



**A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA**

**EUCALYPTUS ROLLERWOOD AS A STRUCTURAL AND CONSTRUCTIVE SOLUTION**

**LA MADERA DE EUCALIPTO COMO SOLUCIÓN ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA**

Matheus Barreto de Goes<sup>1</sup>, Clecio Magalhães do Vale<sup>2</sup>, Geraldo Donizetti de Paula<sup>3</sup>

e443006

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i4.3006>

PUBLICADO: 04/2023

**RESUMO**

O presente trabalho visa fazer uma apresentação, por meio de uma revisão bibliográfica, a respeito da madeira roliça de eucalipto, contextualizando a sua origem e disseminação no Brasil. Serão apresentados 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-MG, 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 bibliographic review, about eucalyptus rolling wood, contextualizing its origin and dissemination in Brazil. It will be presented its treatment process, methods of use in civil construction and advantages compared to other construction processes. In order to inform the designers about its availability, a survey was also carried out in the city of Divinópolis-MG, presenting the measures available for the purchase of this material, and what are 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 of exploration and use to be applied in several works.*

**KEYWORDS:** Round wood. Treated eucalyptus. Reforestation wood. Wood construction.

**RESUMEN**

*El presente trabajo tiene como objetivo hacer una presentación, a través de una revisión bibliográfica, sobre la madera laminada de eucalipto, contextualizando su origen y difusión en Brasil. Se presentará su proceso de tratamiento, métodos de uso en construcción civil y ventajas frente a otros procesos constructivos. Con el fin de informar a los diseñadores sobre su disponibilidad, también se realizó una encuesta en la ciudad de Divinópolis-MG, presentando las medidas disponibles para la compra de este material, y cuáles son los destinos apropiados para cada medida y cada longitud. Finalmente, en*

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais.

<sup>2</sup> Graduado em Arquitetura e Urbanismo e Mestre em Teoria e Prática do Projeto pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Doutor em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras - MG. Professor Associado (DE) do Curso de Arquitetura e Urbanismo e do Mestrado Profissional em Engenharia das Construções da Universidade Federal de Ouro Preto / UFOP.

<sup>3</sup> Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto, especialização em estruturas de aço pela Universidade Federal de Ouro Preto, mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo e doutorado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo. Professor Titular da Universidade Federal de Ouro Preto.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

*las consideraciones finales se presenta que este material tiene una amplia posibilidad de uso en construcción civil, y un potencial de exploración y uso para ser aplicado en varias obras.*

**PALABRAS CLAVE:** *Madera de Roliça. Eucalipto tratado. Madera de reforestación. Construcción de madera.*

### 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 CO<sub>2</sub> 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, 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 eucalipto lambris; e para construções temporárias como formas, pontaletes ou andaimes (IPT, 2021), o foco deste trabalho será o estudo do *Eucalyptus*, popularmente chamado de eucalipto.

Segundo Rodrigues *et al.* (2021), atualmente no Brasil, o 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



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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.

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 de 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.).

### CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO

O gênero das árvores *Eucalyptus* é pertencente à família *Myrtaceae* incluindo entre outros 70 gêneros e cerca de 3000 espécies de arbustos e árvores (RIZZINI, 1981). 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 à 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:



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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

### 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 atualmente. Porém, na atualidade, o principal setor de utilização do eucalipto é a indústria de papel e celulose, e 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 eucalipto cultura 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



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

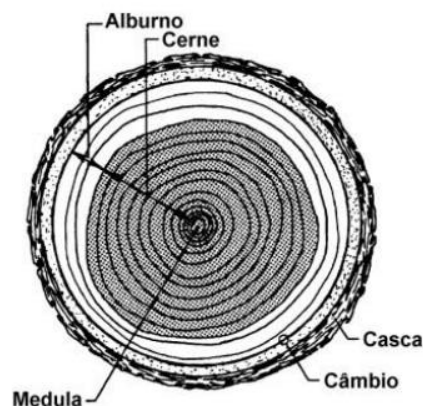
de madeira nativa para produção de móveis é outro aspecto positivo para o cultivo do eucalipto no estado (REZENDE; SANTOS, 2010).

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 é considerado não durável (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 intrínseca 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)

### 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).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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)

Figura 2: Entrada da madeira na autoclave



Fonte: (MATA VERDE, 2021)

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.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

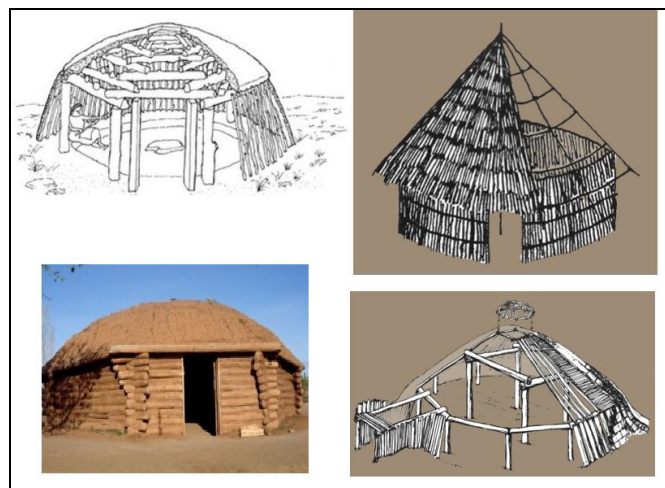
Outros métodos podem ser aplicados, como óleo queimado e fungicidas, normalmente efetuados nas propriedades onde o próprio eucalipto é cortado, destinado à aplicação em mourões e cercas (MILL, 2019). Esse processo pode ser mais acessível financeiramente, porém não garante o prolongamento da vida útil da madeira como o método industrial.

### 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.

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



Fonte: Adaptado de (HARLAND, 2010)

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



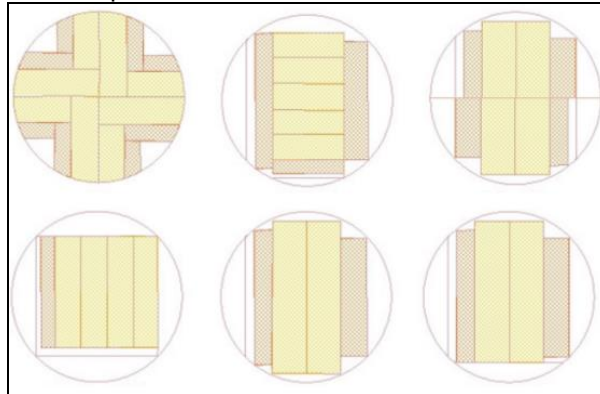
## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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”.

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).

### 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.
- Pelas 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.





## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

- 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.

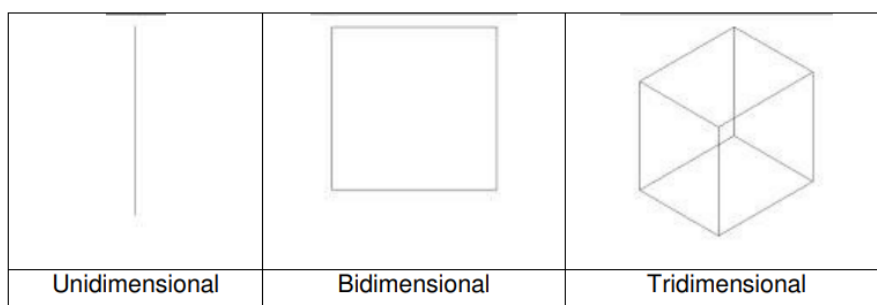
Diante de todas essas características, pode-se dizer que a madeira roliça de eucalipto possui vantagens sobre a madeira serrada. No entanto, no relatório *Round small-diameter timber for construction* (Madeira roliça de pequeno diâmetro para construção), elaborado por pesquisadores europeus em 1999 (RANTA-MAUNUS, 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).

### 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 (2011) divide as formas de união em 3 categorias, conforme a Figura 5.

Figura 5: Formas geométricas de estruturas com madeira roliça



Fonte: (TERIBELE, 2011)

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



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula


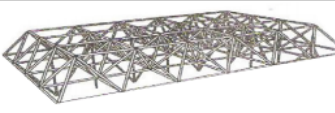

Figura 6: Formas geométricas bidimensionais

			
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)

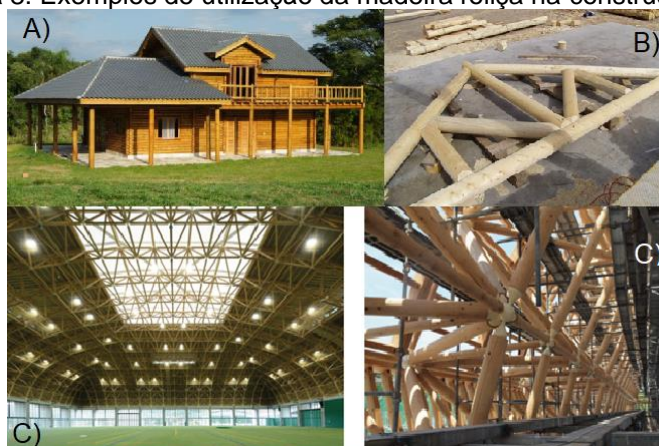
Para os modelos tridimensionais, as opções de utilização são sistemas estruturais, como pontes, pórticos, torres, e sistema de construção pilar-viga; e exposições sobre as coberturas, formadas por treliças espaciais, e superfícies tridimensionais (Ver Figuras 7 e 8).

Figura 7: Formas geométricas bidimensionais

		
Composição tridimensional gerada por combinação de planos entramados.	Composição tridimensional gerada a partir da combinação de vários poliedros.	Composição tridimensional gerada por superfícies semelhante a cascas.

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)

### DISCUSSÕES SOBRE O TEMA

Para verificação da viabilidade construtiva com a madeira roliça de eucalipto, foi realizado um levantamento na cidade de Divinópolis-MG através de visitas e contatos com madeireiras e



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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-MG, foram fotografadas as diversas variedades comercializadas pela empresa. (Figura 9).

Figura 9: Disposição dos postes de eucalipto na revendedora



Fonte: Foto do autor (2021)

Em visita a Eucacenter, outra revendedora de eucalipto tratado situada na Estrada de Ermida, bairro Rancho Alegre, também em Divinópolis-MG, 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-MG. As tabelas 1 e 2 foram obtidas com o fornecedor e informam a disponibilidade e variedade de material.

Pela tabela analisada, pode-se 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).



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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

Descrição		Peso médio (kg)		Descrição		Peso médio (kg)	
Produto	Compr.	$\phi$ (cm) *		Produto	Compr.	$\phi$ (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				
Esticador	2,50 m	06 a 08	10	22 a 24	131		
		08 a 10	15	Caibro	3,50 m	06 a 08	13
		10 a 12	23			08 a 10	21
		12 a 14	32			10 a 12	32
		14 a 16	42			12 a 14	45
		16 a 18	56			14 a 16	61
		18 a 20	71			16 a 18	80
		20 a 22	85			18 a 20	100
22 a 24	99	20 a 22	120				
Esteio	2,50 m	22 a 24	99	22 a 24	145		

\* Tabela com medida do diâmetro ( $\phi$ ) pela base.

Fonte: (ITAMATRA, 2021)


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.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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

 <b>TABELA DE MADEIRA TRATADA</b> Referência: <b>01/05/2021</b> - Medida na base			
Descrição			
Produto	Compr.	$\phi$ (cm) *	Peso médio (kg)
Caibro	4,00 m	06 a 08	15
		08 a 10	25
		10 a 12	37
		12 a 14	52
Poste	4,00 m	14 a 16	71
		16 a 18	92
		18 a 20	110
		20 a 22	136
		22 a 24	165
		24 a 26	194
Descrição			
Produto	Compr.	$\phi$ (cm) *	Peso médio (kg)
Poste	7,00 m	10 a 12	65
		12 a 14	90
		14 a 16	120
		16 a 18	155
		18 a 20	185
		20 a 22	230
		22 a 24	270
		25 a 30	416
Descrição			
Produto	Compr.	$\phi$ (cm) *	Peso médio (kg)
Poste	8,00 m	12 a 14	103
		14 a 16	137
		16 a 18	177
		18 a 20	212
		20 a 22	263
		22 a 24	310
		25 a 30	355
		30 a 35	440
Régua	12 x 2,5	3,0 m	10
Ripão	05 x 03	3,0 m	13
		4,0 m	4
Ripão	05 x 03	3,0 m	4
		4,0 m	6

\* Tabela com medida do diâmetro ( $\phi$ ) pela base.

Fonte: (ITAMATRA, 2021)

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



Fonte: Foto do Autor (2021)



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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.

### CONSIDERAÇÕES

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 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-MG, mostrou que o produto é largamente encontrado em uma variedade de medidas, e pode 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.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

### 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](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.
- 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.



## RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

A MADEIRA ROLIÇA DE EUCALIPTO COMO SOLUÇÃO ESTRUTURAL E CONSTRUTIVA  
Matheus Barreto de Goes, Clecio Magalhães do Vale, Geraldo Donizetti de Paula

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](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.