

AVALIAÇÃO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA INDÚSTRIA DE MADEIRA LAMINADA COLADA NO BRASIL

*EVALUATION OF INVESTMENTS NECESSARY FOR THE DEVELOPMENT OF A WOOD GLULAM
INDUSTRY IN BRAZIL*

Ernesto Augusto Garbe
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
ernesto.garbe@udesc.br

Jorge Luis Monteiro de Matos
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
matos.ufpr@gmail.com

José Guilherme Prata
Universidade Federal do Paraná (UFPR)
jgprata@gmail.com

Délcio Pereira
Universidade do Estado de Santa Cararina (UDESC)
delciosbs@gmail.com

Diogo José Horst
Universidade Federal de Santa Cararina (UFSC)
diogohorst@gmail.com

Aprovado em 04/2023

Resumo

Determinar o investimento inicial em um empreendimento é a base da análise de viabilidade econômica, além de ser de grande importância para que um empresário do ramo tenha a noção dos recursos que serão necessários ao iniciar um novo negócio. O investimento inicial é composto principalmente pelos equipamentos necessários na empresa de MLC - madeira laminada colada, porém também podem ser determinados os custos pré-operacionais, bem como o capital de giro necessário. Investimentos em construções, considerando um empreendimento de pequeno porte, podem ser desconsiderados, visto que alugar um barracão é uma alternativa. Todos estes itens de investimento foram identificados no presente artigo, e somados representam o investimento necessário em uma indústria de pequeno porte de madeira laminada colada, sendo este o objetivo do trabalho. Para isto foram realizadas pesquisas bibliográficas, bem como visitas a empresas do ramo e entrevistas com empresários produtores de MLC. Foi criado um índice que facilita a determinação de um investimento em função da capacidade de produção da empresa a ser criada. Pode-se concluir que para uma capacidade industrial pequena, o índice de R\$ 610 por metro cúbico anual produzido pode ser aplicado, ou seja, em uma fábrica de 105 m³ de produção mensal, totalizam-se aproximadamente R\$ 763.000 de investimento inicial. Investimentos de grande escala podem reduzir este índice de 22% a 70%, o que pode melhorar a competitividade da empresa.

Palavras Chave: madeira laminada colada, glulam, investimentos, equipamentos, indústria.

Abstract

Determining the initial investment in a venture is the basis of the economic viability analysis, and it is of great importance for a business owner in the industry to have a sense of the resources that will be needed when starting a new business. The initial investment consists mainly of the necessary equipment in the company of glulam, but also can be determined the pre-operational costs, as well as the necessary working capital. Investments in buildings, considering a small business, can be disregarded, since renting a shed is an alternative. All of these investment items have been identified in this article, and added together represent the investment required in a small glulam industry, which is the purpose of the work. For this purpose, bibliographical researches were carried out, as well as visits to companies in the field and interviews with entrepreneurs producing glulam. An index was created that facilitates the determination of an investment according to the production capacity of the company to be created. It can be concluded that for a small industrial capacity, the R\$ 610 per cubic meter annual production can be applied, that is, in a factory of 105 m³ of monthly production, there is a total of approximately R\$ 763,000 of initial investment. Large-scale investments can reduce this ratio from 22% to 70%, which can improve the company's competitiveness.

Keywords: *Laminated wood, laminated beams, glulam, investments, equipment, industry.*

1 INTRODUÇÃO

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 este elemento estrutural tenha atendido as especificações necessárias. Uma indústria de MLC requer equipamentos que

realizem processos de acabamentos, uniões dentadas, colagem, entre outros.

Tais equipamentos podem ser facilmente encontrados nacionalmente e os principais deles são plaina, finger-joint, passadeira de cola e prensa, esta última menos facilmente encontrada. A prensa, vista a pouca procura, é um equipamento que deve ser desenvolvido sob medida, em acordo com o tamanho e versatilidade da unidade fabril desejada.

Desconhecido o investimento inicial para uma empresa de MLC, em especial os valores para a compra dos equipamentos necessários e a necessidade de capital de giro, entre outros, o presente trabalho objetivou identificar todo o investimento necessário para iniciar as atividades de produção de madeira laminada colada em uma indústria.

Para isto foram pré-selecionadas como base de respostas para os fabricantes, as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Pinus spp.*, bem como o adesivo melamina urea formaldeído (MUF). Foram determinados os equipamentos que se adequam a este tipo de material.

Foi considerada como matéria prima principal a madeira em forma de tábuas brutas secas, ou seja, apenas serradas na espessura e largura corretas, sem nenhum tipo de aplainamento superficial ou lateral, secas em estufa na umidade solicitada pelo processo.

O objetivo deste trabalho é avaliar o investimento inicial necessário para desenvolvimento de uma indústria de madeira laminada colada, bem como estabelecer um índice de valor investido calculado por metro cúbico de capacidade de produção.

Para isto é necessário avaliar os equipamentos necessários e seus respectivos preços de aquisição, bem como avaliar investimentos em terreno e construção e outros custos pré-operacionais. Também foi avaliada a necessidade de capital de giro necessária.

2 REVISÃO DE LITERATURA

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 emendas longitudinais. Dentre as emendas longitudinais existem as emendas de topo, biseladas ou dentadas. O esquema de fabricação sugerido e suas etapas é apresentado na Figura 1.

Este processo também pode ser encontrado em empresas europeias, como pode ser visto no site da Moelven, empresa fabricante de MLC na Europa. Em seu processo ainda existe adicionalmente uma fase de seleção de peças de

maior resistência, as quais são direcionadas em posições das vigas com maiores necessidades de esforços. Isto, segundo o site Moelven (2016), propõe o aumento da resistência do material produzido.

Nos Estados Unidos, o processo citado por Puettmann (2013) foi similar, porém não havia o processo de seleção de lamelas com maior resistência e este, incluía toda a cadeia de abastecimento e produção de mudas até o abate das toras e serraria, processo este anterior ao citado pelos outros autores, visto que somente são considerados a partir da madeira serrada.

Segundo Puettmann (2012), o processo de fabricação de MLC envolve a secagem de madeira serrada, classificação de madeira serrada, e no final, junção da madeira em laminações mais

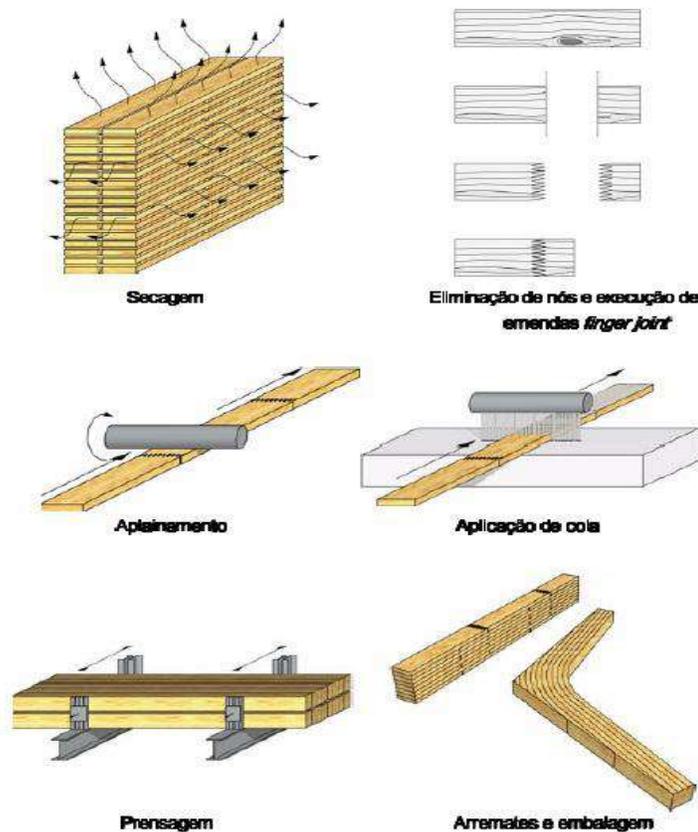


Figura 1 – Etapas da produção da MLC

Fonte: Adaptado de MELLO, (2007).

longos com sistema finger-joint. Os próximos passos são a colagem das faces das lâminas em conjunto com a resina, acabamento e embalagem.

Em visita a indústria de madeira laminada colada, Granato (2011) identificou a linha de produção da Ita. A empresa possui dois galpões, cada um com 1.500 m². Um deles é utilizado para armazenagem de matérias primas e produtos. Outro para o processo de produção da madeira laminada colada. O início se dá na estocagem, passando pela classificação visual, destopadeira para eliminação de defeitos de crescimento, aplainamento, estabilização da umidade em tabicamento organizado de acordo com a largura das lâminas, fresa para a criação das emendas dentadas, colagem e prensagem das emendas, aplainamento das lâminas, aplicação de cola e prensagem dos elementos. Na construtora Itá, toda madeira é de eucalipto, destinada à produção de MLC. A espécie de eucalipto utilizada é um híbrido de *Urograndis*, fornecida na umidade de 8%, paletizada e embalada em embalagem plástica para assegurar a manutenção da umidade. Cada palete contém aproximadamente 1,8 m³ de tábuas de 4,88 m de comprimento (GRANATO, 2011).

O equipamento que produz os entalhes múltiplos das emendas dentadas é uma fresa semi-automatizada, operada por dois funcionários que posicionam as lâminas e acionam um botão que inicia um movimento das lâminas em direção à fresa que permanece durante todo o processo girando em torno de seu eixo, porém em uma posição fixa. Após o posicionamento das lâminas são acionados dois pistões que imobilizam as peças de madeira tanto no sentido vertical como horizontal, somente após esta fixação o equipamento é acionado e as lâminas são deslocadas na horizontal para o encontro com a fresa. Após a fresagem, as lâminas são emendadas e coladas para a obtenção de lâminas com comprimento suficiente para a composição do elemento estrutural que se deseja fabricar. (GRANATO, 2011).

Tendo em vista que os elementos devem ser montados no máximo em trinta minutos antes da prensagem e para otimizar o processo, o equipamento de aplicação do adesivo é posicionado de tal forma que as lâminas passam pelo equipamento e são expulsas por uma esteira que as encaminha diretamente para a esteira da prensa, para que sejam alinhadas de acordo com o projeto do elemento a ser fabricado. O equipamento de aplicação de adesivo possui um bico aplicador de cola que despeja constantemente o produto, a uma taxa determinada de tal forma que com o passar da lâmina, a uma velocidade também controlada, a gramatura de adesivo retido pela lâmina é a recomendada pelo fabricante do adesivo para a colagem desta espécie de madeira. (GRANATO, 2011).

O tamanho máximo de um elemento que pode ser fabricado é de 12 metros, limitação esta imposta pelo tamanho da prensa. Durante a produção a prensa pode ser utilizada para a fabricação de um único elemento grande ou para a fabricação de diversos elementos menores, dispersos ao longo do comprimento da prensa e também de sua altura, neste caso é preciso prevenir o contato indesejado de cola em juntas que não deverão ser coladas. Após a colagem e prensagem, as peças são empilhadas para que o tempo de cura seja respeitado. Este tipo de adesivo requer um tempo de cura muito menor do que os adesivos bi-componentes. (GRANATO, 2011).

Após a prensagem e a cura das peças, estas entram na fase de acabamento, onde serão aplainadas as faces e eliminadas as imperfeições existentes. Esta etapa tem um caráter majoritariamente estético, podendo ser eliminada caso o elemento estrutural não fique à vista. A parte que não é estética desta etapa diz respeito à eliminação de imperfeições que possam facilitar o acúmulo de umidade e sujeiras que acelerem a degradação da peça. O aplainamento é feito com uma plaina de duas faces (GRANATO, 2011).

2.1 TIPOS DE PRODUTOS

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).

Para Stamato (1997), o enfraquecimento das seções de madeira maciça devido à existência de defeitos naturais do crescimento da árvore levou ao surgimento de produtos derivados de lâminas de madeira.

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 exemplos de benefícios que este tipo de estrutura pode propiciar (GRANATO, 2011).

A grande vantagem da MLC é a possibilidade da utilização de lamelas de melhor qualidade nas regiões de alta solicitação e lamelas de qualidade inferior nas regiões de menor solicitação. Para Azambuja (2006), esta característica possibilita a fabricação de elementos estruturais com qualidade e confiabilidade superior à da madeira sã, pois as lâminas de menores dimensões permitem uma classificação mais precisa com relação a seus defeitos, como nós e medulas, ocorrendo 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) com relação aos defeitos de secagem, que ocorrem com maior frequência em peças de grandes dimensões.

Segundo Granato (2011), apesar de não existir uma norma brasileira exclusiva para a madeira laminada colada, as orientações presentes na NBR 7190 englobam as principais atividades e

procedimentos necessários para a fabricação da MLC. As normas estrangeiras são dedicadas exclusivamente para a 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 EUA, Canadá ou Alemanha, porém a maior barreira existente, que impede a difusão deste tipo de material, é o preconceito da maioria dos brasileiros com relação ao uso de estruturas de madeira. Para Granato (2011), esta é a maior barreira e provavelmente a mais complicada de ser superada no sentido de permitir o crescimento deste mercado no Brasil.

Na Europa, a primeira aplicação da MLC data de 1890, com a construção de vigas de 10 metros de vão livre, mas de acordo com Russell et al., (1999), a partir de 1913 o sistema ganhou maior evidência com a construção de uma estrutura de cobertura com 43 metros de vão. Nesta época as aplicações da MLC eram restritas a ambientes interiores, mas com o desenvolvimento dos adesivos à prova d'água as possibilidades de aplicação deste tipo de estrutura foram ampliadas. Este tipo de estrutura chegou nos EUA em 1934, na 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, sendo 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. E para os escritórios de arquitetura oferece-se uma fonte material de concretização de suas ideias quando utilizarem a técnica de MLC podem obter projetos inovadores, ecologicamente corretos, e que poderá render lhes premiações, reconhecimento, e diferencial competitivo frente a concorrência.



a) Transporte

b) Montagem.

Figura 2 – Transporte e processo de montagem da estrutura de madeira laminada colada de 48 metros do parque de exposições de Brasília.

Fonte: Adaptado de MELLO, (2007).

A logística desta obra teve grande influência inclusive no projeto arquitetônico. 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 a cidade de Brasília, como se pode observar na Figura 2 (MELLO, 2007).

A estrutura do galpão do Parque de Exposições de Brasília (Figura 2) 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, os arcos foram fabricados em duas partes de 26 metros de comprimento.

2.2 RICHMOND OLYMPIC OVAL

Construído para as Olimpíadas de Inverno de 2010, este projeto é um marco para a arquitetura de Vancouver, Canadá. Com aproximadamente 33.000 metros quadrados a estrutura de cobertura deste 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.

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.

A escolha da madeira para a composição estrutural desta edificação levou em consideração os costumes locais, a abundância da matéria prima na região, as qualidades estéticas e de conforto ambiental, mas principalmente optou-se pela madeira devido aos benefícios ambientais referentes ao sequestro de carbono, contribuindo assim para a amenização do efeito estufa.

Na Figura 3 são apresentadas uma vista aérea e uma visão interna do ginásio construído para as olimpíadas de inverno de Vancouver.

2.3 AEROPORTO DE OSLO (NORUEGA)

O aeroporto Gardermoen (Figura 4), 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, aproveitando as melhores características de cada um. Este é um exemplo bem-sucedido de edifício sustentável, com uma construção otimizada que aproveita ao máximo a penetração de luz natural. O aeroporto produz o seu próprio calor e eletricidade (ALMEIDA, 2010).



a) Vista externa



b) Vista interna.

Figura 3 – Richmond olympic oval com 100 metros de vão livre totalizando 33.000 m² de área construída.

Fonte: ARCHITECTS NEWSPAPER, 2010



Figura 4 – Maior construção de madeira laminada do mundo no aeroporto de Oslo, Noruega

Fonte: CASADO E JOHN, 2010

Na Figura 4 é possível observar a aplicação de diferentes materiais na construção deste aeroporto.

2.4 SHOPPING IGUATEMI DE FORTALEZA – CE



Figura 5 - Shopping Iguatemi de Fortaleza – CE, considerada maior obra em MLC do Brasil

Fonte: CARPINTERIA (2014)

Atualmente, segundo divulgação da empresa Carpinteria (2014), a maior estrutura MLC do Brasil é a praça de alimentação do Shopping Iguatemi de Fortaleza – CE (Figura 5), 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.

Os cálculos de custo para a fabricação desta estrutura do Shopping Iguatemi de Fortaleza, demonstraram que seria mais viável importar as vigas de MLC da Itália do que produzi-las em território nacional, enfatizando a problemática do alto custo produtivo atual (CARPINTERIA, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o presente artigo serviu para determinar a capacidade e investimentos necessários para o processo e equipamentos, instalações e capital de giro. Cada etapa da metodologia está detalhada a seguir.

Considerando que o presente trabalho visa a determinação dos investimentos em uma fábrica de madeira laminada colada, foi determinada uma capacidade de produção condizente com o mercado atual de MLC no Brasil. A capacidade considerada foi uma porcentagem de 1% do total do mercado atual em um cenário conservador, descontando-se o que atualmente é produzido pelos concorrentes.

O fluxograma considerado 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 visita técnica a uma unidade de produção de MLC e entrevista com o responsável pela produção.

Determinados os equipamentos necessários no fluxograma, bem como algumas especificações básicas para atender a capacidade necessária, foram feitas pesquisas de preços em fornecedores de equipamentos, e assim 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 dos equipamentos, considerando-os prontos para operação. Foram verificados os preços em pelo menos três potenciais fornecedores e escolhido aquele equipamento que possuía o melhor preço, desde que atendesse aos requisitos mínimos necessários.

Para determinar o investimento necessário em terreno e construções, foram consideradas as bibliografias que citam áreas de construções de empresas de madeira laminada colada, bem como, considerado o terreno apropriado para tal construção. Foram considerados dados do CUB, para estimar custos da construção.

Foram considerados para os custos pré-operacionais todas as despesas administrativas, gastos com estudos de viabilidade econômica e elaboração de projetos técnicos que ocorrem anteriormente ao início da operação.

Quanto à necessidade de capital de giro, foram considerados os custos de estoque dos produtos, matérias primas e insumos para 30 dias de produção, ou seja, considerando que os fornecedores possuem capacidade para entregar com prazo inferior a 30 dias os materiais solicitados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item é identificado o tamanho do mercado, bem como a porcentagem de saturação deste em função da concorrência.

A capacidade fabril calculada considerou 140.000 m³ como sendo o tamanho do mercado brasileiro em um cenário conservador e descontados 15.000 m³ de MLC que são produzidas por empresas concorrentes. Totalizam assim um mercado disponível de 125.000 m³ anuais. Para dimensionamento da fábrica em estudo considerou-se 1% do mercado disponível, ou sejam, 1.250 m³ de MLC anualmente produzidas. Isto representa uma capacidade mensal de 105 m³.

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

No processo de destopo deverão ser eliminados os defeitos que prejudiquem a resistência mecânica do material, ou a colagem do mesmo. Neste processo será necessário o equipamento denominado destopadeira pneumática, o qual deverá suprir uma capacidade de pelo menos 1 m³ por hora, vista a necessidade de produção de 105 m³ mensais acabados.

Cada processo será integrado com o subsequente por meio de pistas de roletes, 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 roletes.

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

No processo de aplainamento das faces, poderá ser utilizada uma plaina de um único eixo, com largura superior a 30 cm, sendo necessário passar ambas as faces pelo processo. A velocidade de avanço da plaina deverá comportar a produção de 5 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 prensagem da madeira laminada colada deverá ser realizada por meio de uma prensa composta por elementos fixadores distanciados 40cm cada. Estes elementos fixadores deverão conter um cilindro de pressão hidráulica que garantirá uma força de pelo menos 15 toneladas, ajustáveis, de acordo com a largura das lamelas. Serão 50 conjuntos hidráulicos para totalizar os 20 metros de comprimento.

O acabamento final 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 ferramentas simples. A embalagem não requer equipamentos, pois pode ser feita manualmente.

Além dos equipamentos simples de trabalho manual, são necessários materiais elétricos, conexões pneumáticas e de exaustão, bem como outros materiais de escritório, como armários, computadores, mesas, cadeiras e outros. Para considerar estes investimentos, foi sugerida a inserção de uma margem de 10% adicionais para estes itens.

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 Roletes; 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 1.500 mm, mesa fixa 600 x 600 mm, comprimento total da máquina 3.600 mm. O preço deste equipamento é de R\$ 9.300.

Pistas de Roletes com altura mínima de 660 mm e altura máxima de 1.060 mm, número de roletes 9, capacidade de carga 200 kg, dimensões da mesa 1.650 x 500 mm, peso 30 kg. Preço de cada peça com 1,65 metros R\$ 814. Visto que são

necessários 70 metros, pode-se estimar a utilização de 43 unidades, o que totaliza um investimento de R\$ 35.002.

Finger-Joint Vertical completo com 2 pentes de cola/tanque/painel, ferramentas de vídeo, 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 para madeira de 25 mm x 75 mm de largura produz cerca de 12 a 13 m³/dia. Esta capacidade é superior à necessária e este equipamento deve ser adequado para aumento do comprimento de trabalho. O preço do equipamento é de R\$ 89.990 e a adaptação terá um custo de R\$ 25.000, o que totaliza R\$ 115.000.

Plaina de uma face desengrossadeira com rotação de 5.100 rpm, largura mesa de 305 mm e 3 facas (3 x 25 x 300 mm), motor de 3 cv e 3400 rpm. Este equipamento fará o trabalho de aplainamento das faces para a aplicação da cola. O preço desta plaina é de R\$ 7.000.

Aplicador de Cola possui 02 rolos enborrachados e 02 rolos liso, largura útil dos rolos 700 mm. Preço da passadeira de cola R\$ 12.000.

Unidade Prensa utilizando prensas do tipo C por não possuir colunas laterais, possibilitando maior liberdade de atuação da máquina, pistão possui retorno por mola, capacidade de 10 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. Será necessária realização de algumas adaptações neste equipamento, entre elas a colocação de uma maior área de contato com a madeira, fixação entre os elementos e a adaptação dos mesmos ao compressor hidráulico. Serão necessários para totalizar os 20 metros de prensa 67 elementos adaptados colocados a cada 30cm. O preço de cada elemento tipo C é de R\$ 1.112,77, totalizando para os 67 elementos R\$ 74.555. Os preços para a realização das adaptações são de R\$ 11.000, havendo a necessidade de um investimento na prensa de R\$ 85.555.

TABELA 1 – Equipamentos necessários para desenvolvimento de uma unidade de produção de madeira laminada colada de baixo grau de automação.

EQUIPAMENTO	CAPACIDADE	QUANTIDADE	PREÇO
Destopadeira	1 m ³ /h	1 unidade	R\$ 9.300
Pistas de Roletes	1,65 m x 0,5 m	70 metros	R\$ 35.002
Finger-Joint	1,5 m ³ /h	1 unidade	R\$ 115.000
Plaina 1 Face	1 m ³ /h	1 unidade	R\$ 7.000
Aplicador de Cola	1 m ³ /h	1 unidade	R\$ 12.000
Unidade Prensa	20 m	67 unidades	R\$ 85.555
Plaina 2 Eixos	1 m ³ /h	1 unidade	R\$ 98.990
Bomba Hidráulica	1,5 cv	1 unidade	R\$ 8.976
Compressor Ar	10 cv	1 unidade	R\$ 3.456
Empilhadeira	4 ton	1 unidade	R\$ 59.000
Exaustor	7 cv	1 unidade	R\$24.000
Ferramental e Outros	Diversos	10%	R\$ 46.000

Fonte: Os autores.

Plaina Desengrossadeira 02 Faces 610 mm de largura, 02 Eixos, com facas e motor 10cv. Este equipamento realiza o acabamento nas faces das vigas produzidas. O preço deste equipamento é de R\$98.990.

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 do equipamento R\$ 8.976.

Compressor de Ar, Tensão: 220/380V – Trifásico, 30pcm, Pressão máxima de 140psi - 9,6 bar, Reservatório de 200 Litros, Motor elétrico de 7,5HP - 5.5 kW. Preço do equipamento R\$ 3.453.

Empilhadeira Capacidade da carga 4000 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. Preços deste equipamento R\$ 24.000.

Ferramental para acabamentos e outros elementos para o funcionamento da produção. Considerando-se 10% adicionais conforme sugerido anteriormente, podemos estimar este valor em R\$ 46.000.

A tabela 1 demonstra os equipamentos aqui pesquisados, bem como os melhores valores de preços identificados em pesquisa em fornecedores. Estes equipamentos são dimensionados para a produção de madeira laminada colada em uma fábrica com capacidade

de 1.250 m³ anuais. O grau de automação da empresa pode ser considerado baixo.

A tabela demonstra todos os equipamentos necessários para a produção os quais somaram um investimento imobilizado em valor de R\$ 504.279. Houveram preços mais altos em outros fornecedores, porém estes valores não foram considerados, visto que os equipamentos constantes na tabela atendem aos requisitos necessários e possuem menores preços.

Consultados também os fabricantes, visto que são equipamentos simples e possuem a pronta entrega, o prazo para instalação máximo foi de 60 dias, ou seja, a partir do pedido realizado 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 poderia-se considerar 70% e 90% nos primeiro e segundo anos de funcionamento, respectivamente. Ou seja, considerar que o primeiro ano serão produzidos 70% da capacidade dimensionada, visto que haverá ajustes e melhorias.

Considerando que a Itá Construtora 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. Este barracão, para bem comportar os equipamentos, deve estar construído com as medidas de 30 x 50 m.

Foi determinado o valor de investimento desta construção, baseado no CUB para Galpão Industrial (dados de agosto de 2016) R\$ 773,93/m², ou seja, R\$ 1.160.895 de investimento.

Também foi avaliada a possibilidade de locação de um imóvel com a metragem necessária. Foram obtidos dados de aluguel por metro quadrado, e os melhores orçamentos foram de R\$ 5 por metro quadrado mensais, o que multiplicado pela área necessária determina um aluguel de R\$ 7.500 mensais.

Para despesas administrativas consideraram-se os salários com encargos de toda a equipe de gestão administrativa prevista, atuando pelo período de

6 meses, tempo de desenvolvimento e montagem da planta, o que totalizam R\$ 84.000. 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\$ 48.000. Quanto à elaboração dos projetos técnicos foi orçado com engenheiros especializados e o custo incluindo elétrico, hidráulico, estrutural e arquitetônico totalizou R\$ 26.000. Portanto para custos pré-operacionais totalizam R\$ 158.000.

Considerando-se 30 dias de produção, podemos estimar a necessidade de capital de giro como sendo o somatório dos estoques de matérias primas e insumos. Portanto para produtos estimam-se 105 m³, que segundo dados de perdas do processo serão necessários 140 m³ de madeira bruta ao valor de R\$ 719,90/m³, já considerada a quantidade de cola MUF, portanto R\$ 100.786 são necessários de capital de giro.

O valor de investimento total para a produção de 105 m³ madeira laminada colada mensais pode ser estimada somando-se os valores de Investimento em Equipamentos; os Custo Pré-Operacionais; e o Capital de Giro. Vista a possibilidade de locação do espaço físico, podem ou não ser considerados no investimento total a compra de terreno e construção de barracão industrial.

Somando-se, portanto, os equipamentos necessários (R\$ 504.279); os custos pré-operacionais (R\$ 158.000) e o capital de giro (R\$ 100.786), totaliza-se um investimento total da ordem de R\$ 763.065, sem considerar a construção. Caso seja considerada a construção, adiciona-se ao total R\$ 1.160.895, o que totaliza um investimento de R\$ 1.923.960.

Podemos considerar então como índice um valor de investimento por capacidade de produção de R\$ 1.539/m³ anuais ao considerar o investimento em construções e R\$ 610/m³ anuais considerando apenas os valores de Investimento em Equipamentos; os Custo Pré-Operacionais; e o Capital de Giro.

Segundo o site do Governo de Santa Catarina (2016), será implantada uma unidade de

produção de compósitos de madeira colada para construção civil, a qual terá 200 operários, trabalhando em 17.000 m² de área construída e o investimento de grande porte na ordem de R\$ 48 milhões e uma capacidade instalada de 100.000 m³ anuais. Indexado, pode-se estimar em R\$ 480/m³ anual produzidos, valor inferior ao investimento de pequeno porte avaliado no presente estudo. Isto nos mostra certa economia por produção em escala.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste capítulo é possível apresentar as seguintes conclusões:

O investimento necessário em construções é superior ao restante dos investimentos necessários em equipamentos e pré-operacionais.

Há a possibilidade de investimento na fábrica de pequeno porte sem a necessidade de investimento em construções, para isto pode-se optar por alugar o espaço.

Desconsiderando-se os investimentos em construções, os investimentos em equipamentos superam os necessários em capital de giro e pré-operacionais.

O investimento em uma produção de pequena escala é inferior ao investimento de grande escala, porém se considerado um índice de valor por m³ de capacidade instalada, instalações de grande porte podem ser de 22% a 70% menores.

Considerando o investimento necessário para desenvolvimento da indústria de produção de madeira laminada colada é possível determinar os potenciais resultados em termos de avaliação econômica do projeto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. C. R. Estudo comparativo entre a normalização de desempenho e certificação ambiental para edifícios habitacionais brasileiros.

54 p. Trabalho de Conclusão de Curso. São Carlos: UFSCar/Departamento de Engenharia Civil, 2010.

ARCHITECTS NEWSPAPER. Game City. 2010. Disponível em: <<http://archpaper.com/news/articles.asp?id=4229>>.

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. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-22112010-145050/pt-br.php>

CARPINTERIA. Estruturas de Madeira. 2014. Disponível em: <<http://www.carpinteria.com.br>>

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](http://www.piniweb.com.br/construcao/sustentabilidade/as-dez-obras-mais-sustentaveisdo-mundo-184801-1.asp)>. Acesso em: 10 ago. 2015.

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 Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2014. Disponível em: <http://www.tede.udesc.br/bitstream/tede/1902/1/PGEF14MA018.pdf>

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.

GARBE, E.A. Avaliação da viabilidade econômica da produção de vigas laminadas coladas de diferentes espécies e adesivos. Tese de

doutorado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - UFPR. Curitiba-PR, Brasil, 2017.

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.

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. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp035553.pdf>

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. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8714/5169>

MOELVEN TÖREBODA AB CORPORATE. Disponível em: <http://www.moelven.com/se/Produkter-och-tjanster/Limtra>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

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. Disponível em: https://corrim.org/wp-content/uploads/2018/06/SE-Glulam-LCA-report-1_7_13-final.pdf

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. Disponível em: <https://corrim.org/wp-content/uploads/2018/06/PNW-Lumber-final-May-2013.pdf>

ROCCO, F. A., SALES, A. Materiais Derivados de Madeira: Processos e aplicações. Notas de Aula. LaMEM – EESC/IQSC/IFSC – USP, São Carlos, 1998.

RUSSELL, C.; HERNANDEZ, R.; LIU, Y. J. Glued Structural Members. Wood Handbook: Wood as

an engineering material. Was., D. C.: FPL – FS – USDA, Department of Agriculture, Forest Service, Madison, 1999.

SINDUSCON-RIO. Nota técnica Tabela do CUB/m². Disponível em: <http://www.sindusconrio.com.br/cub.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2016.

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. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-16032018-163457/pt-br.php>