGELO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO U.F.P.R. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL MESTRADO DOUTORADO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Pelo apoio e incentivo incansáveis que geraram condições, desde a pré-escola, para
a conclusão desta bonita etapa da minha vida,
aos meus filhos, Louise Helena e Walter Henrique, à minha esposa, Sabine,
aos meus pais, Walter e Marilin,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os colegas de turma, os quais foram parceiros e amigos em todos os momentos. Agradeço também a todos os professores do doutorado e ao pessoal da secretaria da pós-graduação pelo apoio.

Agradecimento especial ao meu orientador, prof. dr. Jorge Luis Monteiro de Matos, pelo qual tenho profunda admiração. Ele me forneceu condições para que eu pudesse realizar com qualidade este trabalho. São inestimáveis os aprendizados absorvidos por mim neste período de trabalhos no doutorado.

Agradeço à coorientação dos professores dr. Delcio Pereira, dr. José Guilherme Prata e dr. Romano Timofeiczyk Junior, bem como à banca examinadora.

Muito obrigado também aos autores e coautores das mais de 5.000 páginas lidas com o objetivo de formar o conhecimento necessário para a evolução do presente estudo e para a composição da revisão de literatura.

À Universidade Federal do Paraná – UFPR e ao programa de pós-graduação em Engenharia Florestal por todo o suporte e dedicação, em especial ao prof. Márcio Pereira da Rocha, ao prof. Dimas Agostinho da Silva e ao prof. Reinaldo Mendes de Souza.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Filho de Walter Garbe e Marilin Alice Pfuetzenreuter Garbe. Nasceu em São Paulo e, com menos de dois anos de idade, veio com seus pais para o Sul do Brasil, para morar na cidade de São Bento do Sul, Santa Catarina, situada a 100 quilômetros de Curitiba.

Iniciou os estudos com dois anos de idade no Colégio São José, na cidade de São Bento do Sul, período que perdurou por mais de 15 anos, até o fim do ensino médio (na época denominado de segundo grau), em 1999. Nesse período vivenciou diversas experiências, destacando-se em matemática e ciências, com direito a alguns prêmios em feiras de ciências.

Ernesto Augusto Garbe graduou-se em Engenharia Industrial Madeireira pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil, entre os anos de 2001 e 2005. Em seu trabalho de conclusão de curso estudou os "Fatores influentes na secagem de *Pinus taeda* com ênfase em trincas superficiais", sob orientação do prof. dr. Ricardo Jorge Klitzke. Também no período da graduação foi fundador da empresa júnior de engenharia industrial madeireira Madtec, ocupando inicialmente o cargo de diretor de marketing e, na sequência, de diretor-presidente.

Paralelamente à graduação na UFPR, foi pioneiro na realização de um intercâmbio entre 2004 e 2005, por meio de um convênio entre a UFPR e a UACH – *Universidad Austral de Chile*, matriculado em *Ingeniaría en Maderas*. Nessa oportunidade conviveu em república com mais três amigos, Rodrigo Dolenga, André Keinert e Albino Picado, estudantes do mesmo curso. Com "*Proyecto y proceso productivo de vigas laminadas de bambu* Chusquea culeou", sob orientação do prof. dr. Luís Insunza e coorientação do prof. dr. Héctor Cuevas, dedicou-se ao estudo de uma espécie de bambu maciço.

Em seu primeiro mês de intercâmbio, iniciou sua primeira oportunidade profissional no setor madeireiro, realizando um estágio em uma empresa de

arquitetura e engenharia energética, a A2S. Além de trabalhar com isolamento térmico em residências, estudou diversas madeiras chilenas e utilizou bambu em seus trabalhos. Os proprietários da A2S, sr. Rodrigo e sra. Alejandra, foram grandes apoiadores e colaboraram muito para o sucesso dos trabalhos e para a evolução da carreira de seu estagiário.

Em 2005, assim que retornou ao Brasil para completar a graduação em Engenharia na UFPR, iniciou outro estágio. Desta vez, teve a chance de trabalhar em uma empresa de consultoria na área florestal e industrial madeireira, a STCP, especializada em projetos de engenharia, onde trabalhou com estratégias para indústrias papeleiras e projetos de mercados, sob coordenação do engenheiro florestal dr. Marcelo Wiecheteck.

Outra grande oportunidade vivenciada em 2005 ocorreu na empresa Masisa, unidade de Rio Negrinho – SC, onde atuou como estagiário, sob orientação do sr. Cristian Alvarez, chileno de formação em *Ingeniero de Maderas*. A atuação nessa experiência foi diversificada, foram realizadas melhorias em todo o processo produtivo de molduras, incluindo moldureiras, *finger-joints*, serraria e secagem da madeira. Nessa ocasião começou a estudar melhorias em secagem da madeira, com ênfase em trincas superficiais.

Na Braspine, uma das maiores empresas de beneficiamento de madeiras da América Latina, unidade de Jaguariaíva – PR, atuou como *trainee* na secagem da madeira, onde teve grande apoio do engenheiro de madeiras sr. Luis Pinilla. Nessa vivência, aprofundou seus conhecimentos em trincas superficiais em madeira e em como minimizar o problema, gerenciou consultorias em mais de dez empresas terceirizadas e aplicou melhorias nos sistemas de secagem da madeira e serrarias.

Em 2007, na Marinepar, empresa produtora de pisos de madeiras sólidas, atuou como PCP, gerente de custos (criou o Departamento de Lucro$), gerente de logística e gerente de preparação, liderando mais de cem colaboradores. Nessa

experiência vivenciou atividades de preparação e secagem de mais de 30 espécies de madeiras, como jatobá, cumaru, ipê, muiracatiara, muirapiranga, oiticica, eucalipto, imbuia, garapeira, entre outras.

Foi gerente de beneficiamento da madeira e engenheiro de processo na Madeiranit, em Sinop – MT, orientado pelo sr. José Eduardo Pinto. Nessa empresa liderou mais de 30 funcionários, realizou melhorias em processos diversos de produção de compensados e atuou como auditor interno do Programa Nacional de Qualidade da Madeira (PNQM).

Atualmente é diretor e consultor da Garbe Consultoria (EAGARBE) – Planejamento, Engenharia, Gerenciamento e Inovações, onde desenvolve trabalhos na área de gestão empresarial, desenvolvimento de mercados, processos produtivos e projetos de fomento para financiamentos e recursos não reembolsáveis. Foram realizadas algumas parcerias com universidades, prefeituras, Mdic, Apex, Fitej, entre outros. Mais de 600 empresas de áreas diversas foram atendidas.

Entre 2009 e 2011, na Universidade do Estado de Santa Catarina, Udesc, Brasil, realizou a pós-graduação em Gestão e Planejamento Ambiental. Nessa época estudou energia eólica, e seu trabalho de conclusão de curso foi intitulado "Projeto básico para verificação da viabilidade econômica de uma unidade de geração de energia elétrica proveniente da energia eólica na Lagoa dos Patos – Rio Grande do Sul, Brasil, denominado Parque Eólico Lagoa dos Patos". O prof. dr. Renato de Mello conduziu a orientação do estudo.

Seu mestrado em Engenharia Florestal – Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais foi realizado entre 2010 e 2012, na Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. Sob orientação do prof. dr. Ivan Tomaselli e coorientação do prof. dr. Márcio Pereira da Rocha, estudou os "Fatores que afetam a competitividade das exportações de móveis do Brasil e propostas para melhorias". Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ.

No início de 2010, durante a realização do mestrado, surgiu a oportunidade de vivenciar, pelo período de mais de um mês, no interior da Amazônia, uma especialização, denominada de “Tópico especial: madeiras da Amazônia”. Esse momento de estudos ocorreu no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, sob coordenação do dr. Niro Higuchi.

Neste momento, em 2019, é professor do Departamento de Tecnologia Industrial da Udesc, desde 2012 ministra aulas para turmas de Engenharia de Produção, além de atuar em diversos projetos de ensino e extensão. Em 2019 iniciou a formatação de uma pós-graduação latu sensu em nível de especialização denominada Gestão para a Inovação Tecnológica, onde atua como coordenador atualmente.

Empreendedor, Ernesto Augusto Garbe foi proprietário de várias empresas, e atualmente ainda é. São diversas as áreas que investe ou já investiu: numismática e colecionadores; consultoria empresarial e pessoal; escola e informática; marmoraria; madeira laminada colada; cervejaria e bebidas; gastronomia oriental e alimentos; mineração de criptoativos; imóveis e incorporações; marketing digital; hotelaria; investimentos e serviços financeiros. Também é presidente do Observatório Social de São Bento do Sul e Campo Alegre, membro do Rotary e participante do clube de tiro Águia Negra.

No momento faz a pós-graduação em Engenharia Florestal, em que realiza o doutorado, sob orientação do dr. Jorge Luis Monteiro de Matos. O tema abordado na tese é a madeira laminada colada, a resistência mecânica de diferentes espécies de madeira e os resultados industriais.

RESUMO

A madeira laminada colada é um produto com ótimas características estruturais e possui grande potencial de desenvolvimento no Brasil. Entender melhor as formas de aproveitar os materiais existentes em nosso país é fundamental para conquistar mais competitividade neste mercado. As madeiras pínus e eucalipto são as espécies mais utilizadas nessa produção, e os resultados de resistência mecânica revelam significativas diferenças entre os materiais. O objetivo desta tese é apresentar as diferenças entre as madeiras estudadas e revelar quão influente é o fator resistência mecânica em termos de resultados empresariais. Foi identificado que o custo de produção de madeira laminada colada de pínus é menor do que o de eucalipto, contudo foi evidenciado que os ganhos de resistência mecânica ao utilizar eucalipto podem superar tais custos e tornar essa madeira mais competitiva. Isso somente ocorrerá se o preço estiver equiparado aos índices de resistência mecânica, o que ainda não é uma realidade em empresas de madeira laminada colada no Brasil. Outros fatores ainda foram avaliados, a fim de obter um ambiente favorável de negócio, em que seja possível alcançar resultados satisfatórios em investimentos de empresas produtoras de madeira laminada colada de pequeno porte no Brasil, tanto de madeira de pínus quanto de madeira de eucalipto. Entretanto o eucalipto revela maior propensão a resultados favoráveis.

Palavras-chave: madeira laminada colada. Resistência mecânica. Multicritérios. Cenários.

ABSTRACT

Glulam is a product with excellent structural characteristics and has great development potential here in Brazil. Better understanding of how to take advantage of the existing materials in our country is fundamental for gaining competitiveness in this market. Pinus and eucalyptus woods are the most used species in this production and the results of mechanical resistance reveal important differences between the materials. The objective of this thesis was to present the differences between the studied woods and to reveal how influential the resistance factor in market terms is. It was identified that the costs of production of glued laminated pine wood is lower than eucalyptus, however, it was evidenced that the gains of mechanical resistance when using eucalyptus can overcome such costs and make this wood more competitive. This will only occur if the market price factor is equated to the indices of mechanical resistance, which is not yet a reality in Brazil. Other factors have been evaluated and, by creating a favorable entrepreneurial environment, it is possible to obtain satisfactory results in investments of companies that produce glued laminated wood in the small scale in Brazil, both pine wood and eucalyptus wood. However, eucalyptus is more prone to favorable results.

Keywords: Laminated Wood. Glulam. Mechanical resistance. Multicriteria. Scenarios.

RESUMEN

La madera laminada pegada es un producto con óptimas características estructurales y posee gran potencial de desarrollo aquí en Brasil. Entender mejor las formas de aprovechar de los materiales existentes en nuestro país es fundamental para que se produzcan ganancias de competitividad en este mercado. Las maderas de pino y eucaliptos son las especies más utilizadas en esta producción y los resultados de resistencia mecánica revelan importantes diferencias entre los materiales. El objetivo de esta tesis fue presentar las diferencias entre las maderas estudiadas y revelar cuán influyente es el factor resistencia mecánica en términos mercadológicos. Se identificó que los costos de producción de madera laminada pegada de pinos son menores que eucalipto, sin embargo, se evidenció que las ganancias de resistencia mecánica al utilizar eucalipto pueden superar tales costos y hacer esta madera más competitiva. Esto sólo ocurrirá si el factor mercadológico precio está equiparado a los índices de resistencia mecánica, lo que aún no es una realidad en Brasil. Otros factores aún fueron evaluados y al crear un ambiente favorable emprendedoramente, es posible obtener resultados satisfactorios en inversiones de empresas productoras de madera lamelada pegada de pequeño porte en Brasil, tanto de madera de pino y de madera de eucalipto. Sin embargo, el eucalipto se revela con mayor propensión a resultados favorables.

Palabras Claves: Madera laminada pegada. Vigas laminadas. Resistencia mecánica. Multicriterios. Escenarios.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS

ABRAF	-	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ACR	-	Associação Catarinense de Empresas Florestais
AITC	-	American Institute of Timber Construction
ASTM	-	American Society for Testing and Materials
BAR	-	pressão atmosférica
CNC	-	comando numérico computadorizado
CUB	-	Custo Unitário Básico de Construção
CE	-	comitê de especialista
CV	-	cavalo-vapor
EMIC	-	equipamento de ensaios mecânicos
EN	-	European Standards – Norma Europeia
GLP	-	gás liquefeito de petróleo
ha	-	hectare
HP	-	horse power
IBA	-	Instituto Brasileiro de Árvores
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IL	-	índice de lucratividade
ITTO	-	International Tropical Timber Organization
Ltda.	-	limitada
MLC	-	madeira laminada colada
MI	-	momento de inércia
MOE	-	módulo de elasticidade
MUF	-	melamina-ureia-formaldeído
NBR	-	Norma Brasileira
NCG	-	necessidade de capital de giro
PAYBACK	-	índice de período de retorno de investimento
PIB	-	Produto Interno Bruto
PR	-	Paraná
PUR	-	poliuretano
R$	-	reais

RS	-	Rio Grande do Sul
SC	-	Santa Catarina
SP	-	São Paulo
TIR	-	taxa interna de retorno
TMA	-	taxa mínima de atratividade
UFPR	-	Universidade Federal do Paraná
USP	-	Universidade de São Paulo
VPL	-	valor presente líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem um elevado potencial florestal devido à sua cobertura, composta por florestas naturais e plantadas, as quais abrangem aproximadamente 545 milhões de hectares, equivalente a 2/3 do território nacional. As florestas naturais, localizadas principalmente na região amazônica e denominadas florestas tropicais, são predominantes, com total de 485 milhões de hectares. Já as áreas de florestas plantadas somam cerca de 10 milhões de hectares (SFB, 2017).

Com as restrições impostas à utilização de madeira das florestas tropicais e sua consequente redução de disponibilidade para uso industrial, novas espécies passaram a ser plantadas e utilizadas, constituindo assim uma alternativa de suprimento de matéria-prima para as indústrias madeireiras (OLGA, 2015).

Atualmente, a indústria de base florestal utiliza em grande escala florestas plantadas do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. As espécies de *Eucalyptus* constituem aproximadamente 77% dos plantios (5,9 milhões de hectares), situados em maior quantidade na Região Sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Já o gênero *Pinus* compõe 23% dos plantios (1,7 milhões de hectares) e abrange mais a Região Sul, nos estados do Paraná e Santa Catarina (ABRAF, 2017). As espécies do gênero *Pinus* mais plantadas e empregadas pela indústria madeireira são o *Pinus taeda* e o *Pinus elliottii,* os quais tiveram sua silvicultura intensificada a partir dos incentivos fiscais de 1966, promovidos pelo governo federal. Essas espécies se destacaram pelo rápido crescimento.

A madeira é sempre apresentada como um dos mais importantes materiais de construção utilizados pelo homem. A escassez de espécies tradicionais, a crescente preocupação com a conservação dos recursos florestais e os elevados custos finais dos materiais de construção intensificaram a busca de madeiras alternativas, as quais tivessem assegurado o seu suprimento, a qualidade e o nível dos preços. Esses elementos, associados à redução da pressão sobre as florestas nativas, fazem das madeiras de reflorestamento a resposta ideal para a demanda da construção civil, especialmente em estruturas. A madeira laminada colada tem se mostrado uma

alternativa promissora para o melhor aproveitamento dos recursos florestais brasileiros. Seu comportamento mecânico, sua manutenção dos padrões de estética da madeira serrada e a possibilidade de obtenção de formas diferenciadas, com dimensões praticamente ilimitadas, sugerem que esse material seja mais bem explorado por arquitetos, engenheiros e pesquisadores nacionais (GRANATO, 2011).

Chama-se, portanto, “madeira laminada colada” as peças de madeira reconstituídas a partir de lamelas ou tábuas, que são de dimensões relativamente reduzidas se comparadas às dimensões da peça final assim constituída. Essas lamelas, unidas por colagem, são dispostas de tal maneira que suas fibras ficam paralelas entre si. Pelo que se tem conhecimento, sua aplicação concreta teve início no século XIX. O exemplo marcante a ser citado é o de arcos compostos por lamelas encurvadas e sobrepostas, unidas por ligações mecânicas. Essa técnica foi introduzida pelo coronel Emy no final do século passado (CALIL NETO, 2008).

No entanto, o uso da madeira laminada colada (MLC) na fabricação de elementos estruturais a serem utilizados na construção civil só foi possível com o surgimento de adesivos. Em 1906, com o aparecimento da cola de caseína (derivada do leite), o mestre carpinteiro suíço Otto Hetzer teve a ideia de substituir pela cola as ligações metálicas de braçadeiras e parafusos, utilizadas pelo coronel Emy. Com isso, obteve-se uma seção mais homogênea e sem a ocorrência de deslizamentos entre as lâminas. Embora seja um dos mais antigos produtos resultante da colagem de lâminas, a MLC ainda não é um material plenamente empregado nas construções brasileiras, resultado da pequena tradição no seu uso, dos elevados custos e do reduzido número de empresas envolvidas em sua fabricação. Em contraposição, suas vantagens em relação à madeira serrada são relevantes, especialmente quanto à possibilidade de produzir peças praticamente sem limitações dimensionais, com aumento de resistência e rigidez (CALIL NETO, 2008).

Diversas possibilidades podem ser consideradas no estudo dos investimentos necessários para uma produção de madeira laminada colada, entre elas o tipo de madeira, o tipo do adesivo, a forma de prensagem, os acabamentos. Diante dessas colocações, este trabalho buscou resposta ao seguinte questionamento: “Quais os

melhores critérios que formam um cenário de resultados melhorados do investimento em uma indústria do ramo de madeira laminada colada, de pequeno porte, instalada na região metropolitana de Curitiba-PR?”.

Para tanto, foram utilizados dados de mercados de produtos finais e de suprimentos, bem como informações de necessidades de investimentos e custos. Foi possível determinar os índices de avaliação do investimento com base em métodos que estabelecem parâmetros para a viabilidade econômica. O trabalho aborda a madeira laminada colada das espécies *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis* e objetiva identificar o melhor cenário técnico-econômico de uma indústria de pequeno porte. Em especial busca:

a) comparar as propriedades físicas e mecânicas da madeira laminada colada das referidas espécies;

b) identificar os determinantes da viabilidade econômica da produção de MLC das espécies estudadas;

c) comparar a viabilidade econômica de diferentes alternativas para a produção de MLC.

2. REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

As estruturas de madeira possuem qualidades excelentes sob muitos aspectos. Vantagens construtivas como rapidez e facilidade de montagem devido ao baixo peso próprio de cada componente, beleza arquitetônica, baixo custo, alto grau de industrialização, além de ser o sistema construtivo menos agressivo ao meio ambiente, são alguns benefícios que esse tipo de estrutura pode propiciar (GRANATO, 2011).

Para Stamato (1997), o enfraquecimento das seções de madeira maciça em virtude da existência de defeitos naturais do crescimento da árvore levou ao surgimento de produtos derivados de lâminas de madeira. A madeira laminada colada (MLC) é o produto resultante da colagem de lâminas de madeira, com suas fibras orientadas paralelamente ao eixo longitudinal da peça (RUSSELL et al., 1999).

A grande vantagem da MLC é a possibilidade da utilização de lamelas de melhor qualidade nas regiões de alta solicitação e de lamelas de qualidade inferior nas regiões de menor solicitação. Para Azambuja (2006), essa característica possibilita a fabricação de elementos estruturais com qualidade e confiabilidade superiores às da madeira sã, pois, com as lâminas de menores dimensões, é possível uma classificação mais precisa com relação a seus defeitos, como nós e medulas, o que gera o descarte das peças de qualidade insatisfatória.

O uso de peças de seção transversal reduzida também é visto de forma positiva por Rocco e Sales (1998) no tocante aos defeitos de secagem, que ocorrem com maior frequência em peças de grandes dimensões.

Visto que a madeira laminada colada (MLC) é o produto resultante da colagem de lâminas de madeira (tábuas), com suas fibras orientadas paralelamente ao eixo longitudinal da peça, um processo de fabricação cuidadoso é necessário para garantir que esse elemento estrutural tenha atendido as especificações necessárias. Uma indústria de MLC requer equipamentos que realizem processos de acabamentos, uniões dentadas, colagem, entre outros (GRANATO, 2011). Tais equipamentos podem ser facilmente comprados de fabricantes nacionais, e os principais são plaina,

finger-joint e passadeira de cola e prensa, esta menos facilmente encontrada (GRANATO, 2011). Devido à pouca procura, a prensa é um equipamento a ser desenvolvido sob medida, de acordo com o tamanho e a versatilidade da unidade fabril. Os equipamentos de uma planta de MLC podem ser considerados os principais investimentos, havendo a necessidade de avaliação criteriosa.

Um investimento pode ser designado não só como uma proposta de aplicação de recursos escassos que possuem aplicações alternativas a um negócio, como também um sacrifício feito no momento para obtenção de um benefício futuro (REMER; NIETO, 1995). De acordo com Queiroz (2001), a análise de investimento é fundamental na alocação eficaz de recursos escassos no ambiente organizacional. Segundo Securato (2007), as decisões financeiras em condições de risco mostram se a gestão financeira da empresa foi um sucesso ou um insucesso.

Fatores relacionados à sobrevivência das empresas em mercados altamente competitivos estão relacionados à forma como as organizações planejam estrategicamente seus negócios e dão atenção às suas finanças (MOTTA; CALÔBA, 2002). Nessa acepção, para Lima et al. (2008), a geração de riqueza é a base dos motivos que levam as empresas a realizarem investimentos, buscando um retorno lucrativo e sustentável. Moyen e Platikanov (2012) corroboram essa ideia argumentando que, para que haja a criação de valor ou riqueza, os retornos desses investimentos deverão ser superiores ao custo dos capitais neles empregados, fazendo com que os valores líquidos dos resultados sejam positivos, agregando riqueza para o investidor e para os próprios investimentos.

Diante do cenário atual, em função da globalização e das constantes alterações que implicam em uma acirrada concorrência empresarial, a gestão de investimentos é decisiva para o seguimento e sobrevivência das organizações. Muitos investimentos realizados pelas empresas trazem uma parcela de riscos, incertezas e variabilidades dos retornos associados a um projeto que pode definir sucessos ou fracassos. Conforme o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae (2017), a cada 100 empresas formalizadas no Brasil, 58 fecham antes de completar cinco anos de existência e 27 não chegam nem ao primeiro ano. Entre as

razões que levam a esse índice, estão a inexistência de planejamento, a falta de capital de giro e a análise precária das escolhas dos possíveis investimentos. Uma decisão pode ser definida como uma opção que alguém faz dentre várias alternativas possíveis utilizando o meio que entende ser o mais viável para alcançar determinado objetivo. Segundo Lima Jr. e Aldatz (2013), diante da incerteza dos cenários futuros que permeia as escolhas de investimentos, a análise de decisão busca compreender alternativas complexas considerando riscos e incertezas.

Quando os gestores de uma organização pensam em investir em equipamentos, ampliar o estabelecimento ou até mesmo reduzir os custos (WERNKE, 2000), necessitam efetuar uma análise de investimento, para não realizar ações equivocadas que possam prejudicar o futuro da empresa. Segundo Paixão, Bruni e Marback (2004), para se efetuar uma análise adequada, deve-se comparar os resultados a outros investimentos.

2.1 MERCADO DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Se comparado com o aço ou com o concreto armado, o elemento estrutural em MLC apresenta peso próprio reduzido, gerando economia na execução das fundações (AZAMBUJA, 2006).

As principais espécies utilizadas na produção de MLC são exóticas oriundas de floresta plantada, dentre elas, *Eucalipto saligna, Eucalipto grandis, Pinus taeda* e *Pinus elliottii* (CARRASCO e PAOLIELLO, 2004).

Todas as atividades relativas às florestas plantadas e manejadas terão cada vez mais importância, pois geram crédito ambiental, e não débito. Em razão disso a demanda pelos produtos das florestas é crescente. A madeira proveniente do plantio industrial de eucalipto pode ser utilizada em estruturas, componentes para construção civil, papel e para a obtenção de energia. A exploração florestal é completa. O Brasil tem o maior incremento por hectare do mundo, o eucalipto brasileiro é muito eficiente quando comparado com o pínus ou com qualquer outra madeira plantada nos países do Hemisfério Norte, como Canadá e Finlândia (OLGA, 2015).

As perspectivas para o setor madeireiro no Brasil são gigantescas. Há muita disponibilidade de terras degradadas, hoje utilizadas em pastagens, que são extremamente adequadas para o plantio industrial de eucalipto. O Chile produz 12.000 m³/ano de madeira laminada colada (MLC), tendo uma economia muito menor do que a brasileira. Mesmo atingindo um PIB de aproximadamente 200 milhões de dólares no ano de 2010, enquanto o PIB brasileiro ultrapassou dois trilhões de dólares, o Chile produz quase dez vezes mais MLC do que o Brasil (OLGA, 2015).

De acordo com Olga (2015), o mercado brasileiro tem capacidade de absorver facilmente 100 vezes o volume de MLC que produz atualmente. As unidades fabris dedicadas à produção de MLC neste país são majoritariamente semimecanizadas, ou seja, em todos os processos, deve haver um funcionário para operar o maquinário que prepara as peças de madeira. Existem equipamentos capazes de fabricar de forma automática elementos estruturais de MLC, praticamente sem a intervenção humana, o que aumenta muito o rendimento da matéria-prima, porém não há notícia da existência de uma indústria automatizada por completo no Brasil.

Em termos de estratégia de vendas, Furtado (2014) sugere a obtenção de parcerias estratégicas com empresas líderes da construção civil brasileira, grandes escritórios de arquitetura que atuem no Brasil, a participação de projetos de implantação de multinacionais no Brasil que utilizam a MLC em outros países, como a BMW em Santa Catarina, e a participação de licitações. Essas são algumas das macroestratégias que podem ser utilizadas em pról de vendas e para a introdução no mercado da viga em MLC.

Há um mercado a ser explorado no Brasil. Também se pode dizer que, em termos de suprimentos de madeira, temos em nosso país toda disponibilidade e produtividade florestal necessária. O desenvolvimento desse produto ocorrerá com a qualificação do produto e das matérias-primas de acordo com as especificações internacionais, bem como com a difusão do conhecimento do produto na sociedade. Para que haja a difusão do conhecimento entre as pessoas, é necessário que mais empresas produzam esse tipo de material e, consequentemente, mais localidades disponibilizem madeira laminada colada no Brasil (OLGA, 2015).

2.1.1 Produtores, produtos e preços praticados de madeira laminada colada

Segundo Bono (1996), a primeira indústria brasileira de MLC surgiu em 1934 em Curitiba – PR. A empresa Battistella foi uma das principais indústrias do ramo no Brasil; com mais de cinquenta anos de experiência na área, possuía uma linha de produção de casas pré-fabricadas e vigas de tamanhos padronizados, ambos em MLC.

Furtado (2014) realizou uma pesquisa sobre os produtos ofertados e sobre o perfil das empresas brasileiras de MLC. Foram identificadas oito empresas, seis no estado de São Paulo, uma em Goiás e outra no Rio Grande do Sul. Entretanto, dessas oito, somente seis têm a MLC como principal fonte de receita. Essas empresas que utilizam a tecnologia da MLC no Brasil tem como matéria-prima as madeiras dos gêneros pínus e/ou eucalipto. Dessa forma, verificou-se que a concorrência atual entre os fabricantes de produtos de MLC consiste naqueles que utilizam pínus ou eucalipto como matéria-prima.

a) Construtora Ita

Segundo Granato (2011), a Construtora Ita, fundada em 1980, realiza projeto, fabricação e montagem de estruturas industrializadas de madeira. A construtora já executou mais de 130.000 m² de estruturas, distribuídos em mais de 400 obras.

Umas das características do sistema construtivo desenvolvido pela Ita é que todos os elementos são fabricados nas instalações da própria construtora, localizada em Vargem Grande Paulista, interior do estado de São Paulo. A capacidade de produção dessa fábrica é de 100 m³/mês de estruturas de madeira laminada colada ou de madeira tropical densa (GRANATO, 2011).

No início da atividade da construtora, era utilizada apenas madeira maciça de alta densidade, proveniente de manejo sustentável de floresta tropical. Devido às vantagens da MLC diante da madeira nativa serrada, passaram a produzir estruturas em madeira laminada em suas instalações. Hoje em dia as estruturas de MLC –

produzidas com eucalipto de reflorestamento e adesivo estrutural de poliuretano – representam 80% da produção total da Ita, a maior produtora de MLC do Brasil.

b) Esmara Estruturas de Madeira Ltda.

A segunda maior produtora de MLC do país, Esmara Estruturas de Madeira Ltda., sediada em Viamão – RS, produz em torno de 40 m³/mês, 480 m³/ano. A soma da produção das demais empresas do ramo não atinge o total produzido pelas duas maiores (OLGA, 2015).

c) Outras

Para Icimoto (2013), existem apenas cinco empresas produtoras de MLC no Brasil: Esmara Estruturas de Madeira Ltda. (Viamão – RS), Tecma (Rancharia – SP), Itá Construtora (Vargem Grande Paulista – SP), Rewood (Taboão da Serra – SP) e Cam (Catalão – GO). Todas são voltadas para a produção de MLC para fins de construção civil.

Segundo Granato (2011), apesar de não existir uma norma brasileira exclusiva para a madeira laminada colada, as orientações presentes na NBR 7190 (2011) englobam as principais atividades e procedimentos necessários para a fabricação da MLC. As normas estrangeiras são dedicadas exclusivamente à MLC e apresentam detalhadamente o passo a passo da produção, orientando melhor o produtor e promovendo o aumento da eficiência da unidade fabril.

A MLC produzida hoje no Brasil não possui qualidade inferior à produzida em países como Estados Unidos, Canadá ou Alemanha, porém a maior barreiraé o preconceito da maioria dos brasileiros sobre o uso de estruturas de madeira, o que impede a difusão do material. Provavelmente trata-se da barreira mais complicada de ser superada para permitir o crescimento desse mercado no Brasil (GRANATO, 2011).

Na Europa, a primeira aplicação da MLC data de 1890, com a construção de vigas de dez metros de vão livre, porém o sistema ganhou maior evidência, de acordo com Russell et al. (1999), a partir de 1913, com a construção de uma estrutura de cobertura com 43 metros de vão. Nessa época as aplicações da MLC eram restritas a

ambientes interiores, mas, com o desenvolvimento dos adesivos à prova d'água, as possibilidades de aplicação desse tipo de estrutura foram ampliadas. Esse tipo de estrutura chegou aos Estados Unidos em 1934, com a construção de um laboratório do Forest Products Laboratory, mas apenas a partir de 1939 a MLC passou a ser amplamente utilizada em estruturas de ginásios, igrejas, fábricas e até em aplicações não residenciais, como pontes (a primeira delas datada da década de 1960).

Para Furtado (2014), o principal público-alvo são as empresas da construção civil e escritórios de arquitetura. Para os escritórios de arquitetura, a MLC é uma fonte de concretização de ideias e a possibilidade de realizar projetos inovadores e ecologicamente corretos, o que pode render premiações, reconhecimento e diferencial competitivo.

Segundo a AITC A190.1:2007, o tamanho e a forma da MLC devem seguir o que está no contrato entre comprador e vendedor, sendo aceitáveis as seguintes variações dimensionais: largura: +/- 2 mm; altura: + 3 mm a cada 305 mm de altura; - 5 mm ou - 2 mm a cada 305 mm de altura (adotar o maior valor); comprimento: +/-2mm, até 6,1 m; além de 6,1 m +/- 2 mm a cada 6,1 m ou a fração correspondente.

Em elementos de até 6,1 m de comprimento, tolera-se em sua manufatura um desvio longitudinal de +/- 6 mm. Acima desta medida tolera-se no máximo 3 mm a cada 6,1 m adicionais, mas o desvio total nunca deve exceder 19 mm ao longo do comprimento da peça. Esses valores se aplicam a elementos retos ou levemente curvados, não são aplicados a elementos curvos, como os arcos (AITC A190.1:2007).

A norma AITC A190.1:2007 determina que os ângulos retos de elementos retangulares devem ser medidos com o auxílio de uma superfície de referência; colocando-se uma face da peça sobre essa superfície e com o auxílio de um esquadro, são aferidos os ângulos e as medidas entre a face encostada na superfície e a sua face oposta. As medidas entre as faces devem ser iguais nas extremidades da seção transversal. Em uma seção transversal retangular é tolerada uma variação de +/- 3 mm para cada 305 mm de altura do elemento, a menos que uma seção variável seja especificada.

2.1.2 Matéria-prima madeira, insumos e preços

Conforme a norma NBR 7190 (2011), a faixa ideal de densidade da madeira a ser usada na produção de MLC está entre 0,40 g/cm³ e 0,75 g/cm³, sendo essa a densidade aparente, para um teor de umidade de 12%. Madeiras que apresentem densidade superior a essa faixa deverão ser criteriosamente avaliadas com relação à resistência das juntas coladas.

De acordo com AITC A190.1 (2007), tanto as espécies de coníferas como as folhosas podem ser empregadas na produção de MLC, uma vez que as classes de tensões estejam estabilizadas, como descritas pela norma ASTM D 3737 (2007).

Segundo a NBR 7190 (2011), deve ser evitada a fabricação de elementos estruturais compostos por lâminas de diferentes espécies, ou com diferentes coeficientes de retração. A utilização de diferentes espécies na composição de uma peça pode comprometer seu comportamento mecânico, sendo possível a ocorrência de delaminação com o passar do tempo.

De modo geral a umidade da madeira não deve exceder 16% no momento da colagem. Caso seja conhecida a umidade de equilíbrio da peça de MLC em uso e esta for maior do que 16%, tolera-se uma umidade maior no momento da colagem, mas nunca deve exceder 20%. A colagem feita em condições de umidade superior a 16% deve seguir critérios aprovados por um laboratório idôneo (AITC A190.1, 2007).

Cada lote de tábuas deve apresentar a umidade mais homogênea possível, com a finalidade de evitar o surgimento de defeitos na colagem. Para prevenir essas falhas é indicada a utilização imediata de um lote de madeira depois de concluída a secagem e estabilização do teor de umidade (NBR 7190, 2011).

A NBR 7190 (2011) ainda determina que, na composição das peças, a colagem das lâminas deve ser feita com a madeira seca, com no máximo 18% de teor de umidade, e impõe que lâminas adjacentes não podem apresentar variação de umidade superior a 5%.

O tratamento das lamelas que darão origem às peças de MLC deve ser feito com produtos que não interfiram na aderência da cola, além de garantir a durabilidade e a proteção biológica satisfatória para o elemento (NBR 7190, 2011).

De acordo com a NBR 7190 (2011), admite-se também o tratamento preservativo após a fabricação do MLC, desde que o produto utilizado não deteriore as juntas coladas.

Os defeitos presentes na madeira devido às características de crescimento podem afetar de forma negativa o desempenho da peça; tais falhas podem ser detectadas e julgadas a olho nu ou mediante técnicas mecânicas. As tábuas podem ser classificadas visualmente, mecanicamente ou por prova de carga. A identificação e classificação de cada tábua devem ser feitas obrigatoriamente antes da colagem (AITC A190.1:2007).

A classificação permite a racionalização do processo e o posicionamente das lâminas de melhor qualidade nas zonas mais solicitadas do elemento estrutural e, nas demais zonas, das lâminas de qualidade inferior. Em muitos casos é possível obter um elemento estrutural de MLC com qualidade e eficiência superiores às da madeira serrada, pois a classificação gera uma melhoria das propriedades de resistência e rigidez das vigas (AMERICAN PLYWOOD ASSOCIATION, 2000).

Segundo a NBR 7190 (2011), todos os lotes de madeira a serem utilizados na fabricação de MLC devem ser enquadrados nas classes de resistência definidas pela norma. Posteriormente cada tábua precisa passar por uma classificação visual e pelo módulo de elasticidade. Regras de classificação são empregadas com a finalidade de atribuir a cada peça de madeira uma classe de qualidade. Existem duas etapas na realização da classificação: na primeira há a observação das características de crescimento e a atribuição de uma classe para cada peça; na segunda, para cada classe de determinada espécie, são atribuídas propriedades de resistência e rigidez.

Existem quatro níveis de qualidade visual: CLASSE ESTRUTURAL ESPECIAL (SS), CLASSE ESTRUTURAL Nº 1 (Nº 1), CLASSE ESTRUTURAL Nº 2 (Nº 2) e CLASSE ESTRUTURAL Nº 3 (Nº 3). Além disso, há dois níveis de densidade da madeira: MADEIRA DENSA (D) e MADEIRA NÃO DENSA (ND). A densidade é

estimada pela contagem do número de anéis de crescimento ao longo de uma linha radial representativa de uma polegada (2,5 cm) (CARREIRA, 2003).

Carreira (2003) ainda acrescenta que o principal aspecto que influencia o nível de qualidade visual é a presença de nós e a inclinação das fibras da madeira. Independentemente da seção transversal da peça, a porção que pode estar ocupada pelo nó é praticamente constante para cada classe. A partir dessa constatação fica mais simples o sistema de classificação visual, tornando a área de cada nó o fator determinante para a classificação da peça.

Coiado e Dias (2004) afirmam que, quanto mais anéis de crescimento de madeira de inverno existirem por polegada, maior a resistência à tração da peça, sendo este um fator mais importante na determinação da resistência final do que a quantidade de nós e a inclinação das fibras.

A NBR 7190 (2011) orienta que madeiras de espécies de crescimento rápido sejam classificadas de forma que apenas as tábuas mais densas sejam utilizadas. Quanto maior o número de anéis de crescimento, maior a densidade da madeira, por isso a norma exige que, em uma linha radial representativa de 2,5 cm, existam no mínimo três anéis de crescimento.

A NBR 7190 (2011) determina que, na composição das lâminas, sejam utilizadas tábuas com nós menores do que 1/4 da seção transversal final da lâmina. Tábuas com nós superiores a esse tamanho podem ser utilizadas, desde que eles sejam eliminados e a lâmina remanescente atenda ao restante das exigências presentes na norma, apresentadas a seguir: caso exista medula, esta deve ocupar menos de 1/6 da largura final; a inclinação das fibras, naturalmente causada pela existência de defeitos, não pode exceder seis graus; podem ser aceitas apenas as rachaduras longitudinais, inferiores a 30 cm. A eliminação de nós também deve obedecer à norma BS EN 385:2001, de modo que o corte seja feito a uma distância de pelo menos três vezes o diâmetro do nó.

Todas as superfícies de colagem (face, topo e lateral) precisam ser lisas, isentas de fibras levantadas, interrompidas, queimadas, vitrificadas ou com outras variações que prejudiquem o contato das fibras nas superfícies de ligação. Deve-se

manter a superfície de colagem livre de pó, material estranho ou exsudação, pois isso gera uma colagem ineficiente (AITC A190.1, 2007).

Além disso, a norma BS EN 385 (2001) limita a área e o comprimento máximo do esmoado. Em condição de serviço seca, é permitido o esmoado de até 1/6 da largura de cada extremidade, em lâminas centrais. Em condição de serviço úmida, é admitido o esmoado apenas em situações em que não exista a possibilidade de acumulação de umidade nas áreas. Para lâminas múltiplas, unidas ao longo da largura da peça, o esmoado não é aceito nas juntas laterais, sendo coladas ou não (AITC A190.1, 2007).

O comprimento mínimo de cada tábua precisa ser de 100 cm; já a largura tem de ser tal que, após o acabamento da peça, a lâmina apresente pelo menos 5 cm. Não deve existir lâmina com largura superior a 20 cm (NBR 7190, 2011).

A norma AITC A190.1 (2007) afirma que as lâminas não podem exceder 51 mm de espessura; já a variação da espessura ao longo da largura da lâmina não deve exceder +/- 0,2 mm; e a variação da espessura ao longo do comprimento de uma lâmina não pode ultrapassar +/- 0,3 mm. As variações aqui descritas precisam ocorrer de tal forma que esse conjunto não resulte em variações maiores do que as permitidas para o elemento acabado.

Quanto às peças curvas, a norma é que as lâminas tenham espessura máxima proporcional ao raio de curvatura da face interna. Madeiras de densidade aparente inferior a 0,50 g/cm³ devem atender ao limite máximo de (e = R/150), e madeiras de densidade aparente superior a 0,50 g/cm³ têm de atender ao limite máximo de (e = R/200). A lâmina de madeira com densidade de até 0,50 g/cm³ pode apresentar área da seção transversal máxima de 60 cm²; madeiras com densidade maior do que 0,50 g/cm³ podem ter área máxima da seção transversal de 40 cm² (NBR 7190, 2011).

São incontáveis as espécies de madeiras utilizáveis na fabricação da MLC, porém as características de cada uma são determinantes no desempenho do produto final. Lara-Palma e Ballarin (2002) afirmam que no Brasil a utilização de pínus de reflorestamento tem crescido nos últimos anos, representando 35% da madeira serrada produzida no país. Para Calil (2002), o uso estrutural da madeira de

reflorestamento é positivo, uma alternativa às espécies tropicais ameaçadas, pois há bom desempenho, baixo custo e pequeno impacto ambiental.

Na maioria dos casos a escolha do adesivo depende das condições de uso final do produto. Logo, é preciso levar em consideração principalmente o meio a que a estrutura vai estar submetida, atentando a temperatura e teor de umidade. Essa escolha influenciará diretamente na composição de preços (FURTADO, 2014). É necessário observar também que a durabilidade do adesivo deve ser no mínimo a mesma do elemento estrutural concebido em MLC. Portanto, se a estrutura vai estar abrigada no interior da edificação ou exposta às condições atmosféricas, como alternância de sol e chuva, são fatores determinantes na escolha do adesivo (FURTADO, 2014). Entender as necessidades dos produtos faz com que sejam determinados os requisitos mínimos desejados para a matéria-prima e para os insumos. A grande maioria dos requisitos foi descrito anteriormente e na sequência deve-se avaliar a disponibilidade desses materiais.

Conforme o Relatório Anual da IBÁ (2016), na Região Sul do país estão localizadas grandes áreas de plantações, tanto de florestas de pínus, quanto de florestas de eucaliptos. Em termos de área plantada de pínus, do total de 1.581.239 ha plantados no Brasil, 85% encontra-se na Região Sul do país. Com relação ao eucalipto, pode-se notar que as florestas plantadas na Região Sul do país representam mais de 11% do total de 5.630.607 ha.

Segundo ACR (2014), o incremento médio anual brasileiro das principais espécies plantadas supera a produtividade de outras regiões de excelência. Em termos de Santa Catarina, a produtividade do pínus é referência mundial, sendo 40% maior que a média nacional, 60% maior que a média da América Latina e superior ao dobro da produtividade dos Estados Unidos e da África do Sul. Nesse estado são atingidos em média 44m³/ha.ano para o pínus e 40m³/ha.ano para o eucalipto.

Furtado (2014) identificou em sua pesquisa alguns potenciais fornecedores, bem como os preços praticados para cada tipo de adesivo. Caseína, resorcina (não estrutural) e resorcina-fenol-formol foram os adesivos estudados, sendo as

informações sobre preços em reais por quilograma de adesivo, respectivamente, R$ 172,31, R$ 206,00, R$ 77,18.

Ao estudar custos de produção, Furtado (2014) obteve o custo de R$ 1.676,96 para a produção de 1m³ de MLC e, baseado em seus estudos de mercado, considerou R$ 4.000,00/m³ o preço de venda do m³ de MLC de eucalipto ou pínus. Já para Leite, Santos e Valle (2018), considerando duas empresas, o preço da madeira laminada colada de pínus e eucalipto varia de R$ 5.500 a R$ 6.000 por metro cúbico. Esses valores foram considerados para produção, sem frete de entrega e instalação.

2.2 EXEMPLOS DE ESTRUTURAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA

A seguir serão apresentados três exemplos relevantes de aplicações da madeira laminada colada em grandes estruturas, os quais atualmente são visitados por milhares de pessoas.

2.2.1 Parque de exposições de Brasília

A logística desta obra teve grande influência no projeto, inclusive na parte arquitetônica. A curvatura e o comprimento de cada parte da estrutura tiveram que ser projetados de tal forma que coubessem em um caminhão, sem atingir a altura limite de nenhum viaduto existente no percurso da fábrica, próxima a Porto Alegre, até Brasília, como se pode observar na FIGURA 1 (MELLO, 2007).

A estrutura do galpão do Parque de Exposições de Brasília (FIGURA 2.6) foi feita de arcos de MLC, com vão livre total de 48 metros; porém, para viabilizar o transporte da fábrica até o canteiro de obras, eles foram fabricados em duas partes de 26 metros de comprimento.

FIGURA 1 – VIGAS DO PARQUE DE EXPOSIÇÕES DE BRASÍLIA.
A) TRANSPORTE; B) MONTAGEM

FONTE: Mello (2007).

2.2.2 Richmond Olympic Oval

Construído para as Olimpíadas de Inverno de 2010, este projeto é um marco para a arquitetura de Vancouver, Canadá (FIGURA 2). Com aproximadamente 33.000 metros quadrados, a estrutura de cobertura desse ginásio possui um dos maiores vãos livres em madeira da América do Norte. A forma oval é uma referência à ave-símbolo da cidade, a garça (ARCHITECTS NEWSPAPER, 2010).

FIGURA 2 - RICHMOND OLYMPIC OVAL. A) VISTA EXTERNA; B) VISTA INTERNA

FONTE: Architects Newspaper (2010).

A estrutura é composta por arcos de madeira laminada colada com 100 metros de vão livre, intercalados por uma série de painéis de madeira que produzem um visual ondulado (ARCHITECTS NEWSPAPER, 2010). A escolha da madeira para a composição estrutural dessa edificação levou em consideração os costumes locais, a abundância da matéria-prima na região e as qualidades estéticas e de conforto ambiental, mas o motivo principal dessa opção foram os benefícios ambientais referentes ao sequestro de carbono, contribuindo assim para a amenização do efeito estufa. A FIGURA 2 apresenta a vista aérea e a visão interna do ginásio construído para as Olimpíadas de Inverno de Vancouver.

2.2.3 Aeroporto de Oslo (Noruega)

O aeroporto Gardermoen (FIGURA 3), inaugurado em 1995, é o principal terminal aeroportuário de Oslo; com 140 mil metros quadrados, é a maior estrutura de madeira laminada do mundo.

Além da madeira, outros materiais, como concreto armado e treliças espaciais de aço, também foram utilizados, com foco nas melhores características de cada um. Trata-se de um exemplo bem-sucedido de edifício sustentável, com uma construção otimizada que aproveita ao máximo a penetração de luz natural. O aeroporto produz seu calor e sua eletricidade (ALMEIDA, 2010).

FIGURA 3 – MAIOR CONSTRUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA DO MUNDO
AEROPORTO DE OSLO, NORUEGA

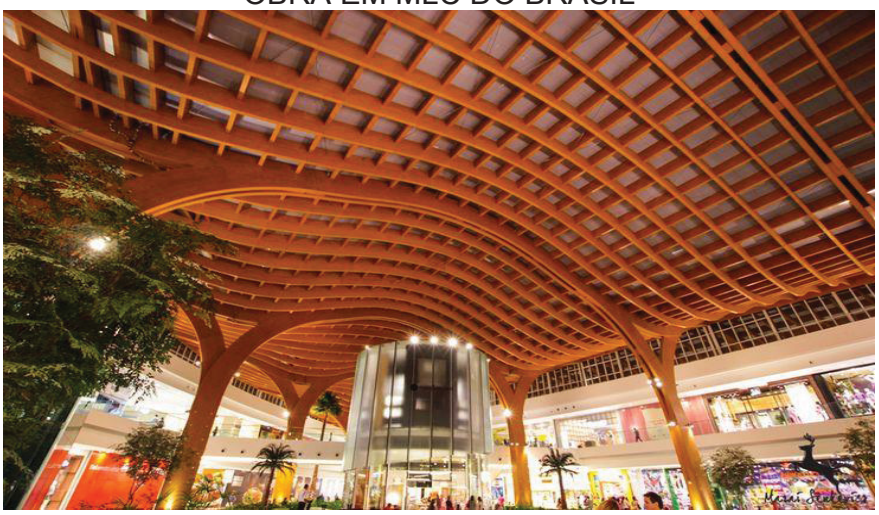
FONTE: Casado e John (2010).

Na FIGURA 3 é possível observar a aplicação de diferentes materiais na construção desse aeroporto (Casado e John, 2010).

2.2.4 Shopping Iguatemi – Fortaleza – Ceará

Atualmente, segundo divulgação da empresa Carpinteria (2014), a maior estrutura MLC do Brasil é a praça de alimentação do Shopping Iguatemi de Fortaleza, Ceará (FIGURA 4), construída em 2014. O projeto e cálculo de estruturas foram realizados pela empresa brasileira Carpinteria Estruturas de Madeira, em parceria com a empresa italiana Moretti Interholz.

FIGURA 4- SHOPPING IGUATEMI DE FORTALEZA – CE, CONSIDERADA MAIOR OBRA EM MLC DO BRASIL



FONTE: Carpinteria Estruturas de Madeira (2014).

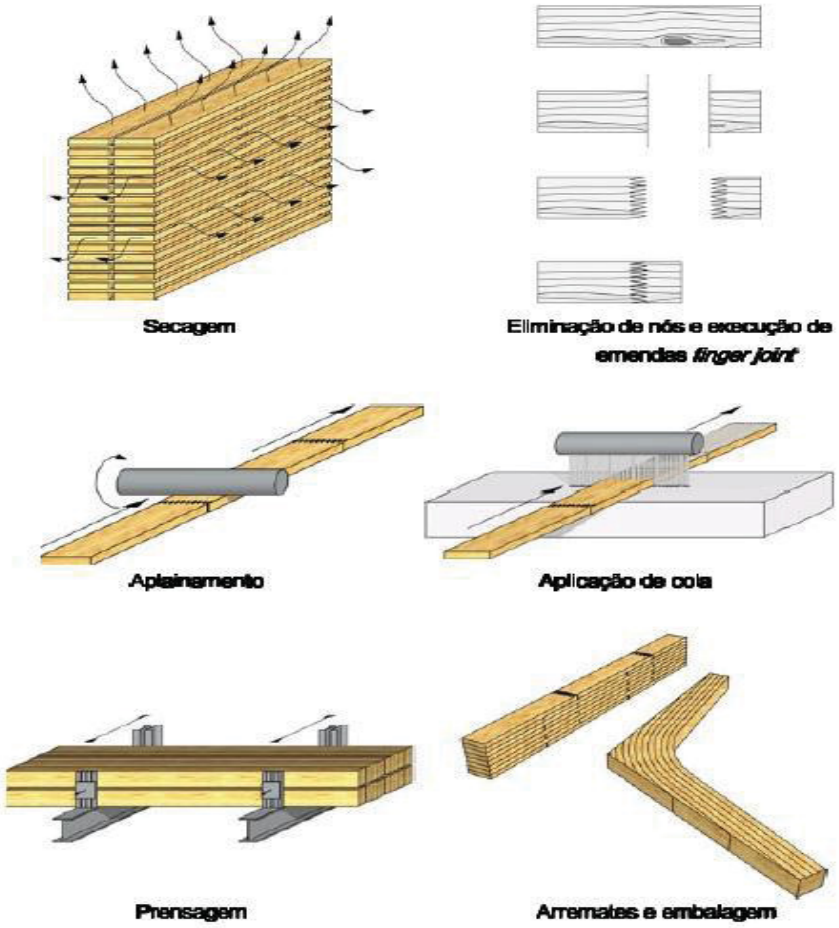
2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA

A madeira laminada colada (MLC) é o produto resultante da colagem de lâminas de madeira, com suas fibras orientadas paralelamente ao eixo longitudinal da peça (RUSSELL et al., 1999).

Segundo Souza e Teixeira (2002), com custo elevado e processo de produção ainda predominantemente manual e lento no Brasil, à medida que as peças de grandes dimensões tornam-se cada vez mais raras e, portanto, mais caras, a competitividade da MLC tende a aumentar.

Os elementos de MLC são compostos por várias lâminas, dispostas paralelamente ao eixo do elemento e unidas através de cola. Para Mello (2007), cada lâmina por sua vez também é constituída por vários segmentos de tábuas, unidos por emendas transversais ou longitudinais. Dentre as longitudinais, existem as emendas de topo, biseladas ou dentadas. O esquema de fabricação sugerido e as etapas são apresentados na FIGURA 5.

FIGURA 5 – ETAPAS DA PRODUÇÃO DA MLC



FONTE: Mello (2007).

Este processo também pode ser encontrado em empresas europeias, como mostra o site da Moelven, fabricante de MLC na Europa. Em seu processo ainda existe uma fase de seleção de peças com maior resistência, as quais são direcionadas nos pontos das vigas com maior necessidade de esforços. Segundo o site Moelven (2016), isso propõe o aumento da resistência do material produzido.

Nos Estados Unidos, o processo citado por Puettmann (2013) foi similar, porém não havia a seleção de lamelas com maior resistência, além de incluir toda a cadeia de abastecimento e produção de mudas até o abate das toras e serraria, processo

anterior aos citados pelos outros autores, que consideram o trabalho a partir da madeira serrada.

Segundo Puettmann (2012), o processo de fabricação de MLC envolve a secagem de madeira serrada verde, a classificação de madeira serrada e no final a junção da madeira em laminações mais longas com sistema *finger-joint*. Os próximos passos são a colagem das faces das lâminas em conjunto com resina, acabamento e embalagem.

Durante visita à indústria de madeira laminada colada Itá, Granato (2011) identificou a linha de produção, representada na FIGURA 6. A empresa possui dois galpões, cada um com 1.500 m². Um deles é utilizado para armazenagem de matérias-primas e produtos; o outro, para o processo de produção da madeira laminada colada.

As etapas do processo produtivo da empresa visitada por Granato (2011) foram listadas a seguir:

- Estocagem: considera local com capacidade de 200 m³.

- Destopadeira e aplainamento: geram as maiores perdas de todo processo, porque nisso são eliminados os principais defeitos da madeira.

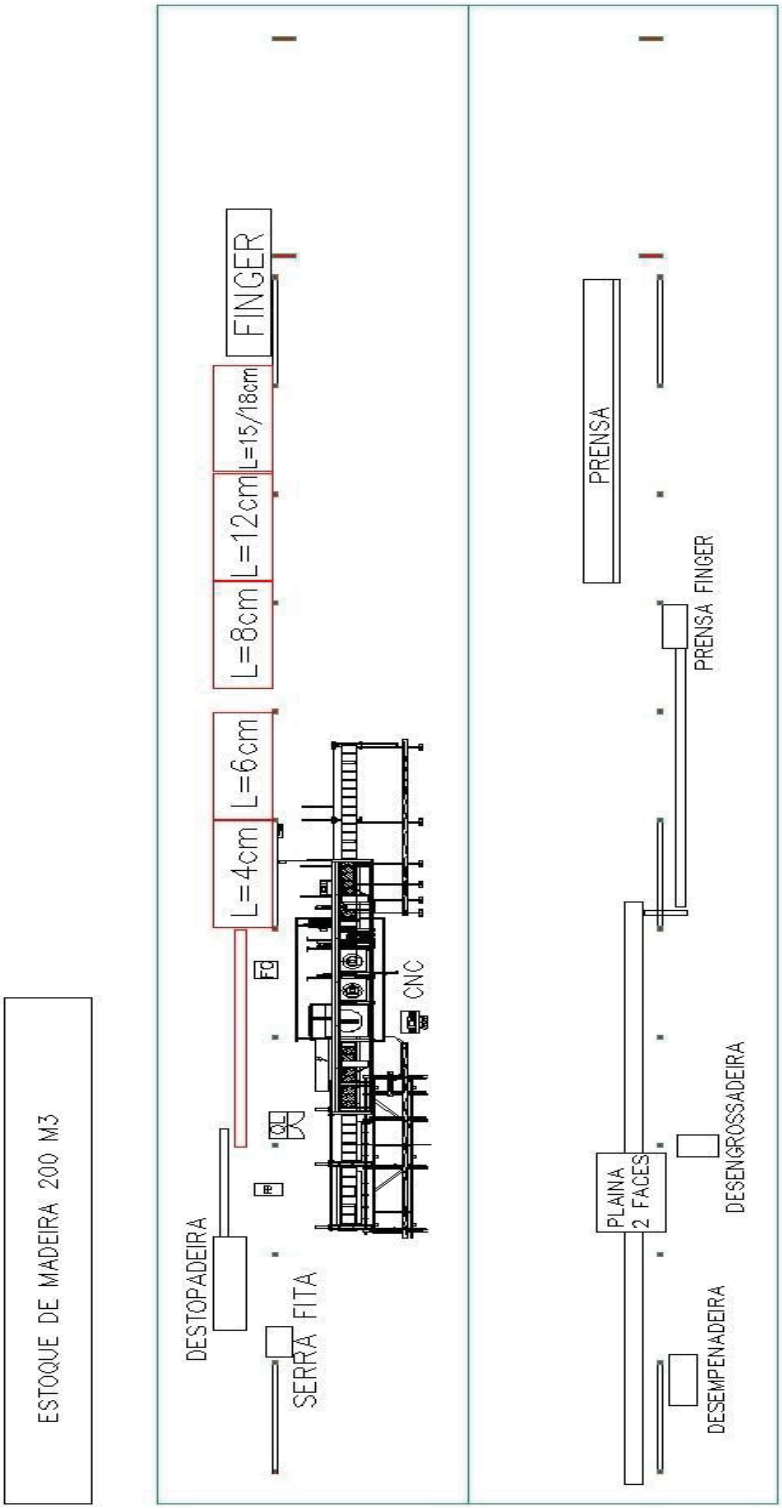
- Estabilização da umidade em tabicamento: a umidade da madeira é estabilizada naturalmente, sem a utilização de estufas, atingindo 16%.

- Fresa *finger-joint*: as lâminas são emendadas e coladas a fim de obter o comprimento suficiente para a composição do elemento estrutural.

- Colagem: aplicação da cola nas faces a serem unidas.

- Prensagem: com 12 metros de comprimento, possui controles de tempo máximo e pressão adequada.

FIGURA 6 – LAYOUT DO PROCESSO FABRIL DA ITÁ CONSTRUTORA



FONTE: Granato (2011).

A etapa de classificação e seleção das tábuas de madeira que darão origem às lâminas é a qual gera mais resíduos. As perdas computadas durante todo o processo giram em torno de 25%; ou seja, para cada 75 m³ de MLC produzidos, são necessários 100 m³ de madeira.

A composição das peças, ou laminação, deve ser feita em um curto espaço de tempo, uma vez que é rápida a secagem do adesivo utilizado, o monocomponente poliuretano. O equipamento de aplicação de adesivo possui um bico aplicador, que despeja constantemente o produto, a uma quantidade certa, de tal forma que, com o passar da lâmina, a uma velocidade também controlada, a gramatura de adesivo retido pela lâmina seja a recomendada pelo fabricante do adesivo para a colagem daquela espécie de madeira (GRANATO, 2011).

Pode ser fabricado um elemento de no máximo 12 metros, devido ao tamanho da prensa. Após a prensagem e a cura das peças, começa a fase de acabamento. O aplainamento é feito com uma plaina de duas faces (GRANATO, 2011).

2.5 ANÁLISE DE RESULTADOS INDUSTRIAIS

Os investimentos representam todos os dispêndios necessários para colher um novo benefício. Por exemplo, para vender mais produtos, precisa-se construir uma nova fábrica e gastar com a compra do terreno, com as construções, com as máquinas etc. Já para manter um benefício conquistado, por exemplo, para uma fábrica continuar operando, é preciso de tempos em tempos repor equipamentos e instalações, o que simplesmente manterá a atual capacidade de produção (CAVALCANTE E ZEPELLINI, 2018).

Fleischer (1973) apresenta de forma resumida os seguintes procedimentos para análise de investimentos:

a) Estabelecer a taxa mínima de atratividade de retorno;

b) Descrever todas as consequências prospectivas;

c) Determinar a quantia e o cronograma de todos os fluxos de caixa, antes dos impostos:

- Investimento de capital e capital de giro;
- resultados operacionais;
- valor residual.

d) Descrever o esquema de depreciação;

e) Determinar os fluxos de caixa depois dos impostos:

- Renda tributável;
- taxa de imposto;
- fluxos de caixa para os impostos.

g) Determinar a medida de eficácia (valor presente, taxa de retorno);

h) Comparar com os critérios os seguintes itens:

- valor presente maior que zero;
- taxa de retorno do projeto maior do que a taxa mínima de atratividade.

i) Considerar formalmente risco e incerteza.

A análise econômica/financeira criteriosa e rígida de um projeto de investimento é a base para sua realização e previne empirismos causadores de insucessos e prejuízos. Conforme orientam Brigham e Ehrhardt (2012), pontos como custo de capital, custos operacionais, preços, rentabilidade, volumes operados, oportunidades, taxas de risco, taxas de atratividade são alguns itens fundamentais para uma eficiente avaliação, diminuindo assim as incertezas e maximizando a criação de valor para os investidores e para a sociedade, o que influenciará na concretização do projeto.

Analisar as alternativas de ação leva ao questionamento sobre que resultados serão obtidos com tal decisão ou não. Os reflexos financeiros a longo prazo são indispensáveis para uma comparabilidade do real valor monetário, da utilização de

taxas de descontos e de riscos de atratividade dos sócios sobre o capital (FREZZATI et al., 2012).

A avaliação básica de um projeto de investimento envolve um conjunto de técnicas, sendo necessária a análise criteriosa dos métodos para que seja possível compreender os reflexos nos resultados financeiros. Braga (1995), Motta e Calôba (2002), Souza e Clemente (2004), Casarotto e Kopittke (2008) e Hoji (2010) citam como métodos de análise o valor presente líquido (VPL) o prazo de retorno do investimento inicial (*payback*) e o índice de lucratividade (IL), a taxa interna de retorno (TIR), e a comparação desta à taxa mínima de atratividade (TMA).

As decisões de investimento afetam o resultado da empresa e de seus acionistas. As estimativas de investimento relevantes precisam ser levadas em consideração quando elaborado o fluxo de caixa de um projeto de investimento, tanto para colher um novo benefício, quanto para os dispêndios necessários para manter um benefício conquistado (CAVALCANTE E ZEPELLINI, 2018).

2.5.1 Taxa mínima de atratividade – TMA

A taxa de desconto a ser utilizada pode ser uma TMA, definida ou pelos investidores, ou pelos analistas. Entende-se ser a melhor alternativa de investimento com o menor grau de risco disponível para aplicação (SOUZA; CLEMENTE, 2004). Segundo Damodaran (2010), essa taxa é formada a partir de três componentes básicos:

a) custo de oportunidade: remuneração obtida de alternativas que não são analisadas, como caderneta de poupança e fundo de investimento;

b) risco do negócio: o ganho tem que remunerar o risco inerente de uma nova ação; quanto maior o risco, maior a remuneração esperada;

c) liquidez: capacidade ou velocidade que permite que se avance para uma nova posição no mercado.

Para identificar se o projeto de investimento vai atender as metas estabelecidas pelos administradores e acionistas, é fundamental conhecer os índices retratados pela taxa interna de retorno (TIR). A interpretação desta é por meio de comparação com a TMA; se o resultado da TIR for maior ou igual à TMA, significa que o investimento é viável, dentro dos parâmetros estabelecidos pelos gestores.

2.5.2 Depreciação

Toda vez que houver investimento fixo, deve-se lembrar da depreciação, um componente do custo fixo do investimento distribuído pela sua vida útil estimada. A depreciação não afeta o fluxo de caixa do projeto diretamente, mas indiretamente, através da economia fiscal que gera (CAVALCANTE E ZEPELLINI, 2018).

2.5.3 Método do valor presente líquido

A característica essencial do método do valor presente é o desconto para o valor presente de todos os fluxos de caixa esperados como resultado de uma decisão de investimento. Isto é, a fim de satisfazer ao requisito básico, segundo o qual as alternativas devam ser comparadas somente se as consequências monetárias forem medidas em um ponto comum no tempo, a "data presente" é arbitrariamente selecionada como ponto de referência (FLEISCHER, 1973).

O VPL é o resultado que o investimento proporcionará no final do projeto, utilizando a TMA. Contudo representa o valor do caixa projetado, diminuindo o custo, em que se identifica o resultado financeiro do investimento. Para Casarotto e Kopittke (2008, p. 116), o VPL é composto de um cálculo simples em que, “Em vez de se distribuir o investimento inicial durante sua vida (custo de recuperação do capital), deve-se somar os demais termos do fluxo de caixa para somá-los ao investimento inicial de cada alternativa. Escolhe-se aquela que apresentar maior Valor Presente Líquido”.

De acordo com Rezende e Oliveira (2001), o VPL pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{j=0}^{n} Rj(1+i)^{-j} - \sum_{J=0}^{n} Cj(1+i)^{-j}$$

na qual:

Rj = receitas do período de tempo j considerado;

Cj = custos do período de tempo j considerado;

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

i = taxa anual de juro, expressa de forma decimal.

Uma das maiores vantagens do VPL é que considera o custo do capital e permite verificar o montante dos fluxos de caixas projetados corrigidos pela TMA. Ressaltam Brigham e Ehrhardt (2012) que o VPL positivo indica que o capital investido será recuperado e remunerado na taxa de juros que mede o custo de capital do projeto, isso gerará um ganho extra na data zero. Através desse método, pode-se selecionar as alternativas mais rentáveis; caso o VPL for menor do que zero, o investimento deve ser descartado, considerando que é indispensável na tomada de decisão avaliar outros métodos de investimento.

2.5.4 Método da taxa interna de retorno (TIR)

De acordo com Allegretti (2001), a taxa de rentabilidade é o valor percentual da razão entre o lucro líquido e o investimento. Para avaliar se a taxa de retorno é satisfatória, deve-se compará-la com os custos de oportunidade, isto é, com a taxa de remuneração do capital, caso fosse aplicado em outra alternativa de investimento ao alcance do empresário.

Segundo Rezende e Oliveira (2001), a TIR pode ser expressa pela fórmula:

$$TIR = \sum_{j=0}^{n} Rj(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^{n} Cj(1+i)^{-j} = 0$$

na qual:

Rj = receitas do período de tempo j considerado;

Cj = custos do período de tempo j considerado;

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo.

A TIR é um método que reflete a taxa dos fluxos de caixa líquidos periódicos, ou seja, as entradas de caixa menos as saídas, dentro de um determinado período, normalmente um ano, calculado para todo o investimento. Segundo Hoji (2010), a TIR é conhecida também como taxa de desconto do fluxo de caixa, uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas). Quando utilizada como taxa de desconto, resulta em valor presente líquido (VPL) igual a zero.

2.5.5 Índice de lucratividade (IL)

O índice de lucratividade (IL) é uma variante do valor presente líquido que determina os resultados encontrados por esse método em forma de índice, considerando o fluxo de caixa descontado. De acordo com Braga (1995), esse índice serve como medida do retorno esperado por unidade monetária investida. Ele demonstra a relação das receitas auferidas com os custos incorridos por unidade vendida, ou seja, o lucro apurado após a venda da produção (MOTTA; CALÔBA, 2002). Quando o IL for maior ou igual a 1, a proposta deverá fornecer benefícios monetários superiores ou iguais às saídas líquidas de caixa, tudo isso expresso em

moeda do mesmo instante ou momento. Quando o IL é menor do que 1, a proposta não é economicamente viável.

2.5.6 Retorno do investimento (*payback*)

Ao examinar um projeto, um dos passos importantes é identificar o tempo preciso para alcançar o retorno do investimento. Para isso é necessária a aplicação do método *payback*, com o qual se encontra o tempo que se deve considerar os fluxos de caixa líquidos gerados, subtraídos do investimento inicial.

Conforme Ross (2000, p. 218) "*payback* é o período exigido para que o investimento gere fluxos de caixa suficientes para recuperar o custo inicial". O *payback* não deve ser a única fonte de análise, conforme mencionam Motta e Calôba (2002, p. 97): "deve ser encarado com reservas, apenas como um indicador, não servindo de seleção entre alternativas de investimento". Sua principal vantagem é levar em conta o tempo em que será recuperado o dinheiro do investidor, avaliando sua necessidade financeira, para que seja mantido o investimento até o momento de gerar caixas positivos. De acordo com Casarotto e Kopittke (2008, p. 125), "O principal método não exato mede o tempo necessário para que o somatório das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial. Genericamente pode-se dizer que registra o tempo médio para os fluxos de caixa se equiparar ao valor do investimento". O *payback* tradicional pressupõe uma desvantagem, pois projetar os fluxos de caixa no tempo não leva à correção dos valores monetários. Ao considerar o *payback* descontado, observa-se o real valor do dinheiro no tempo, obtendo uma estimativa financeira mais realista.

Para Brigham e Ehrhardt (2012), "o período de *payback* descontado é definido como o número de anos necessário para recuperar o investimento dos fluxos líquidos de caixa descontados". Segundo Correia Neto, Moura e Forte (2002), o resultado das análises de viabilidade econômica pode ser expresso sob a forma de TIR, VPL, custo anual, períodos de recuperação *payback* e IL. O conjunto desses resultados levará a

uma proposta de retorno e lucratividade mais interessante para os administradores na tomada de decisão.

2.5.7 Fluxo de caixa

Os fluxos de caixa são representações (gráficos, tabelas, planilhas e outros) que mostram os fluxos monetários em cada período ou, em outras palavras, todas as entrada e saídas pontuais nos períodos considerados (PRETTE,2014).

A elaboração do fluxo é realizada a partir da demonstração de resultado do exercício, subtraindo as saídas das entradas. Com o conjunto dos valores dos fluxos encontrados período a período, é possível calcular diversos indicadores do projeto. Motta (2011) sugere um modelo de fluxo de caixa contendo as entradas e saídas no horizonte de cinco anos, bem como ao final alguns indicadores de avaliação da viabilidade econômica do projeto analisado, conforme segue na FIGURA 7.

FIGURA 7 – MODELO DE FLUXO DE CAIXA CONSIDERANDO ENTRADAS E SAÍDAS

	0	1	2	3	4
Investimentos	- 3.940.000				
Liberação Financiamento					
Valor Residual					
Receita Líquida		5.922.000	7.191.000	8.460.000	8.460.000
(-) Custo Variável de Produção		3.150.000	3.825.000	4.500.000	4.500.000
(-) Custo Fixo de Produção		2.500.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000
(=) Lucro Bruto		272.000	866.000	1.460.000	1.460.000
(-) Despesas Gerais Variáveis		50.400	61.200	72.000	72.000
(-) Despesas Gerais Fixas		12.000	12.000	12.000	12.000
(-) Depreciação		83.000	83.000	83.000	83.000
(-) Despesas Financeiras					
(=) Lucro Antes I.R.		126.600	709.800	1.293.000	1.293.000
(-) Imposto de Renda		37.980	212.940	387.900	387.900
(=) Lucro Líquido Após I.R.		88.620	496.860	905.100	905.100
(+) Depreciação		83.000	83.000	83.000	83.000
(-) Amortização Financiamento					
(=) Fluxo de Caixa	- 3.940.000	171.620	579.860	988.100	988.100
Fluxo de Caixa Descontado	- 3.940.000	149.235	438.457	649.692	564.949

FONTE: Timofeiczyk Jr (2018).

De fato, a importância dos fluxos de caixa nas decisões de investimentos é amplamente reconhecida. Neto (2012) evidencia que o aspecto mais importante de uma decisão de investimento centra-se no dimensionamento dos fluxos previstos de caixa, a serem produzidos pelas propostas em análise. Em verdade, a confiabilidade sobre os resultados de determinado investimento é, em grande parte, dependente do acerto com que seus fluxos de entradas e saídas de caixa foram projetados.

Para Prette (2014), o conceito de fluxo de caixa, conforme é conhecido, não coincide normalmente com o resultado contábil da empresa, apurado pelo regime de competência. Enquanto o fluxo de caixa é mensurado de acordo com todas as efetivas entradas e saídas de fundos da empresa, o lucro contábil é mensurado por competência, não incorporando em seus cálculos determinados dispêndios não desembolsáveis (depreciação, por exemplo) e algumas saídas de caixa que não se constituem rigorosamente em despesas (amortização de principal de dívidas, por exemplo).

Dessa maneira, no dimensionamento dos fluxos de caixa, devem ser estimadas todas as movimentações operacionais efetivas de caixa, até mesmo o Imposto de Renda, associadas a cada alternativa de investimento em consideração. É importante notar que todos os valores que não compõem o fluxo de caixa (basicamente receitas não recebíveis e despesas não desembolsáveis) somente são importantes para a análise de investimentos, à medida que venham a afetar o lucro contábil da operação projetada (PRETTE, 2014).

Precisa ser reforçada a regra básica de que todo projeto de investimento é avaliado em termos de fluxo de caixa, e não com base nos lucros. Segundo Prette (2014), essa escolha se justifica uma vez que é, por meio dos resultados de caixa, que a empresa assume efetiva capacidade de pagamento e reaplicação dos benefícios gerados na decisão de investimentos. Em outras palavras, é mediante os fluxos de caixa, e não por meio dos lucros, que se mede o potencial efetivo da empresa para implementar suas decisões financeiras fundamentais (investimento, financiamento e distribuição de dividendos). Dessa forma, são os fluxos de caixa a

informação mais relevante para o processo de análise de investimentos, e não outra medida contábil qualquer de resultado.

É importante destacar que os fluxos de caixa são mensurados em termos incrementais, ou seja, os valores relevantes para a avaliação são aqueles que se originam em consequência da decisão de investimento; por isso estão perfeitamente associados ao dispêndio de capital. É equivalente dizer que, ao não acionar determinado investimento, os fluxos de caixa diretamente atribuíveis à proposta deixam integralmente de existir (PRETTE, 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo apresenta uma abordagem geral dos materiais e métodos considerados no desenvolvimento deste estudo. As seis etapas principais do estudo são: determinação de matérias-primas e insumos, determinação de preços, fatores determinantes da indústria, estudos mecânicos dos produtos, composição de cenários e comparação dos resultados dos cenários estudados.

A sequência de ações metodológicas foi evoluindo conforme as análises de cenários foram direcionando os fatores a serem considerados, ou seja, quesitos com resultado inferior foram descartados e não continuaram sendo analisados. Por exemplo, uma vez evidenciado que o melhor adesivo é o melamina-ureia-formaldeído, não mais utilizaram outras opções para ensaios e análises.

3.1 MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS

Foram escolhidas as espécies de madeira e insumos com maior relevância em indústrias de madeira laminada colada no Brasil.

Os estudos de revisão de bibliografia, bem como contatos com indústrias produtoras de madeira laminada colada, evidenciaram como principais espécies empregadas nessa produção a *Pinus taeda* e a *Eucalyptus grandis*.

O pínus é proveniente da região de Curitibanos – SC; o eucalipto, da região de Telêmaco Borba – PR; e os demais insumos foram adquiridos de fornecedores no mercado de Curitiba – PR.

As madeiras de pínus e eucalipto, após bitoladas as peças, evidenciam coloração diferenciada, sendo o primeiro mais claro e o segundo rosado. Para os processos as peças foram marcadas e numeradas, conforme pode ser verificado na FIGURA 8.

FIGURA 8 – LAMELAS DE PÍNUS E EUCALIPTO IDENTIFICADAS

FONTE: O autor (2017).

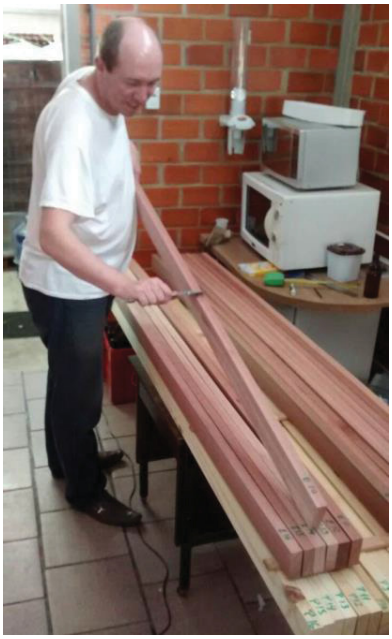
As lamelas foram bitoladas no laboratório de usinagem da Universidade Federal do Paraná em dimensões de 25 mm X 70 mm X 2.000 mm. A imagem da FIGURA 9 mostra as lamelas em processamento para bitolar a espessura.

FIGURA 9 – MADEIRA EM PROCESSAMENTO NO LABORATÓRIO DA UFPR PARA CONFECÇÃO DAS LAMELAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA

FONTE: O autor (2017).

As lamelas foram dimensionadas e pesadas, para determinação da massa específica. A FIGURA 10 mostra a realização das medições das lamelas.

FIGURA 10 – LAMELAS EM PROCESSO DE PESAGEM E CONFIRMAÇÃO DE LARGURA, ESPESSURA E COMPRIMENTO



FONTE: O autor (2017).

Após as medições foi determinada a massa específica, utilizada para o direcionamento das lamelas com maior massa específica (M.E.) para as camadas exteriores da viga, o que melhora a resistência mecânica. Além de melhorias mecânicas, essa ação visa obter vigas com menores variações de densidade, já que, ao direcionar lamelas mais densas nas capas e menos densas no miolo, há também o favorecimento da homogeneidade das propriedades mecânicas.

Também foi medida a umidade de cada lamela para verificar se atendiam aos padrões solicitados para a colagem. Todas as peças foram aprovadas nesses quesitos de qualidade.

Concomitantemente à busca pelas espécies de madeira, este trabalho evidenciou que os adesivos mais representativos em nosso país são a melamina-

ureia-formaldeído (MUF) e o poliuretano (PUR). Esses foram os materiais escolhidos para o presente estudo.

Os materiais foram adquiridos de dois fornecedores, ambos relevantes no Brasil. Os adesivos são importados e apresentam na embalagem informações sobre tipo e validade, fatores que foram analisados, comprovada a qualidade. Também foram adquiridos os manuais técnicos dos produtos, os quais revelaram critérios de colagem e qualidade das lamelas.

Todos os quesitos identificados como determinantes para o processo foram seguidos a contento, garantindo a qualidade.

3.2 DETERMINAÇÃO DE PREÇOS

Para os estudos alguns itens foram identificados: as recomendações dos fabricantes com relação à gramatura, os preços do adesivo e o respectivo catalisador. Os preços dos adesivos foram considerados em uma pré-análise, determinando o custo/benefício, visto que, conforme a bibliografia analisada e os produtores pesquisados, ambos atendem aos requisitos técnicos. Os dados de preços dos adesivos foram indexados em valores por linha de cola, relativamente à gramatura recomendada. Depois foram transformados em valores por metro cúbico de madeira laminada colada, considerando uma média de espessura de lamela de 33 mm, ou sejam, 30 camadas de linha de cola em um metro cúbico.

Foram determinados os preços das matérias-primas principais, as madeiras estudadas para o presente estudo, com base em informações de bibliografias, *benchmarking*, e validados em contatos com os produtores. Os valores levantados neste item do estudo consideram a madeira seca ao ar e a madeira seca em estufa, tanto o pínus quanto o eucalipto estudados. Foi coletada uma série histórica de preços de dez anos para as madeiras. Esses preços foram denominados preços nominais e, posteriormente, foram deflacionados e denominados preços reais ajustados e corrigidos.

3.2.1 Deflacionamento dos preços e previsões

Após identificados os preços nominais dos últimos dez anos, tanto das matérias-primas, quanto da madeira laminada colada, foi aplicada a metodologia de deflacionamento proposta por Mendes e Padilha (2007), ou seja, foi descontada a inflação acumulada no período analisado. Para o deflacionamento foram utilizados índices de IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo.

Na sequência foi realizada uma análise gráfica comparativa entre os preços nominais e os reais, eliminando a ilusão monetária que, segundo Mendes e Padilha (2007), afetaria as análises posteriores em relação a esses preços.

Para verificação do comportamento dos preços dos produtos e matérias-primas, foram elaborados gráficos com os preços praticados no período de 2010 a 2019. Para a análise das tendências foi utilizado o método de Gujarati (2000), aplicado por Angelo (2001) e Brasil (2002), no qual a tendência linear de uma variável pode ser ajustada pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) na forma funcional semilogarítimica, conforme a equação $Ln\ P = \beta 0 + \beta p\ T$, em que: P = preço do produto no ano; T = variável tendência em ano; $\beta 0$ e βp = parâmetros a serem estimados. Os coeficientes βp e βq medem a variação relativa constante para uma dada variação absoluta no valor do regressor T (BRASIL, 2002). Nesse estudo, os coeficientes $\beta 0$ e βp foram considerados significativos para o nível de significância de 95%.

Para as previsões foi utilizado o método quantitativo de séries temporais, que, para Mendes e Padilha (2007), segue o pressuposto básico de que os fatores que criaram os padrões da atividade no passado e no presente continuarão a fazê-lo, com certa precisão no futuro. Para tanto, foram considerados os desvios-padrão das séries históricas de preços reais e dimensionados os limites inferior e superior da tendência linear. Considerou-se que as previsões estão contidas entre esses limites, ou seja, os valores de preços futuros, tanto de madeira serrada quanto de madeira laminada colada, podem ser determinados dessa forma. Essas previsões foram demonstradas de forma gráfica.

3.3 FATORES DETERMINANTES DA INDÚSTRIA

Tendo em conta que o presente trabalho visa a comparação de resultados de diferentes cenários, com base nos investimentos em uma fábrica de madeira laminada colada, foi determinada uma capacidade de produção abaixo do atual potencial de mercado de MLC no Brasil. A capacidade considerada foi 1% do potencial total do mercado, na ordem de 120.000m³ anuais, conforme proposto por Olga (2015).

Para tanto, ao considerar a porcentagem mencionada, determina-se a capacidade fabril em 1.200 metros cúbicos de madeira laminada colada ao ano, o que representa mensalmente 100 m³ de MLC. O fluxo em pauta no presente projeto considera como matéria-prima a madeira seca e foi embasado nos fluxos de processos identificados nas bibliografias estudadas. O dimensionamento dos requisitos mínimos de capacidade de cada equipamento foi realizado mediante visitação técnica a uma unidade de produção de MLC e entrevista com o responsável pela produção, validado por comitê de especialistas. Os fatores determinantes de investimentos (equipamentos, imóveis, pré-operacionais e necessidade de capital de giro), bem como custos e mão de obra, foram validados por um comitê de especialistas, entrevistados com o intuito de identificar possíveis equívocos. Foram determinados também os custos de produção e despesas mais as receitas previstas.

3.3.1 Investimentos em equipamentos, móveis e informática

Definidos os equipamentos necessários no fluxo de processo, bem como algumas especificações básicas para atender a capacidade necessária, foi feita a pesquisa de preços com os fornecedores de equipamentos e, assim, foram determinados os investimentos necessários para a produção de MLC. Nos orçamentos foi verificado se o preço já incluía todos os custos logísticos e de instalação, considerando os equipamentos prontos para operação.

A pesquisa de preço envolveu pelo menos três potenciais fornecedores, e o escolhido foi o que possuía o melhor preço, visto que atendia aos requisitos mínimos

necessários. Também foram orçados móveis e materiais de informática para o escritório e para o setor administrativo da empresa.

3.3.2 Custos pré-operacionais e necessidade de capital de giro para a produção

Com relação aos custos pré-operacionais, foram consideradas todas as despesas administrativas, gastos com estudos de viabilidade econômica e elaboração de projetos técnicos e de licenciamento.

Quanto à necessidade de capital de giro (NCG), foram considerados os custos de estoque dos produtos, das matérias-primas e dos insumos para 30 dias de produção, ou seja, entendendo que os fornecedores possuem capacidade para entregar os materiais com prazo inferior a 30 dias. Esse tempo de estoque levou em conta também o tempo de atravessamento industrial e estoques intermediários. O prazo médio para recebimento dos produtos vendidos foi considerado de 30 dias, e o prazo para pagamentos de fornecedores, de 60 dias.

3.3.4 Tamanho de terreno e barracão apropriados e custos

Para determinar o investimento necessário em terreno e construções, foram consideradas as bibliografias de Granato (2011) que citam áreas de construções de empresas de madeira laminada colada, além de levar em conta o terreno apropriado para tal construção. Dados do Custo Unitário Básico de Construção (CUB) foram utilizados para estimar custos da construção.

3.3.5 Receita

Para a receita, considerada uma entrada de caixa, foram levados em conta os valores das vendas de produtos, sendo para isso necessário o dimensionamento da indústria, determinado em 100 m³ por mês; a definição dos produtos e preços, expostos na análise de previsões; e a capacidade utilizada prevista.

Considerou-se uma fábrica com capacidade de produção de 1.200 m³ anuais quando em sua capacidade de 100%. O produto principal levado em conta foi a

madeira laminada colada com comprimento entre 6 e 20 metros, e de formato retilíneo, ou seja, sem curvatura. A produção da indústria nos anos iniciais ficou abaixo da capacidade de 100%. Isso pode ocorrer por diversos motivos, entre eles falta de vendas, perdas de produtividade por ajustes de equipamentos e treinamento de operários. Para o primeiro ano de produção, foi considerada a capacidade de 65%, para o segundo, 80% e, do terceiro ano em diante, 100%, conforme proposto por Delespinasse (1994). No ano zero foi considerada a produção nula.

As porcentagens de 65% e 80% diminuem o faturamento da empresa e revelam uma produção de aproximadamente 65 m³ mensais no primeiro ano, 80 m³ mensais no segundo ano e 100 m³ do terceiro ano em diante.

Para os preços foram considerados os valores determinados no estudo após deflacionamento, conforme proposto por Mendes e Padilha (2007).

3.3.6 Custos com matérias-primas e insumos

As peças de madeira laminada colada são produzidas com lamelas de madeira de superfícies lisas e coladas superficialmente, formando um bloco de dimensões maiores. A cola utilizada deve possuir resistência estrutural.

Considerando a capacidade prevista anualmente para produção de madeira laminada colada de 1.200 m³, bem como as perdas do processo, foram listadas as matérias-primas e insumos necessários (cola e madeira) para a produção. As quantidades foram transformadas em valores de compra, com base nos preços identificados no estudo, e foram levados em conta os valores deflacionados, conforme proposto por Mendes e Padilha (2007).

3.3.7 Mão de obra

A necessidade de mão de obra para o presente projeto foi estimada com base nos equipamentos existentes, mais as informações de fornecedores de equipamentos

e também a experiência de gestores de fábrica de madeira laminada colada entrevistados, considerados um comitê de especialistas.

3.4 ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DOS PRODUTOS

As vigas de madeira laminada colada foram produzidas de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis.* Foram confeccionadas quatro vigas para cada espécie, com dimensões de 70 mm X 100 mm X 2.000 mm. A composição das vigas deu-se com as peças de maior massa específica postas nas partes externas (capas) e com as peças de menor massa específica, nas partes internas. Isso equilibrou a densidade média e também colaborou para potencializar o módulo de elasticidade das vigas e a ruptura máxima. A FIGURA 11 mostra as lamelas após classificação e já posicionadas de acordo com o processo de colagem. Para a colagem, as lamelas também foram direcionadas de forma que na linha de cola as partes mais tangenciais se encostassem.

FIGURA 11 – LAMELAS CLASSIFICADAS E PREPARADAS PARA A COLAGEM

FONTE: O autor (2017).

O tempo entre o processo de beneficiamento das lamelas e o processo de colagem foi de 20 horas, dentro do recomendado pelo fabricante (24 horas). Para a colagem foi utilizado o adesivo melamina-ureia-formaldeído (MUF). Sua aplicação foi manual, com o auxílio de espátulas, e foi aplicada a quantidade mínima recomendada pelo fabricante (250g/m²). Para a madeira de eucalipto, foi deixado tempo aberto de 20 minutos e, para a madeira de pínus, 10 minutos. Visto que a madeira de maior massa específica (eucalipto) possui menor permeabilidade, o tempo maior objetiva aumentar a penetração do adesivo. (Ambos os tempos estão de acordo com o padrão do fabricante.)

A prensa utilizada foi fornecida pela empresa MLC Brasil, localizada na cidade de São Bento do Sul – SC. A pressão de colagem aplicada foi de 8 kgf/cm², e o tempo de colagem foi de 10 horas, requisitos recomendados pelo fabricante da cola (ver FIGURA 12).

Após a colagem, as vigas laminadas ficaram por sete dias aguardando a cura da cola em sua totalidade; na sequência, foram levadas ao laboratório de ensaios mecânicos da UFPR para realização dos testes.

FIGURA 12 – LAMELAS EM PROCESSO DE PRENSAGEM NA EMPRESA MLC BRASIL À ESQUERDA E À DIREITA AS VIGAS PRONTAS LOGO APÓS COLAGEM

FONTE: O autor (2017).

Depois de coladas, as vigas foram pesadas e medidas, para obtenção da massa específica; em seguida foram submetidas ao ensaio mecânico. Na FIGURA 13 podem ser vistas as marcações nas vigas para os ensaios mecânicos.

FIGURA 13 – VIGAS LAMINADAS COLADAS PREPARADAS PARA OS ENSAIOS MECÂNICOS

FONTE: O autor (2017).

O ensaio mecânico para a determinação do módulo de elasticidade e do módulo de ruptura das vigas laminadas produzidas de pínus e eucalipto baseou-se na norma EN-408: 2003 – *Structural timber and glued laminated timber*, tendo sido utilizadas vigas com 2.000 mm de comprimento, biapoiadas sobre eixos com 1.800 mm. O vão de cisalhamento foi de 600 mm, e o vão de deformação, de 500 mm.

Nas imagens da FIGURA 14 podem ser vistos os ensaios mecânicos de duas vigas laminadas, além do equipamento utilizado.

FIGURA 14 – VIGAS LAMINADAS COLADAS EM ENSAIO MECÂNICO, À ESQUERDA VIGA DE EUCALIPTO E COMPUTADOR QUE REGISTRA AS INFORMAÇÕES, À DIREITA VIGA DE PÍNUS EM FLEXÃO ESTÁTICA

FONTE: O autor (2017).

A aplicação da carga nas vigas foi realizada pelo equipamento EMIC DL 30, com capacidade de 30.000 kg, pertencente ao Laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM) da Universidade Federal do Paraná. A coleta das informações de deformação foi realizada por um extensômetro de 12 mm. Todos os equipamentos são aferidos e possuem certificado de calibração. A carga máxima foi identificada no momento da ruptura da viga (FIGURA 15).

FIGURA 15 – DETALHE DA RUPTURA DA VIGA LAMINADA DE PÍNUS

FONTE: O autor (2017).

Todos os dados coletados foram compilados em tabelas, e avaliações estatísticas foram realizadas. As propriedades determinadas foram: teor de umidade, massa específica, módulo de elasticidade e módulo de ruptura à flexão estática. Também foram feitos testes de comparação de médias pelo método do Teste de Tukey a 95% de probabilidade.

As propriedades mecânicas determinadas, posteriormente, foram utilizadas para configuração de um dos cenários avaliados. Este recalculou a necessidade de madeira com base na redução de área de seção transversal, obtida ao utilizar madeira com melhores propriedades mecânicas.

Considerou-se de forma geral que uma produção de MLC possui 50% dos elementos produzidos para carregamento em flexão e outros 50% para carregamento em compressão. Para o cálculo do potencial de redução de seção em vigas submetidas a tração e compressão, foi usado o módulo de ruptura como base. Já para vigas em flexão, foram levadas em conta as relações entre o módulo de elasticidade (MOE) e o momento de inércia (MI), baseados em uma esbeltez de 1:3 (um para três). Visto que MOE e MI são inversamente proporcionais em cálculos de flexão estática, é possível dizer que quanto maior o MOE, menor será o MI.

3.5 COMPOSIÇÃO DE CENÁRIOS

Este estudo identificou alguns índices baseados em fluxos de caixa para análise. Tais fluxos de caixa foram elaborados com dados coletados de empresas produtoras de madeira laminada colada durante entrevistas com o comitê de especialistas. Cada fluxo de caixa foi considerado um cenário, sempre realizando a alteração de apenas um fator específico.

Para a elaboração do fluxo de caixa, foram consideradas as entradas e saídas de caixa previstas para os primeiros anos de funcionamento do empreendimento. Adotou-se como modelo para desenvolvimento a proposta de fluxo de caixa idealizada por Timofeiczyk Jr (2018), verificada na FIGURA 7. Nesse modelo são listados os seguintes itens: investimento; liberação financiamento; valor residual;

receita; (-) custo variável de produção; (-) custo fixo de produção; (=) lucro bruto; (-) despesas gerais variáveis; (-) despesas gerais fixas; (-) depreciação; (-) despesas financeiras; (=) lucro antes do IR; (-) Imposto de Renda; (=) lucro líquido após IR; (+) depreciação; (-) amortização financiamento; (=) fluxo de caixa; fluxo de caixa descontado.

3.5.1 Valores para fluxo de caixa

As informações de entradas e saídas de caixa e os índices determinados foram validados por um comitê de especialistas, entrevistados com o intuito de identificar possíveis equívocos. A seguir são explicados e detalhados cada linha componente do fluxo de caixa proposto por Timofeiczyk Jr (2018), bem como os itens que compõem sua valorização.

a) Investimento

Na linha do fluxo de caixa que se refere a investimentos, foram somados os valores referentes a equipamentos; necessidade de capital de giro e pré-operacionais; móveis de escritório e informática; custo de construção de barracão e compra de imóvel.

b) Liberação financiamento

Visto que o investimento inicial ocorreu no ano zero, foram desconsiderados valores entrantes referentes a liberações de financiamento em anos subsequentes.

c) Valor residual

Para determinação do valor residual ao final do último ano do horizonte de fluxos de caixa, foi depreciado o investimento inicial. A depreciação foi de 10% ao ano para equipamentos; 20% ao ano para informática; e 5% ao ano para construções.

d) Receita

Receita é uma entrada de caixa. No item receita foi adicionado o valor referente ao faturamento previsto da empresa, considerados os preços reais, capacidade de produção e capacidade utilizada.

e) (-) Custo variável de produção

Custo é uma saída de caixa. Nos custos variáveis de produção, foram considerados os preços reais de matéria-prima (madeira) e insumo (adesivo), bem como a capacidade de produção e a capacidade utilizada da indústria. Também entrou no cálculo o fluxo de massa de materiais, levando em conta as perdas de processamentos.

f) (-) Custo fixo de produção

Para cada parte do processo produtivo e para o uso dos equipamentos, são necessários operários. Com base nisso, o número de operários necessários e os salários com encargos foram determinados. Isso tudo foi somado, e o total anual da folha de pagamento com encargos foi determinado, valor considerado saída de caixa em todos os anos de produção do horizonte de cinco anos.

g) (=) Lucro bruto

O lucro bruto é um somatório das entradas (receita) de cada ano menos os custos variáveis e fixos de produção.

h) (-) Despesas gerais variáveis

Despesas são saídas de caixa. Nesse item foram considerados impostos, comissões de venda e frete.

Com relação à tributação incidente no empreendimento estudado, foi feita uma entrevista com o contador responsável pelo apuramento dos impostos gerados, durante a qual foram identificados os sistemas tributários e a porcentagem de impostos incidente sobre o faturamento. Nesse item foram adicionados os seguintes impostos: PIS, Cofins, ICMS e IPI.

Quanto às despesas de vendas, os valores levantados foram validados com comitê de especialistas, sendo considerados uma proporção em função do faturamento. De comissões, considerou-se o pagamento de 10% a representantes comerciais e de outros 10% a arquitetos e engenheiros por indicação, totalizando 20% sobre o faturamento. O frete ficou em 5% sobre o faturamento.

i) (-) Despesas gerais fixas

Segundo Delespinasse (1994), essas despesas são representadas pelos itens a seguir: aluguéis; alimentação do trabalhador; manutenção e conservação de móveis e utensílios; material de limpeza e conservação; seguros; despesas com veículos pequenos; pró-labore; viagens e estadas; telefones; internet; legalização de livros e documentos; assinatura de jornais e revistas; contribuição sindical; donativos e contribuições; honorários; material de expediente; propaganda e publicidade; correios.

O valores mensais foram calculados anualmente, validados pelo comitê de especialistas e transcritos como saída de caixa.

j) (-) Depreciação

Trata-se do perecimento do material (equipamento e edificações), o que gera um fato econômico e a consequente necessidade de formação de reserva econômica e financeira, para a substituição dos itens ao término de sua vida útil. Utiliza-se como taxas de depreciação as permitidas pela Receita Federal, ou seja, 10% anuais para equipamentos e máquinas e 4% para edificações. Foi considerada também a depreciação de 20% ao ano para materiais de informática.

k) (-) Despesas financeiras

São consideradas despesas financeiras os juros incorridos de empréstimos, os quais serão dedutíveis como custos ou despesas operacionais. Encaixam-se como saídas de caixa.

l) (=) Lucro antes do IR

O cálculo do lucro antes do Imposto de Renda é determinado subtraindo do lucro bruto todas as despesas gerais fixas e variáveis, bem como a depreciação e as despesas financeiras.

m) (-) Imposto de Renda

Entram nesse item os valores referentes ao Imposto de Renda (IR) e à Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), sendo saídas de caixa.

n) (=) Lucro líquido após IR

O cálculo do lucro líquido após Imposto de Renda é definido com o valor de lucro antes do IR menos os valores de impostos IR e CSLL.

o) (+) Depreciação

Com relação a questões tributárias no item “j”, foi considerada a depreciação como saída de caixa e, visto que a mesma ocorre somente em regime de competência, e não de caixa, nesse item a depreciação é reinserida em forma de entrada de caixa.

p) (-) Amortização financiamento

Para a entrada de caixa no ano zero, considerou-se a aquisição de capital proveniente de empréstimo bancário, com uma taxa de juros de 1% ao mês e parcelamento em 60 meses. A amortização foi lançada como uma saída de caixa. Ao final do período de horizonte de fluxo de caixa de cinco anos, o empréstimo inicial é quitado integralmente.

q) (=) Fluxo de caixa

É calculado com base no lucro líquido, somando a depreciação e subtraindo a amortização do financiamento. O valor de fluxo de caixa pode ser considerado também o resultado que o empreendimento teve naquele período avaliado.

r) Fluxo de caixa descontado

É utilizado para determinar o valor presente de uma empresa, ativo ou projeto, com base no valor do dinheiro no tempo. Para tanto, é calculado o valor presente

menos a taxa mínima de atratividade (TMA) do projeto. Foi considerada a TMA nominal de 20%, validada por comitê de especialistas, mediante avaliação de custo de oportunidade, risco do negócio e liquidez.

3.5.2 Critérios considerados nos cenários estudados

Para a composição dos cenários, foram utilizadas as informações de entradas e saídas descritas anteriormente no item 3.5.1; e, em cada cenário subsequente, foi alterado apenas um dos critérios avaliados como prioritários, conforme o comitê de especialistas. Foram avaliados em fluxos de caixa separados, evidenciando-se os indicadores econômicos, os seguintes critérios: tipo de adesivo (MUF ou PUR); tipo de imóvel construído ou alugado; tipo de prensa hidráulica ou pneumática; tipo de matéria-prima principal (madeira de eucalipto ou pínus); tipo de produto final com ou sem projeto, considerando-se o fator de resistência mecânica da madeira; tipo de tributação em lucro real ou lucro presumido; e tipo de cenário de preços pessimista ou otimista. Os itens a seguir explicam cada cenário avaliado e sua composição.

a) Composição do Cenário 1 – Geral

Considerou-se o Cenário 1 como base para a confecção dos cenários subsequentes. O Cenário 1 utilizou todos os parâmetros descritos no item 3.5.1 e também os critérios considerados como variantes prioritários. Foram utilizados dados de valores referentes ao adesivo de poliuretano (PUR); foram realizados investimentos iniciais com a construção de galpão e com a aquisição de imóvel, igualmente com a aquisição de uma prensa hidráulica; foi utilizada madeira de eucalipto sem considerar o fator resistência mecânica em projeto. A tributação foi estimada conforme a contabilidade em lucro real e de acordo com o cenário pessimista de precificação.

b) Composição do Cenário 2 – PUR ou MUF

A composição do Cenário 2 considerou os mesmos parâmetros do Cenário 1, porém com a modificação do custo de linhas de cola do adesivo de poliuretano para o adesivo de melamina-ureia-formaldeído (MUF). Os valores adicionados ao fluxo de caixa referem-se à quantidade de adesivo necessária para a produção esperada.

c) Composição do Cenário 3 – construir ou alugar

A composição do Cenário 3 manteve a base do Cenário 2, ou seja, adesivo MUF, todavia a variável alterada nesta condição testada refere-se ao imóvel. Desconsiderou-se a compra de terreno e construção de galpão e optou-se pela locação de um imóvel com as característica necessárias para o projeto.

d) Composição do Cenário 4 – prensa hidráulica ou pneumática

Neste cenário, o modelo 3 é a base; a alteração deve-se apenas à prensa – que passa de hidráulica para pneumática –, considerada uma aquisição para a indústria. Foram considerados os equipamentos, todos os complementos e também o custo de instalação para a formação do Cenário 4.

e) Composição do Cenário 5 – eucalipto ou pínus

O Cenário 5 envolveu a substituição da matéria-prima principal, ou seja, foi deixado de utilizar o eucalipto para passar a produzir madeira laminada colada de pínus. Os outros fatores permaneceram como no Cenário 4, apenas o preço da matéria-prima foi alterado, considerando o valor de preços estudados e deflacionados provisionados.

f) Composição do Cenário 6 – tributação em lucro real ou presumido

Neste cenário a única modificação foi o regime de tributação utilizado para cálculo dos impostos. Modificou-se de tributação em lucro real para tributação por lucro presumido.

g) Composição do Cenário 7 – influência do MOE e MOR

O Cenário 7 retrata a utilização da madeira de eucalipto em substituição ao pínus e, como diferencial, um projeto estruturado e baseado nas propriedades mecânicas do material. Em termos de fluxo de caixa, diferentemente do Cenário 6, foi considerado o preço da matéria-prima eucalipto, porém a situação pedia uma quantidade de madeira e adesivo menor. Essa mudança poderia prever uma redução de compra de matérias-primas, visto que a madeira laminada colada produzida com material composto com melhores propriedades é mais resistente e, portanto, para uma mesma função, poderia ser utilizada menor quantidade de material.

Nessa situação foram utilizados índices de redução, calculados com base nos resultados dos ensaios mecânicos em vigas, conforme descrito na metodologia no

item 3.4. Esses índices foram adaptados para recalcular a diminuição de quantidade de matéria-prima necessária, uma vez que o projeto utiliza menos madeira laminada colada e realiza a mesma função estrutural.

h) Composição do Cenário 8 – influência MOE e MOR sem ociosidade

Esta configuração de Cenário foi idealizada com base no 7. Porém, visto que houve redução de produção no Cenário 7, ele ficou com ociosidade de produção. O Cenário 8 eliminou a ociosidade causada pela redução de madeira e definiu o fluxo de caixa considerando o projeto que utiliza madeira de eucalipto e suas propriedades mecânicas como diferencial.

3.6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS CENÁRIOS ESTUDADOS

Os índices de avaliação econômica utilizados nesta análise de investimentos são: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), prazo de retorno do investimento (*payback*). Para a análise completa, devem-se avaliar os índices com base em uma taxa mínima de atratividade (TMA). Esses valores foram identificados com o fluxo de caixa e com a TMA validada de 20%.

3.6.1 Identificação dos índices que revelam um resultado econômico atrativo

Para obter uma atratividade econômica em determinado projeto, os índices devem ser obtidos e, separadamente, avaliados. Haverá viabilidade econômica quando o valor presente líquido (VPL) for positivo e a taxa interna de retorno, superior à taxa mínima de atratividade. O prazo de retorno do investimento (*payback*) é complementar à análise.

3.6.2 Avaliação da viabilidade econômica de investimento em MLC de pequeno porte

A viabilidade econômica dos cenários avaliados comparou os índices obtidos para o fluxo de caixa. Os principais índices que determinam viabilidade são VPL e TIR. Os melhores indicadores determinaram os melhores cenários.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS

Entre os produtores de madeira laminada colada, a grande maioria comenta no próprio site que o adesivo utilizado possui alta resistência mecânica e durabilidade, bem como resistência à umidade. Alguns fabricantes citaram que o adesivo utilizado é o de poliuretano, também conhecido por PUR. Outros empregam o de melamina-ureia-formaldeído, também chamado de MUF. Alguns fabricantes de MLC não informam o tipo de adesivo utilizado.

Considerando as madeira de pínus e eucalipto, o fabricante de PUR recomenda a aplicação uniforme da gramatura de 180 g/m², bem como a aplicação de pressão de 0,6 a 0,8 MPa, ou seja, de 6 a 8 kgf/cm². Dependendo do processo, o fator tempo de aplicação pode ser um inconveniente para o PUR, visto que o tempo aberto desse adesivo é de até 20 minutos. Para processo manual e elementos com grandes dimensões, esse tempo pode ser um limitante.

Já o fabricante de MUF recomenda a aplicação de gramatura de 250g/m² e pressão similar a anterior. A aplicação desse produto é facilitada em comparação ao PUR, principalmente pelo fato de que ele possui maior tempo em aberto, não reagindo com a umidade. Um fato que pode afetar negativamente o processo produtivo com MUF é o tempo de cura, superior ao PUR, variando de duas a oito horas, dependendo da catalisação. Para o entendimento das aplicações de adesivos, foi preciso compreender as propriedades físicas das madeiras a serem utilizadas e, portanto, foram necessárias as informações de umidade e massa específica, tanto para o *Pinus taeda* quanto para o *Eucalyptus grandis*.

A massa específica média para a madeira de pínus foi de 470,6 kg/m³, sendo verificado um desvio-padrão de 73,4 kg/m³ e coeficiente de variação de 15,6%. As lamelas com maior e menor M.E. identificadas para o pínus foram 571,1 kg/m³ e 355,8 kg/m³, respectivamente.

A massa específica média para a madeira de eucalipto foi de 748,3 kg/m³, sendo evidenciado um desvio-padrão de 107,0 kg/m³ e coeficiente de variação de

14,3%. As lamelas com maior e menor M.E. identificadas para o eucalipto foram 932,7 kg/m³ e 553,9 kg/m³, respectivamente.

O teor de umidade média das peças de eucalipto foi de 7,8%, com coeficiente de variação de 10%; já das peças de pínus, 11,6%, com coeficiente de variação de 6,5%. Essas variações na umidade podem ser consideradas baixas, não afetam negativamente a qualidade da colagem. Não foi identificada nenhuma peça com umidade abaixo de 6,9% e tampouco peças com umidade superior a 12,8%. Esses valores estão em conformidade aos solicitados pelos fabricantes dos adesivos.

4.2 DETERMINAÇÃO DE PREÇOS

Nesta etapa do estudo estão listados os preços dos adesivos, madeiras serradas e madeira laminada colada.

4.2.1 Preços adesivos

Segundo o fabricante, para o adesivo PUR, o custo por quilograma é de R$ 47,00/kg. Outros fabricantes do mesmo produto informaram valores, atingindo até R$ 90,00/kg. Considerado o valor de R$ 47,00/kg e a gramatura recomendada de 180 gramas por linha de cola, pode-se estimar que cada linha de cola custa R$ 8,46. Ao considerar que em média há 30 linhas de cola por metro cúbico de madeira laminada colada, pode-se estimar o custo de PUR por metro cúbico em R$253,80/m³.

Já o fabricante de MUF recomenda a aplicação de gramatura de 250g/m² e, sendo o custo desse adesivo – já considerando o catalisador – R$ 18,83/kg, estima-se o custo por linha de cola em R$ 4,71. Ao considerar a espessura média de cada lamela de 33 mm, sendo 30 o número de linhas de cola por metro cúbico, temos o valor de R$ 141,23/m³ de custo de adesivo do tipo MUF.

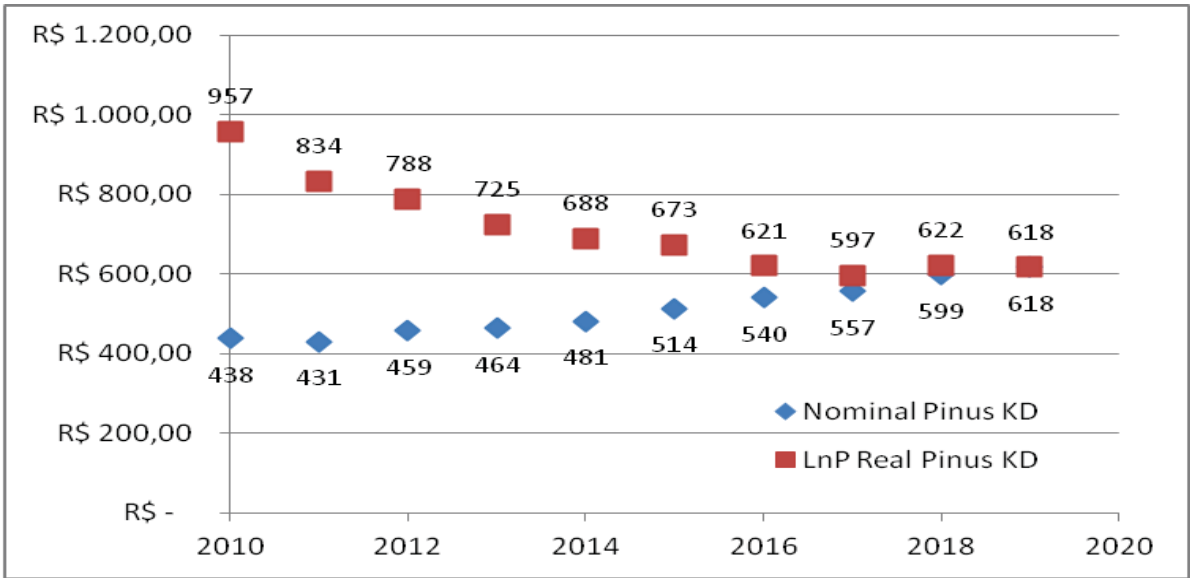
4.2.2 Preços madeira serrada e previsão

Neste item é identificado o preço médio praticado para as madeiras de pínus e eucalipto. Foram considerados os dados do serviço de informações de mercados ITTO, e os valores foram convertidos em reais. Os preços praticados no Brasil estão

demonstrados em forma de gráficos. Para as análises subsequentes, foram utilizados os preços de pínus seco em estufa e de eucalipto serrado seco ao ar.

Quanto à madeira de pínus serrada seca em estufa (KD – *kiln dried*), os dados de preços estão demonstrados no gráfico da FIGURA 16. Os preços dos anos de 2010 a 2019 estão em valores nominais, ou seja, valores fornecidos nos relatórios do ITTO da época em que foram coletados. Também são expostos dados de preços reais, ou seja, deflacionados conforme o IPCA dos anos subsequentes. Foi ajustada uma linha de tendência referente aos preços reais identificados.

FIGURA 16 – PREÇOS NOMINAIS E REAIS PARA PÍNUS SERRADO SECO

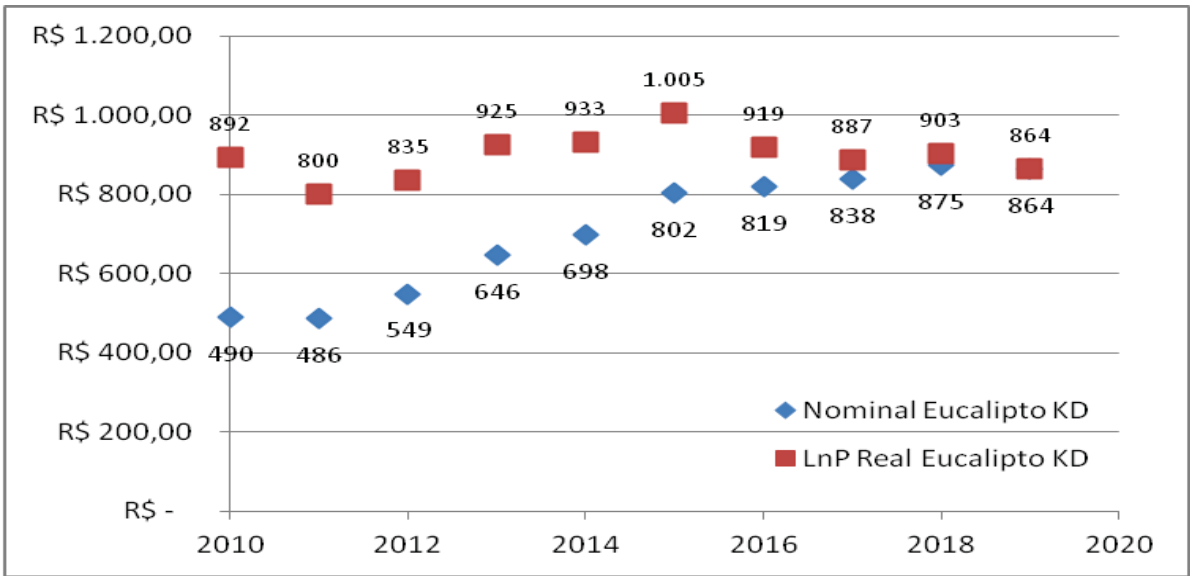


FONTE: O autor (2019) com base em dados do ITTO.

Esses valores condizem com os preços praticados por produtores de madeira próximos à região estudada, segundo a confirmação do comitê de especialistas. Os preços coletados foram referentes aos anos de 2010 a 2019, totalizando um histórico de dez anos, período no qual verifica-se em termos de preços nominais uma evolução crescente. No entanto, ao aplicar a deflação dos preços, estimando preços reais, nota-se uma tendência de baixa nos preços de madeira serrada de pínus seca em estufa (ver FIGURA 16).

Verificou-se a necessidade de ajuste dos valores de eucalipto, pois os dados do ITTO abordam somente madeira de eucalipto serrada seca ao ar. A secagem em estufa torna-se indispensável, visto os requisitos de qualidade exigidos para a colagem. Conforme informações de produtores de madeira laminada colada, aos valores de eucalipto seco ao ar foi adicionado o custo de R$ 150,00 por metro cúbico para a secagem em estufa. O gráfico da Figura 17 revela os valores nominais dos preços de eucalipto seco em estufa, bem como os valores deflacionados segundo IPCA em números reais. Ainda é demonstrada uma linha de tendência dos valores reais.

FIGURA 17 – PREÇOS NOMINAIS E REAIS PARA EUCALIPTO SERRADO SECO



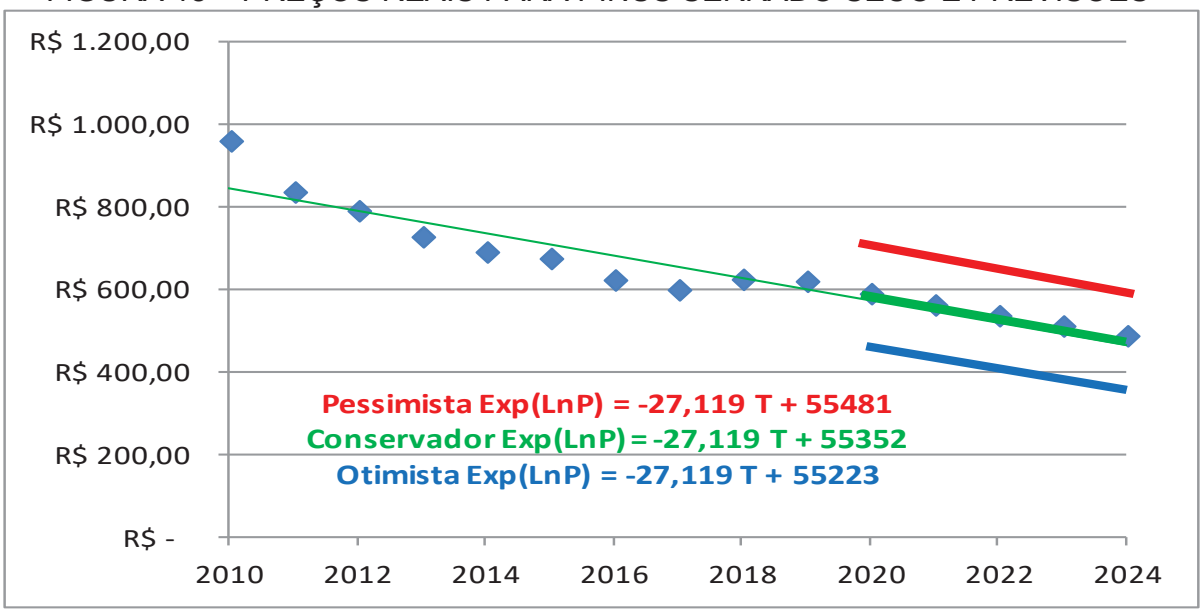
FONTE: O autor (2019) com base em dados do ITTO.

Esses valores condizem com os preços praticados por produtores de madeira próximos à região estudada, segundo a confirmação do comitê de especialistas. Os preços coletados foram referentes aos anos de 2010 a 2019, totalizando-se um histórico de dez anos, período no qual verifica-se em termos de preços nominais uma evolução crescente. No entanto, ao aplicar a deflação dos preços, estimando preços reais, nota-se uma tendência de estabilidade ou leve alta de preços de madeira

serrada de eucalipto seco em estufa (ver FIGURA 17). Em ambos os modelos para madeira serrada, foram testados os coeficientes angular e linear do segundo teste-T de significância a 95%.

Utilizando-se do método dos MQO na forma funcional semilogarítimica, a FIGURA 18 demonstra as previsões do ajuste linear, bem como os limites superior e inferior considerados, ajustando-se a equação da reta com os desvios-padrão acima e abaixo determinados pelo método quantitativo de séries temporais, proposto por Mendes e Padilha (2007). Para a madeira serrada de pínus, o desvio-padrão identificado e utilizado na confecção do gráfico da FIGURA 18 foi de R$ 128,92, e o coeficiente de variação respectivo, de 20%.

FIGURA 18 – PREÇOS REAIS PARA PÍNUS SERRADO SECO E PREVISÕES



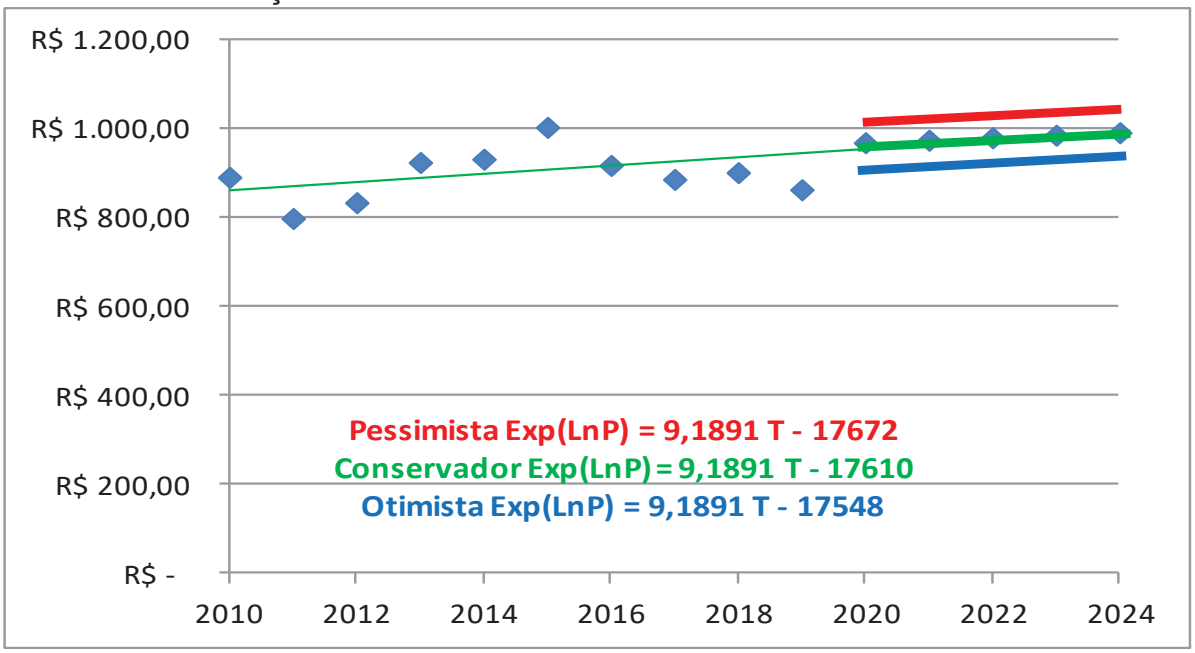
FONTE: O autor (2019).

A FIGURA 18 evidencia as equações de retas das previsões de preços para madeira serrada de pínus seca em estufa. Foram realizadas três previsões, sendo que, considerando o estudo presente, a madeira serrada é uma matéria-prima e, ao considerar um valor maior, o resultado da empresa produtora é diminuído – por isso essa previsão na forma de ajuste linear é considerada pessimista. O contrário também pode ser considerado: uma vez que o valor é reduzido em seu desvio-

padrão, o resultado empresarial é melhorado e, portanto, a previsão pode ser lida como otimista. Ambos os ajustes lineares estão explícitos em forma de equação de reta no gráfico. Os ajustes podem ser utilizados para predizer valores futuros da madeira de pínus serrada.

Da mesma forma que para o pínus, foi utilizado o método dos MQO na forma funcional semilogarítimica. A FIGURA 19 demonstra as previsões do ajuste linear, bem como os limites superior e inferior considerados, ajustando-se a equação da reta com os desvios-padrão acima e abaixo determinados pelo método quantitativo de séries temporais, proposto por Mendes e Padilha (2007). Para a madeira serrada de eucalipto, o desvio-padrão identificado e utilizado na confecção do gráfico da FIGURA 19 foi de R$ 61,58, e o coeficiente de variação respectivo, de 7%.

FIGURA 19 – PREÇOS REAIS PARA EUCALIPTO SERRADO SECO E PREVISÕES



FONTE: O autor (2019).

A FIGURA 19 evidencia as equações de retas das previsões de preços para madeira serrada de eucalipto seca em estufa. Foram realizadas três previsões, sendo que, considerando o estudo presente, a madeira serrada é uma matéria-prima e, ao considerar um valor maior, o resultado da empresa produtora é diminuído – por isso

essa previsão na forma de ajuste linear é considerada pessimista. O contrário também pode ser considerado: uma vez que o valor é reduzido em seu desvio-padrão, o resultado empresarial é melhorado e, portanto, a previsão pode ser lida como otimista. Ambos os ajustes lineares estão explícitos em forma de equação de reta no gráfico. Os ajustes podem ser utilizados para predizer valores futuros da madeira de eucalipto serrada.

As equações de retas para os cenários otimista, conservador e pessimista, bem como os valores de previsão para os anos de 2020 a 2024 para madeira de pínus serrada seca em estufa estão detalhados na TABELA 1, conforme ajustes propostos pelo método dos MQO na forma funcional semilogarítimica.

TABELA 1 – PREVISÃO DE PREÇOS REAIS PARA PÍNUS SERRADO SECO EM MODELOS OTIMISTA, CONSERVADOR E PESSIMISTA, PARA OS ANOS DE 2020 A 2024

PREVISÃO	**MADEIRA SERRADA SECA PINUS**		
(R$)	Otimista	Conservador	Pessimista
ANOS	-Desvio Padrão	Exp(LnP) = -27,119 T + 55352	+Desvio Padrão
2020	R$ 458,65	R$ 587,57	R$ 716,50
2021	R$ 431,28	R$ 560,20	R$ 689,13
2022	R$ 405,18	R$ 534,11	R$ 663,03
2023	R$ 380,31	R$ 509,23	R$ 638,15
2024	R$ 356,59	R$ 485,51	R$ 614,43

FONTE: O autor (2019).

A partir das equações de previsão descritas nos três modelos, foram estimados os preços para a madeira serrada de pínus. A TABELA 1 considerou o pior cenário aquele que possui maiores valores de preços da matéria-prima para o projeto de uma fábrica de madeira laminada colada, e por isso foi denominado pessimista. Verificam-se preços reais decrescentes, o que pode ser considerado ponto positivo para o projeto, visto que é previsto diminuição nos custo de matérias-primas.

A mesma diminuição de preços é percebida na madeira de eucalipto. As equações de retas para os cenários otimista, conservador e pessimista, bem como os

valores de previsão para os anos de 2020 a 2024 para madeira de eucalipto serrada seca em estufa estão detalhados na TABELA 2, conforme ajustes propostos pelo método dos MQO na forma funcional semilogarítimica.

TABELA 2 – PREVISÃO DE PREÇOS REAIS PARA EUCALIPTO SERRADO SECO EM MODELOS OTIMISTA, CONSERVADOR E PESSIMISTA, PARA OS ANOS DE 2020 A 2024

PREVISÃO	**MADEIRA SERRADA SECA EUCALIPTO**		
(R$)	Otimista	Conservador	Pessimista
ANOS	-Desvio Padrão	Exp(LnP) = 9,1891 T - 17610	+Desvio Padrão
2020	R$ 908,42	R$ 970,00	R$ 1.031,58
2021	R$ 914,01	R$ 975,59	R$ 1.037,17
2022	R$ 919,64	R$ 981,22	R$ 1.042,81
2023	R$ 925,32	R$ 986,90	R$ 1.048,48
2024	R$ 931,03	R$ 992,61	R$ 1.054,19

FONTE: O autor (2019).

Todas as previsões, visto que são baseadas na tendência conservadora, podem ser consideradas em leve ascensão, já que na equação de retas o coeficiente angular é positivo. Pode-se observar também que, ao compararmos os preços de madeiras de pínus e eucalipto, fica evidente que este possui maiores valores em reais. No cenário pessimista, em média o preço do pínus é 40% menor do que o do eucalipto.

4.2.3 Preços madeira laminada colada

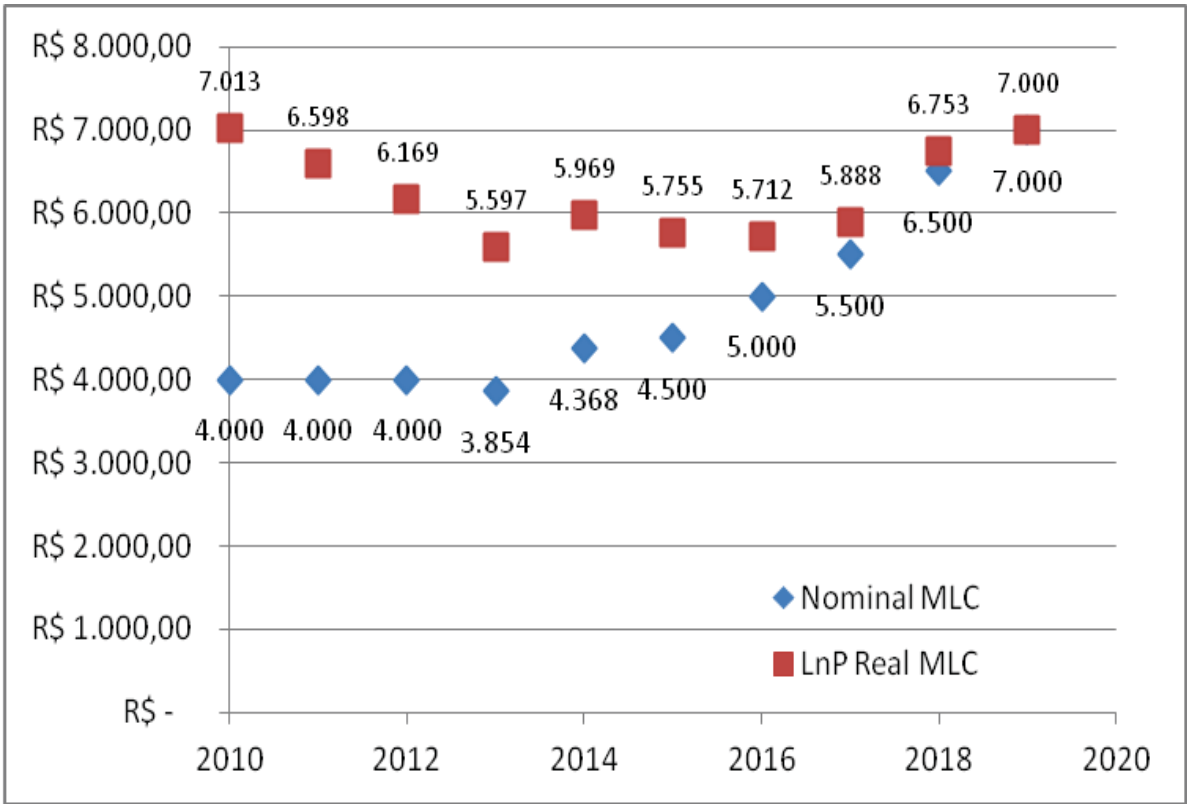
Todos os produtores de MLC no Brasil têm como produtos principais estruturas para a construção civil, as quais são empregadas em residências, galpões, ginásios de esporte, entre outros. Os produtos possuem o sistema de união das lamelas do tipo *finger-joint*, o qual garante melhores resultados. O tamanho total dos elementos estruturais produzidos atualmente no Brasil atingem 30 metros de comprimento, contendo a seção transversal dimensões de até 30 cm x 117 cm.

Em contato com produtores de madeira laminada colada para fins de construção civil, estes afirmaram que os preços atualmente (2015) praticados variam de R$ 3.854,00 a R$ 4.368,00 para elementos considerados de tamanho padrão, com 11,5 metros de comprimento, sem curvatura. Projetos especiais podem atingir até o dobro do valor de projetos-padrão, principalmente pelo fato de que o custo de produção e transporte é aumentado. Esses valores coincidem com o valor apontado por Furtado (2014).

Grande dificuldade na obtenção de preços de madeira laminada colada foi identificada, visto que não há estudos anteriores sobre o assunto. Para tanto, foram levantados diversos valores, em momentos diversos, de revisões de bibliografias publicadas. Também foram identificados preços com produtores de madeira laminada colada. Alguns valores foram fornecidos com base em lembranças dos diretores dessas empresas, e os mais recentes foram obtidos de projetos há pouco tempo realizados por tais empresas.

Todos os dados coletados foram compilados; em seguida foi realizado o ajuste de médias; e então os dados foram compilados em valores nominais na forma de um gráfico, exibido na FIGURA 20. Da mesma forma que para as madeiras serradas, foi utilizado o método quantitativo de séries temporais para a determinação de preços reais deflacionados pelo IPCA.

FIGURA 20 – PREÇOS NOMINAIS E REAIS PARA MADEIRA LAMINADA COLADA

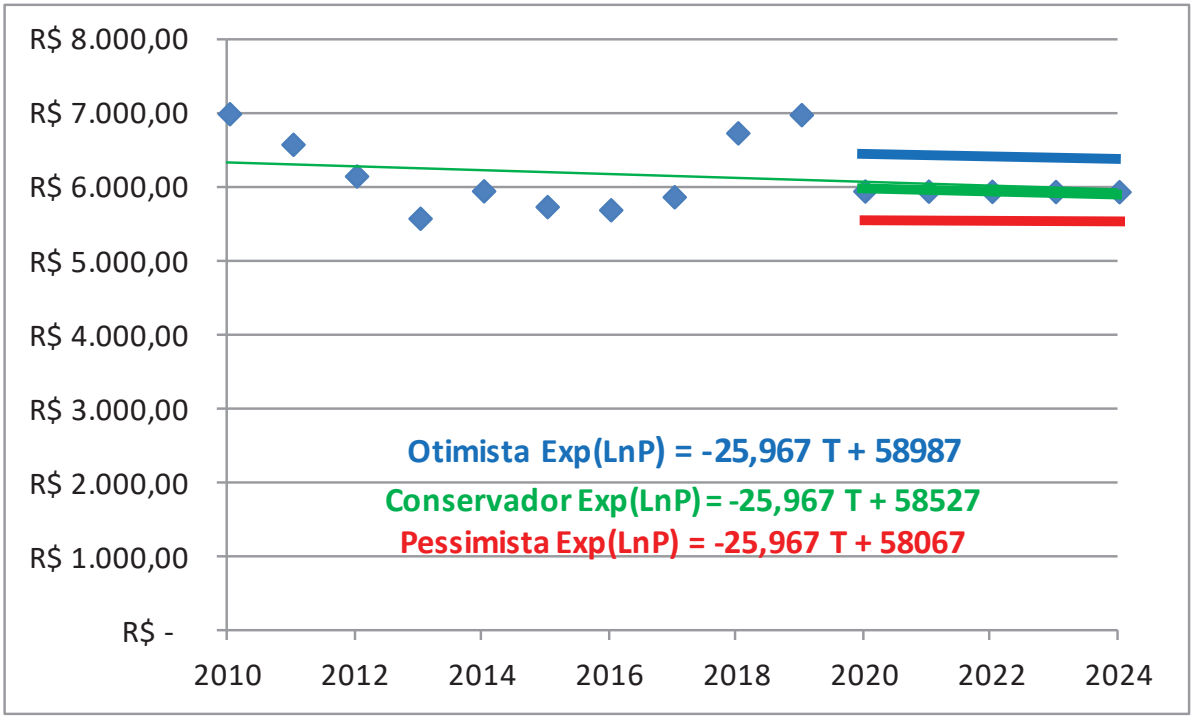


FONTE: O autor (2019).

Ainda que os preços nominais demonstrem um incremento alto de valores, para os preços reais revela-se com o ajuste linear uma leve taxa de crescimento de preços para madeira laminada colada.

A FIGURA 21 demonstra as previsões do ajuste linear no modelo de preços reais, bem como os limites superior e inferior considerados, ajustando-se a equação da reta com os desvios-padrão acima e abaixo determinados. Para a madeira laminada colada, o desvio-padrão identificado e utilizado na confecção do gráfico da FIGURA 21 foi de R$ 460,18, e o coeficiente de variação respectivo, de 7%.

FIGURA 21 – PREÇOS REAIS PARA MADEIRA LAMINADA COLADA E PREVISÕES



FONTE: O autor (2019).

A FIGURA 21 deixa explícitas as equações de retas das previsões de preços para madeira laminada colada. Foram realizadas três previsões, sendo que, considerando o estudo presente, a madeira laminada colada é o produto responsável pela receita da empresa e, ao considerar um valor menor, o resultado da empresa produtora é piorado – por isso essa previsão na forma de ajuste linear é considerada pessimista. O contrário também pode ser considerado: uma vez que o valor é aumentado em seu desvio-padrão, o resultado empresarial é melhorado e, portanto, a previsão pode ser lida como otimista. Ambos os ajustes lineares estão explícitos em forma de equação de reta no gráfico. Os ajustes podem ser utilizados para predizer valores futuros da madeira laminada colada.

As equações de retas para os cenários otimista, conservador e pessimista, bem como os valores de previsão para os anos de 2020 a 2024 para madeira laminada colada estão detalhados na TABELA 3, conforme ajustes propostos pelo método dos MQO na forma funcional semilogarítimica.

TABELA 3 – PREVISÃO DE PREÇOS REAIS PARA MADEIRA LAMINADA COLADA EM MODELOS OTIMISTA, CONSERVADOR E PESSIMISTA, PARA OS ANOS DE 2020 A 2024

PREVISÃO	**MADEIRA LAMINADA COLADA**		
(R$)	Otimista	Conservador	Pessimista
ANOS	+Desvio Padrão	Exp(LnP) = -25,967 T + 58527	-Desvio Padrão
2020	R$ 6.426,59	R$ 5.966,41	R$ 5.506,22
2021	R$ 6.424,20	R$ 5.964,02	R$ 5.503,84
2022	R$ 6.421,82	R$ 5.961,63	R$ 5.501,45
2023	R$ 6.419,43	R$ 5.959,25	R$ 5.499,07
2024	R$ 6.417,05	R$ 5.956,87	R$ 5.496,68

FONTE: O autor (2019).

Todas as previsões, visto que são baseadas na tendência conservadora, podem ser consideradas em praticamente estáveis ou em leve decréscimo, já que na equação de retas o coeficiente angular é negativo.

4.3 FATORES DETERMINANTES DA INDÚSTRIA

A capacidade fabril calculada considerou 1.200 m³ de MLC anualmente produzidas, o que representa uma capacidade mensal de 100 m³.

4.3.1 Fluxo de processos e equipamentos necessários

Considerando a matéria-prima madeira serrada bruta seca, foi determinado, conforme as literaturas anteriormente descritas, que o fluxo de processos com melhor adequação para a produção de madeira laminada colada consiste em uma sequência de seis processos principais: 1) destopo para eliminação de defeitos; 2) união *finger-joint* de topo; 3) aplainamento das faces; 4) aplicação de cola na face; 5) prensagem; 6) acabamentos, arremates e embalagem.

No processo de destopo, deverão ser eliminados os defeitos que prejudiquem a resistência mecânica do material ou a colagem. Nessa parte será necessário o equipamento denominado destopadeira pneumática, o qual precisará suprir uma capacidade de pelo menos 1 m³ por hora, visto que há a necessidade de produção de 100 m³ mensais acabados.

Cada processo será integrado ao subsequente por meio de pistas de rolete, as quais serão responsáveis por facilitar a locomoção da madeira dentro da fábrica, evitando a necessidade de circulação de empilhadeiras. Serão necessários 70 metros de pistas de rolete.

No processo de união de topo do tipo *finger-joint*, é necessário um equipamento chamado fresadora *finger-joint* com prensa, com capacidade de uniões e colagem de topo para toda a madeira destopada, livre de defeitos. Esse equipamento usualmente possui comprimento de trabalho de até 6 metros, havendo a necessidade de alguns ajustes e modificações para que aumente sua amplitude de 6 para 20 metros, que será o maior comprimento de elementos de MLC.

No processo de aplainamento das faces, poderá ser utilizada uma plaina de um único eixo, com largura superior a 30 centímetros, sendo preciso passar ambas as faces pelo processo. A velocidade de avanço da plaina deverá comportar a produção de 6 m³ diários, sendo necessários de 3 a 10 metros lineares por minuto.

No processo de aplicação de cola na face, será necessário um aplicador de rolo, que permite regular a quantidade de adesivo aplicado. A velocidade desse equipamento deverá ser superior a 25 metros por minuto, com largura superior a 50 centímetros, para que pelo menos duas peças possam ser passadas .

A prensagem da madeira laminada colada deverá ser realizada por meio de uma prensa composta por elementos fixadores distanciados a 40 centímetros cada. Esses elementos fixadores deverão conter um sistema de pressão que garantirá uma força de pelo menos 8 kgf/cm², e essa pressão deverá ser ajustável, de acordo com a largura das lamelas. Serão 50 conjuntos hidráulicos para totalizar os 20 metros de comprimento.

O acabamento é realizado principalmente por uma plaina de dois cabeçotes com 1 metro de largura, para possibilitar a passagem dos elementos inteiros. As furações podem ser realizadas de forma manual, com equipamentos de marcenaria e outras ferramentas. A embalagem não requer equipamentos, pode ser feita manualmente.

Além dos equipamentos de trabalho manual, são necessários materiais elétricos, conexões pneumáticas e de exaustão, bem como materiais de escritório, como armários, computadores, mesas, cadeiras e outros. Para considerar esses investimentos, sugeriu-se a inserção de uma margem de 20%.

4.3.2 Preços para investimento dos equipamentos

Os preços aqui avaliados estão considerando uma unidade fabril de pequeno porte, com maquinários de baixo grau de automação. Os equipamentos avaliados são: destopadeira; pistas de rolete; *finger-joint*; plaina de uma face; aplicador de cola; 50 unidades para prensagem; plaina de dois eixos; compressor hidráulico; compressor pneumático; empilhadeira; ferramental; e exaustor.

Destopadeira com proteção de acrílico 300 x 500 mm, limitadores de comprimento largura de corte 200 mm, largura de corte 200 mm, motor de 3 cv, diâmetro da serra 300 mm, mesa acoplada 200 x 1500 mm, mesa fixa 600 x 600 mm. Comprimento total da máquina: 3.600 mm. Preço: R$ 11.380.

Pistas de rolete com altura mínima de 660 mm e altura máxima de 1.060 mm, número de roletes nove, capacidade de carga 200 kg, dimensões da mesa 1.650 x 500 mm, peso 30 kg. Preço de cada peça, com 1,65 metro: R$ 1.234. Visto que são necessários 70 metros, pode-se estimar a utilização de 43 unidades, o que totaliza um investimento de R$ 52.352.

Finger-joint vertical completo com dois pentes de cola/tanque/painel, ferramentas de vídea, mesa de prensagem com 6,60 metros. Capacidade de produção de 21 a 22 m³ por dia de trabalho para madeira de 32 mm x 100 mm; e de 12 a 13 m³ por dia para madeira de 25 mm x 75 mm de largura. Essa capacidade é

superior à necessária, e esse equipamento deve ser adequado para aumento do comprimento de trabalho. Ele custa R$ 97.380, fora a adaptação, que sai por R$ 25.000, o que totaliza R$ 122.380.

Plaina de uma face desengrossadeira com rotação de 5.100 RPM, largura de mesa de 305 mm e três facas (3 x 25 x 300 mm), motor de 3 cv 3400 rpm. Esse equipamento fará o trabalho de aplainamento das faces para a aplicação da cola. Preço: R$ 13.400.

Aplicador de cola com dois rolos emborrachados e dois rolos lisos, largura útil dos rolos 700 mm. Preço: R$ 12.000.

Unidade prensa com prensas do tipo C por não possuir colunas laterais, possibilitando maior liberdade de atuação da máquina, pistão com retorno por mola, capacidade de 15 toneladas, altura total: 950 mm, comprimento total: 560 mm, largura total: 240 mm, maior distância do cilindro/mesa: 420 mm, curso hidráulico: 150 mm, diâmetro da cabeça de apoio: 44 mm. Algumas adaptações nesse equipamento serão precisas, entre elas a colocação de uma área maior de contato com a madeira, a fixação entre os elementos e a adaptação deles ao compressor hidráulico. Para totalizar os 20 metros de prensa, serão necessários 50 elementos adaptados colocados a cada 40 centímetros. O preço de cada elemento tipo C é de R$ 6.148, totalizando para os 50 elementos R$ 307.400. Visto que as adaptações custam R$ 110.000, o investimento na prensa fica em R$ 417.400. Unidade de pressão hidráulica motorizada com capacidade de óleo 15 litros, pressão nominal 250 bar, tipo do motor: trifásico – 1,5HP 220/380V, vazão de saída 5 litros/min. Preço: R$ 13.976.

Plaina desengrossadeira duas faces 1.000 mm de largura, dois eixos, com facas e motor 15 cv. Esse equipamento realiza o acabamento nas faces das vigas produzidas. Preço: R$ 148.000.

Compressor de ar, tensão: 380 V – trifásico, pressão máxima de 140 psi – 9,6 bar, reservatório de 500 litros, motor elétrico de 15 HP. Preço: R$ 23.900.

Empilhadeira com capacidade da carga de 4.000 kg, combustível GLP, elevação 4,5 m, pneu superelástico, torre padrão, transmissão automática. Preço: R$ 59.000. Exaustor industrial com ciclone, saídas para máquinas motor 7 cv, com

tubulação e caixa de armazenagem de cavacos. Preço: R$ 24.000. Ferramental para acabamentos e outros elementos para o funcionamento da produção. Considerando 20% adicionais, conforme sugerido anteriormente, podemos estimar esse valor em R$ 179.557.

A TABELA 4 demonstra os equipamentos aqui pesquisados, bem como os melhores preços, identificados em pesquisa com fornecedores. Esses equipamentos são dimensionados para a produção de madeira laminada colada em uma fábrica com capacidade de 1.200 m³ anuais. O grau de automação da empresa pode ser considerado baixo.

TABELA 4 – EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE MADEIRA LAMINADA COLADA DE BAIXO GRAU DE AUTOMAÇÃO (EM MAIO DE 2019)

EQUIPAMENTO	**CAPACIDADE**	**QUANTIDADE**	**PREÇO**
Destopadeira	1 m³/h	1 unidade	R$ 11.380
Pistas de roletes	1,65 m x 0,5 m	70 metros	R$ 52.352
Finger-joint	1,5 m³/h	1 unidade	R$ 122.380
Plaina 1 face	1 m³/h	1 unidade	R$ 13.400
Aplicador de cola	1 m³/h	1 unidade	R$ 12.000
Unidade prensa hid.	20 metros	50 unidades	R$ 417.400
Bomba hidráulica	1,5 cv	1 unidade	R$ 13.976
Plaina 2 eixos	1 m³/h	1 unidade	R$ 148.000
Compressor ar	10 cv	1 unidade	R$ 23.900
Empilhadeira	4 ton	1 unidade	R$ 59.000
Exaustor	7 cv	1 unidade	R$ 24.000
Ferramental e outros	diversos	20%	R$ 179.557

FONTE: O autor.

A TABELA 4 demonstra todos os equipamentos necessários para a produção, os quais somaram um investimento imobilizado de R$ 1.077.345. Em outros fornecedores foram encontrados preços mais altos, porém esses valores não foram considerados, visto que os equipamentos constantes na tabela atendem aos requisitos necessários e possuem menores preços.

Uma segunda opção no que se refere a equipamentos é a utilização de uma prensa com sistema de pressão pneumático, fator de competitividade de uma das empresas. Nesse caso seriam eliminadas as 50 unidades de prensa hidráulica e a

bomba hidráulica, adicionando unidades de suporte com sistema de pressão pneumática, que é utilizada em uma das empresas. O descritivo e o detalhamento do equipamento não pôde ser fornecido por questões de sigilo industrial. Esse equipamento, segundo a empresa que utiliza, teve um custo de produção de R$ 58.000 no total, o que, juntamente ao restante dos equipamentos, soma um investimento em equipamentos de R$ 703.969, valor considerado em cenário distinto ao inicialmente previsto.

Consultados também os fabricantes, visto que são equipamentos simples e a pronta entrega, o prazo máximo para instalação é de 60 dias, ou seja, a partir do pedido, em 60 dias pode-se ter a fábrica em funcionamento. De acordo com os fabricantes, sugere-se que não seja considerada a capacidade plena nos dois primeiros anos de ajustes da fábrica, e sim 65% e 80% no primeiro e no segundo ano de funcionamento, respectivamente. Isto é, deve-se considerar que no primeiro ano a produção será de 65% da capacidade dimensionada, visto que haverá ajustes e melhorias.

Móveis de escritório e equipamentos de informática foram estimados em R$ 35.000, já considerados instalados.

4.3.3 Tamanho de barracão apropriado e investimentos

Considerando que a Itá Construtora (OLGA, 2015) possui uma capacidade de produção similar ao do presente projeto, podemos dizer que há a necessidade de um barracão de similar metragem quadrada, ou seja, aproximadamente 1.500 m². Esse barracão, para bem comportar os equipamentos, deve estar construído com as medidas de 30 x 50m.

Determinou-se o valor de investimento dessa construção com base no CUB para galpão industrial (dados de abril de 2019 do CUB-PR), que é de R$ 830,38/m², resultando em R$ 1.245.570. Foi considerada também a compra de terreno em ambiente industrial com área de 3.000 m² pelo valor de R$ 400.000, totalizando R$ 1.645.570 em imóvel industrial.

Também avaliou-se como segunda opção a locação de um imóvel com a metragem necessária. Foram obtidos dados de aluguel por metro quadrado, e os melhores orçamentos foram de R$ 7 por metro quadrado mensais, o que, multiplicado pela área necessária, determina um aluguel de R$ 10.500 mensais. Essa possibilidade foi considerada em cenário diferenciado, em avaliação de resultados empresariais.

4.3.4 Custos pré-operacionais

Com relação às despesas administrativas anteriores ao início das atividades de produção do ano 1, consideraram-se os salários com encargos de toda a equipe de gestão administrativa prevista pelo período de seis meses, tempo de desenvolvimento e montagem da planta, o que soma R$ 75.493. Os gastos com estudos de viabilidade econômica foram orçados com empresas de consultoria especializada, e o melhor valor para o presente projeto foi de R$ 75.000. Quanto à elaboração dos projetos técnicos, o orçamento, feito por engenheiros especializados, revelou o custo, incluindo elétrico, hidráulico, estrutural e arquitetônico, de R$ 35.000. Portanto, os custos pré-operacionais somam R$ 185.493.

4.3.5 Necessidade de capital de giro para a produção

Considerando 30 dias de produção, podemos estimar a necessidade de capital de giro como sendo o somatório dos estoques de matérias-primas e insumos. Logo, contando as perdas do processo, para a produção de 100 m³, serão precisos 140 m³ de madeira bruta ao valor aproximado de R$ 1.000/m³, já considerada a quantidade de cola em estoque, o que resulta em R$ 140.000 de capital de giro necessário.

4.3.6 Mão de obra

A necessidade de mão de obra para operacionalizar a fábrica está listada na tabela abaixo, assim como valores de salário para operadores e gestores. Esses valores foram estabelecidos conforme sindicato dos trabalhadores e validados em entrevista com o gestor de produção de fábrica de MLC (ver TABELA 5).

TABELA 5 – NECESSIDADE DE MÃO DE OBRA PARA ATUAÇÃO EM EMPRESA PRODUTORA DE MADEIRA LAMINADA COLADA DE PEQUENO PORTE E RESPECTIVOS SALÁRIOS COM ENCARGOS (EM MAIO DE 2019)

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	SALÁRIO
Destopadeira	2	R$ 2.525,60
Finger-joint	2	R$ 2.525,60
Plaina 1 face	2	R$ 2.525,60
Aplicador de cola	1	R$ 2.525,60
Unidade prensa	2	R$ 2.525,60
Plaina 2 eixos	2	R$ 2.525,60
Empilhadeira	1	R$ 2.525,60
Furação e embalagem	2	R$ 2.525,60
Administrativo	4	R$ 3.145,57

FONTE: O autor adaptado de dados de Sindicato da Indústria da Construção e Madeira.

Para produzir os 100m³ mensais, são necessários 18 operários, o que totaliza uma folha de pagamento de R$ 47.940,69 de salários mensais, considerando-se encargos na ordem de 75% sobre o valor salarial, já adicionados na TABELA 5. Os valores salariais totalizam R$ 575.288 anuais.

4.3.7 Administrativos

Tratando-se de despesas fixas administrativas, foram considerados, conforme empresas produtoras de MLC e dados obtidos em pesquisas, valores de contas mensais de água (R$ 300); eletricidade (R$ 2.000); telefone e internet (R$ 300); contador (R$ 1.000); combustível e outros materiais (R$ 2.000); manutenção predial, limpeza, veículos e equipamentos (R$ 2.000). Esses valores totalizam R$ 6.600, o que representa anualmente a importância de R$ 91.200.

Ainda nas despesas administrativas entraram a alimentação do trabalhador (R$ 6.000); seguros (R$ 500); viagens e estadas (R$ 1.000); legalização de livros e documentos mais assinatura de jornais e revistas (R$ 300); material de expediente, propaganda e publicidade (R$ 2.000). Esses valores totalizam mensalmente R$ 9.800, o que representa anualmente a importância de R$ 117.600.

Como segunda opção, considerada em análise de cenário separada, no caso de não ser imóvel próprio, e sim locado, considera-se para esse galpão um aluguel mensal de R$ 10.500, o que totaliza anualmente R$ 126.000. Esse valor de locação é uma despesa fixa.

Também encaixa-se nas despesas fixas o pró-labore dos sócios do empreendimento, que, segundo comitê de especialistas, deve girar em torno de R$ 10.000 mensais, ou seja, R$ 120.000 anuais.

4.3.8 Impostos e custos de vendas

Para complementar o fluxo de caixa previsto, foram considerados os impostos e as despesas com a comercialização dos produtos. Esses valores foram obtidos junto ao comitê de especialistas experientes em MLC e a uma empresa de contabilidade. Nesse caso, foram obtidas informações de que existem duas possibilidades, o enquadramento da indústria em lucro real ou em lucro presumido. As situações descritas possuem formas de tributação distintas, o que promoveu a necessidade de serem simulados cenários diferentes.

Quando a empresa é enquadrada em lucro real, a tributação é realizada sobre o lucro, havendo as porcentagens de PIS (1,65%), Cofins (7,6%), ICMS (12%) e IPI (5%), totalizando 26,25%. Já sobre o lucro líquido há as porcentagens de IR (15%) e CSLL (9%), totalizando 24%.

Quando é tributado sobre um lucro presumido, os impostos são conferidos no faturamento bruto, aplicando-se as porcentagens de PIS (0,65%), Cofins (3%), ICMS (12%), IPI (5%), IR (1,2%) e CSLL (1,08%) sobre a receita da empresa. O valor desses impostos totalizam 22,93% sobre o faturamento.

Para comissão de representante comercial, é proposta a margem de 10%; para comissões extras, considerando arquitetos e engenheiros projetistas, 10%; para fretes, estima-se 5%; para inadimplência, 2%; para devoluções, 2%. Assim os custos com vendas ficam na ordem de 29%.

4.3.9 Depreciação

A depreciação do presente projeto impactará principalmente nos equipamentos, considera-se apenas 10% de depreciação anual sobre o valor de investimentos em equipamentos. Aplica-se depreciação também sobre materiais de informática e construção, que representam, respectivamente, 20% e 4% anuais.

4.3.10 Financiamento do projeto e amortização

No presente estudo foi considerado que o valor necessário de investimento inicial (para equipamentos, móveis, informática, capital de giro, pré-operacionais e imóvel) foi adquirido mediante empréstimo bancário. O financiamento foi lançado como saída no fluxo de caixa, e as amortizações foram realizadas em parcelas mensais fixas e calculadas com base em juros de 1% ao mês.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Os ensaios mecânicos de madeira laminada colada para fins estruturais foram realizados com a finalidade de avaliar o aumento da resistência mecânica ao utilizar madeira de eucalipto em substituição ao pínus. Esse procedimento permite verificar qual o potencial de redução de matéria-prima necessária para realizar uma mesma construção, somente alterando a madeira, e assim determinar potenciais melhorias em indústrias de madeira laminada colada. A seguir os resultados dos ensaios físicos e mecânicos das vigas produzidas.

4.4.1 Tipo de ruptura nas vigas de MLC

As fotos da FIGURA 22 revelam o tipo de rompimento das vigas. O ocorrido no eucalipto apresenta um formato e no pínus, outro.

FIGURA 22 – VIGAS DE EUCALIPTO APÓS RUPTURA À FLEXÃO (À ESQUERDA) E VIGAS DE PÍNUS APÓS RUPTURA À FLEXÃO (À DIREITA)

FONTE: O autor (2017).

Observa-se na FIGURA 22 que nas vigas de eucalipto houve ruptura por cisalhamento e nas vigas de pínus o rompimento ocorreu por tração. Complementando a análise, pode-se dizer que potencialmente a linha de cola do eucalipto obteve desempenho inferior à linha de cola do pínus. Isso é uma realidade em diversas madeiras com maior densidade, visto que a resistência do material aumenta. Analisando-se visualmente, foi possível perceber que, na linha de cola do eucalipto, ocorreu arrancamento de madeira em mais de 70% da extensão rompida.

Considerando a resistência obtida no final dos ensaios e atentanto ao fato de que ocorreu principalmente a falha na madeira, pode-se afirmar que a qualidade da colagem atendeu aos requisitos estruturais em ambas as espécies. Ainda assim

existem opções de melhorias na colagem de eucalipto, as quais, segundo o fabricante do adesivo, podem ser obtidas com mais tempo em aberto, para aumentar a penetração do adesivo na madeira, e também na concepção do adesivo, que pode ter menor viscosidade em sua formulação.

4.4.2 Propriedades físicas e mecânicas das vigas laminadas coladas

Os ensaios realizados nas vigas laminadas coladas das espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda* revelaram as diferenças de propriedades. Os ensaios físicos e mecânicos forneceram os valores de massa específica, módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática. Esses resultados podem ser observados em cada uma das vigas ensaiadas na TABELA 6. Também podem ser visualizados os valores médios obtidos para cada uma das propriedades de cada espécie de madeira.

TABELA 6 – PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DAS VIGAS LAMINADAS COLADAS PRODUZIDAS NO LOTE-TESTE

	VIGA	MASSA ESPECÍFICA (kg/m³)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
Eucalipto	E100	740,6	87,2	22.127,65
	E200	737,0	79,6	19.470,11
	E300	747,8	70,3	16.516,10
	E400	767,8	84,0	16.163,91
Média eucalipto		748,3	80,3	18.569,44
Pínus	P100	466,6	35,5	9.344,98
	P200	471,5	36,0	9.862,19
	P300	471,1	42,1	8.409,49
	P400	473,1	48,9	11.735,64
Média pínus		470,6	40,6	9.838,08

FONTE: O autor (2017).

O valor médio da massa específica das vigas laminadas coladas de eucalipto são estatisticamente maiores que o valor médio obtido com as vigas de pínus, 748,3kg/m³ para o eucalipto e 470,6kg/m³ para o pínus. Avaliando o desvio-

padrão e o coeficiente de variação, verificou-se para o eucalipto 13,8kg/m³ e 1,8% e para o pínus 2,8kg/m³ e 0,6%.

O mesmo ocorre com o valor médio do módulo de ruptura (MOR), sendo o maior valor para o eucalipto. As médias são de 80,3 MPa ou 818,9 kgf/cm² para o eucalipto e de 40,6 MPa ou 414,9 kgf/cm² para o pínus. Avaliando- o desvio-padrão e o coeficiente de variação, verificou-se para o eucalipto 7,3 MPa e 9,1% e para pínus 6,3M Pa e 15,5%.

O módulo de elasticidade (MOE) identificado para a madeira laminada colada de pínus é de 9.838,08MPa ou 100.192,0kgf/cm² e, para o eucalipto, de 18.569,44MPa ou 189.328,2kgf/cm². Avaliando o desvio-padrão e o coeficiente de variação, verificou-se para o eucalipto 2.797,3 MPa e 15,1% e para pínus 1.400,6MPa e 14,2%.

Os valores de médias encontrados para massa específica, módulo de ruptura e módulo de elasticidade são estatisticamente diferentes pelo Teste de Tukey a 95% de probabilidade. Pode-se perceber que a resistência mecânica das vigas estudadas estão diretamente correlacionadas com a densidade, ou seja, quanto maiores as densidades, maiores o MOE e o MOR.

O módulo de ruptura (MOR) da madeira de eucalipto pode ser considerado praticamente o dobro do MOR da madeira de pínus. Tratando-se de módulo de elasticidade (MOE), a madeira de eucalipto também comportou-se mecanicamente de forma superior, obtendo um índice de relação igual a 1,9, ou seja, a madeira de eucalipto é 1,9 vezes mais resistente em elasticidade do que a madeira de pínus.

Ao considerar em projetos estruturais essa superioridade de resistência do MOR do eucalipto em relação ao pínus, é possível dizer que, com elementos estruturais feitos de eucalipto submetidos a compressão ou tração, há a redução pela metade ou em 50% da quantidade de madeira a ser utilizada. Isso porque a relação entre MOR e carga máxima em elementos estruturais submetidos a compressão, é inversamente proporcional, ou seja, se aumentamos o MOR em duas vezes, podemos considerar o dobro de carregamento em um projeto, segundo a fórmula de cálculo de tensão admissível ser igual a força sobre a área de seção.

Quanto a elementos estruturais submetidos a flexão, segundo Cunha e Matos (2010), seus cálculos basearam-se em fórmulas em que o momento de inércia e o módulo de elasticidade correlacionam-se inversamente proporcionais, o que permite diminuir a seção transversal conforme o cálculo de momento de inércia de seção retangular ao se aumentar o MOE e, para isso, foi considerado que o MOMENTO DE INÉRCIA é igual a BASE x ALTURA^3 dividido por 12.

A respeito desses elementos estruturais submetidos a flexão, por haver aumento de 1,9 vezes do MOE para eucalipto, pode-se estimar que existe potencial de redução em volume de madeira. Visto que a relação do MOE com o momento de inércia é inversamente proporcional, é possível dizer que, ao aumentar o MOE, pode-se reduzir em 1,9 vezes o momento de inércia em cálculos estruturais de flexão estática, devido à superioridade de MOE do eucalipto. Para melhor determinar essa redução, deve-se também considerar a relação de esbeltez da viga, ou seja, relação de base *versus* altura da seção transversal, considerada aqui de 1:3 (um para três), significando que, por exemplo, para a base de 10 cm, teremos uma altura de 30 cm na seção transversal. Com esse exemplo, é possível determinar o momento de inércia de 22.500 cm^4 e área de seção transversal de 300 cm^2. Ao reduzir em 1,9 vezes o momento de inércia e recalculando com mesma esbeltez, as novas base e altura são 8,5 cm e 25,6 cm, respectivamente. Isso revela uma nova área de seção transversal de 217,6 cm^2, ou seja, uma redução de 27,5% em área. Essa redução é válida para qualquer viga em flexão, desde que mantida a esbeltez.

Pode-se utilizar a redução de área da seção transversal em vigas em flexão estática para determinar a redução de volume dessas vigas, a qual seguirá a mesma relação, ou seja, redução de 27,5%.

Em uma produção que considera o eucalipto e suas propriedades mecânicas em seu projeto, se considerada a média entre elementos em flexão (redução de 27,5%) e em compressão ou tração (redução de 50%), é possível estimar uma necessidade de matérias-primas reduzida para 62% do todo, ou seja, 38% a menos de madeira e adesivo. Isso pode ser um fator de competitividade em uma indústria que se prevaleça deste conhecimento.

4.5 COMPOSIÇÃO DE CENÁRIOS

Conforme detalhado na metodologia, esses cenários foram configurados, e os resultados desses projetos foram avaliados, variando multicritérios em um horizonte de cinco anos de planejamento.

Os critérios simulados partiram com base no Cenário 1, o qual representou o investimento em uma fábrica de produção de madeira laminada colada que utiliza adesivo de poliuretano (PUR), com imóvel e construção de galpão industrial obtidos por meio de capital do investimento inicial e prensa do tipo hidráulica. Como matéria-prima foi utilizado o eucalipto, desconsiderando sua resistência mecânica em projetos estruturais. A previsão tanto para venda do produto quanto para matérias-primas utilizou preços reais pessimistas obtidos nas TABELAS 2 e 3 do presente estudo, bem como tributação em lucro real (ver TABELA 7).

TABELA 7 – CENÁRIO 1 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO PUR, CONSTRUÇÃO DE GALPÃO, PRENSA HIDRÁULICA, MADEIRA DE EUCALIPTO SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO REAL EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 3.083.408					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 1.779.850
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 1.270.804	R$ 1.571.228	R$ 1.973.048	R$ 1.982.123	R$ 1.991.259
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.448.762**	**R$ 3.137.168**	**R$ 4.053.406**	**R$ 4.041.471**	**R$ 5.809.324**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.202.143	R$ 2.720.682	R$ 3.411.742	R$ 3.409.321	R$ 3.571.532
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800
(-) Depreciação		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-) Despesas Financeiras		R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004
(=) Lucro Antes do IR		**-R$ 447.743**	**-R$ 277.877**	**-R$ 52.697**	**-R$ 62.212**	**R$ 1.543.430**
(-)Imposto de Renda		-R$ 107.458	-R$ 66.690	-R$ 12.647	-R$ 14.931	R$ 370.423
(=) Lucro Líquido Após IR		**-R$ 340.285**	**-R$ 211.186**	**-R$ 40.050**	**-R$ 47.281**	**R$ 1.173.007**
(+) Depreciação		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-)Amortização Financiamento		R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 3.083.408**	**-R$ 776.409**	**-R$ 647.311**	**-R$ 476.174**	**-R$ 483.406**	**R$ 736.883**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 3.083.408**	**-R$ 647.008**	**-R$ 449.521**	**-R$ 275.564**	**-R$ 233.124**	**R$ 296.137**

FONTE: O autor (2019).

Com relação ao Cenário 1, examinado na TABELA 7, ao extrair indicadores de avaliação econômica, é possível perceber que não há viabilidade para o projeto, visto que o valor presente líquido (VPL) é negativo de, - R$4.392.488, e a taxa interna de retorno (TIR) é negativa não calculável. Isso ocorre porque o fluxo de caixa, ou seja, os resultados anuais empresariais não pagam o investimento e a taxa mínima de atratividade de 20%, entendida como sendo o que validaria o investimento em uma unidade de pequeno porte de produção de madeira laminada colada.

Visando melhorar o resultado do investimento, foram alteradas algumas variáveis e realizados novos fluxos de caixa. Na TABELA 8, formatando o Cenário 2, foi redefinida a utilização do adesivo, sendo utilizada a melamina-ureia-formaldeído (MUF).

TABELA 8 – CENÁRIO 2 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, CONSTRUÇÃO DE GALPÃO, PRENSA HIDRÁULICA, MADEIRA DE EUCALIPTO SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO REAL EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 3.083.408					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 1.779.850
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 1.182.999	R$ 1.463.161	R$ 1.837.964	R$ 1.847.039	R$ 1.856.175
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.536.567**	**R$ 3.245.235**	**R$ 4.188.490**	**R$ 4.176.555**	**R$ 5.944.408**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.210.265	R$ 2.730.679	R$ 3.424.237	R$ 3.421.817	R$ 3.584.028
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800	R$ 328.800
(-) Depreciação		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-) Despesas Financeiras		R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004
(=) Lucro Antes do IR		**-R$ 368.060**	**-R$ 179.806**	**R$ 69.892**	**R$ 60.376**	**R$ 1.666.019**
(-)Imposto de Renda		-R$ 88.334	-R$ 43.153	R$ 16.774	R$ 14.490	R$ 399.845
(=) Lucro Líquido Após IR		**-R$ 279.726**	**-R$ 136.652**	**R$ 53.118**	**R$ 45.886**	**R$ 1.266.174**
(+) Depreciação		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-)Amortização Financiamento		R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 3.083.408**	**-R$ 715.850**	**-R$ 572.777**	**-R$ 383.007**	**-R$ 390.238**	**R$ 830.050**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 3.083.408**	**-R$ 596.542**	**-R$ 397.762**	**-R$ 221.647**	**-R$ 188.194**	**R$ 333.579**

FONTE: O autor (2019).

Nesta nova configuração de critérios para análise, pode-se perceber que, ainda que diminuídos entre 90 e 130 mil reais em custos variáveis de produção, ao extrair indicadores de avaliação econômica, é possível entender que não há viabilidade para o projeto, visto que o valor presente líquido (VPL) é negativo, - R$ 4.153.974, e a taxa interna de retorno (TIR) é negativa não calculável. Ainda assim, verifica-se aumento no VPL em relação ao Cenário 1, podendo-se dizer tanto que o Cenário 2 é melhor que o 1 quanto que o adesivo MUF traz melhores resultados econômicos do que o PUR.

O investimento inicial é fator de grande importância ao se avaliar resultados econômicos de projetos. Para tanto, no Cenário 3, diferenciando-se do Cenário 2, foi

considerada a locação de um imóvel com galpão e características similares ao necessário, o que subtrai a necessidade de investimento em construções e terreno. A TABELA 9 representa a análise do fluxo de caixa considerando menor investimento inicial.

TABELA 9 – CENÁRIO 3 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA HIDRÁULICA, MADEIRA DE EUCALIPTO SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO REAL EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.437.838					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 545.673
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 1.182.999	R$ 1.463.161	R$ 1.837.964	R$ 1.847.039	R$ 1.856.175
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.536.567**	**R$ 3.245.235**	**R$ 4.188.490**	**R$ 4.176.555**	**R$ 4.710.231**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.210.265	R$ 2.730.679	R$ 3.424.237	R$ 3.421.817	R$ 3.469.866
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735
(-) Despesas Financeiras		R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270
(=) Lucro Antes do IR		**-R$ 329.503**	**-R$ 141.249**	**R$ 108.449**	**R$ 98.933**	**R$ 584.560**
(-)Imposto de Renda		-R$ 79.081	-R$ 33.900	R$ 26.028	R$ 23.744	R$ 140.294
(=) Lucro Líquido Após IR		**-R$ 250.423**	**-R$ 107.349**	**R$ 82.421**	**R$ 75.189**	**R$ 444.266**
(+) Depreciação		R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735
(-)Amortização Financiamento		R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.437.838**	**-R$ 423.256**	**-R$ 280.182**	**-R$ 90.412**	**-R$ 97.644**	**R$ 271.432**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.437.838**	**-R$ 352.713**	**-R$ 194.571**	**-R$ 52.322**	**-R$ 47.089**	**R$ 109.083**

FONTE: O autor (2019).

Com a locação verifica-se a diminuição de mais de 1,6 milhão de reais em investimento inicial, porém as despesas fixas aumentam em mais de 120 mil reais anuais. Fazendo a análise do fluxo de caixa e extraindo os indicadores, percebe-se um VPL negativo, - R$ 1.975.450, e TIR negativa não calculável, o que demonstra inviabilidade econômica. Ainda assim, é notado melhoria no VPL, em comparação com cenários anteriores, portanto, locar um imóvel é mais interessante do ponto de

vista econômico do que construir. Esse ponto continua igual no Cenário 4, em que é considerada a substituição da prensa hidráulica por uma pneumática (ver TABELA 10).

TABELA 10 – CENÁRIO 4 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA PNEUMÁTICA, MADEIRA DE EUCALIPTO SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO REAL EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.064.462					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 358.985
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 1.182.999	R$ 1.463.161	R$ 1.837.964	R$ 1.847.039	R$ 1.856.175
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.536.567**	**R$ 3.245.235**	**R$ 4.188.490**	**R$ 4.176.555**	**R$ 4.523.543**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.210.265	R$ 2.730.679	R$ 3.424.237	R$ 3.421.817	R$ 3.452.598
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR		**-R$ 269.763**	**-R$ 81.508**	**R$ 168.189**	**R$ 158.673**	**R$ 474.881**
(-)Imposto de Renda		-R$ 64.743	-R$ 19.562	R$ 40.365	R$ 38.082	R$ 113.971
(=) Lucro Líquido Após IR		**-R$ 205.020**	**-R$ 61.946**	**R$ 127.824**	**R$ 120.592**	**R$ 360.909**
(+) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 340.516**	**-R$ 197.442**	**-R$ 7.672**	**-R$ 14.904**	**R$ 225.414**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 283.763**	**-R$ 137.112**	**-R$ 4.440**	**-R$ 7.187**	**R$ 90.589**

FONTE: O autor (2019).

A diminuição do investimento inicial em praticamente um terço do valor daquele avaliado inicialmente favorece o projeto, visto que os indicadores econômicos são melhorados. Ainda assim, o projeto é inviável, devido ao VPL ser negativo, - R$ 1.406.376, e a TIR negativa não calculável.

No Cenário 5 foi realizada a alteração do tipo de matéria-prima utilizada. Visto que o eucalipto possui maiores custos, foi simulado fluxo de caixa com madeira de

pínus. Ainda assim foi mantida a precificação desse material em previsão pessimista com valores reais obtidos na TABELA 1 deste estudo (ver TABELA 11).

TABELA 11 – CENÁRIO 5 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA PNEUMÁTICA, MADEIRA DE PÍNUS SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO REAL EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.064.462					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 358.985
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 855.316	R$ 1.017.664	R$ 1.230.329	R$ 1.190.523	R$ 1.152.571
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.864.250**	**R$ 3.690.732**	**R$ 4.796.125**	**R$ 4.833.071**	**R$ 5.227.147**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.240.576	R$ 2.771.887	R$ 3.480.443	R$ 3.482.544	R$ 3.517.681
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR		**R$ 27.609**	**R$ 322.780**	**R$ 719.618**	**R$ 754.462**	**R$ 1.113.402**
(-)Imposto de Renda		R$ 6.626	R$ 77.467	R$ 172.708	R$ 181.071	R$ 267.216
(=) Lucro Líquido Após IR		**R$ 20.983**	**R$ 245.313**	**R$ 546.909**	**R$ 573.391**	**R$ 846.185**
(+) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 114.512**	**R$ 109.817**	**R$ 411.414**	**R$ 437.895**	**R$ 710.690**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 95.427**	**R$ 76.262**	**R$ 238.087**	**R$ 211.176**	**R$ 285.610**

FONTE: O autor (2019).

Foi possível na TABELA 11 obter redução de custos variáveis de produção na ordem de 300 e 500 mil reais anuais. Essa diminuição de custos e os fatores anteriores que melhoraram os cenários analisados (MUF, locação e tipo de prensa) criaram um cenário com VPL negativo, -R$ 348.754, e TIR de 9%, inferior à TMA.

Perante a melhoria de resultado obtida no Cenário 5, o fator regime de tributação é entendido como questão a ser estudada. No Cenário 6 a alteração deve-se ao regime de lucro, que de real passa para lucro presumido de tributação. O fluxo de caixa do projeto encontra-se na TABELA 12.

TABELA 12 – CENÁRIO 6 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA PNEUMÁTICA, MADEIRA DE PÍNUS SEM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO PRESUMIDO EM CENÁRIO PESSIMISTA DE PRECIFICAÇÃO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.064.462					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 358.985
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 855.316	R$ 1.017.664	R$ 1.230.329	R$ 1.190.523	R$ 1.152.571
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.864.250**	**R$ 3.690.732**	**R$ 4.796.125**	**R$ 4.833.071**	**R$ 5.227.147**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.132.395	R$ 2.623.349	R$ 3.277.765	R$ 3.276.345	R$ 3.274.925
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR		**R$ 135.790**	**R$ 471.318**	**R$ 922.296**	**R$ 960.661**	**R$ 1.356.158**
(-)Imposto de Renda		R$ 97.923	R$ 120.468	R$ 150.520	R$ 150.454	R$ 150.389
(=) Lucro Líquido Após IR		**R$ 37.868**	**R$ 350.850**	**R$ 771.776**	**R$ 810.207**	**R$ 1.205.769**
(+) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 97.628**	**R$ 215.355**	**R$ 636.281**	**R$ 674.712**	**R$ 1.070.273**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.064.462**	**-R$ 81.356**	**R$ 149.552**	**R$ 368.218**	**R$ 325.382**	**R$ 430.119**

FONTE: O autor (2019).

O regime de tributação de lucro real é mais interessante para empresas com resultado econômico prejudicado, por isso nos cenários 1 a 5 ele foi testado. Em cenários em que o resultado econômico do projeto indica viabilidade econômica, deve-se simular o regime de tributação em lucro presumido. No caso do projeto estudado no Cenário 6, foram identificadas melhorias tanto no VPL, de R$ 127.452, quanto na TIR, 23%, superior à TMA. Ambos os indicadores revelam viabilidade do investimento. Isso qualifica como viável o investimento em uma unidade produtora de madeira laminada colada de pequeno porte.

No Cenário 7 foi alterado o tipo de madeira, não sendo mais utilizado o pínus, e sim o eucalipto como matéria-prima. Devido a essa modificação, foram alterados os

custos com matéria-prima e a quantidade de matéria-prima utilizada, visto que fora considerada a resistência mecânica como diferencial de projeto, gerando a diminuição do volume de madeira necessário para produzir a mesma área coberta em MLC. Ou seja, na TABELA 13 é demonstrado o fluxo de caixa de uma fábrica de madeira laminada colada de pequeno porte que utiliza eucalipto, o qual apresenta maior resistência do que o pínus. Em termos de produto final vendido, isso não torna os metros cúbicos de MLC mais valorados, mas a necessidade de matéria-prima para cobrir determinado projeto é diminuída. Nesse caso, simulou-se a redução de quantidade de matéria-prima e considerou-se o mesmo faturamento.

TABELA 13 – CENÁRIO 7 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA PNEUMÁTICA, MADEIRA DE EUCALIPTO COM PROJETO, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO PRESUMIDO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.064.462					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 358.985
Receita		**R$ 4.294.854**	**R$ 5.283.684**	**R$ 6.601.742**	**R$ 6.598.881**	**R$ 6.596.021**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 739.375	R$ 914.475	R$ 1.148.728	R$ 1.154.399	R$ 1.160.109
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 2.980.191**	**R$ 3.793.920**	**R$ 4.877.727**	**R$ 4.869.194**	**R$ 5.219.609**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 2.132.395	R$ 2.623.349	R$ 3.277.765	R$ 3.276.345	R$ 3.274.925
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR		**R$ 251.732**	**R$ 574.507**	**R$ 1.003.897**	**R$ 996.785**	**R$ 1.348.619**
(-)Imposto de Renda		R$ 97.923	R$ 120.468	R$ 150.520	R$ 150.454	R$ 150.389
(=) Lucro Líquido Após IR		**R$ 153.809**	**R$ 454.039**	**R$ 853.377**	**R$ 846.331**	**R$ 1.198.230**
(+) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.064.462**	**R$ 18.314**	**R$ 318.543**	**R$ 717.882**	**R$ 710.835**	**R$ 1.062.735**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.064.462**	**R$ 15.261**	**R$ 221.210**	**R$ 415.441**	**R$ 342.802**	**R$ 427.089**

FONTE: O autor (2019).

Ao comparar os Cenários 6 e 7, em que há alteração da forma que está direcionado o sistema de vendas, os indicadores revelam melhoras, sendo mais interessante a venda do produto em projetos que consideram o mesmo custo por metro quadrado ao utilizar eucalipto em substituição ao pínus. A maior resistência da

madeira de eucalipto faz com que exista diminuição na quantidade de matéria-prima comprada; e, ainda que os valores por metro cúbico do eucalipto sejam maiores em relação ao pínus, os custos variáveis de produção são diminuídos, o que torna o projeto viável economicamente, com VPL positivo de R$ 357.342 e TIR 30% superior à TMA.

Além de apontarem viabilidade econômica, os indicadores mostram que o projeto do Cenário 7 é de maneira pouco expressiva pior que o 6. Porém, não se pode deixar de perceber que, ao diminuir a quantidade de matéria-prima comprada, e principalmente a quantidade de madeira laminada colada produzida para um mesmo faturamento, temos uma capacidade de produção ociosa, o que para fins comparativos de cenários é importante observar, todavia para fins industriais isso reduz o resultado. A capacidade ficou diminuída proporcionalmente à quantidade de aumento da resistência da madeira, o que foi determinado no estudo do item 4.4.2 deste trabalho. Visto que foi considerada a média de redução de 38% de madeira com a alteração sugerida, pode-se afirmar que o mesmo valor está diminuindo a capacidade utilizada e, portanto, esses 38% de ociosidade são uma condição favorável ao projeto, visto que se pode aumentar o faturamento do empreendimento ao eliminar a ociosidade e vender mais produtos. Isso é factível tratando-se de mercado, já que a capacidade fabril é muito inferior ao que Olga (2015) sugere como sendo o potencial brasileiro.

Portanto, para melhor análise, faz-se necessária a criação de novo fluxo de caixa em cenário, considerando eliminar a ociosidade criada pela redução de matéria-prima e produto, a fim de otimizar o projeto que considera as propriedades mecânicas do material. No Cenário 8, desenvolvido na TABELA 14, é possível avaliar o resultado de um investimento em uma fábrica de MLC onde se utiliza como matéria-prima o eucalipto, com capacidade de produção similar ao projeto Cenário 6, mas com o diferencial de haver faturamento superior, causado pelo aumento de resistência mecânica considerado nos projetos – para uma mesma área de construção com elementos estruturais de MLC, são necessários 38% menos materiais, conforme determinado no item 4.4.2.

TABELA 14 – CENÁRIO 8 – FLUXO DE CAIXA PROJETADO EM HORIZONTE DE CINCO ANOS CONSIDERANDO O ADESIVO MUF, LOCAÇÃO DE GALPÃO, PRENSA PNEUMÁTICA, MADEIRA DE EUCALIPTO COM PROJETO E SEM OCIOSIDADE, TRIBUTAÇÃO EM LUCRO PRESUMIDO

FLUXO DE CAIXA	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	-R$ 1.064.462					
Liberação Financiamento						
Valor residual						R$ 358.985
Receita		**R$ 6.871.767**	**R$ 8.453.894**	**R$ 10.562.788**	**R$ 10.558.210**	**R$ 10.553.634**
(-) Custo Variável de Produção		R$ 1.182.999	R$ 1.463.161	R$ 1.837.964	R$ 1.847.039	R$ 1.856.175
(-) Custo Fixo de Produção		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto		**R$ 5.113.479**	**R$ 6.415.445**	**R$ 8.149.536**	**R$ 8.135.884**	**R$ 8.481.156**
(-) Despesas Gerais Variáveis		R$ 3.411.832	R$ 4.197.358	R$ 5.244.424	R$ 5.242.151	R$ 5.239.879
(-) Despesas Gerais Fixas		R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800	R$ 454.800
(-) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR		**R$ 1.105.582**	**R$ 1.622.022**	**R$ 2.309.047**	**R$ 2.297.668**	**R$ 2.645.212**
(-)Imposto de Renda		R$ 156.676	R$ 192.749	R$ 240.832	R$ 240.727	R$ 240.623
(=) Lucro Líquido Após IR		**R$ 948.906**	**R$ 1.429.273**	**R$ 2.068.215**	**R$ 2.056.940**	**R$ 2.404.589**
(+) Depreciação		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa	**-R$ 1.064.462**	**R$ 813.411**	**R$ 1.293.778**	**R$ 1.932.720**	**R$ 1.921.445**	**R$ 2.269.093**
Fluxo de Caixa Descontado	**-R$ 1.064.462**	**R$ 677.842**	**R$ 898.457**	**R$ 1.118.472**	**R$ 926.623**	**R$ 911.898**

FONTE: O autor (2019).

O Cenário 8 revela viabilidade econômica e resultados melhorados pela diminuição de ociosidade, sendo o VPL positivo de R$ 3.468.830 e a TIR 108% superior à TMA. Ainda que esse cenário revele resultados interessantes, deve ser analisado cautelosamente, pois, tanto nesse quanto no Cenário 7, a venda dos produtos deve ser precificada em termos de área construída, e a grande maioria dos potenciais clientes pode fazer a comparação com outros tipos de construções e até mesmo com o material necessário no caso de MLC de pínus, visto que este requer maior quantidade de matéria-prima e provavelmente geraria maiores custos para a produção de toda a construção.

Avaliando o Cenário 8, é possível observar que, ao utilizar a venda como forma de projeto, considerando as propriedades mecânicas da madeira de eucalipto como

principal diferencial, existe um ganho de faturamento de 60%, em comparação com a mesma capacidade de produção de uma fábrica de pínus. Essa realidade não será visível se olharmos apenas o valor do produto, como nos casos em que o preço praticado tanto para MLC de pínus quanto para MLC de eucalipto é o mesmo.

4.6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS CENÁRIOS ESTUDADOS

Os projetos avaliados nos cenários 1 a 8 revelaram que os fatores multicriteriais que tiveram os valores variados nos fluxos de caixa estudados demonstraram grande influência na viabilidade do projeto. Com isso, percebeu-se que os resultados empresariais dependem de uma avaliação criteriosa da melhor configuração para desenvolvimento de um projeto de madeira laminada colada.

O cenário-base considerou aspectos que obtiveram resultado econômico não interessante e sem viabilidade econômica. Porém não é um cenário que deve ser esquecido em sua totalidade, já que muitos aspectos continuaram sendo referência para os estudos subsequentes. Na TABELA 15 apresenta-se o resumo de cada cenário, seus critérios alterados, e é avaliado o *payback* descontado com seus resultados de viabilidade.

TABELA 15 – CENÁRIOS E RESULTADOS OBTIDOS

CRITÉRIOS ALTERADOS	VPL	TIR	PAYBACK	VIABILIDADE
Cenário 1 - Cenário base	-R$ 4.392.488	não calculada	não retorna	não
Cenário 2 - PUR substituido para MUF	-R$ 4.153.974	não calculada	não retorna	não
Cenário 3 - Construção substituída por Locação	-R$ 1.975.450	não calculada	não retorna	não
Cenário 4 - Prensa Hidráulica para Pneumática	-R$ 1.406.376	não calculada	não retorna	não
Cenário 5 - Madeira de Eucalipto para Pinus	-R$ 348.754	9%	não retorna	sim
Cenário 6 - Regime Tributação Real para Presumido	R$ 127.452	23%	4 anos e 10 meses	sim
Cenário 7 - Consideradas propriedades mecânicas em projeto	R$ 357.342	30%	4 anos e 2 meses	sim
Cenário 8 - Diminuição da ociosidade por redução de material	R$ 3.468.830	108%	1 ano e 6 meses	sim

FONTE: O autor (2019).

Em substituição ao PUR, usado no Cenário 1 (base), no Cenário 2 optou-se pelo adesivo MUF, que, devido ao seu custo total por metro cúbico ser menor, resultou em um VPL maior, o qual, por ser ainda negativo, não apresentou viabilidade. Porém pode-se dizer que o adesivo MUF é mais interessante em comparação ao PUR.

O Cenário 3 e o 4 modificaram os valores iniciais de investimentos, visto que substituiu-se a construção por locação de galpão e o tipo de prensa. Ainda que também apresentando resultados melhorados, o VPL negativo mostrou inviabilidade econômica.

A viabilidade econômica foi verificada apenas após todas as alterações anteriores, realizadas nos cenários 1 a 4, e depois da alteração do tipo de madeira, de eucalipto para pínus. O pínus possui valor de matéria-prima inferior ao eucalipto e, por esse motivo, foi possível identificar o *payback* descontado de quatro anos e dez meses, desde que com o regime tributário de lucro presumido. A análise do cenário 5 revelou que alterar lucro real para presumido é interessante para os resultados que estão sendo alcançados.

Quando se trata de ganhos em resultados empresariais devido à qualidade da madeira, deve-se considerar que a resistência mecânica é um forte indicador de melhorias. Quando considerada a redução de madeira em projetos de construções estruturais em madeira, as propriedades mecânicas MOE e MOR, revelam que é possível diminuir em 38% a quantidade de material, o que favorece os custos, tornando o projeto com melhores resultados e *payback* descontado de quatro anos e dois meses.

Essa diminuição também gera, em termos de capacidade produtiva, uma ociosidade de 38%, o que, ao se considerar em plena capacidade, torna o projeto com *payback* descontado de um ano e seis meses. Isso significa uma TIR de 108% sobre o capital investido.

4.7 IMPLICAÇÕES PARA A INDÚSTRIA DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Espera-se com esse estudo que as indústrias de MLC, independentemente do tipo de madeira, cola ou processo fabril utilizados, possam desenvolver estratégias com melhores resultados e maior competitividade, além de atrair novos investidores neste ramo do mercado providenciando conhecimentos que possam reverter as dificuldades de implantações de novos procedimentos.

A construção civil no Brasil depende muito do concreto armado em termos estruturais. A madeira sempre foi vista como um material de construção para estruturas simples e de baixa complexidade, apesar de em outros países essa visão ser a contrária. Essa percepção deve-se ao fato de que a tecnologia empregada no exterior não tem sido explorada o suficiente no Brasil, o que prejudica bastante o seu desempenho e cria uma percepção indesejada da madeira como material de construção.

Essa visão negativa acaba sendo um dos maiores obstáculos do mercado da MLC, em que as empresas lutam cada vez mais para minimizar esse *marketing* desfavorável, para dar um maior valor agregado aos seus produtos. O Brasil possui um grande potencial madeireiro e uma ampla disponibilidade de matéria-prima a um custo relativamente baixo, no entanto essas oportunidades muitas vezes são desperdiçadas pela falta de conhecimento na área.

Nos últimos anos uma grande importância tem se dado às *commodities*, devido à sua facilidade de produção por um custo reduzido, somada à alta procura desse tipo de produto no mercado internacional. Ainda assim, no Brasil não existe um grande desenvolvimento do mercado madeireiro de produtos de maior valor agregado.

As análises realizadas neste estudo tem como base as informações e dados de um projeto de indústria de madeira laminada colada de pequeno porte planejada para a região metropolitana de Curitiba, todavia as implicações para a indústria, no seu conjunto, podem ser empregadas à realidade de outras localidades, desde que com ajustes. Podem ser aplicadas também a empresas de grande porte, porém com

cuidados com relação à economia de escala e valores de investimentos iniciais. Com base nos resultados dos estudos, sob ponto de vista do autor, pode-se dizer que, em termos gerais:

- O formato de fluxo de caixa proposto facilitou o entendimento, possibilitou a compreensão dos cenários e a comparação entre eles, uma vez que o comitê de especialistas (formado por administradores de empresas de MLC e fornecedores) possui domínio sobre os aspectos abordados em termos técnicos e de mercado, o que tornou possível esta pesquisa e revelou boas possibilidades de alternativas para melhorar a competitividade da indústria de MLC do Brasil.
- Ainda que pequena a indústria estudada, o investimento inicial pode ser considerado alto para muitos empresários de pequeno porte, principalmente devido aos equipamentos, além dos custos pré-operacionais e da necessidade de capital de giro. Esse problema pode ser contornado com linhas de investimentos disponibilizadas por bancos, as quais o fluxo de caixa demonstrou ser possível amortizar.
- Embora pouco disseminado no país este produto, sua produção mostrou-se de fácil desenvolvimento, não havendo desperdícios ou perdas, o que evidencia a viabilidade técnica de produção do laminado colado tanto do *Pinus taeda* e quanto do *Eucalyptus grandis*. Já quanto à colagem, processo que requer maiores cuidados, por menor que seja sua influência nos resultados avaliados na indústria, pode-se dizer que ambos os adesivos estudados, PUR e MUF, são eficientes em termos tecnológicos, porém aquele com melhor desempenho econômico e maior facilidade de aplicação e prensagem foi a MUF.
- Já que fazer um trabalho que segue as normas de qualidade não é algo fácil, o produto de MLC com esse diferencial tem alto valor agregado, o que por sua vez potencializa o faturamento e, portanto, maximiza a oportunidade de aumentar a lucratividade e retorno dos investimentos, desde que alguns fatores sejam tratados em particular. A tributação, por

exemplo, deve ser cuidadosamente avaliada, e o projeto deve ser direcionado ao regime tributário que otimize os resultados.

- Mesmo que o custo de mão de obra esteja entre os maiores dentre as saídas de caixa, o faturamento por funcionário pode ser considerado competitivo, segundo o comitê de especialistas, ao considerar o baixo grau de automação, pois em plena capacidade supera os R$ 30.000/funcionário por mês. Em muitos casos, empresas que já produzem componentes de madeira para a construção civil e outros tipos de produtos podem integrar à sua fábrica equipamentos que completam uma indústria de MLC e agregar novos produtos ao seu portfólio, tornando assim mais competitivo o parque fabril. Para isso uma análise de cenário complementar pode ser facilmente embasada neste estudo.

Em termos de matérias-primas, o nosso país ainda tem pouca qualidade tratando-se de madeira com propriedades mecânicas selecionadas, então existe a oportunidade de desenvolver laços com fornecedores que possam agregar esse tipo de valor. Hoje o Brasil direciona muitos esforços para exploração florestal visando a produção de *commodities*, por exemplo, celulose, papel e MDF, que não tem fins estruturais e de construção, o que reafirma a importância do país se desenvolver na área de produtos de maior valor agregado. O direcionamento das lamelas, os anéis de crescimento e o tamanho das toras também influenciam o desempenho e a resistência mecânica das MLC, o que sempre deve ser avaliado ao definir se o produto final terá fins estruturais ou estéticos.

O estudo foi realizado com foco na região de Curitiba, onde existe determinada vocação para a indústria madeireira, proximidade com matérias-primas e falta de produtores de MLC, o que abre oportunidade para empresas com interesse em investir nesse setor. A precificação desse tipo de produto é bastante complexa, ainda mais que existem diversas possibilidades de agregação de valor e de aplicações com distintos níveis de complexidade. Os preços vão de R$ 5.000,00 a R$ 8.000,00 para produtos com poucos acabamentos finais e de R$ 12.000,00 a R$15.000,00 por metro

cúbico para estruturas e dimensionamentos mais complexos, incluindo a mão de obra da construção.

O crescimento da utilização doméstica desse tipo de produto acontecerá quando efetivamente existir uma maior quantidade de empresas produtoras de MLC e for realizada uma ação de *marketing* sobre esse tipo de produto. Com isso mais construções serão realizadas com esse material, o que fomentará sua utilização e criará confiabilidade nos potenciais consumidores. Para a indústria, a avaliação dos investimentos iniciais pode ser um grande diferencial, e as implicações principais são:

- Investimentos mais modestos e com economia tendem a retornar em menor prazo, o que foi verificado tanto com a eliminação da necessidade de construções, quanto com a modificação do tipo de prensa para pneumática, a qual realiza a mesma função, porém com valor de aquisição menor;
- O modelo de prensa hidráulica é mais comumente encontrado em indústrias de MLC; identificou-se o modelo pneumático em apenas uma empresa, a qual, por questões de propriedade industrial, não disponibilizou informações detalhadas de seu funcionamento e tampouco detalhes técnicos, havendo a necessidade de desenvolvimento da tecnologia.

Elementos de reforço, principalmente na região de tração das estruturas, podem ser considerados inovação para a madeira laminada colada e devem ser avaliados pelos produtores. O direcionamento das lamelas com maior resistência mecânica para as capas da estrutura da MLC potencializa ganhos em termos estruturais e, da mesma forma, homogeneíza a resistência mecânica e a densidade dos produtos finais. As empresas devem procurar processos que viabilizem a diferenciação dessas matérias-primas e direcione esse tipo de material durante o processo, para que se tenha um produto acabado com maior eficácia.

Outras espécies de madeira também podem ser avaliadas. Por exemplo, na Região Norte do país existem grandes áreas plantadas de paricá, o que pode ser uma matéria-prima para a MLC, assim como na região do Mato Grosso existem plantações de guanandi e teca. Além dessas, outras madeiras tropicais de florestas nativas podem ser avaliadas.

É previsto pelo autor que existem grandes possibilidades de melhorias com relação às diferenças entre matérias-primas. Entre as implicações mais relevantes, pode-se citar que:

- Existem diferenças entre as espécies de madeira *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, entre elas o preço praticado na matéria-prima e a resistência mecânica, itens que mais influenciaram nas análises de cenários;
- Deflacionamento dos preços, tanto para MLC quanto para as matérias-primas, revela melhores dados, sendo possível dar tendência à previsão;
- Preços reais de madeiras serradas, tanto de pínus quanto de eucalipto, estão em leve tendência de baixa, o que afeta positivamente os resultados dos cenários estudados;
- Pode-se dizer que o preço do pínus serrado é inferior ao preço praticado para o eucalipto serrado, isso inclusive é um fator que torna o pínus mais competitivo ao se tratar de produtos de MLC que não consideram diferenças de preços ao alterar o tipo de madeira;
- Propriedades mecânicas para elementos estruturais em madeira são relevantes em estudos de viabilidade e afetam os resultados industriais;
- Madeira laminada colada de *Eucalyptus grandis* possui valores de MOE e MOR superiores quase duas vezes aos valores do *Pinus taeda*;
- Os preços reais de madeira laminada colada (MLC) podem ser considerados estáveis ou levemente em ascensão, e algumas empresas consideram o mesmo valor para o pínus e para o eucalipto, não fazendo diferenciação quanto aos ganhos de qualidade oferecidos por madeiras com maior resistência mecânica.

A competitividade da indústria depende de diversos fatores, entre eles fatores suprassetoriais, tais como inflação, taxa de juros e tributações. Também há os fatores intersetoriais, recursos logísticos, estradas, concorrência etc. Além dos fatores intrassetoriais, que são diferentes dos dois anteriores, pois são manipuláveis pelas empresas, dependendo apenas da intenção de mudança. Pode-se citar produtividade fabril, processos mais eficientes, mão de obra qualificada e tipos de matérias-primas. Este estudo buscou encontrar o melhor cenário entre esses fatores intrassetoriais, o qual fomente a competitividade das empresas de MLC e oportunize lucratividade e retornos que motivem as pessoas que desejam evoluir com suas empresas.

Da mesma forma que políticas de base florestal foram desenvolvidas há 50, 60 anos atrás e tornaram competitiva a produção madeireira das florestas, deve-se de imediato realizar ações que tornem competitivas as indústrias que produzem produtos de maior valor agregado. Para isso, é importante que sejam analisadas as possibilidades de incentivos nas áreas de investimentos para processos de produtos de maior valor agregado, como é o caso da MLC, bem como incentivar ações de acompanhamento dessas empresas com consultorias e assessorias que irão trabalhar preços competitivos internacionalmente, para que não se percam os principais fatores objetivos desse tipo de produto, ou seja, agregar valor para fomentar o mercado madeireiro.

A análise de cenários revela grandes diferenças de resultado e mostra quão difícil é encontrar aquele que potencializa economicamente a atividade industrial. Com relação aos principais fatores dentre os cenários que trazem implicações para a indústria, pode-se dizer que:

- Foi identificado cenário de avaliação de viabilidade econômica no qual a madeira laminada colada de pínus é viável, principalmente pelo custo de matéria-prima ser inferior, mas não é o melhor cenário identificado;
- Foi identificado cenário de avaliação de viabilidade econômica no qual a madeira laminada colada de eucalipto é viável, principalmente pelo fator resistência mecânica, superior ao pínus;

- Ao considerar venda de ambos os produtos com mesmo valor de mercado, o melhor cenário é aquele que possui a matéria-prima mais barata, ou seja, o pínus, o que mostra o Cenário 5, que traz também tributação em regime de lucro real. No caso de considerar fatores de resistência mecânica da madeira em projetos estruturais, o eucalipto é superior, o que leva aos cenários 7 e 8 como mais interessantes, desta vez com tributação com lucro presumido;
- Sugere-se sempre avaliar anualmente o regime tributário. Normalmente prevalece a tributação em regime de lucro real em situação de baixa lucratividade; em casos de maiores rendimentos, o lucro presumido tende a ser mais interessante;
- Ainda que o cenário de produção de MLC de eucalipto, considerando a resistência mecânica do material, seja o mais interessante, por questões de viabilidade econômica, deve-se considerar que o mercado ainda procura por melhores preços e, ao considerar o valor por metro cúbico, o critério de decisão, por exemplo em uma licitação, será baseado no menor preço;
- Uma alternativa, ao considerar que ambas as situações são importantes no mercado, é considerar um projeto híbrido, no qual se produza madeira laminada colada de eucalipto para projetos estruturais em que a venda ocorreu por metro quadrado construído e outra parte da produção, que considera o preço por metro cúbico de MLC como diferencial de mercado, em pínus;
- Precificação otimista, levando em conta as previsões de preços das outras tendências identificadas, pode melhorar significativamente os cenários e indicar viabilidade econômica em cenários com fatores já consolidados, como por exemplo uma indústria que já tenha realizado os investimentos em construções e em prensa hidráulica;

Estudos de avaliação da sensibilidade do projeto, considerando as variações em função dos preços, ociosidade, bem como sazonalidades, localização, outros mercados e economia de escala, devem ser realizados com mais detalhes.

Campanhas de *marketing* mais eficientes devem ser feitas para demonstrar quais os tipos de produtos a serem realizados, ressaltando o custo/benefício dos produtos, o que pode ser determinante no processo fabril, pois as ações de vendas são essenciais para o sucesso dos empreendimentos. Da mesma forma essas campanhas devem estar ligadas a visitas a escritórios de arquitetura que tenham interesse em aprender a elaborar esses tipos de projetos e desenvolver essas construções, aproveitando as qualidades estéticas do material. Além disso, catálogos podem mostrar o dimensionamento estrutural, valores de resistência mecânica por seção de viga, visando auxiliar projetos arquitetônicos e estruturais com MLC.

Elementos de madeira serrada usados na construção civil atualmente possuem comprimento de até 7 metros, o que é uma oportunidade para as indústrias de MLC, visto que os comprimentos independem do quanto a serraria consegue dimensionar, e sim do tamanho da prensa que se tem na indústria. Produtos maiores representam maiores ganhos e maiores preços, aumentando a competitividade, como é visto em grande parte dos países desenvolvidos, onde a indústria de MLC é maior. Outros produtos que agregam valor são os que possuem curvas, pois a dificuldade de produção é aumentada, todavia em pról de um design mais inovador e de uma estética diferenciada.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É fundamental ressaltar que as análises realizadas neste estudo tem como base as informações e dados de um projeto de indústria de madeira laminada colada de pequeno porte, planejada para a região metropolitana de Curitiba, e que os resultados e conclusões estabelecidos podem auxiliar e preparar a estruturação de novos negócios ou negócios preestabelecidos. No entanto, deve-se analisar cuidadosamente o impacto de possíveis alterações de projeto e estruturação da empresa baseados neste estudo.

Conclui-se que foi possível identificar o melhor cenário técnico-econômico de uma indústria de pequeno porte. Além disso, a análise dos diversos resultados pôde ranquear aqueles com resultados mais interessantes em comparação aos cenários com menor índice de viabilidade.

Em especial, a comparação das propriedades físicas e mecânicas da madeira laminada colada das espécies estudadas cumpre um papel essencial na formulação das conclusões, sendo que possibilitou a identificação da viabilidade técnico-econômica de ambas as madeiras. E, ainda que o eucalipto tenha obtido melhores resultados, a hipótese de atuar com projetos híbridos deve ser avaliada.

A identificação dos determinantes da viabilidade econômica da produção de madeira laminada colada revelou que os fatores intrínsecos aos investimentos iniciais e custos de produção oferecem melhores oportunidades para reformulação dos índices econômicos pretendidos. Sobretudo, o avanço tecnológico em estudos da influência da resistência mecânica da madeira pode contribuir para a economia de material, aumentando a capacidade de produção e gerando melhores resultados industriais.

Embora o trabalho tenha revelado resultados econômicos atrativos, a comparação entre os índices contribui de forma essencial para a identificação das alternativas de produção de madeira laminada colada. O presente estudo contribui para melhores possibilidades de um processo de reformulação industrial madeireiro e novas opções de desenvolvimento no Brasil.

6. REFERÊNCIAS

ABRAF. Anuário Estatístico 2016. Brasília-DF. 2017.

ACR. Anuário Estatístico de Base Florestal para o Estado de Santa Catarina 2014. 41p. Lages-SC. 2014.

ALLEGRETTI, R.D.F. Plano de negócio: indústria. Sebrae – Série Investimento. 3. ed. 2001

ALMEIDA, F. C. R. Estudo comparativo entre a normalização de desempenho e certificação ambiental para edifícios habitacionais brasileiros. São Carlos: UFSCar/Departamento de Engenharia Civil, 2010. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTION. AITC A190.1: Structural glued laminated timber, Centennial, 2007. 20 f.

AMERICAN PLYWOOD ASSOCIATION. Glulam product guide. Tacoma. Washington, 2000. 31 p.

ANGELO, H.; BRASIL, A. A.; SANTOS, J. Madeiras tropicais: análise econômica das principais espécies florestais exportadas. Revista Acta Amazônica, Manaus, v. 31, n.2, p. 237-248, abr./jun., 2001.

ARCHITECTS NEWSPAPER. Game city. Disponível em: <http://archpaper.com/news/articles.asp?id=4229>.Acesso em: 8 ago. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira, projeto de revisão submetido à consulta em maio de 2011. Rio de Janeiro, 2011. 50 p.

AZAMBUJA, M. A. Estudo experimental de adesivos para fabricação de madeira laminada colada: avaliação da resistência de emendas dentadas, da durabilidade e de vigas. 2006. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Área Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Relatório de Inflação. Disponível em: < http://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2018.

BITTENCOURT, R. M. Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira. 1995. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

BONO, C. T. Madeira laminada colada na arquitetura: sistematização de obras executadas no Brasil. (1996). São Carlos. 186 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

BRAGA, R. Fundamentos e técnicas de administração financeira. São Paulo: Atlas, 1995.

BRASIL, A A. As exportações de painéis de madeira. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRIGHAM, E. F. & EHRHARDT, M. C. Administração financeira: teoria e prática. 13. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2012.

BRITISH STANDARD, EUROPEAN STANDARD. BS EN 385: Finger jointed structural timber – Performance requirements and minimum production requirements, Brussels, 2001. 16 p.

CALIL JR, C. Programa emergencial das pontes de madeira para o estado de São Paulo. In: IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Resumo. Cuiabá: EdUFMT, 2004. 394 p.

CALIL JR, C.; DIAS, A. A. Utilização de madeira em construções rurais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 1, p. 71-77, 1997.

CALIL JUNIOR, C. O potencial da utilização do Pinus na construção civil. Téchne, São Paulo – SP, v. 10, n. 60, p. 44-48, 2002.

CALIL NETO, C. Madeira laminada colada (MLC): controle de qualidade em combinações espécie-adesivo-tratamento preservativo. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado Interunidades) – Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, 2011.

CALIL NETO, C. Recomendações para o sistema de controle de qualidade para a produção de madeira laminada colada (MLC) certificada. Itapeva: UNESP/Campus Experimental de Itapeva, 2008. 86p. Trabalho de conclusão de curso.

CARPINTERIA. Disponível em: <http://www.carpinteria.com.br> Acesso em: 15 out. 2014.

CARRASCO, E. V; OLIVEIRA, A. L. C; PAOLIELLO, C; PEREIRA, A. F; WERNECK, R.; SAFFAR, J.M. E; FRANÇA, L.R. G; SOMMER, R.M. R; BRESCIA, E. A. Certificação de Produtos Madeireiros. Anais do IX Encontro brasileiro em madeiras e estruturas de madeira (IX EMBRAMEM), 2004, Cuiabá, MT. No prelo. 2004.

CARREIRA, M. R. Critérios para classificação visual estrutural de peças de *Pinus* spp. 2003. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

CASADO, M.; JOHN, V. M. As dez obras sustentáveis mais emblemáticas do mundo. PINIWEB [Silvana Rosso; set. 2010]. Disponível em: <HTTP://www.piniweb.com.br/construcao/sustentabilidade/as-dez-obras-mais-sustentaveisdo-mundo-184801-1.asp>. Acesso em: 10 ago. 2015.

CASAROTTO FILHO, N. C. & KOPITTKE, B. H. Análise de investimentos. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CAVALCANTE, F., ZEPPELINI, P. D. Tipos de investimentos importantes na elaboração do fluxo de caixa-Parte I. UP-TO-DATE® - N° 166. 2018.

CHEUNG, A. B.; CALIL JR, C.; CARREIRA, M. R.; MARTINEZ, M. Avaliação da resistência à tração de emendas dentadas em peças de madeira de dimensões estruturais. Revista Ciencia y Tecnología, Chile, 2002.

COIADO, B. P.; DIAS, A. A. Avaliação da resistência à tração paralela às fibras de peças de madeira de Pinus sp com dimensões estruturais e classificadas visualmente. In: IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2004, Cuiabá. Anais. Cuiabá: ed. UFMT, 2004. v. CD-ROM. 10 p.

CORREIA NETO, J. F.; MOURA, H. J &; FORTE, S. H. A. C. Modelo prático de previsão de fluxo de caixa operacional para empresas comerciais considerando os efeitos do risco, através do método de Monte Carlo. Revista Eletrônica de Administração, v. 8, n. 3, 2002, pp. 32-45.

CUNHA, A. B.; MATOS, J. L. M. Determinação do módulo de elasticidade em madeira laminada colada por meio de ensaio não destrutivo (“stress wave timer”). Revista Árvore, Viçosa, v. 34, n. 2, 2010.

DAMODARAN, A. Avaliação de investimentos. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

DELESPINASSE, B. F. M., Simulação de análise de investimentos na indústria de compensados no Brasil. Dissertação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - UFPR. Curitiba-PR, 1995.

DEUTSCHE NORM, EUROPEAN STANDARD. DIN EN 386: Glued laminated timber: performance requirements and minimum production requirements, Berlin, 2001. 14 f.
ed. Porto Alegre: 2001. 125p.

FLEISCHER, G.A. Teoria da aplicação do capital. Um estudo das decisões de investimento. São Paulo: E. Blücher, 1973.

FREZATTI, F. et al. Decisões de investimento em ativos de longo prazo nas empresas brasileiras: qual a aderência ao modelo teórico?. Revista de Administração Contemporânea, vol. 16, n. 1, 2012, pp. 23-35.

FURTADO, F.R.C. Análise de viabilidade econômica ambiental para uso da espécie paricá em vigas laminadas coladas. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Tecnologia da Madeira) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de PósGraduação em Engenharia Florestal, Lages, 2014.

GLOBALWOOD. Site de informações de preços de madeira no mundo. Disponível em: <www.globalwood.com>. Acesso em: 10 ago. 2015.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Desenvolvimento econômico. Disponível em: http://www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-desenvolvimento-economico/7675-empresa-ekomposit-do-brasil-se-instalara-em-lages-e-deve-gerar-200-empregos-diretos Acesso em: 23 ago. 2016.

GRANATO, A.F. Aspectos tecnológicos da fabricação de elementos estruturais de madeira laminada colada. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos. 81p, 2011.

GUJARATI, D. N . Econometria básica. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 846 p.

HARRISON, I. W. Avaliação de projetos de investimentos. São Paulo: McGraw-Hill

HESS, G. et al. Engenharia econômica. São Paulo: Ditei, 1980.

HIRSCHFELD, H. Engenharia econômica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1986.

HOJI, M. Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2016. Disponível em: www.iba.org. Acesso em: 1º ago. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.com.br. Acesso em: 24 ago. 2015.

ICIMOTO, F. H. Dormentes de madeira laminada colada de *Pinus oocarpa*. Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos, 126p. 2013.

ITTO. Tropical Timber Market Report. Volume 21 Número 5, primeira quinzena de Março. 2017. Disponível em: https://itto-d2.r-cms.jp/files/user/mis/MIS1-15%20Aug%202015.pdf Acesso em: 23/03/2017.

LARA-PALMA, H. A.; BALLARIN, A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. Scientia Forestalis, Piracicaba – SP, n. 64, p. 13-22. (2003).

LEITE, T. M.; SANTOS, P. A. F. M.; VALLE, I. M. R. O uso da madeira laminada colada no Brasil: panorama e desafios. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318684521_O_USO_DA_MADEIRA_LAMINADA_COLADA_NO_BRASIL_PANORAMA_E_DESAFIOS. Acessado em: 3 set. 2018.

LIMA, JR. M. P. et al. Simulação de Monte Carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projetos. In: Anais do Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói, 2008.

LOVATTI, M. J. Plano de manejo florestal sustentável. Contrato de Gestão nº01 de 2007. Disponível em: <http://www.amatabrasil.com.br/pt/operacoes/AMATA_Plano_de_Manejo_Sustentavel_PMFS_da_Flona_Jamari_UMFIII.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2015.

MELLO, R. L. Projetar em madeira: uma nova abordagem. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JÚNIOR, J. B. Agronegócio: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MIOTTO, J.L.; DIAS, A. A. Produção e avaliação de vigas de madeira laminada colada confeccionadas com lâminas de eucalipto. Revista Tecnológica, Edição Especial ENTECA, p.35-45, 2009.

MOELVEN TÖREBODA AB Corporate. Disponível em: http://www.moelven.com/se/Produkter-och-tjanster/Limtra/. Acesso em: 10 jun. 2016.

MOTTA, R. R.& CALÔBA, G. M. Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais. 1. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2011.

MOYEN, N. & PLATIKANOV, S. Corporate investments and learning. Review of Finance, 2012.

NETO, A. A. Finanças corporativas e valor. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

OLGA, H. Podcast 177 – Helio Olga: A madeira em busca de um modelo de negócios. Disponível em: <http://www.riobravo.com.br/podcast/podcast177.mp3>. Acesso em: 22 jul. 2015.

PRETTE, B. G., CARDOSO, L. S. Análise de viabilidade econômica de implantação de um novo estabelecimento de comércio de produtos naturais. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014.

PUETTMANN M., ONEIL E., JOHNSON L. Cradle to Gate Life Cycle Assessment of Glue-Laminated Timbers Production from the Southeast. CORRIM Report. Janeiro 2013. 24p.

PUETTMANN, M.E., ONEIL E., MILOTA M.R., JOHNSON L.R. 2012. Cradle to Gate Life Cycle Assessment of Softwood Lumber Production from the Pacific Northwest. CORRIM Report. Novembro 2012. 23p.

REMER, D. S. & NIETO, A. P. A compendium and comparison of 25 project evaluation techniques. Part 1: Net present value and rate of return methods. International Journal of Production Economics, v. 42, n. 1, 1995, pp. 79-96.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. Análise econômica e social de projetos florestais. Viçosa: UFV, 2001.

ROCCO, F. A., SALES, A. Materiais derivados de madeira: processos e aplicações. Notas de Aula. LaMEM – EESC/IQSC/IFSC – USP, São Carlos, 1998.

ROSS, S. A. Princípio de administração financeira. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

RUSSELL, C.; HERNANDEZ, R.; LIU, Y. J. Glued Structural Members. In: Wood handbook : Wood as an engineering material. Was., D. C.: FPL – FS – USDA, Department of Agriculture, Forest Service, Madison, 1999.

SALES, A. Características de resistência mecânica de algumas espécies de eucalipto do estado de São Paulo. 1991. 204 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

SECURATO, J. R. Crédito: análise e avaliação do risco. 4. ed. São Paulo: Saint Paulo, 2007.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro, Boletim SNIF 2017, 1. ed. Brasília-DF, 2017.

SHIMIZU, J. Y. et al. Cultivo do Pinus. Embrapa Florestas Sistemas de Produção, 5, ISSN 1678-8281. Versão Eletrônica. Nov. 2005.

SINDUSCON-PR. Nota técnica Tabela do CUB/m². Disponível em: https://sindusconpr.com.br. Acesso em: 30 maio. 2019.

SOUZA, A. & CLEMENTE, A. Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

SOUZA, M. R., TEIXEIRA, D. E. Compostos à base de madeira. Brasília: LPF/IBAMA, 2002.

STAMATO, G. C. Resistência ao embutimento da madeira compensada. São Carlos, 1997. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

TIMOFEICZYK Jr, R. Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais – um estudo de caso. Tese de doutorado. UFPR – Pós Graduação Florestal. 2004.

TIMOFEICZYK Jr, R. Projetos econômicos. UFPR – Pós Graduação em Gestão Florestal. 2018.

TRIANOSKI, R. Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos. 553p. Tese. (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

7. APÊNDICE

APÊNDICE 1 – CENÁRIO 1

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	253,8	253,8	253,8	253,8	253,8

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 1.077.345					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel	-R$ 1.645.570					
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 1.779.850
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 978.224	R$ 1.184.998	R$ 1.457.536	R$ 1.433.824	R$ 1.410.112
	Insumos Adesivo		R$ 197.964	R$ 243.648	R$ 304.560	R$ 304.560	R$ 304.560
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 2.983.436**	**R$ 3.848.053**	**R$ 5.008.104**	**R$ 5.062.320**	**R$ 6.896.386**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (1,65% 7,6% 12% 5%)		R$ 1.080.903	R$ 1.350.783	R$ 1.711.983	R$ 1.722.183	R$ 1.897.020
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel						
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004
(=) Lucro Antes do IR			**-R$ 164.953**	**R$ 105.832**	**R$ 471.568**	**R$ 506.737**	**R$ 2.157.120**
(-)Imposto de Renda	IR (15%) e CSLL (9%)		-R$ 39.589	R$ 25.400	R$ 113.176	R$ 121.617	R$ 517.709
(=) Lucro Líquido Após IR			**-R$ 125.364**	**R$ 80.432**	**R$ 358.392**	**R$ 385.120**	**R$ 1.639.411**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 3.083.408**	**-R$ 561.489**	**-R$ 355.692**	**-R$ 77.733**	**-R$ 51.004**	**R$ 1.203.287**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 3.083.408**	**-R$ 467.907**	**-R$ 247.008**	**-R$ 44.984**	**-R$ 24.597**	**R$ 483.574**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	-R$ 3.384.330
	TIR	#NÚM!

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 2 – CENÁRIO 2

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 1.077.345					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel	-R$ 1.645.570					
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 1.779.850
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 978.224	R$ 1.184.998	R$ 1.457.536	R$ 1.433.824	R$ 1.410.112
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.071.241**	**R$ 3.956.120**	**R$ 5.143.188**	**R$ 5.197.404**	**R$ 7.031.470**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (1,65% 7,6% 12% 5%)		R$ 1.089.025	R$ 1.360.779	R$ 1.724.478	R$ 1.734.679	R$ 1.909.515
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel						
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004	R$ 185.004
(=) Lucro Antes do IR			**-R$ 85.270**	**R$ 203.903**	**R$ 594.157**	**R$ 629.326**	**R$ 2.279.709**
(-)Imposto de Renda	IR (15%) e CSLL (9%)		-R$ 20.465	R$ 48.937	R$ 142.598	R$ 151.038	R$ 547.130
(=) Lucro Líquido Após IR			**-R$ 64.806**	**R$ 154.966**	**R$ 451.559**	**R$ 478.288**	**R$ 1.732.579**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557	R$ 180.557
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682	R$ 616.682
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 3.083.408**	**-R$ 500.930**	**-R$ 281.158**	**R$ 15.435**	**R$ 42.163**	**R$ 1.296.455**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 3.083.408**	**-R$ 417.442**	**-R$ 195.249**	**R$ 8.932**	**R$ 20.333**	**R$ 521.016**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	-R$ 3.145.816
	TIR	-20%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 3 – CENÁRIO 3

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 1.077.345					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 545.673
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 978.224	R$ 1.184.998	R$ 1.457.536	R$ 1.433.824	R$ 1.410.112
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.071.241**	**R$ 3.956.120**	**R$ 5.143.188**	**R$ 5.197.404**	**R$ 5.797.293**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (1,65% 7,6% 12% 5%)		R$ 1.089.025	R$ 1.360.779	R$ 1.724.478	R$ 1.734.679	R$ 1.795.354
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270	R$ 86.270
(=) Lucro Antes do IR			**-R$ 46.713**	**R$ 242.460**	**R$ 632.714**	**R$ 667.883**	**R$ 1.198.250**
(-)Imposto de Renda	IR (15%) e CSLL (9%)		-R$ 11.211	R$ 58.190	R$ 151.851	R$ 160.292	R$ 287.580
(=) Lucro Líquido Após IR			**-R$ 35.502**	**R$ 184.270**	**R$ 480.863**	**R$ 507.591**	**R$ 910.670**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735	R$ 114.735
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568	R$ 287.568
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.437.838**	**-R$ 208.335**	**R$ 11.437**	**R$ 308.029**	**R$ 334.758**	**R$ 737.837**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.437.838**	**-R$ 173.613**	**R$ 7.942**	**R$ 178.258**	**R$ 161.438**	**R$ 296.520**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	-R$ 967.293
	TIR	-4%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 4 – CENÁRIO 4

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 703.969					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 358.985
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 978.224	R$ 1.184.998	R$ 1.457.536	R$ 1.433.824	R$ 1.410.112
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.071.241**	**R$ 3.956.120**	**R$ 5.143.188**	**R$ 5.197.404**	**R$ 5.610.605**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (1,65% 7,6% 12% 5%)		R$ 1.089.025	R$ 1.360.779	R$ 1.724.478	R$ 1.734.679	R$ 1.778.085
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR			**R$ 13.027**	**R$ 302.200**	**R$ 692.454**	**R$ 727.623**	**R$ 1.088.571**
(-)Imposto de Renda	IR (15%) e CSLL (9%)		R$ 3.126	R$ 72.528	R$ 166.189	R$ 174.630	R$ 261.257
(=) Lucro Líquido Após IR			**R$ 9.900**	**R$ 229.672**	**R$ 526.265**	**R$ 552.994**	**R$ 827.314**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.064.462**	**-R$ 125.595**	**R$ 94.177**	**R$ 390.770**	**R$ 417.498**	**R$ 691.818**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.064.462**	**-R$ 104.663**	**R$ 65.400**	**R$ 226.140**	**R$ 201.340**	**R$ 278.026**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	-R$ 398.218
	TIR	8%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 5 – CENÁRIO 5

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	625,6	590,28	554,96	519,64	484,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 703.969					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 358.985
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 650.624	R$ 755.558	R$ 887.936	R$ 831.424	R$ 774.912
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.398.841**	**R$ 4.385.560**	**R$ 5.712.788**	**R$ 5.799.804**	**R$ 6.245.805**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (1,65% 7,6% 12% 5%)		R$ 1.119.328	R$ 1.400.502	R$ 1.777.166	R$ 1.790.401	R$ 1.836.841
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR			**R$ 310.324**	**R$ 691.917**	**R$ 1.209.366**	**R$ 1.274.301**	**R$ 1.665.015**
(-)Imposto de Renda	IR (15%) e CSLL (9%)		R$ 74.478	R$ 166.060	R$ 290.248	R$ 305.832	R$ 399.604
(=) Lucro Líquido Após IR			**R$ 235.846**	**R$ 525.857**	**R$ 919.118**	**R$ 968.469**	**R$ 1.265.411**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.064.462**	**R$ 100.351**	**R$ 390.361**	**R$ 783.623**	**R$ 832.973**	**R$ 1.129.916**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.064.462**	**R$ 83.625**	**R$ 271.084**	**R$ 453.485**	**R$ 401.704**	**R$ 454.088**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	R$ 599.525
	TIR	37%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 6 – CENÁRIO 6

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira	(R$/m³)	625,6	590,28	554,96	519,64	484,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 703.969					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 358.985
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 650.624	R$ 755.558	R$ 887.936	R$ 831.424	R$ 774.912
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.398.841**	**R$ 4.385.560**	**R$ 5.712.788**	**R$ 5.799.804**	**R$ 6.245.805**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (20,65)		R$ 977.759	R$ 1.208.435	R$ 1.516.843	R$ 1.523.142	R$ 1.529.441
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR			**R$ 451.892**	**R$ 883.984**	**R$ 1.469.689**	**R$ 1.541.559**	**R$ 1.972.415**
(-)Imposto de Renda	IR (1,2%) e CSLL (1,08%)		R$ 107.956	R$ 133.425	R$ 167.477	R$ 168.173	R$ 168.868
(=) Lucro Líquido Após IR			**R$ 343.936**	**R$ 750.558**	**R$ 1.302.211**	**R$ 1.373.387**	**R$ 1.803.547**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.064.462**	**R$ 208.441**	**R$ 615.063**	**R$ 1.166.716**	**R$ 1.237.891**	**R$ 1.668.051**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.064.462**	**R$ 173.701**	**R$ 427.127**	**R$ 675.183**	**R$ 596.977**	**R$ 670.352**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	R$ 1.478.878
	TIR	57%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 7 – CENÁRIO 7

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira Eucalipto (maior MOE - 2x MOE e MOR)	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 703.969					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 358.985
Receita	**Faturamento**		**R$ 4.734.912**	**R$ 5.851.987**	**R$ 7.345.488**	**R$ 7.375.992**	**R$ 7.406.496**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 611.390	R$ 740.624	R$ 910.960	R$ 896.140	R$ 881.320
	Insumos Adesivo		R$ 68.850	R$ 84.738	R$ 105.923	R$ 105.923	R$ 105.923
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 3.479.384**	**R$ 4.451.337**	**R$ 5.753.318**	**R$ 5.798.642**	**R$ 6.202.950**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (20,65)		R$ 977.759	R$ 1.208.435	R$ 1.516.843	R$ 1.523.142	R$ 1.529.441
	Comissões (20%)		R$ 946.982	R$ 1.170.397	R$ 1.469.098	R$ 1.475.198	R$ 1.481.299
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 189.396	R$ 234.079	R$ 293.820	R$ 295.040	R$ 296.260
	Frete (5%)		R$ 236.746	R$ 292.599	R$ 367.274	R$ 368.800	R$ 370.325
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR			**R$ 532.436**	**R$ 949.761**	**R$ 1.510.218**	**R$ 1.540.397**	**R$ 1.929.560**
(-)Imposto de Renda	IR (1,2%) e CSLL (1,08%)		R$ 107.956	R$ 133.425	R$ 167.477	R$ 168.173	R$ 168.868
(=) Lucro Líquido Após IR			**R$ 424.480**	**R$ 816.336**	**R$ 1.342.741**	**R$ 1.372.224**	**R$ 1.760.692**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.064.462**	**R$ 288.984**	**R$ 680.840**	**R$ 1.207.245**	**R$ 1.236.729**	**R$ 1.625.197**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.064.462**	**R$ 240.820**	**R$ 472.806**	**R$ 698.637**	**R$ 596.416**	**R$ 653.130**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	R$ 1.597.348
	TIR	61%

FONTE: O autor (2019).

APÊNDICE 8 – CENÁRIO 8

DADOS DE ENTRADA	ANOS	1	2	3	4	5
Preço MLC	(R$/m³)	6070,4	6095,82	6121,24	6146,66	6172,08
Custo Madeira Eucalipto (maior MOE - 2x MOE e MOR)	(R$/m³)	940,6	925,78	910,96	896,14	881,32
Custo Adesivo	(R$/m³)	141,23	141,23	141,23	141,23	141,23

FLUXO DE CAIXA		ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5
Investimento	Equipamentos	-R$ 703.969					
	NCG e Pré-Operacionais	-R$ 325.493					
	Móveis e Informática	-R$ 35.000					
	Barracão Imóvel						
Liberação Financiamento							
Valor residual	Valor Empresa						R$ 358.985
Receita	**Faturamento**		**R$ 7.575.859**	**R$ 9.363.180**	**R$ 11.752.781**	**R$ 11.801.587**	**R$ 11.850.394**
(-) Custo Variável de Produção	Matéria Prima Madeira		R$ 978.224	R$ 1.184.998	R$ 1.457.536	R$ 1.433.824	R$ 1.410.112
	Insumos Adesivo		R$ 110.159	R$ 135.581	R$ 169.476	R$ 169.476	R$ 169.476
(-) Custo Fixo de Produção	Mão de Obra Fábrica		R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288	R$ 575.288
(=) Lucro Bruto			**R$ 5.912.188**	**R$ 7.467.312**	**R$ 9.550.481**	**R$ 9.622.999**	**R$ 10.054.502**
(-) Despesas Gerais Variáveis	Impostos (20,65)		R$ 1.564.415	R$ 1.933.497	R$ 2.426.949	R$ 2.437.028	R$ 2.447.106
	Comissões (20%)		R$ 1.515.172	R$ 1.872.636	R$ 2.350.556	R$ 2.360.317	R$ 2.370.079
	Inadimplência e devoluções (4%)		R$ 303.034	R$ 374.527	R$ 470.111	R$ 472.063	R$ 474.016
	Frete (5%)		R$ 378.793	R$ 468.159	R$ 587.639	R$ 590.079	R$ 592.520
(-) Despesas Gerais Fixas	Pró-Labore		R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000	R$ 120.000
	Administrativos		R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800	R$ 208.800
	Aluguel		R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000	R$ 126.000
(-) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-) Despesas Financeiras	1% juros		R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868	R$ 63.868
(=) Lucro Antes do IR			**R$ 1.554.709**	**R$ 2.222.429**	**R$ 3.119.161**	**R$ 3.167.447**	**R$ 3.574.717**
(-)Imposto de Renda	IR (1,2%) e CSLL (1,08%)		R$ 172.730	R$ 213.480	R$ 267.963	R$ 269.076	R$ 270.189
(=) Lucro Líquido Após IR			**R$ 1.381.979**	**R$ 2.008.949**	**R$ 2.851.197**	**R$ 2.898.370**	**R$ 3.304.528**
(+) Depreciação	10%equip 4%imóveis e 20%informática		R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397	R$ 77.397
(-)Amortização Financiamento	Empréstimo investimento		R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892	R$ 212.892
(=) Fluxo de Caixa		**-R$ 1.064.462**	**R$ 1.246.484**	**R$ 1.873.453**	**R$ 2.715.702**	**R$ 2.762.875**	**R$ 3.169.033**
Fluxo de Caixa Descontado		**-R$ 1.064.462**	**R$ 1.038.737**	**R$ 1.301.009**	**R$ 1.571.587**	**R$ 1.332.405**	**R$ 1.273.563**

Financeiros	TMA	20%
	VPL	R$ 5.452.838
	TIR	151%

FONTE: O autor (2019).