

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA

EUCALYPTUS ROUNDWOOD AS A STRUCTURAL AND CONSTRUCTIVE SOLUTION

Matheus Barreto de Góes
Universidade Federal de Minas Gerais
matheusbarretog@ufmg.br

Clécio Magalhães do Vale
Universidade Federal de Ouro Preto
clecio@ufop.edu.br

Geraldo Donizetti de Paula
Universidade Federal de Ouro Preto
geraldo.paula@ufop.edu.br

Resumo:

O presente trabalho visa fazer uma apresentação, por meio de uma revisão bibliográfica, a respeito da madeira roliça de eucalipto, contextualizado a sua origem e disseminação no Brasil. Serão apresentados ainda seu processo de tratamento, métodos de utilização na construção civil e vantagens em comparação com outros processos construtivos. Com a finalidade de informar aos projetistas sobre a sua disponibilidade, também foi realizada uma pesquisa na cidade de Divinópolis, apresentando as medidas disponíveis para compra desse material, e quais as destinações adequadas para cada medida e cada comprimento. Por fim nas considerações finais é apresentado que esse material tem uma ampla possibilidade de utilização na construção civil, e um potencial de exploração e aproveitamento para ser aplicado em diversas obras.

Palavras-Chave: Madeira roliça, eucalipto tratado, Madeira de reflorestamento, construção em madeira.

Abstract:

The present work aims to make a presentation through a bibliographical review about the roundwood of eucalyptus, contextualizing its origin, dissemination in Brazil, also presenting its treatment process, methods of use in civil construction and advantages compared to others constructive processes. And in order to inform designers about its availability, a survey was also carried out in the city of Divinópolis, presenting the measures available for purchasing this material, and the appropriate destinations for each measure and each length. Finally, in the final considerations, it is presented that this material has a wide possibility of use in civil construction, and a potential for exploration and exploitation to be applied in various works.

Keywords: Round wood, treated eucalyptus, Reforestation wood, wood construction.

1.INTRODUÇÃO

A madeira é um material durável, de fácil obtenção e manuseio. Em tempos antigos, antes do desenvolvimento de máquinas para seu beneficiamento, a madeira era utilizada em sua forma natural, roliça, apenas com alguns ajustes feitos com ferramentas manuais. Porém, com a criação de motores, ferramentas elétricas e serrarias, a madeira passou a ser beneficiada para se obter um material mais uniforme e simplificar a sua utilização. No decorrer do tempo, com a criação e propagação de novos materiais e métodos construtivos, como concreto armado e aço estrutural, a madeira perdeu muito espaço no cenário construtivo e teve o seu potencial subutilizado (ALTOÉ, 2009).

Em comparação com esses dois processos de construção (baseados no concreto e no aço) a construção com madeira possui vantagens, como a sustentabilidade. Além de ser um material renovável que consome baixa energia para produção e auxilia no processo de redução de CO₂ da atmosfera, a madeira tem alta resistência e é de baixo custo. Este tipo de material ainda pode ser produzido e beneficiado localmente em pequenas propriedades, e possui manejo simplificado, o que o torna um material altamente competitivo (BRITO, 2010).

A madeira de reflorestamento é empregada para diversas finalidades e necessidades de utilização da madeira, visando a preservação de espécies nativas do território. Dentre as duas escolhas feitas pelos produtores nacionais nos anos 60, encontram-se o gênero *Eucalyptus* (dicotiledôneas) e *Pinus* (coníferas) (BRITO, 2010). Como a utilização de pinus na construção civil é indicada em sua maioria para áreas internas e de classificação leve, como guarnições, rodapés, forros e lambris; e também para construções temporárias como formas, pontaletes, ou andaimes (IPT, 2021), o foco deste trabalho será o estudo do eucalipto.

Atualmente no Brasil, o eucalipto é cultivado em 7,5 milhões de hectares, em várias regiões, sendo Minas Gerais e Mato Grosso do Sul os estados que detêm a maior área de cultivo, seguidos por São Paulo e Paraná. Em relação à finalidade de uso dessa área plantada, todos os estados, cultivam suas florestas para a produção de madeira como matéria-prima para as indústrias. Os setores industriais incluem papel e celulose, lenha, indústria moveleira, secadores de grãos e, por fim, a construção civil. Em Minas Gerais, que detém a maior área cultivada do país, a produção é distribuída entre os setores principais de utilização. (RODRIGUES *et al.*, 2021)

Segundo estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, na região Sudeste, menos de 1% dos domicílios possui componentes estruturais de madeira. Este valor está muito abaixo

dos 15,8% apresentados pela região Sul, e ainda mais longe dos 22,3% apresentados pela região norte; mesmo sendo a maior região produtora de eucalipto do país. (IBGE, 2020).

Visando fomentar o uso da madeira roliça de eucalipto de pequeno diâmetro na construção civil, especificamente para o uso em sistemas estruturais e construtivos, é necessário informar aos arquitetos, engenheiros e construtores – mas também a um público consumidor mais amplo – o potencial construtivo desse material e como ele pode ser usado de uma forma que explore suas qualidades (durabilidade, trabalhabilidade, versatilidade, sustentabilidade, baixo custo e exigência mão de obra) em relação aos outros processos construtivos tradicionais.

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é apresentar as características relativas ao uso da madeira roliça de eucalipto para a construção de habitações e outras estruturas.

2. METODOLOGIA

Para estudar a madeira roliça de eucalipto como matéria-prima para estruturas e componentes construtivos na construção civil, a metodologia de trabalho consistiu em:

- Realização revisão de literatura a respeito do material de estudo (madeira roliça de eucalipto) apresentando suas origens, processo de disseminação e desenvolvimento de plantio no Brasil, com a destinação das florestas plantadas.
- Apresentação do processo de tratamento da madeira, levantando todas as etapas e as suas vantagens e desvantagens.
- Contextualização da aplicação histórica da madeira roliça na construção civil, apresentando os benefícios de sua utilização em relação aos outros sistemas.
- Demonstração de processos de associação de peças para usos na construção civil .
- Identificação da disponibilidade da matéria-prima em âmbito local regional (variedades disponíveis para venda, comprimentos, diâmetros e finalidades.).

3. A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO

O gênero das árvores *Eucalyptus* é pertencente à família Myrtaceae (RIZZINI, 1981) incluindo entre outros 70 gêneros e cerca de 3000 espécies de arbustos e árvores. A madeira proveniente dessas espécies é, em sua grande maioria, dura, resistente, pesada, com textura fina e

uma baixa estabilidade dimensional (RECORD; HESS, 1949). O gênero *Eucalyptus* é representado por árvores com taxas de crescimento elevadas, plasticidade, forma retilínea do fuste, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas, adaptadas às mais variadas condições de uso. Nas últimas décadas, pôde ser observado um aumento elevado nas informações básicas sobre as propriedades desta variedade de madeira. (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Um estudo realizado por Gomes (GOMES *et al.*, 2006), demonstra que é possível obter uma melhoria na estabilidade dimensional da madeira de eucalipto através de modificação química, por meio da redução de grupos de hidroxilas livres. Devido a madeira ser um material higroscópico, ou seja, que é capaz de perder e absorver água do ambiente, ela está sujeita a mudanças dimensionais causadas pelas alterações nos níveis de umidade. Isso causa vários problemas durante a utilização e as etapas de processamento da madeira. Ainda segundo Gomes:

Essa higroscopicidade se deve à natureza hidrofílica dos constituintes da parede celular, onde as hidroxilas presentes na celulose, hemiceluloses e lignina são polares e podem se ligar a moléculas de água. Por meio da modificação química, pode-se reduzir a tendência da madeira a sofrer variações dimensionais com as alterações de umidade. Isso se deve ao fato de que as hidroxilas estariam ligadas a outros componentes, não estando assim disponíveis para interação com a água. (GOMES *et al.*, 2006)

Outro estudo realizado por Loiola (LOIOLA, 2012), encontrou resultados significativos para melhorias na estabilidade dimensional da madeira de eucalipto por meio da utilização de soluções salinas.

3.1.1.Desenvolvimento do eucalipto no cenário nacional e estadual

As informações a respeito do início da cultura do eucalipto no Brasil são diversas, mas existem relatos que tenha sido há cerca de 200 anos, com mudas trazidas por D. Pedro I, para plantio no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (VENTURIN, 2014). Durante todos esses anos, a espécie teve o seu valor comercial modificado e elevado. Seu uso estava primariamente ligado à geração de energia, como lenha para locomotivas e queima em indústrias, em sua maioria siderúrgicas; uso que ainda ocorre nos dias atuais. Porém, na atualidade o principal setor de utilização do eucalipto é a indústria de papel e celulose, e também o processamento de toras em compensados, chapas e laminados (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Atualmente, no Brasil, são cultivados cerca de 7,5 milhões de hectares de eucalipto, em diversas regiões. Os principais estados cultivadores, são: Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo. O crescimento do uso do eucalipto nos setores de siderurgia, papel e celulose motivou a

disseminação do plantio desse gênero pelo país. Impulsionados por incentivos fiscais do governo, os estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e do Mato Grosso do Sul tiveram um papel decisivo na consolidação da eucaliptocultura pelo Brasil, abrigando sedes de grandes empresas produtoras de celulose no território nacional (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Em Minas Gerais o cultivo do eucalipto se desenvolveu devido à indústria siderúrgica. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o estado é responsável por 1.966.626 ha. plantados, taxa que corresponde à 26% do total nacional, sendo o maior estado produtor de eucalipto. As principais regiões mineiras produtoras se encontram no Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha, e as plantações são destinadas à produção de carvão vegetal que abastece as indústrias siderúrgicas do Vale do aço. Um aspecto importante a ser levado em consideração na escolha do eucalipto como opção viável de madeira de reflorestamento para abastecimento de siderurgias é a sua rápida taxa de crescimento se comparada com madeiras similares. O pinus, por exemplo, leva cerca de 14 a 15 anos para atingir a idade de maturação, enquanto o eucalipto leva em torno de 7 anos (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Quando se trata do corte para a produção de móveis, o eucalipto demora cerca de 14 anos para atingir a idade de maturação, o dobro do tempo de corte para produção do carvão vegetal. Ainda assim, se torna uma opção atrativa para esse setor, visto que as madeiras nativas podem demorar muitas décadas a mais, e sua utilização pode ser proibida por lei. A diminuição de extração de madeira nativa para produção de móveis é outro aspecto positivo para o cultivo do eucalipto no estado (REZENDE; SANTOS, 2010).

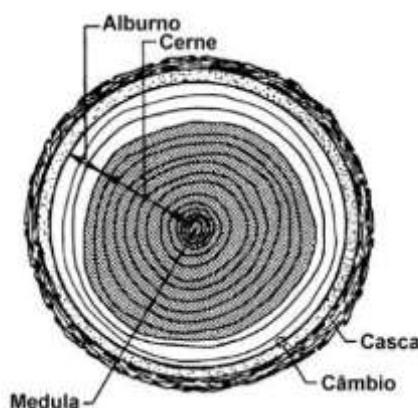
Ao se optar pela utilização de madeira é aconselhável estar ciente das características intrínsecas a cada espécie para que ela satisfaça a finalidade de uso proposta. Para um desempenho satisfatório, é necessário que a madeira atenda a requisitos relativos a propriedades físicas e mecânicas, de durabilidade, tratamento, fixação, entre outros (BRITO, 2010).

A durabilidade natural da madeira é a característica intrínseca à espécie de resistir ao ataque de organismos xilófagos (cupins, fungos, insetos, etc). Essa qualidade é referente ao cerne da madeira (Ver Figura 1), visto que na prática, o alburno das espécies são considerados não duráveis (BRITO, 2010).

Processos de tratamento são necessários às madeiras cujo cerne não é considerado naturalmente resistente aos organismos xilófagos, ou se a peça utilizada contém partes de alburno.

Nesses casos a tratabilidade da madeira, que é a sua capacidade de ser impregnada por algum produto, é essencial, e da mesma forma que a durabilidade, a tratabilidade é instrínseca a cada espécie. Sendo assim, se uma espécie não é considerada durável, e nem apta a receber algum tratamento, deve-se optar por outra variedade para a finalidade proposta (BRITO, 2010).

Figura 1: Nomenclatura das estruturas internas da madeira



Fonte: (BRITO, 2010)

3.1.2. Processo de Tratamento do Eucalipto

O tratamento ou imunização da madeira de eucalipto, assim como outras espécies, pode ser feito de formas artesanais, com aplicação de produtos manualmente, ou pode ser industrializada por meio de autoclave. Nesse método industrial, a preservação da madeira ocorre por meio de vácuo-pressão, no qual são adotadas um conjunto de medidas preventivas e curativas para controlar agentes biológicos, físicos e químicos que afetam a durabilidade da madeira. (PROMAT, 2021)

Conhecido como processo Bethell, ou célula cheia (ARAÚJO *et al.*, 2010), essa preservação é efetuada em autoclaves horizontais de grande porte (podendo passar de 100 mil litros) e atingindo 12 metros de comprimento (Figura 2).

Figura 2: Entrada da madeira na autoclave



Fonte: (MATA VERDE, 2021)

Antes de ser imunizada, a madeira passa por um processo de preparação. A casca é retirada e as peças são colocadas para secar até atingir a umidade ideal para o tratamento. Para maior controle do processo, um medidor de umidade é utilizado. O principal produto utilizado por empresas no Brasil atualmente, é conhecido como arseniato de cobre cromatado – CCA, um produto preservativo hidrossolúvel a base de cobre (Cu), cromo (Cr) e arsênio (As). Esse processo preservativo foi desenvolvido na Índia, nos anos 1930, e considerando que ainda não se conhece um método perfeitamente seguro para os seres humanos, é o que atinge melhores resultados em níveis de eficiência, custo benefício e segurança. Esse método apenas deve ser executado por meio de autoclaves e do processo de vácuo e pressão. (ARAÚJO *et al.*, 2010)

Mesmo sendo muito utilizado no Brasil e no mundo, o fato dessa composição química conter o arsênio, que apresenta uma taxa de toxicidade ao ser humano, e também o produto não apresentar uma eficiência completa em madeiras com pouca permeabilidade, alguns outros métodos de preservação de forma industrial vem sendo desenvolvidos ao longo dos anos. Um exemplo é o método cobre, cromo e boro (CCB), desenvolvido na Alemanha na década de 1960. A substituição do arsênio pelo boro na composição faz com que o produto seja menos tóxico, porém resulta em menor proteção contra insetos e maior lixiviação (ARAÚJO *et al.*, 2010).

As empresas garantem que a durabilidade e proteção da madeira são relativas de acordo com a destinação do material. Peças que são utilizadas diretamente em contato com o solo, como mourões, estacas e postes, tem uma garantia mínima de 15 anos, e peças que não ficam em contato com solo ou intempéries, como telhados, podem ter durabilidade de 20 a 30 anos (ARAÚJO *et al.*, 2010). A durabilidade da madeira também é influenciada pela sua qualidade antes do tratamento, como a presença de trincas curvas, etc. Entretanto, mesmo que a garantia estabelecida pelas empresas que fazem o tratamento e pelas indústrias que produzem o produto químico, ser relativamente curta (entre 15 e 20 anos) é muito comum ver estruturas e peças que atingem muito além do tempo de garantia.

Além do método industrial de tratamento que pode encarecer o custo do material, é muito comum o uso de processos de tratamento artesanais na tentativa de prologar a vida útil da madeira. Outros métodos podem ser aplicados, como óleo queimado e fungicidas, normamente efetuados nas propriedades onde o próprio eucalipto é cortado, destinado à aplicação em mourões e cercas (MILL, 2019). Esse proceso pode ser mais acessível financeiramente, porém não garante o prolongamento da vida útil da madeira como o método industrial.

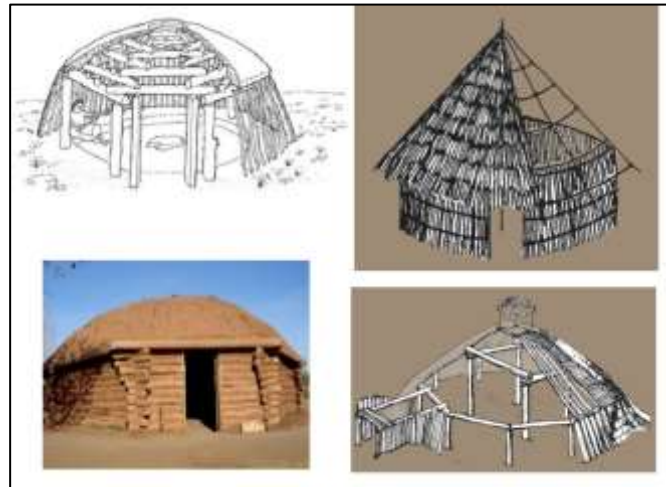
3.2 APLICAÇÃO DE MADEIRA ROLIÇA NAS CONSTRUÇÕES

Por se tratar de um produto obtido na natureza facilmente, a madeira roliça é usada como matéria-prima para a construção de abrigos desde as primeiras civilizações. Exemplos de habitações de povos pré-históricos nômades são encontrados na literatura, baseados em plantas circulares (ver Figura 3), com estrutura em madeira roliça e coberta com galhos e folhas de árvores. Com a evolução da construção através dos anos, o formato circular se tornou retangular, visto que o formato anterior dificultava possibilidades de expansão, e em determinadas épocas do ano eram necessárias a construção de um novo “cômodo” para estocar a produção das colheitas (ALTOÉ, 2009).

A madeira foi, por muito tempo, produto base para construção de habitações na humanidade, porém após a revolução industrial, com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos como concreto e o aço, a madeira perdeu espaço entre as construções. Isso se deu principalmente pelo tempo de realização mais curto de obras realizadas com esses novos materiais, e por seu uso representar um desgaste para as florestas de madeiras nativas, resultando em um impacto ambiental crescente. Alguns países, como Estados Unidos e Canadá, que possuem grandes florestas nativas não diminuíram a sua aplicação e exploração na construção civil.

No Brasil (SHIGUE, 2018), o aumento do número de casas construídas em madeira se deu no final do século XIX, com o fim da escravidão e a necessidade de importação de mão de obra trabalhadora. A chegada de imigrantes europeus (principalmente na região Sul do país) para trabalharem nas fazendas, trouxe com eles também trabalhadores com experiência e conhecimento das técnicas de construção em habitações de madeira. Com isso, já no início do século XX as máquinas e equipamentos também começaram a ser importados, as primeiras serrarias foram instaladas e a madeira passou a ter uma nova utilização e forma de beneficiamento nesses mercados (ALTOÉ, 2009): a transformação da “madeira roliça” em “madeira serrada”.

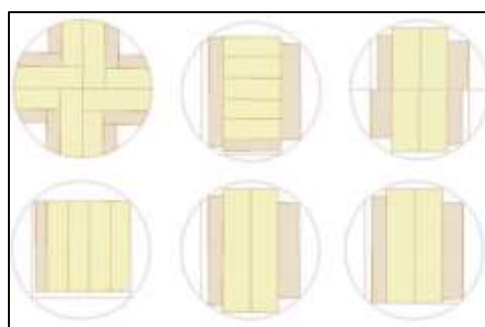
Figura 3: Exemplos de edificações de povos nativos com plantas circulares



Fonte: Adaptado de (HARLAND, 2010)

No entanto, como a natureza do processo de beneficiamento da madeira se baseia na transformação de sua forma natural irregular em um formato regular, com medidas padronizadas pelo mercado, este processo sempre resultará em um desperdício do seu volume original. Embora existam diversas técnicas utilizadas para desdobro das toras de madeira, com os cortes de tábuas variando ao longo do tronco (Figura 4), as partes que não se tornam tábuas são destinadas a usos secundários, como serragem, ou apenas descartadas como resíduo.

Figura 4: Exemplo de técnicas de desdobro de toras de madeira



Fonte: (COSTA *et al.*, 2020)

Além disso, como a peça serrada final apresenta uma redução nas suas dimensões transversais, isso resulta em uma diminuição da resistência e rigidez da peça. Esses fatores, aliados com a necessidade de investimento em maquinários e mão-de-obra, gastos de energia e recursos naturais faz

com que o uso da madeira na sua forma roliça seja mais sustentável para o meio ambiente (BRITO, 2010).

3.2.1 Aspectos relativos à utilização da madeira roliça na construção civil

Entre os benefícios já citados, outras vantagens da utilização da madeira roliça de eucalipto na construção civil são (BRITO, 2010):

- Como as madeiras são originadas de árvores de reflorestamento, levam a uma preservação das florestas nativas.
- A forma roliça traz ainda a preservação das características mecânicas naturais.
- As fibras longitudinais não são cortadas, portanto não sofrem alteração
- Pela características das árvores de reflorestamento, elas são espécies mais leves, reduzindo gastos com fundações e equipamentos.
- Redução na contratação de mão-de-obra especializada para realização das construções.
- Gasto reduzido com beneficiamento da madeira.
- Rápido crescimento
- Menor tempo de transição entre a plantação e o produto entregue ao cliente
- Fácil disponibilidade.
- Adaptabilidade das espécies ao solo de todas as regiões do país.
- Variedade de diâmetros e comprimentos .

Diante de todas essas características podemos dizer que a madeira roliça de eucalipto possui vantagens sobre a madeira serrada. No entanto, no relatório *Round small-diameter timber for construction* (Madeira roliça de pequeno diâmetro para construção), elaborado por pesquisadores europeus em 1999 (RANTA-MAUNUS, 1999), foram encontrados motivos para a baixa utilização da madeira. Entre eles podemos citar a falta de material em alguns pontos de venda; insuficiência de métodos e de sistemas específicos para utilização da madeira roliça, que não são amplamente conhecidos por carpinteiros e projetistas, falta de conhecimento da caracterização mecânica e inexistência de modelos e padrões de referência para novos projetos (RANTA-MAUNUS, 1999).



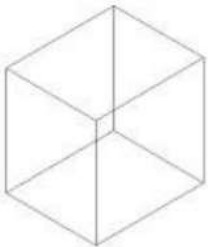
3.2.2 Arquitetura com madeira roliça

A variedade de medidas de comprimento e diâmetro encontradas para se adquirir a madeira

roliça é alta. Isto, aliado às suas outras vantagens, possibilita uma enorme gama de usos para a construção civil. As peças podem ser utilizadas separadas, ou em união, para se criar uma volumetria específica. As diferentes formas de arranjo possibilitam a criação de sistemas construtivos que podem ser utilizados como estrutura, fechamento ou decoração (TERIBELE, 2011).

As peças de madeira roliça precisam de estratégias para serem unidas e gerarem composições. A partir disso, Teribele divide as formas de união em 3 categorias, conforme a Figura 5 (TERIBELE, 2011).

Figura 5: Formas geométricas de estruturas com madeira roliça

		
Unidimensional	Bidimensional	Tridimensional

Fonte: (TERIBELE, 2011)

Os formatos bidimensionais podem se tornar: Paredes, que variam entre auto-portantes ou apenas de vedação; cobertura, que são as treliças planas, e também decoração (Figura 6).

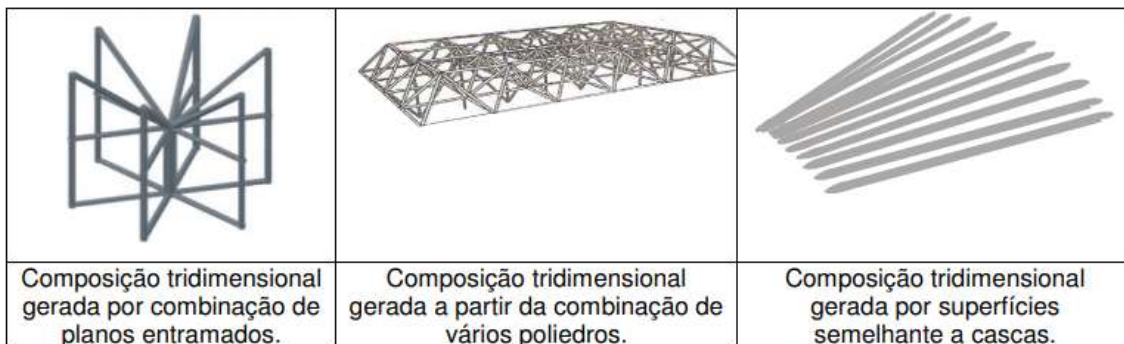
Figura 6: Formas geométricas bidimensionais

			
Plano fechado formado por peças "empilhadas", como no sistema <i>log home</i> .	Plano formando um "entramado" de peças.	Plano cujas peças são duplicadas.	Plano formado superfície perpendicular ao solo.

Fonte: Fonte: (TERIBELE, 2011)

Para os modelos tridimensionais, as opções de utilização são sistemas estruturais, como pontes, pórticos, torres, e sistema de construção pilar-viga; e também exposições sobre as coberturas, formadas por treliças espaciais, e superfícies tridimensionais. (Ver Figuras 7 e 8).

Figura 7: Formas geométricas bidimensionais



Fonte: Fonte: (TERIBELE, 2011)

Figura 8: Exemplos de utilização da madeira roliça na construção civil



Fonte: a (CASABELLA, 2021), b (LOG HOME OUTLET, 2021), c (BUKAUSKAS, 2015)

4, DISCUSSÕES SOBRE O TEMA

Para verificação da viabilidade construtiva com a madeira roliça de eucalipto, foi realizado um levantamento na cidade de Divinópolis, Minas Gerais, através de visitas e contatos com madeireiras e fornecedores de madeira, para investigar a disponibilidade do produto. Em uma visita a madeireira Fazenda e Campo, situada na Rodovia MG 050 no Bairro Levindo Paula Pereira, em Divinópolis, foram fotografadas as diversas variedades comercializadas pela empresa. (Figura 9).

Em visita a Eucacenter, outra revendedora de eucalipto tratado situada na Estrada de Ermida, bairro Rancho Alegre, também em Divinópolis, foi informado através de uma entrevista com a proprietária, os comprimentos, diâmetros, e destinações adequadas a cada peça de eucalipto. Segundo a proprietária, os clientes usam as peças para as mais variadas aplicações, desde mourões de cercas, até postes, passando por brinquedos, decorações e coberturas.

A madeira revendida pela madeireira Eucacenter é proveniente da Itamatra Eucalipto Tratado, localizada em Itapeçerica-MG, cerca de 60km de Divinópolis. As tabelas 1 e 2 foram obtidas com o fornecedor e informam a disponibilidade e variedade de material.

Figura 9: Disposição dos postes de eucalipto na revendedora



Fonte: Foto do autor (2021)

Pela tabela analisada, podemos observar que as peças são encontradas com diâmetros variando desde 4cm até 35 cm. Nota-se que os diâmetros são classificados de 2 em 2 cm, o que se deve ao fato de a madeira não ser industrializada, pois ela é comercializada em sua forma natural tornando-se inviável a padronização da medida a cada centímetro. Além disso, como a tendência natural do tronco da árvore é afinar à medida que o seu comprimento aumenta, essa medida do diâmetro é feita pela base do tronco, ou seja a parte que tem um diâmetro maior (Ver Figura 10).

Os produtos também possuem diversas nomenclaturas: estaca, mourão, esticador, esteio, caibro, poste, régua e ripão. Cada uma de acordo com sua principal finalidade de uso, o que não impossibilita outras utilizações. Também é possível fazer a compra do produto com uma variedade pré-estabelecida de comprimentos (peças de 1,60 m são as mais curtas), e possuem um diâmetro menor, entre 4 e 10 cm, chamadas de estacas, e servem normalmente para marcação de terrenos, decoração, ou cercas baixas. Mourões são vendidos em comprimentos de 2 m e 2,20 m, com diâmetros variando entre 4 e 16 cm; esses comprimentos são de acordo com a profundidade a se construir a cerca. A partir do comprimento de 2,5 m até 3,5 m, os esteios são comercializados com diâmetro

mínimo de 6cm, não sendo mais possível encontrar o diâmetro mínimo de 4 cm como as peças anteriores.

Tabela 1: Disponibilidade de madeira tratada pela empresa Itamatra – 1,60m até 3,5m

 TABELA DE MADEIRA TRATADA Referência: 01/05/2021 - Medida na base							
Descrição			Peso médio (kg)	Descrição			Peso médio (kg)
Produto	Compr.	φ (cm) *		Produto	Compr.	φ (cm) *	
Estaca	1,60 m	04 a 06	3	Caibro	3,00 m	04 a 06	11
		06 a 08	6			06 a 08	11
		08 a 10	10			08 a 10	18
Estaca	2,00 m	04 a 06	4			10 a 12	28
		06 a 08	7			12 a 14	38
		08 a 10	12			14 a 16	51
		10 a 12	18			16 a 18	67
Mourão	2,20 m	04 a 06	5			18 a 20	86
		06 a 08	8			20 a 22	103
		08 a 10	14			Esteio	3,20 m
		10 a 12	21	16 a 18	72		
		12 a 14	29	18 a 20	91		
14 a 16	39	20 a 22	111				
22 a 24	131						
Esticador	2,50 m	06 a 08	10	Caibro	3,50 m	06 a 08	13
		08 a 10	15			08 a 10	21
		10 a 12	23			10 a 12	32
		12 a 14	32			12 a 14	45
		14 a 16	42			14 a 16	61
		16 a 18	56			16 a 18	80
		18 a 20	71			18 a 20	100
		20 a 22	85			20 a 22	120
Esteio	2,50 m	22 a 24	99	22 a 24	145		

* Tabela com medida do diâmetro (φ) pela base.

Fonte: (ITAMATRA, 2021)

Tabela 2: Disponibilidade de madeira tratada pela empresa Itamatra – 4m até 8m

 TABELA DE MADEIRA TRATADA Referência: 01/05/2021 - Medida na base							
Descrição			Peso médio (kg)	Descrição			Peso médio (kg)
Produto	Compr.	φ (cm) *		Produto	Compr.	φ (cm) *	
Caibro	4,00 m	08 a 08	15	Poste	7,00 m	10 a 12	65
		08 a 10	25			12 a 14	90
		10 a 12	37			14 a 16	120
		12 a 14	52			16 a 18	155
Poste	4,00 m	14 a 16	71			18 a 20	185
		16 a 18	92			20 a 22	230
		18 a 20	110			22 a 24	270
		20 a 22	136			25 a 30	416
		22 a 24	165				
Caibro	5,00 m	08 a 10	31	Poste	8,00 m	12 a 14	103
		10 a 12	46			14 a 16	137
		12 a 14	65			16 a 18	177
		14 a 16	90			18 a 20	212
Poste	5,00 m	16 a 18	114			20 a 22	263
		18 a 20	140			22 a 24	310
		20 a 22	173			25 a 30	355
		22 a 24	205			30 a 35	440
		25 a 30	297				
Caibro	6,00 m	08 a 10	37	Régua	12 x 2,5	3,0 m	10
		10 a 12	55			4,0 m	13
		12 a 14	78	Ripão	05 x 03	3,0 m	4
		14 a 16	105			4,0 m	6
Poste	6,00 m	16 a 18	135				
		18 a 20	170				
		20 a 22	206				
		22 a 24	248				
		25 a 30	356				

* Tabela com medida do diâmetro (φ) pela base.

Fonte: (ITAMATRA, 2021)

Figura 10: Medida da ponta de uma peça de eucalipto de 6cm de diâmetro



Fonte: Foto do Autor (2021)

Isso se deve ao fato de que a árvore plantada necessita de um diâmetro maior do caule para se conseguir um comprimento de 2,5m. Peças com comprimentos de 3,5m e 4m podem ser utilizadas como esteios, postes ou caibros, com seu diâmetro variando entre 6 e 24cm. A partir de 4m, os comprimentos passam a ser definidos em metros inteiros (5, 6, 7 e 8), os diâmetros mínimos passam a ser 8cm e o diâmetro máximo varia até 30cm. Exclusivamente para peças de 8m de comprimento, podem ser adquiridas peças mais robustas com diâmetros de até 35cm.

Foi mencionado pela proprietária da Eucacenter que peças com mais de 8m podem ser adquiridas sob demanda, encomendadas com a distribuidora. Porém, essas peças são muito raras pois é muito difícil encontrar uma árvore que tenha 8m de comprimento e mantenha o tronco retilíneo a ponto de ser utilizada na construção. Isso faz com que seu valor seja elevado, assim como o peso e o valor de transporte. Além disso, o limite máximo de uma peça a ser tratada é 12m de comprimento, pois é o comprimento total da autoclave da indústria fornecedora.

Essa tabela ainda contém o peso médio de uma peça, que pode sofrer alterações devido ao tempo de secagem. Ainda assim, a tabela é útil para o cálculo do peso médio de uma estrutura, peso a ser transportado pelo caminhão, ou mesmo viabilidade de manuseio da peça em obra por funcionários e necessidade de uso maquinário como guindastes ou guias para içamento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a apresentação dos dados sobre a madeira roliça de eucalipto é possível dizer que o material tem um grande potencial de utilização na construção civil, podendo ser aplicado em diversas finalidades. O estado de Minas Gerais se destaca na produção nacional dessa madeira, porém o seu uso é destinado em grande maioria para a indústria, na forma de matéria-prima para produção de celulose ou para lenha de siderúrgicas. A literatura apresentada informa que a madeira é utilizada como matéria-prima para produção de habitações desde os tempos pré históricos. Também destaca que ela teve a sua utilização diminuída devido a fatores como o desenvolvimento de novas técnicas, como é o caso do concreto e aço, e também pelo dano ambiental que causava. No entanto com a utilização de madeiras de reflorestamento, como o eucalipto, e desenvolvimento de técnicas de tratamento para aumento da sua durabilidade, essa madeira pode ter seu uso novamente implementado em grande escala na construção civil.

O desenvolvimento da pesquisa em busca da disponibilidade do material na cidade de Divinópolis, mostrou que o produto é largamente encontrado em uma variedade de medidas, e pode

GÓES, Matheus Barreto de. VALE, Clécio Magalhães do. PAULA, Geraldo Donizetti de. A Madeira Roliça de Eucalipto como Solução Estrutural e Construtiva. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Joinville/SC, V.18, nº 2, p.87- 104. TRI II 2024. ISSN 1980-7031.

ser utilizado em todas as etapas da construção, desde demarcação de terrenos, com estrutura, cobertura e até a fase de acabamento. O ganho de preservação ambiental com a utilização de um material renovável como a madeira de eucalipto é muito maior se comparado com outras técnicas como o concreto e o aço. Portanto, cabe aos profissionais de arquitetura e engenharia, analisar o seu uso e adaptá-lo para cada tipo de projeto.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ, E. S. **Diretrizes Projetuais Para Edificações Unifamiliares em Toras de Eucalipto no Espírito Santo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Materiais) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 149. 2009.

ARAÚJO, H. J. B. D. *et al.* **Durabilidade de Estacas de Eucalipto (Eucalyptus sp.) Tratadas com CCA após 60 Meses de Ensaio no Campo Experimental da Embrapa Acre, Rio Branco, Acre.** Embrapa. Rio Branco, AC, p. 1-8. 2010.

BRITO, L. D. **Recomendações Para o Projeto e Construção de Estruturas com Peças Roliças de Madeira de Reflorestamento.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 339. 2010.

BUKAUSKAS, A. **New Structural Systems in Small-Diameter Round Timber.** Thesis (Bachelor of Architecture) Department of Architecture at the Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, p. 54. 2015.

CASABELLA. Projetos. **CASABELLA - Madeira ecologicamente correta**, 2021. Disponível em: <http://casabella.etc.br/>. Acesso em: 15 Junho 2021.

COSTA, T. C. E. C. D. *et al.* CalcMadeira – Cálculo de peças de madeira roliça e serrada. *In:* OLIVEIRA, R. J. D. **ENGENHARIA FLORESTAL: DESAFIOS, LIMITES E POTENCIALIDADE.** 1. ed. Guarujá, SP: Editora Científica, v. 1, 2020. cap. 16, p. 898.

GOMES, D. D. F. F. *et al.* Avaliação da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Scientia Florestalis**, n. 70, p. 125-130, Abril 2006.

HARLAND, M. Using our native softwoods and 'in the round' construction, this innovative technique results in beautiful buildings with high environmental credentials. **Permaculture Magazine**, p. 1-17, outubro 2010.

IBGE. **Características Gerais dos Domicílios e dos Moradores 2019.** Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Brasília, p. 9. 2020.

IPT. Informações sobre Madeiras - *Pinus elliotti*. **INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS**, 2021. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7. Acesso em: 21 Junho 2021.

ITAMATRA. Tratamento do Eucalipto. **Itamatra Eucalipto Tratado**, 2021. Disponível em: <http://itamatra.com.br/tratamento>. Acesso em: 15 Junho 2021.

LOG HOME OUTLET. Log Timber Trusses. **Log Home Outlet**, 2021. Disponível em: <https://www.loghomeoutlet.com/log--timber-trusses>. Acesso em: 15 Junho 2021.

GÓES, Matheus Barreto de. VALE, Clécio Magalhães do. PAULA, Geraldo Donizetti de. **A Madeira Roliça de Eucalipto como Solução Estrutural e Construtiva**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Joinville/SC, V.18, nº 2, p.87- 104. TRI II 2024. ISSN 1980-7031.

LOIOLA, P. L. **EFEITOS DE SOLUÇÕES SALINAS NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE EUCALIPTO E NA CORROSIVIDADE DE CHAPAS DE AÇO CARBONO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, p. 66. 2012.

MATA VERDE. Madeira Autoclavada. **Madeiras Mata Verde**, 2021. Disponível em: <https://www.madeirasmataverde.com.br/qualidade>. Acesso em: 15 Junho 2021.

MILL. Como tratar a madeira de Eucalipto e Pinus. **Mill Industrias**, 2019. Disponível em: <https://www.mill.com.br/como-tratar-a-madeira-de-eucalipto-e-pinus/>. Acesso em: 15 Junho 2021.

OLIVEIRA, J. T. D. S. *et al.* Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para construção civil: 1-avaliações dendométricas das árvores. **SCIENTIA FORESTALIS**, n. 56, p. 113-124, Dez 1999.

PROMAT. O que é a madeira tratada por meio de autoclave? **Associação das Empresas Produtoras de Madeira Tratada**, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: https://www.promat.org.br/?page_id=51. Acesso em: 15 Junho 2021.

RANTA-MAUNUS, A. **Round small-diameter timber for construction. Final report of Project FAIR CT 95-0091**. Technical Research Centre of Finland. Espoo, p. 210. 1999.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. **Timbers of the new world**. New York: New Haven: Yale University Press, 1949.

REZENDE, J. B.; SANTOS, A. C. **A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades**. Viçosa, MG: U. R. EPAMIG ZM, 2010.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Brucher, 1981.

RODRIGUES, G. S. D. S. C. *et al.* **Eucalipto no Brasil: expansão geográfica e impactos ambientais**. Uberlândia: Composer, 2021.

SHIGUE, E. K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, Ações e Produtos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia -- Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 249. 2018.

TERIBELE, A. **Arquitetura com Madeira Roliça: processo generativo de superfícies e articulações**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 131. 2011.

VENTURIN, N. E. A. Histórico. *In*: ANTÔNIO BARTOLOMEU DO VALE, C. C. M. J. M. M. P. M. B. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014.