

CONSTRUÇÕES UTILIZANDO ESTRUTURAS DE MADEIRA

Cristiano Pons

cristiano.prs78@hotmail.com

Alexandre Knop

Universidade La Salle

Resumo: A madeira é um material que está presente em grande parte das obras de construção civil. Com base neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre a utilização da madeira de forma estrutural em edificações. Para isso, este trabalho propôs uma coleta de dados através de um questionário submetido à profissionais das áreas de engenharia civil e arquitetura. O questionário visa investigar o nível de conhecimento que esses profissionais têm em relação ao material de estudo, e qual sua percepção do emprego da madeira como elemento estrutural. Os resultados do questionário indicam que a madeira é um importante item de construção, porém não como elemento estrutural como é caso de concreto armado. Os resultados indicaram que os profissionais utilizam madeira como um item temporário, de forma que, quando a sua utilização se faz necessário para um maior tempo, quase que de forma exclusiva esse material é empregado em coberturas e esquadrias, sendo para as demais solicitações empregado estrutura convencional de concreto armado e/ou aço.

Palavras-chaves: Madeira; Emprego da Madeira na Construção Civil; Elementos Estruturais de Madeira.

CONSTRUCCIONES CON ESTRUCTURAS DE MADERA

Resumen: La madera es un material presente en la mayoría de los trabajos de construcción. Con base en este contexto, este documento tiene como objetivo presentar un estudio sobre el uso estructural de la madera en los edificios. Para esto, este trabajo propuso una recolección de datos a través de un cuestionario enviado a profesionales de las áreas de ingeniería civil y arquitectura. El cuestionario tiene como objetivo investigar el nivel de conocimiento que estos profesionales tienen sobre el material de estudio, y su percepción del uso de la madera como elemento estructural. Los resultados del cuestionario indican que la madera es un elemento de construcción importante, pero no como un elemento estructural como el hormigón armado. Los resultados indicaron que los profesionales usan la madera como un elemento temporal, de modo que cuando su uso es necesario por un tiempo más prolongado, este material se usa casi exclusivamente en techos y marcos de ventanas. Hormigón armado convencional y / o acero.

Palabras llave: Madera; Empleo de Madera en la Construcción; Elementos Estructurales de Madera.

INTRODUÇÃO

Estudos indicam que, desde que a espécie humana surgiu sobre esse planeta até os dias atuais, a madeira sempre esteve presente e disponível na natureza. Desde essa época as técnicas de trabalho para o seu uso têm evoluído, da forma manual e primitiva para o desenvolvimento industrializado.

Esse foi um dos primeiros materiais que o homem utilizou para abrigo, defesa (armas ou parte delas), aquecimento, cozimento e para as primeiras jangadas e barcos. Com a evolução, apareceram novos materiais, mas a madeira, e os derivados dela, ainda continuam a ser usados.

No Brasil o emprego desse material é para diversos fins, como exemplo de algumas temos as construções de residências, pontes, contenção de taludes. Também é muito utilizado na indústria moveleira, nas zonas rurais para a construções galpões e depósito em geral, outra forma de utilização é com edificação em ambientes com alto teor corrosivos, tais como próximo ao mar, indústrias químicas, etc., porém pelo desconhecimento em relação ao material, e pela falta de projetos, especificamente elaborados, é que se gera um preconceito quando se trata da utilização do item madeira. A NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT 2017) estabelece parâmetros necessários para que toda a estrutura seja projetada e executada de forma correta e satisfatória, com os requisitos básicos de segurança e conforto, sendo assim, no decorrer de sua utilização, seu uso previsto será adequado e suportará as ações aplicadas.

Conforme MARTINS (2010), trata-se de um material muito sustentável e de grande importância, levando-se em consideração as inúmeras utilidades desse elemento, no que se refere ao uso na construção civil. Estruturalmente, esse material pode ser utilizado como pilares, vigas e treliças, pois suas características, em relação a sua resistência e o seu peso, tem a capacidade de propagar as tensões, tanto de tração quanto de compressão, com isso é natural que se torne adequado para peças que estarão sujeitas a esforços de flexão, fazendo com a madeira tenha um papel importante na construção. No entanto há algumas restrições quanto ao comprimento do material sólido beneficiado e das suas dimensões transversais máximas.

Objetivo geral

O presente artigo tem como objetivo geral apresentar um estudo sobre o nível de conhecimento dos profissionais da construção civil sobre a utilização da madeira como elemento estrutural nas edificações, analisando o resultado da pesquisa e trazer uma discussão sobre o tema.

Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho consistem em:

- Elaborar um formulário com perguntas relacionados a utilização da madeira na construção civil.
- Investigar a percepção e nível de conhecimento de profissionais de engenharia e arquitetura quanto ao dimensionamento e emprego de madeiras como elemento estrutural, através da aplicação de um questionário eletrônico com ferramentas do Gsuite.
- Analisar os resultados obtidos e apresentar uma discussão a respeito do emprego de madeiras na construção civil.

Justificativa

A madeira tem a sua utilização conhecida desde os primórdios das civilizações, sendo um dos mais antigos materiais, tanto nas primitivas quanto nas mais desenvolvidas, oriental ou ocidental. Isso começou a mudar quando a Inglaterra, uma das grandes potências na era da revolução industrial, impôs a arquitetura em metal.

A madeira sempre se mostrou um material de grande resistência e de fácil manuseio, e com um aspecto mais importante, é renovável, quando manuseado corretamente. Essas características a tornam um material ideal para ser utilizado na construção civil, conforme PFEIL (2013), em seu livro Estruturas de madeira sexta edição.

O que se espera dessa prática, além de construções mais aconchegantes e belas, com suas estruturas mais esbeltas, é que se executada de forma correta irá proporcionar um grande auxílio à natureza.

REFERENCIAL TEÓRICO

A madeira é um material originário do tecido vegetal com características intrínsecas definidas pela fisiologia da árvore e, conforme PFEIL (2013), pode ser considerado um material de construção muito antigo, pois é de fácil manipulação e de grande fartura na natureza.

Apresenta uma extraordinária relação entre resistência e peso na comparação a alguns materiais convencionais de construção, que são utilizados na atualidade, segundo demonstrado na abaixo.

Tabela 1 – Propriedades de alguns materiais de construção

Material	$\rho(t/m^3)$	f(MPa)	f/ ρ
Madeira a tração	0,5–1,2	30–110	60–90
Madeira a compressão	0,5–1,2	30–60	50–60
Aço a tração	7,85	250	32
Concreto a compressão	2,5	40	16

Nota: ρ = massa específica; f = resistência característica.

Fonte: Livro Estruturas de Madeira – PFEIL (2013)

Ainda pelas definições do autor, a madeira possui características que favorecem a sua utilização na construção civil, uma delas é o isolamento térmico, outra é a forma que a madeira é utilizada para a fabricação de outros produtos industrializados. Porém alguns agentes, como fundos, pregas e o fogo, podem atacar a estrutura causando a deterioração e influenciando nas propriedades físicas e mecânicas. Nós e fendas são outros defeitos naturais que ocasionam patologias, mas que, com o auxílio de produtos específicos industrializados, podem ser prevenidos e tratados.

Classificação

Dureza é a caracterização de um material quanto a propensão à penetrabilidade de sua massa por um

objeto estranho. Tal propriedade tem relação direta do material quanto ao atrito de sua superfície e ao nível de empenho ao se utilizar ferramentas cortantes.

A categoria da madeira utilizada na construção civil, que é retirada do tronco das árvores, pode ser dividida em duas, as quais são as principais: as duras e as macias, conforme o autor.

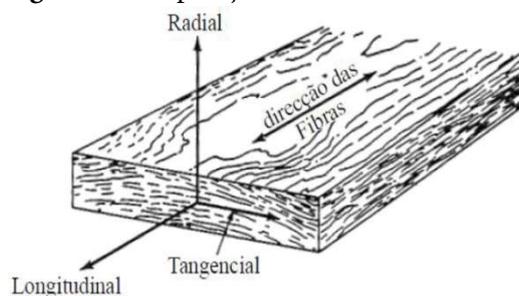
- Madeiras duras (dicotiledôneas): da classe angiosperma, são originárias de árvores de copas densas e abundantes, com um vagaroso desenvolvimento, largas e achatadas folhas, as madeiras duras, com superior qualidade, igualmente são denominadas madeiras de lei. Como exemplo temos o Ipê, Mogno, Carvalho, etc...
- Madeiras macias (coníferas): da classe Gimnosperma, são originárias geralmente de árvores que contenham folhas que possuem aspecto de escamas ou agulhas. Suas sementes tem um formato que lembra um cone e ficam juntas. O desenvolvimento desse tipo de árvore é mais acelerado, como exemplo temos o Pinheiro.

Estrutura

Conforme NENNEWITZ (2001), por tratar-se de um material orgânico que tem seu crescimento natural, as árvores são basicamente organismos não homogêneos que possuem variadas classes de células, dando ao sistema distintas funções mecânicas, físicas e bioquímicas, proveniente do seu tecido vegetal, que possui características particulares em sua estrutura, que definem a forma de orientação do sistema de orientação das fibras, podendo ser na posição vertical (longitudinal), e tangencial ao longo tronco.

A madeira é um material que cresce naturalmente. Ela é basicamente não homogênea porque é constituída de diversos tipos de células. O material é pronunciadamente anisotrópico já que suas propriedades no sentido das fibras são totalmente diversas das que têm no sentido transversal às fibras. Também no sentido tangencial e radial as propriedades divergem entre si. (NENNEWITZ, Ingo *et al.* Manual de Tecnologia da Madeira: 2ª edição brasileira, tradução da 4ª edição alemã, editora Blucher / 2011, pag. 53.)

Figura 1 – Disposição das fibras da madeira



Fonte: NENNEWITZ (2011)

Conforme AGHAYERE (2007), a relação quanto ao uso da madeira de forma estrutural está diretamente relacionada as suas vantagens e desvantagens.

As vantagens são destacadas como:

- um material renovável;

- a boa trabalhabilidade;
- a boa relação resistência-peso;
- não sofre corrosão;
- esteticamente agradável.

Como desvantagens apresentam os seguintes aspectos:

- combustível, portanto, propaga o fogo;
- se decompõe ou apodrece, sendo que os principais elementos para esse aspecto são a humidade e o ar;
- suscetível ao ataque de insetos como cupins e outros parasitas;
- Detém e conserva a humidade;
- Tem variações de volume, tal como o encolhimento, por exemplo;
- Possui propriedade bastante variável, conforme as diferentes espécies e mesmo nas árvores de mesma espécie.

Propriedades físicas da madeira

De acordo com GESUALDO (2003), esse material possui muitas variações e não homogêneo, com uma variedade de espécies, cada uma com propriedades específicas e diferentes umas das outras. Dessa forma se faz indispensável conhecer tais características de forma a obter-se um melhor aproveitamento quanto a escolha do material. Os métodos para a especificações e definições destes parâmetros dentre as variadas espécies de madeira, estão apontados em anexos da Norma Brasileira para Projeto de Estruturas de Madeira, NBR 7190/97.

Para peças que são usadas como estruturas, a norma exige que possuam dimensões e seções mínimas, conforme abaixo.

Tabela 2 – Seções e dimensões mínimas de peças de madeira.

		seção mínima (cm ²)	dimensão mínima (cm)
peças simples	vigas e barras principais	50	5.0
	peças secundárias	18	2.5
peças isoladas das seções múltiplas	peças principais	35	2.5
	peças secundárias	18	1.8

Fonte: GESUALDO (2003)

Umidade

De acordo com MARTINS (2010), afim de compreender a influência que a água exerce sobre a

madeira, é necessário o relato de como o estado físicos da seiva, após o corte da árvore, se conserva no interior do material. A seiva que percorria nos veios da madeira deixa de existir, tomando o aspecto de água de constituição, água de impregnação e água livre.

- A água de constituição não é eliminada na fase de secagem, não sendo possível a sua remoção. Diz-se então que a madeira está completamente seca se esta for a única água contida no elemento.
- A água de impregnação aparece entre as fibras e as células lenhosas e faz com que a madeira inche, alterando o seu comportamento mecânico. Quando esta água impregna toda a madeira diz-se que a madeira atingiu o teor de humidade de saturação do ar.
- A água livre apenas preenche os vasos capilares e é fruto de qualquer incremento de água depois de ser atingido o teor de humidade de saturação do ar. MARTINS (2010)

Para PEFEIL (2013), a madeira sofre influência no que se refere as suas características. Há um acumulo de água na madeira, tanto na verde quanto recém-cortada, que se alterna de acordo com a estação do ano e com a espécie. Tal alternância tem como limites para as madeiras verdes o valor aproximado de 30%, isso para os materiais mais duros e resistentes, e de 130%, aproximadamente, para os materiais macios.

Conforme MARTINS (2010), um processo controlado na secagem da madeira auxilia na conservação do material, evitando patologias que possam ocorrer. Esse procedimento faz com a perda de líquido não ocasione problemas, até a fase em que as fibras fiquem totalmente saturadas, uma vez que é nesse ponto que se dá início a retração do material, e com isso há uma redução nas proporções do material, de acordo com a liberação da água.

Essa técnica é aplicada para que o material se torne mais resistente e possa ser empregado na construção civil como um componente estrutural.

Resistência ao fogo

De acordo com MARTINS (2010), erroneamente considerar-se que a madeira possua um baixo fator resistivo perante ao fogo, por tratar-se de um material inflamável, todavia, mesmo as madeiras sem tratamento, diante de temperaturas elevadas, provavelmente não tenham a sua resistência alterada, e ainda seja maior que a do aço. Dessa forma a madeira pode até ser a responsável por propagar o fogo em um incêndio, mas em compensação a sua estrutura resistirá

Para GESUALDO (2003), A madeira tem um aspecto interessante em relação ao comportamento diante do fogo. Seu problema é a inflamabilidade. No entanto, diante de altas temperaturas provavelmente terá maior resistência que o aço, pois sua resistência não se altera sob altas temperaturas. Assim, em um incêndio ela pode ser responsável pela propagação do fogo, mas em contrapartida suportará a ação do fogo em alta temperatura durante um período de tempo maior.

Durabilidade

Para MARTINS (2010), a solidez proveniente da madeira varia conforma a anatomia de cada espécie de árvore e do local de sua extração no tronco. Já para MELLO (2007) e GESUALDO (2003), existe outras

propriedades físicas a serem consideradas para a utilização da madeira como elemento estrutural:

- Generalidade: conjunto básico onde os elementos atuam no modelo espacial, ou seja, tridimensional, para isso a uma condição na definição do tipo de estrutura, de forma a garantir sua estabilidade e do conjunto.
- Densidade: está ligada diretamente com o teor de umidade e a resistência. Massa seca dividida pelo volume saturado.
- Retratilidade: As proporções reduzidas com a eliminação da água de impregnação.
- Estabilidade dimensional: alteração no teor de umidade, ficando abaixo do PSF (Ponto de Saturação das Fibras).
- Módulo de elasticidade (E): fator definido de acordo com a tipo de função e as direções solicitantes das fibras.

Propriedades mecânicas da madeira

Para MARTINS (2010), o resultado da reação da madeira, em relação aos esforços externos e internos aplicado sobre si, é o que determina a propriedade mecânica, utilizado os fatores para o dimensionamento das estruturas, levando também em consideração os valores de cargas aplicadas, sendo elas de compressão, tração, flexão e/ou cisalhamento.

Resistência a compressão

Conforme MARTINS (2010), para dimensionar a resistência do material é necessário determinar o sentido dos esforços aplicados, determinando se a compressão é axial ou transversal, sendo que a compressão axial é aproximadamente 15 vezes maior que a transversal, de acordo com a tabela apresentada.

Tabela 3 – Valores das propriedades mecânicas de algumas madeiras (Tsoumis, 1991)

Espécies [*]	Tração		Compressão		Flexão estática			Dureza	Resiliência
	₁	⊥ ₂		⊥	MR ³	ME ⁴	Corte		
	N/mm ²							kN	J/cm ²
Pinheiro alvar	78	1,4	33	4,7	67	9,6	5,5	1,7	5,9
Carvalho	108	3,3	42	11,5	116	11,56	12,7	4,6	–
Castanheiro	132	–	49	–	75	8,82	7,8	3,1	5,6
Choupo	84	1,5	35	–	64	10,73	7,6	1,9	–
Espruce europeu	84	1,5	30	4,1	60	9,1	5,3	1,5	4,9
Ábeto branco	78	1,4	33	4,7	67	9,6	5,5	1,7	5,9
Lariço Europeu	105	2,2	54	7,3	97	13,53	8,8	3,4	5,9
Pinheiro negro	102	2	39	–	103	11,76	9,8	2,6	3,9
Salgueiro	83	2,4	26	3,4	53	9,8	6,7	1,6	6,9
Nogueira	98	3,5	71	11,8	144	12,25	6,9	5,3	9,3

* A designação comercial portuguesa tem por base a publicação da NP EN 1912, 2003

Fonte: MARTINS (2010)

Resistência a tração

Assim como a compressão, no caso de a aplicação de carga ser transversal ou axial, a tração tem o comportamento diferente. De acordo com TSOU MIS (1991), a diferença de resistência, entre a tração axial e tração transversal é de aproximadamente 50 vezes maior para a tração axial.

Para MARTINS (2010), madeiras que apresentam partículas mais estiradas, possuem uma resistência superior à tração axial, tal dado é mais propício em comparação a outros tipos de materiais, devido a menor densidade da madeira, conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 4 – Propriedades mecânicas de madeiras e de outros materiais em relação ao peso específico (Buffoni, 2008)

Material	Peso específico	Resistência à tração		E	E/PE
		RT/PE	E		
		N/mm ²	N/mm ²	kN/mm ²	kN/mm ²
Madeira					
Espruce	0,44	84	190,9	9,1	20,682
Carvalho	0,87	108	124,1	11,65	13,391
Betão	2,5	4	1,6	13,8	5,52
Vidro	2,5	50	20	72,4	28,96
Alumínio	2,8	250	89,29	69	24,643
Aço	7,9	450	56,96	207	26,203
PVC	1,3	60	46,15	5,8	4,4615

onde,

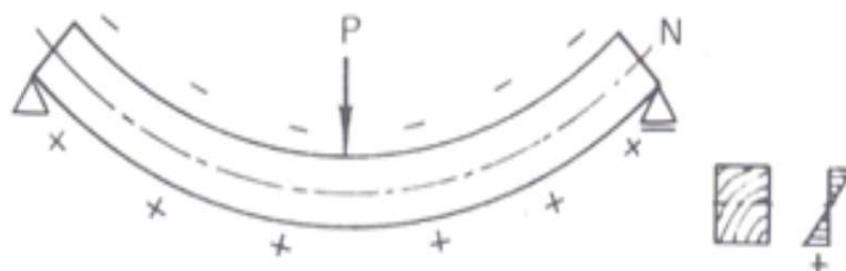
PE - peso específico; RT - resistência à tração; E - módulo de elasticidade.

Fonte: MARTINS (2010)

Resistência a flexão

De acordo com TSOU MIS (1991), os elementos estruturais de madeira, tais como coberturas, pontes e vigamentos, por exemplo, em sua maioria tendem a sofrer esforços por flexão toda vez que há a obrigação de transpor espaços onde existe a força gravitacional, porém no comparativo com o metal a madeira apresenta uma menor resistência, mas ainda assim tem superior resistência a flexão em relação aos demais tipos de materiais, que não os metálicos, tendo em vista ao fato de possuir uma excelente correlação peso x resistência. Na Figura 2, pode-se analisar o formato do elemento ao ter suas fibras comprimidas e tracionadas.

Figura 2 - Flexão de uma viga simplesmente apoiada



Fonte: TSOU MIS (1991)

Resistência ao corte

Existindo tanto ao longo das superfícies, quanto no sentido transversal, as tensões de corte se fazem presente. Para MARTINS (2010), a madeira possui uma resistência de corte que alterna entre 5 e 20N/mm² no sentido axial, e no sentido transversal, sua resistência tende a ser de 3 a 4 vezes superior.

De grande importância, principalmente em pequenas vigas, esse atributo possui uma particularidade de difícil quantificação, pois existem muitas influências ocasionadas por outros esforços mecânicos.

METODOLOGIA

Afim de se avaliar formas em que a madeira é utilizada na construção civil, e se o material pode ser considerado essencial para fins estruturais na concepção de edificações, foi realizado uma pesquisa quantitativa junto aos profissionais da área da construção civil. Para essa avaliação foi elaborado um questionário eletrônico, com ferramentas do Gsuite, contendo perguntas específicas sobre o material do estudo, que possibilitaram avaliar o entendimento que esse grupo específico tem em relação ao emprego desse material.

O público alvo foi escolhido e formado por especialistas das áreas da construção civil, como engenheiros civis, arquitetos e até mesmo técnicos em edificações, que receberam um link através de grupos de WhatsApp, de páginas comunitárias da internet, como o Facebook e o LinkedIn, onde puderam acessar o questionário, que ficou disponibilizado por duas semanas. O questionário consiste em 11 questões, sendo algumas de múltipla escolha e outras dissertativas, onde o entrevistado deve escolher entre as alternativas proposta a que pode expressar melhor a sua opinião e descrever o porquê de sua resposta. As perguntas foram elaboradas de forma direta e objetiva, de maneira em que os entrevistados avaliassem a pergunta e respondessem da mesma forma direta, conforme o seu conhecimento do assunto.

Os questionamentos são sobre:

- Qual o nível de ensino do entrevistado.
- Se o profissional utiliza, ou não a madeira em suas construções.
- Para quais finalidades utiliza o material.
- E se não utiliza, por qual motivo.
- Se ele construiria um edifício todo estruturado com madeira.
- No seu ponto de vista, uma construção toda estruturada em madeira pode ou não ser mais sustentável
- Por qual motivo o leva a creditar nesse conceito.
- Se o profissional tem interesse no assunto “edificações construídas em madeira”.
- Se o ele acredita que uma abordagem diferenciada, com mais aprofundamento no assunto, seria importante para uma aceitação maior desse material.
- Se o mesmo considera segura uma construção executada sobre estacas e estruturas de madeira.

- E se, com base nos conhecimentos acadêmicos e profissionais, ele tem um ponto de vista do motivo que leva a madeira a não é mais utilizada como estrutura nas construções de edifícios.

Através dessas questões se propôs aos entrevistados discernir sobre aspectos que, no seu entendimento, são importantes para uma melhor avaliação do material de estudo no âmbito da construção civil, e dessa forma entender as circunstâncias que impedem o emprego desse elemento nas construções estruturais, onde predominam o concreto e o aço.

Esse questionário elaborado foi disponibilizado, na internet, através do link: https://docs.google.com/forms/d/1oLK6nqh320wB-IXrc5Cgp6G-j2hwmAcrLpsVFfeDP88/viewform?edit_requested=true

RESULTADOS

No total foram 40 profissionais da área da construção civil que se submeteram ao questionário, com os variados níveis de graduação. As informações coletadas possibilitaram uma análise do contexto e demonstraram o nível de conhecimento que os profissionais possuem para executarem uma edificação utilizando a madeira como o elemento principal em sua estrutura.

Ao se avaliar o entendimento profissional sobre o material pode-se estimar a causa de o elemento ser pouco utilizado como estrutura, sendo que, conforme relatos de alguns autores contidos nesse trabalho, o material apresenta características que o tornam propício a tal utilização.

Resultados da Pesquisa de Conclusão de Curso – voltado para os profissionais da construção civil.

Questão sobre o nível de ensino

Nessa questão, avalia-se o grau de ensino em que o profissional se encontra no momento em que foi aplicado o questionário.



Fonte: O autor

Como foi demonstrado no gráfico, a maior parte dos profissionais obtiveram o primeiro grau de formatura nos cursos universitários. Já a segunda maior parte tem o nível de pós-graduado, e em terceiro estão os profissionais de nível técnico. OS valores apresentam-se da seguinte forma, a nível de grandeza:

- Graduação 47,5%
- Pós-graduação 27,5%
- Nível técnico 15,0%
- Mestrado 7,5%
- Doutorado 2,5%
- Pós-doutorado 0,0%

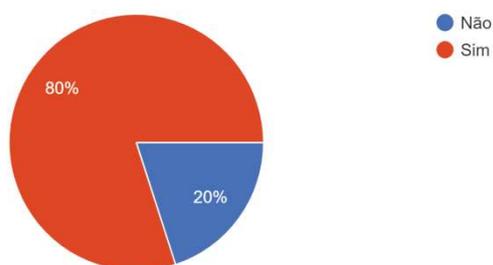
Concepção sobre a utilização da madeira

Essa questão destina-se a verificar quantos dos profissionais entrevistados utilizam, de forma geral, o material em suas construções.

Gráfico 2 – Você utiliza madeira em suas construções?

Você utiliza madeira em suas construções?

40 respostas



Fonte: O autor

O gráfico acima demonstra que a grande maioria dos profissionais utilizam a madeira, de forma geral, em suas construções. Aqui não se leva em consideração a forma em que o elemento é introduzido no âmbito das construções.

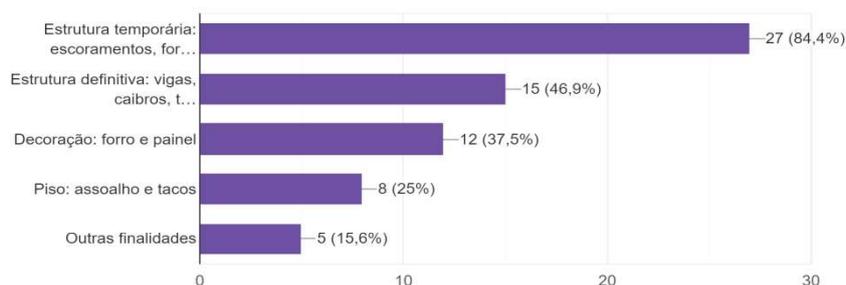
Finalidade do uso da madeira nas construções

Neste contexto avalia-se a forma em que a madeira é empregada na construção civil, onde o entrevistado assinalou a resposta em que mais condiz com o emprego do material.

Gráfico 3 – Para quais finalidades você utiliza este material?

Para quais finalidades você utiliza este material?

32 respostas



Fonte: O autor

Com o resultado pode-se conferir que a madeira tem a sua maior utilização como estruturas temporárias, sendo elas escoramento, formas e andaimes, seguido pela utilização como estruturas permanentes, como vigas, caibros, terças e pilares, sendo, conforme o gráfico. As demais utilizações tiveram classificações menores.

O porquê da não utilização deste material

Mesmo sendo um elemento que já está incluso a muito tempo na construção civil, existem alguns profissionais ainda não utilizam esse material. O gráfico a seguir, dá um parâmetro desse contexto.

Gráfico 4 – Por qual motivo você não utiliza madeira?



Fonte: O autor

Para 37,5% dos entrevistados, que não utilizam a madeira em suas construções, o que falta é conhecimento aprofundado do assunto, que pode estar diretamente ligado a falta de abordagens mais intensas nas instituições de ensino e a quantidade limitada de material sobre o assunto.

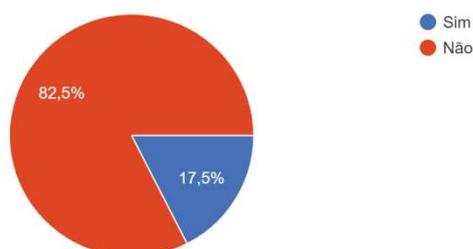
Construção de uma edificação com o material de estudo

Nesta questão a pergunta é sobre a construção de um edifício com a estrutura toda de madeira, verifica-se o nível de aceitação e a confiança do profissional em relação ao material de estudo.

Gráfico 5 – Você contruiria um prédio todo estruturado em madeira?

Você construiria um prédio todo estruturado em madeira?

40 respostas



Fonte: O Autor

Pelo gráfico apresentado, a porcentagem de aceitação dos profissionais é baixa, demonstrando o auto índice de rejeição do material no que se refere uma construção predial toda de madeira.

Motivação dos profissionais perante ao questionamento anterior

Para os entrevistados que responderam que não executariam um prédio todo estruturado em madeira, o que mais se destacou foi a durabilidade do material em relação a outros tipos de materiais conhecidos, conforme demonstrado abaixo.

Figura 3 – Questão 6

Por qual motivo?

40 respostas

- **NÃO**
 - A confiabilidade na matéria prima, poderia adotar um sistema misto – 3 respostas
 - Durabilidade – 9 respostas
 - Creio que um edifício de madeira não atenderia exigências estruturais e de conforto para a atual sociedade – 2 respostas
 - Trabalho apenas com aço
 - Manutenção da estrutura – 5 respostas
 - Acredito que mesmo que exista um tratamento contra cupins e intempéries do tempo, ainda existe um certo preconceito por possíveis cliente e compradores, devido ao prédio ser realizado em madeira.
 - Custo elevado
 - Falta de conhecimento técnico sobre o material e por ter experiência em outros sistemas construtivos – 7 respostas
 - Falta de normativa brasileira e/ou desconhecimento
 - Imprevisibilidade do material, ou seja, dificuldade de garantir os parâmetros do projeto como a resistência por exemplo. Adicionalmente, falta de experiência com o material fazendo a função estrutural.
 - Dificuldade de material e mão de obra, tanto para projeto quanto execução
 - Economia e longevidade
- **SIM**
 - Evolução das tecnologias construtivas
 - Material reciclável
 - Dependendo do tipo de madeira.
 - Pela reposição
 - Dependendo da procedência da madeira, pode ser mais sustentável
 - Construção a seco
 - Reflorestamento

Fonte: O autor

As respostas referentes a essa questão demonstram a falta de confiança que os profissionais tem em relação a madeira, no que diz respeito principalmente quanto a sua durabilidade, a falta de conhecimento em relação ao material e a manutenção periódica que a estrutura necessita.

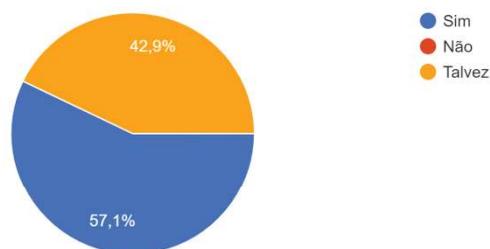
Sustentabilidade de uma construção toda em madeira

Nesse contexto os profissionais são questionados quanto a sustentabilidade da madeira para edificações prediais.

Gráfico 6 – Você acredita que uma construção toda em madeira pode ser mais sustentável?

Você acredita que uma construção, toda em madeira, pode ser mais sustentável?

7 respostas



Fonte: O autor

Apesar das perguntas anteriores constatar que os profissionais da construção civil demonstram ter pouco conhecimento sobre a madeira, ainda assim parte desses acreditam que uma construção executada toda em madeira pode ser sustentável.

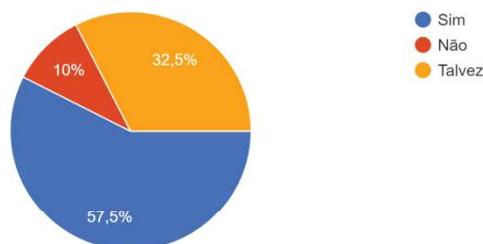
Interesse dos profissionais sobre construções em madeira.

A próxima questão aborda o interesse dos entrevistados sobre o tema de estudo.

Questão 7 – Você tem interesse no assunto “edificações construídas em madeira”?

Você tem interesse no assunto "edificações construídas em madeira"?

40 respostas



Fonte: O autor

Mesmo que grande parte dos profissionais da construção civil ainda tenham um certo preconceito, a ideia de ter o material empregado nas construções de grande porte, causa um grande interesse na maior parte dos profissionais entrevistados.

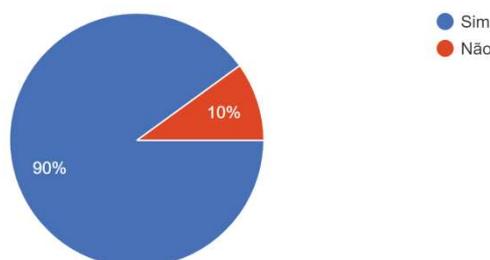
Abordagem e aprofundamento no tema sobre o material estudado

A partir deste questionamento pode-se mensurar o interesse dos entrevistados sobre o material de estudo, e avaliar de que forma o conceito pode ser abordado e introduzido nas instituições de ensino, afim de diminuir o preconceito referente a madeira para fins estruturais.

Gráfico 8 – Você acredita que uma abordagem diferenciada e uma aprofundamento mais específica seria importante para uma aceitação maior desse material?

Você acredita que uma abordagem diferenciada e um aprofundamento mais específico seria importante para uma aceitação maior desse material?

40 respostas



Fonte: O autor

De acordo com o gráfico, a grande maioria dos entrevistados entendem que uma abordagem mais direta e o tema sendo aprofundado com mais ênfase nas instituições de ensino, ajudaria na aceitação do material.

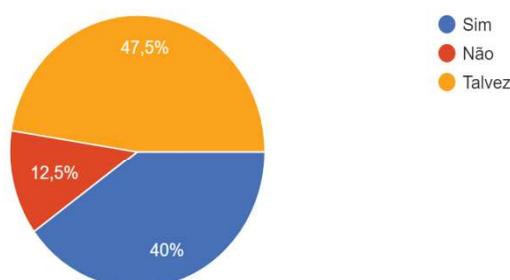
Madeira como estrutura de fundação de uma edificação

A questão a seguir sugere que uma edificação pode ser construída sobre uma fundação que contenha estacas de madeira, avalia-se aqui se os entrevistados consideram esse tipo de fundação segura.

Gráfico 9 – Você considera segura uma construção executada sobre estacas e estruturas de madeira?

Você considera segura uma construção executada sobre estacas e estruturas de madeira?

40 respostas



Fonte: O autor

Nesse cenário 47,5 dos entrevistados demonstram indecisão sobre o questionamento, isso pode ter relação com a questão que aborda ao conhecimento dos profissionais perante o material de estudo, levando-os a duvidar deste elemento, em contrapartida, para 40% uma edificação construída sobre fundações de madeira é segura e confiável, e 12,5% simplesmente não acreditam ser confiável.

Conhecimentos intrínsecos sobre a utilização da madeira na construção civil

Com esse questionamento solicita-se que os entrevistados avaliem, pelo seu entendimento, o porque do material de estudo ser tão pouco explorado estruturalmente na construção civil.

Figura 4 – Questão 10

Com base nos seus conhecimentos, por qual motivo a madeira não é mais utilizada como estrutura, na construção de edifícios?

40 Respostas

- Falta de pessoas especializadas e confiabilidade no material
- Desmatamento, valor!
- Não atendimento a questões de conforto e limitação em desempenho estrutural
- Não faço ideia
- Pouco conhecimento e disposição de outros materiais.
- Em nosso país, possuímos a cultura de construção em alvenaria. Difícil mudar. Estados unidos e outros países usam madeira em suas construções há muito tempo.
- Pela estrutura biológica de fácil decomposição. Reage fácil a fogo e água. Se decompõe mais rápido do que outras tecnologias.
- Por falta de conhecimento e porque o mercado brasileiro é muito resistente para mudanças
- Devido à falta de informação e principalmente, cultural do povo... O processo de educar a população e aplicar um novo conceito, leva muitos anos e talvez nunca seja concretizado.
- Talvez pela preocupação ambiental e falta de desmistificação do assunto.
- Por motivos de custo para o devido tratamento da madeira
- Devido a durabilidade e resistência a umidade.
- Preconceito dos usuários.
- Uma madeira de qualidade, tem custos bem altos, bem como os métodos convencionais de construção, como alvenaria, já são tão consolidados, que as construções em madeira, são vistas com desconfiança pelo público em geral.
- Falta de informação das pessoas leigas que acham que madeira é um material inferior e que já associaram o concreto armado a segurança e maior resistência.
- Comportamento da madeira para fins estruturais ainda pouco conhecimento, somado a durabilidade limitada do material.
- Falta de qualidade da mesma
- Material muito caro e controlado por órgãos ambientais
- Pouca difusão do assunto dentro das faculdades, quando comparado ao concreto e estruturas metálicas.
- 1. Dificuldade de garantir os parâmetros de projeto devido a produção do material ser não industrializada.
- 2. Região do país não favorece a obtenção de madeiras de 1ª categoria.
- 3. Restrições arquitetônicas, gerando a necessidade de estruturas mais esbeltas.
- 4. Falta de conhecimento de profissionais para projeto e execução.
- Por causa do desmatamento exacerbado
- Perdeu espaço para o concreto armado
- Não sei responder.
- Pelo desconhecimento de sua resistência a tração e compressão. Até a norma sobre madeira é bem superficial sem um aprofundamento dos diversos tipos de madeiras.
- Novas tecnologias mais confiáveis.
- Madeiras nobres e duráveis em extinção, alto custo.

Fonte: O autor

Como pode-se constatar, os profissionais listam aspectos que contribuem para que o material de estudo seja considerado inadequado e dessa forma não ser apropriado para, dentre eles podemos destacar o custo do material e da manutenção, a durabilidade do material, a cultura do próprio profissional e da sociedade, a falta de resistência, o desconhecimento do assunto referente ao material, entre outros listados acima.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos através do questionário aplicado demonstram que a grande parte (75%) dos profissionais entrevistados são graduados ou pós-graduados, mas apesar de utilizarem a madeira em suas

construções, ainda assim, não se sentem seguros para projetar e/ou dimensionar uma estrutura somente com esse material. Um dos motivos apontados foi o desconhecimento sobre o material de estudo, bem como as suas características, tais como dureza, umidade, densidade, flexibilidade, etc.. Conforme os relatos, a causa disso foi a pouca abordagem do assunto, nas instituições de ensino e quando se fez, o tema não foi aprofundado de forma coerente, deixando lacunas que ainda podem ser preenchidas. Para esse contexto se deve levar em consideração que, como demonstrado neste artigo, existem livros, bibliografias e artigos relacionados ao material, que auxiliam na capacitação dos profissionais, promovendo um melhor entendimento e dando mais segurança na hora de especificar a utilização desse elemento estrutural.

Outra questão levantada se refere ao aspecto cultural, onde acreditam que o concreto armado e o aço podem proporcionar uma resistência maior aos esforços atuantes em sua estrutura, porém como foi apresentado em algumas tabelas neste trabalho, a madeira pode sim ter uma resistência superior ao aço e ao concreto, proporcionando uma melhor estabilidade estrutural, permitindo modelar essa estrutura com formas que não seriam possíveis com a utilização do aço e do concreto. Novamente se retorna ao âmbito do processo acadêmico, pois profissionais mais capacitados podem propor soluções ideais, demonstrando para a sociedade que a utilização da madeira, para fins estruturais, pode ser confiável, durável e economicamente viável, desde que a sua utilização seja executada de forma coerente e responsável.

Outra forma de alavancar o conceito de madeira como elemento estrutural é proporcionar e incentivar as pesquisas científicas sobre o elemento dentro das instituições de ensino, tornando o estudo mais avançado e elevando o conceito do material. Testes, como os que são realizados em estruturas de concreto armado e de aço, ainda são necessários para garantir a integridade e a resistência de uma estrutura em madeira, erando dados que proporcionarão o entendimento necessário para se projetar e executar um edifício resistente e seguro, com vários pavimentos, tais como os realizados com estrutura de aço e concreto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O assunto é muito interessante e abrangente, há muitas espécies de madeira a serem estudadas, por isso como sugestão para trabalhos futuros seria importante avaliar os conteúdos ministrados nas instituições de ensino e a forma que isso impacta na formação de novos profissionais, outro tema seria o impacto gerado por madeira de reflorestamento nos custos de uma construção, desde as fundações e como mais uma sugestão a execução de um protótipo para ser submetido aos mesmos testes que são realizados nas estruturas de concreto armado, aço e alvenaria estrutural.

Por fim a objetividade deste trabalho foi atingido e pode-se apontar alguns aspectos que fazem da madeira um material pouco explorado na sua forma estrutural. Tendo em vista que esse material é muito utilizado em outros países, como o Canadá e o Japão por exemplo, e até mesmo em outras regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

AGHAYERE, A., Vigil, J. **Structural Wood Design**. A practice-oriented approach using the ASD method. John Wiley & Sons, Inc., Nova Jérsea, Estados Unidos da América, 2007.

ALMEIDA, Filipe A. L. **A Madeira como Material Estrutural** – Projeto da Estrutura de um Edifício. Mestrado Integrado em Engenharia Civil – 2011/2012 – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do

Porto, Porto, Portugal, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190/1997 Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, ABNT, 1997.

GESUALDO, Francisco A. R. **Estruturas de Madeiras** - notas de aula - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, MG / 2003.

MARTINS, Tomás F. R. M. **Dimensionamento de Estruturas em Madeira** - Coberturas e Pavimentos. Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal / 2010.

MELLO, Roberto Lecomte de. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

NENNEWITZ, Ingo; NUTSCH, Wolfgang; PESCHEL, Peter; SEIFERT, Gerhard. **Manual de Tecnologia da Madeira: 2ª edição brasileira, tradução da 4ª edição alemã**, editora Blucher / 2011.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèli. **Estruturas de madeira: dimensionamento segundo a norma brasileira NBR 7190/97 e critérios das normas norte-americanas NDS e europeia EUROCODE 5** - 6. ed., rev., atual. e ampl. / 2003

TSOUMIS, G. (1991). **Mechanical Properties**. In G. Tsoumis, Science of Technology of Wood (pp. 160-193). Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold.