

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESCORAMENTO METÁLICO E DE MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, UMA REVISÃO DE LITERATURA

Lucas Matheus Silva Mendes<sup>1</sup>

Gabriel Moraes da Silva<sup>2</sup>

Marinna Rafaella de Carvalho Sousa Bezerra<sup>3</sup>

Diogo Ramon do Nascimento Brito<sup>4</sup>

**RESUMO:** Os cimbramentos constituem uma das partes mais primordiais na área da construção civil, sua relevância se destaca nos componentes de estrutura como lajes e vigas, onde, dessa forma, alcançam com garantia a segurança. Este artigo tem por objetivo principal desenvolver uma análise a respeito do uso do escoramento metálico e de madeira na construção civil por meio de uma revisão de literatura em referencial teórico a respeito do tema. Como produto, apresenta as vantagens e desvantagens em relação do escoramento metálico e de madeira já que as estruturas metálicas possibilitam aos engenheiros, arquitetos e construtores uma maior liberdade de criação e soluções eficientes para a edificação de construções arrojadas, modernas e inovadoras e a madeira enquanto material de escoramento possui características únicas que contribuem significativamente para a redução da pressão colocada em outros materiais renováveis.

3158

**Palavras-chave:** Escoramento metálico. Escoramento de madeira. Construção civil.

**ABSTRACT:** The scaffolding constitutes one of the most essential parts in the area of civil construction, its relevance stands out in structural components such as slabs and beams, where, in this way, they achieve guaranteed safety. The main objective of this article is to develop an analysis regarding the use of metallic and wooden shoring in civil construction through a literature review in a theoretical framework on the subject. As a product, it presents the advantages and disadvantages in relation to metallic and wooden shoring, since metallic structures allow engineers, architects and builders greater freedom of creation and efficient solutions for the construction of bold, modern and innovative constructions, and wood as a shoring material has unique characteristics that contribute significantly to reducing the pressure placed on other renewable materials.

**Keywords:** Metallic shoring. Wooden shoring. Civil construction.

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, Universidade Ceuma - Campus Imperatriz/MA.

<sup>2</sup>Mestre em Arquitetura Paisagística, Arquiteto Urbanista.

<sup>3</sup>Mestra em Geografia, Arquiteta Urbanista.

<sup>4</sup>Mestre em Ciências dos Materiais, Engenheiro de Alimentos.

## I. INTRODUÇÃO

Cada construção possui aspectos particulares, os quais devem ser observados e avaliados para que se faça a escolha adequada de escoramento. Dentro deste estudo a análise comparativa entre os escoramentos metálicos e de madeira não serve como base para todos os tipos de construções civis, mas sim para casas duplex ou construções que possam se assemelhar às características do presente estudo. Esta análise versa sobre as vantagens e desvantagens de escoras metálicas e de madeira, levando em conta a redução no tempo de trabalho e a produtividade, constando assim qual seria o melhor cimbramento com relação ao custo/benefício.

É neste tocante que a construção civil no Brasil vem aperfeiçoando o processo construtivo, considerando a agilidade e a eficiência dentro das obras, é por esse motivo que se faz necessária a investigação dos custos de escoramento, uma vez que é o aspecto econômico que mais pesa diante da seleção dos sistemas metálicos ou madeira. Além disso, é importante considerar também outros fatores correlacionados às vantagens e desvantagens destes escoramentos, como montagem e desmontagem tendo em vista a redução de tempo, o espaço que o material pode ocupar dentro do canteiro, assim como o seu descarte final. Todas estas situações devem ser levadas em consideração, haja vista que a escolha adequada do escoramento além de trazer benefícios materiais, deve apresentar vantagens em mão de obra e paralelamente ao meio ambiente.

Os cimbramentos constituem uma das partes mais primordiais na área da construção civil, sua relevância se destaca nos componentes de estrutura como lajes e vigas, onde, dessa forma, alcançam com garantia a segurança, mesmo que se firme somente em uma vértice, e assim, conseqüentemente, reconduz em uma estrutura de equilíbrio com apoio em um só extremo. Dentro dessa vertente, instiga-se, quais as vantagens e desvantagens do escoramento metálico e de madeira na construção civil? Tendo em vista, tal questionamento, o objetivo deste artigo é analisar as vantagens e desvantagens entre o escoramento metálico e o escoramento de madeira na construção civil.

Visando a melhoria na qualidade das construções e fomentar os estudos acerca dos tipos de escoramento, tendo em vista que estes apresentam poucas pesquisas científicas que abordem esta temática, serviram de impulso para a escolha deste tema. Deste modo, o trabalho aqui proposto tem como finalidade observar e comparar a utilização de escoras de madeira e escoras metálicas em casas duplex na cidade de Imperatriz - MA. Além disso,

esta pesquisa enfatiza a imprescindibilidade da atenção dos profissionais da área ao escolher e utilizar esses tipos de escoras, tendo em vista que estas estruturas que são provisórias devem ser meticulosamente projetadas e construídas, e por fim, mostrar que a escolha do material correto pode acarretar em redução de custos, bem como aumentar e melhorar a produtividade e diminuir razoavelmente o tempo de trabalho.

Por um lado, é apresentada a madeira enquanto material de escoramento possuindo características únicas que contribuem significativamente para a redução da pressão colocada em outros materiais renováveis, sendo assim, “o emprego da madeira oriunda de florestas plantadas, além de contribuir para a redução de pressões sobre as reservas nativas, permite sua exploração mais consciente” (LEPAGE, 2012, p. 1). Deste modo, a madeira pode ser aplicada em obras que confere requintes nobres e valorizados, isso se deve às características deste material, o que envolve desenho, densidade, originalidade e outras aspectos que presentes em espécies nativas. Entretanto, para que a madeira seja utilizada de maneira correta dentro dos projetos de construção é necessário que alguns paradigmas sobre o seu emprego e manejo sejam esclarecidos nos centros de formação (LEPAGE, 2012). Em vista disso, a ABNT NBR 7190 serviu de embasamento para nortear a utilização deste material.

Por outro lado, as estruturas metálicas possibilitam aos engenheiros, arquitetos e construtores uma maior liberdade de criação e soluções eficientes para a edificação de construções arrojadas, modernas e inovadoras. Além destas características, o metal apresenta fácil armazenagem, apresentando alta durabilidade e reaproveitamento, uma vez que este material pode ser reutilizado diversas vezes, as escoras metálicas apresentam também maior segurança e resistência, uma vez que são normatizadas, a alta resistência das escoras metálicas permite que cargas ainda mais elevadas sejam suportadas (SCHOSSLER,2016). Apesar de toda questão de segurança oferecida pelas escoras metálicas, o profissional da área precisa também ter conhecimento aprofundado nas normas que orientam a utilização deste material, neste trabalho foi utilizada a ABNT NBR 8800 para conduzir as observações relativas ao escoramento metálico.

Para o esclarecimento dos objetivos elencados neste trabalho, foram realizadas visitas em obras e análises de projetos onde foram utilizados escoramentos de madeira e escoramentos metálicos na edificação de casas duplex, compreendendo assim como se deu a o desenvolvimento e execução dos projetos e os motivos que levaram à escolha das escoras (madeira e metálica) enquanto materiais de edificação, deste modo, o

levantamento de todas estas informações garantiram a viabilidade da realização deste trabalho e conseqüentemente o desenvolvimento dos objetivos propostos.

## 2. METODOLOGIA

Este artigo teve como metodologia para o seu desenvolvimento, uma pesquisa de caráter bibliográfica com a revisão literatura a respeito do tema em material bibliográfico existente. Em vista disso, é importante ressaltar que o método exploratório que será empregue na pesquisa, utilizará procedimentos técnicos na coleta de dados e averiguações para que assim seja plausível determinar os critérios para seleção do material supracitado. Conseqüentemente é possível compreender que o método de pesquisa é fundamentado na vertente qualitativa que serviu de base para a revisão integrativa (FERNANDES, 2003). Nesta perspectiva, Demo aponta que:

Pesquisa como princípio científico e educativo faz parte de todo processo emancipatório, no qual se constrói o sujeito histórico autossuficiente, crítico e autocrítico, participante e capaz de reagir contra a situação de objeto e de não cultivar o outro como objeto. Pesquisa como diálogo é processo cotidiano integrante do ritmo de vida, produto e motivo de interesses sociais em confronto, base da aprendizagem que não se restrinja a mera reprodução; Na acepção mais simples, pode significar conhecer, saber, informar-se para sobreviver, para enfrentar a vida de modo consciente”. (DEMO, 2006. P.42- 43).

3161

Desta maneira, a pesquisa seguirá as reflexões acerca das vantagens e desvantagens dos escoramentos, como montagem e desmontagem tendo em vista a redução de tempo, o espaço que o material pode ocupar dentro do canteiro e suas normas que regem os projetos das construções, haja vista que a escolha adequada do escoramento além de trazer benefícios materiais, deve apresentar vantagens em mão de obra e paralelamente ao meio ambiente.

## 2. Fundamentação Teórica

A história da construção civil está diretamente ligada às premissas da evolução humana, por meio da evolução o homem foi descobrindo novos meios e técnicas, bem como materiais, e assim foram surgindo as primeiras construções. “É provável que, no Neolítico, quando o homem que na idade anterior já aprendera a lascar a pedra, e, agora sedentário, construiu suas primeiras cabanas, já tivesse alguma noção empírica sobre a resistência e a estabilidade dos materiais” (NÁPOLES NETO, 1998, p. 17). Na Idade Antiga, por exemplo, veio o surgimento de diversas civilizações, entre elas a civilização grega e romana, as quais apresentaram bastante notoriedade, a ponto de exercer forte

influência sobre a civilização ocidental. Desta forma, gregos e romanos obtiveram sucesso na evolução construtiva, mesmo não tendo o conhecimento específico de técnicas modernas (BALLANTYNE, 2012).

No geral, as construções deste período não apresentam tantas diferenças do processo de construção utilizados atualmente, em suma, as construções eram feitas com barro, tijolos de barro, madeira e pedra (ROBERTSON, 1929). Haja vista que a evolução da construção civil evolui de acordo com a sociedade, alguns materiais permanecem sendo utilizados na construção, contudo alguns são substituídos levando em conta a descoberta de novas técnicas. Hugon (2004, p. 1) assevera que “os materiais [...] variam segundo as épocas, segundo os recursos locais, segundo os meios de transporte e realização, segundo a estética etc.”, sendo assim, as construções são carregadas de significados específicos, sendo parte integrativa da história de uma civilização.

Um tipo de construção que se encontra desde o Paleolítico, estendendo-se pelo Neolítico e antiguidade, é o agrupamento de habitações em forma circular [...] este estágio construtivo é curioso, pois se revela mais como estágio cultural do que histórico, uma vez que se estende desde restos encontrados na Europa Ocidental, Chipre, Rússia, China, Japão, até construções bem mais modernas, bastante semelhantes, de índios sul-americanos e de lapões. (NÁPOLES NETO, 1998, p. 18).

Deste modo, o sentido histórico atribuído às construções agrega informações importantes a serem analisadas dentro da perspectiva da evolução das técnicas de construção, e isso deve ser observado de acordo com cada época e cada povo respeitando suas particularidades.

Já na Idade Média, o Império Romano atingiu o seu ápice, a Igreja Católica, por sua vez, exerceu um importante papel ao interferir em decisões que cabiam ao Estado, durante as cruzadas. Paralelamente, o Imperador Justiniano, tal qual seus antecessores, visou impor sua autoridade por meio de construções, deste modo, as construções também representavam poder e *status* (ZUCHORA-WALSKE, 2015).

Paralelamente, na Idade Moderna as monarquias europeias ganharam força tendo assim maior facilidade para sua expansão e domínio, neste período as grandes navegações abriram caminho para o capitalismo (ADDIS, 2009). Apesar de a engenharia estar voltada para as áreas militares e navais, por conta das grandes navegações, grandes obras foram construídas durante a Renascença. Graças ao crescimento do comércio europeu e ao acúmulo de riquezas geradas durante séculos, as construções passaram a representar ainda mais grandeza e requinte. Foi nesta época em que se iniciou a valorização do conforto, proporcionando aos seus habitantes o deleitamento de muito luxo.

Foi durante a Renascença que surgiu uma nova técnica na construção dos palácios, esta técnica foi inserida no século XVI na Espanha, chamada de *El Escorial*, este método fazia a utilização de pedras que eram cortadas antes de chegarem ao canteiro de obras, e ela facilitou a execução do trabalho, permitindo maior rapidez, enquanto no processo tradicional as pedras eram talhadas de maneira irregular após o assentamento de suas adjacentes (ADDIS, 2009).

A Idade Contemporânea, por sua vez, foi marcada por uma série de progressos, entre eles estão a construção e desenvolvimento de estradas de ferro, onde os engenheiros tiveram grande importância, uma vez que estavam diretamente ligados à sua construção, além disso, eles eram os responsáveis pela construção de portos, pontes e canais (ADDIS, 2009). Nos anos de 1830, as vigas de ferro já eram amplamente utilizadas nas construções, contudo, ainda tinham como acompanhamento paredes de alvenaria, haja vista que elas desempenhavam o papel estrutural que auxiliava na transferência das cargas.

Já no final do século XIX os americanos começaram a se preocupar com o avanço das edificações, uma vez que o país tinha saído de uma guerra Civil que atingiu diretamente as construções, principalmente em Chicago, assim a demanda por novas edificações aumentou, contudo, as construções deveriam ter um custo menor e serem construídas mais rapidamente, porém a alvenaria tradicional não permitia isso.

Sendo assim, depois de muito estudo se chegou ao concreto armado, do qual eram feitos elementos construtivos como pilares, vigas, fundações, fachadas e coberturas (ADDIS, 2009). A partir da década de 1930 as aplicações de estruturas de aço passaram a ser ainda mais disseminadas, e surgiram também novos materiais estruturais, como foi o caso da madeira laminada e o alumínio, que foram elaborados pela indústria aeronáutica.

### 3. Escoramentos

#### 3.1 Tipologias de escoramentos utilizados na construção civil

Os escoramentos são um dos elementos mais relevantes no âmbito da construção civil, visto que, os componentes da estrutura tais como laje e vigas, passam a atingir segurança e firmeza mesmo que se apoie unicamente em um extremo, replicando-se em autoportante. Consequentemente, essencialmente, são suportes temporários que influenciam de forma direta nas despesas de um projeto e por conseguinte na qualidade de desfecho desse serviço que será oferecido.

Conforme Borges *et. al* (2019) é de colossal relevância ter conhecimento de toda variedade de aparatos que serão manuseados e empregues em uma obra, a começar dos que serão inclusos em locação e na parte inferior da estrutura, até os instrumentos de desfechos do acabamento. Essa primordialidade de intelecção, é justificada pela realidade de que a qualidade e a estabilidade dos materiais que são operados, estabelecerão a propriedade e a durabilidade do investimento. Assim, Borges *et al.* reverbera que

Para que uma construção seja bem-sucedida, alguns fatores precisam trabalhar em conjunto, além disso, alguns elementos são de grande valia na hora da escolha do mais adequado: durabilidade, segurança, trabalhabilidade, higiene e a resistência. Os escoramentos sustentam o peso do concreto armado, até que este endureça e seja possível ser feito a retirada dos escoramentos mantendo a estrutura firme e intacta, somente após seu tempo de cura seja cumprido. (2019, p. 676)

Ademais, dentro dessa vertente é significativo destacar que os escoramentos igualmente dispõe da função por inúmeras vezes de equilibrar e segurar o peso também dos responsáveis e ferramentas implicadas na obra. Na iminência de qualquer arquétipo de projeto e configuração de obra, subsistem proporções apropriadas que precisam ser examinadas, além de carecerem ser dispostas com bastante precaução.

Conforme Martha (2010) noutros tempos, em consequência da restrição de tecnologia e de material adequado para a obra, era empregado escoras arranjadas a partir de troncos de madeiras. Esse exemplo de escora é alcançado com facilidade e dispõe de um preço acessível, contudo não concede uma maior capacidade para o reaproveitamento, visto que a madeira propende ao desgaste ou deterioração em curto prazo de tempo por motivos de baixa competência em sustentar as cargas impostas.

É importante frisar que conforme Lepage (2012) independentemente do equipamento utilizado como escora, seja de madeira ou de metal, os cimbramentos são ferramentas que sustentam a carga transitória de constituintes estruturais, tais como lajes e vigas. Por outro ângulo, esse método igualmente pode ser empregue como base para outros instrumentos da construção civil e, devido a isso, são excepcionalmente relevantes no segmento para a finalização de um obra.

Quando se fala em tipos de escoramentos utilizados na construção civil observa-se dois tipos, as de madeira e as metálicas. As de madeiras são, e devem ser feitas com obra-prima de primeira classe – ou inclusive com escoras de eucalipto – que são sustentáculos para vigas. As metálicas são desenvolvidas por canos que se ajustam e que são bastante empregados em construções de pé direitos baixos. Conseqüentemente após a colocação das escoras, são ordenadas as estruturas.

Em concordância, Salvador (2013) apresenta termos utilizados para tipos de escoramentos com as seguintes terminologias:

Escoramento: sistema de suporte provisório, por meio de pontaletes metálicos, presentes no instante da concretagem de um pavimento de concreto armado, comum função de apoiar todo o sistema de fôrmas;

Escoramento remanescente: sistema de suporte provisório, por meio de pontaletes metálicos, presente no instante da concretagem, que permanece sob o elemento estrutural de concreto armado após a retirada dos sistemas de fôrmas e do escoramento. Os pontaletes, correspondentes ao escoramento remanescente, dão suporte à estrutura de concreto diretamente sob chapas de madeira que permanecem sob a estrutura até a retirada prevista nos procedimentos executivos. Estas chapas de madeira correspondem aos painéis de largura menor em trechos centrais linearmente dispostos, comumente chamados de faixa de “reescoro”;

Reescoramento: sistema de suporte provisório, por meio de pontaletes metálicos, que são recolocados sob uma estrutura de concreto armado já moldada, pelo menos um dia após a concretagem, substituindo o escoramento. Este sistema implica, necessariamente, um procedimento de aperto dos pontaletes metálicos, que e podem estar sob as chapas de madeira descritas anteriormente, ou diretamente sob a estrutura de concreto.

Perante tal linha de nomenclaturas citadas por Fernando Salvador, frisa-se que existem “as escoras com pontaletes verticais, que podem ser de madeira ou aço, e dão sustentação a um pavimento, apoiando-o no pavimento imediatamente abaixo.” (DICKEL, 2014, p. 23). É importante evidenciar que ambos os arquétipos devem ser composto sem deformações, falhas, anormalidades ou pormenores frágeis. Seja com o escoramento de madeira ou metálico, é necessário ter cuidado na execução do serviço e obedecer precisamente o projeto imposto na obra, sempre com a direção de um profissional responsável, competente e qualificado.

### 3.2 Parâmetros e critérios de escoramentos no Brasil

No Brasil, durante um longo tempo, a criação de moldes de fôrmas para adequá-las às obras na estruturação de concreto armado foi um ofício comumente efetuado por profissionais com discernimento empírico. Contudo, no desfecho dos anos 80, determinadas instituições desencadearam inquietação com o manuseio de forma racional de instrumentos e equipamentos utilizados no serviço (CALIL *et al.*, 2000).

A partir daí, criou-se mecanismos internos para o aperfeiçoamento dos procedimentos e otimização dos gastos com ferramentas e mão-de-obra. Entretanto, tais metodologias nem sempre harmonizam-se com a técnica de construção de um modo adequado, com a utilização de empenho nas estruturas, obedecendo as atuações previstas no projeto constituído. Por outro lado, não é uma unanimidade que o projeto irá beneficiar a tática construtiva.

Consoante Maranhão (2000) o complexos de fôrmas são estabelecidos como agrupamento de constituintes que adaptam-se para moldar o concreto e ampará-lo até que este obtenha resistência satisfatória. Como “molde” do concreto úmido, as fôrmas efetuam extrema importância no Consoante Maranhão (2000) o complexos de fôrmas são estabelecidos como agrupamento de constituintes que adaptam-se para moldar o concreto e ampará-lo até que este obtenha resistência satisfatória.

Conforme Morikawa (2003)

No preparo das fôrmas, é generalizado o emprego da madeira, que foi e continua sendo a matéria prima principal utilizada na confecção dos moldes para concretagem, embora alguns tipos de fôrmas empreguem outros tipos de materiais como veremos. Há, pois, uma relação entre os volumes de materiais empregados e o volume de obras de concreto armado, no que diz respeito à fôrma. Deve-se também ter presente que na construção civil, tomada como um todo, o emprego de madeira é fator importante e quase indispensável. (2003, p. 2)

Como “molde” do concreto úmido, as fôrmas efetuam extrema importância na função quanto à aquisição de uma estrutura de concreto com excelência; possíveis alterações defeituosas em molde excessivo ou ausência de estanqueidade podem afetar a resistência e longevidade da sustentação, assim como ter efeito execrados em relação à estética final planejada (BATISTA *et al.*, 2002). Na área de suporte para concreto, as fôrmas terminam por executar uma incumbência de ordenamento provisório que precisa resistir a pesos do tipo: carga própria e do concreto projetado, funcionários, ventanias etc. As fôrmas cumprem hoje naturalmente retorquir por metade do gasto da estrutura de concreto armado.

Conforme a ABNT NBR 15696:2009 as fôrmas são “estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante” (2009, p. 2). Quando se consta sobre o relatório de generalidades das fôrmas e escoramentos a ABNT revela que “O sistema de fôrmas e escoramento deve ser projetado e construído obedecendo à Seção 6 e às prescrições das ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 8800, quando se tratar de estruturas de madeira ou metálicas, respectivamente.” (2009, p. 3).

Para obrigações aos projetos de escoramentos (ABNT NBR 15696:2009) deve

- a) especificar as cargas admissíveis dos equipamentos utilizados;
- b) definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos;
- c) definir as cargas nas bases de apoio;
- d) ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes, de tal forma que não fiquem dúvidas para a correta execução da montagem. (2009, p. 2)

Já os propostas projetuais para fôrmas consoante a ABNT NBR 15696:2009, o projeto deve:

- a) especificar os materiais utilizados;
- b) definir clara e exatamente o posicionamento de todos os elementos utilizados;
- c) mencionar os critérios adotados para o dimensionamento da fôrma, tais como a pressão do concreto, a velocidade de lançamento, altura de concretagem e de vibração, consistência do concreto, metodologia de lançamento etc.;
- d) ser detalhado com plantas, cortes, vistas e demais detalhes, de tal forma que não fiquem dúvidas para a correta execução da montagem.

Dentro desses critérios e parâmetros o profissional responsável da obra, quando fizer uso dos materiais industrializados com pesos aceitáveis que tenham sido comprovados para um modo particular de montagem, o planeamento de fôrma ou escoramento pode integrar arquivos técnicos, tutorial de instrução e montagem. Assahi (2005) ressalta que todas as propostas de escoramentos e fôrmas devem ser engendradas por profissionais competentes e responsáveis, carecendo serem autorizados pelo engenheiro encarregado pela instituição executora ou provisor. Estes necessitam ser integrais, compreendendo todas as referências para a composição adequada da fôrma e do escoramento.

### 3.3 ABNT NBR 7190: um olhar sobre o Projeto de estruturas de madeira

3167

Dentro da construção civil, o procedimento construtivo mais utilizado no Brasil é a alvenaria habitual. Contudo, as estruturas de madeira ainda aparecem constantemente nas edificações, deste modo, a NBR 7190 – Projetos de estrutura de madeira (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996), é uma norma de total importância dentro da construção civil. Tendo em vista a crescente no que se refere as construções que utilizam madeira no Brasil, o uso da NBR 7190 tem se mostrado a cada dia mais expressivo.

Em linhas gerais, a Norma 7190 define como seu objetivo “as condições gerais que devem ser seguidas no projeto, na execução e no controle das estruturas correntes de madeira, tais como pontes, pontilhões, coberturas, pisos e cimbres.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2). Sendo assim, as regras presentes nestas Normas devem ser obedecidas, bem como as regras estabelecidas em outras normas, levando em conta as exigências específicas de cada caso.

O terceiro item dentro da Norma 7190, faz referência às generalidades presentes em um projeto que versa sobre a utilização de estruturas de madeira, neste aspecto, a NRB 7190 ressalta que:

As construções a serem executadas total ou parcialmente com madeira devem obedecer a projeto elaborado por profissionais legalmente habilitados. O projeto é composto por memorial justificativo, desenhos e, quando há particularidades do projeto que interfiram na construção, por plano de execução, empregam-se os símbolos gráficos especificados pela NBR 7808. Nos desenhos devem constar, de modo bem destacado, a identificação dos materiais a serem empregados. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2)

Deste modo, ao fazer a elaboração de um projeto, o profissional habilitado para isso deve obedecer de maneira total ao projeto predefinido, levando em conta todos os aspectos presentes nesta Norma, que envolve: o memorial justificado, que faz referência aos elementos que obrigatoriamente precisam constar no projeto; o desenhos que precisam estar de acordo com a NBR 10067; o plano de execução, quando houver necessidade de sua inclusão; as notações que devem ser estabelecidas às estruturas da madeira, o que inclui (letras romanas maiúsculas, letras romanas minúsculas e letras gregas minúsculas); os índices gerais e formados por abreviações, incluindo os índices especiais e por simplificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996).

No que se refere à segurança de se utilizar esta estrutura, a NBR 7190, define um item onde sugere as hipóteses básicas de segurança:

Situações previstas de carregamento

Toda estrutura deve ser projetada e construída de modo a satisfazer os seguintes requisitos básicos de segurança:

- a) com probabilidade aceitável, ela deve permanecer adequada ao uso previsto, tendo-se em vista o custo de construção admitido e o prazo de referência da duração esperada;
- b) com apropriado grau de confiabilidade, ela deve suportar todas as ações e outras influências que podem agir durante a construção e durante a sua utilização, a um custo razoável de manutenção

Situações não previstas de carregamento:

Na eventual ocorrência de ações excepcionais, como explosão, impacto de veículos ou ações humanas impróprias, os danos causados à estrutura não devem ser desproporcionais às causas que os provocaram. Os danos potenciais devem ser evitados ou reduzidos pelo emprego de concepção estrutural adequada e de detalhamento eficiente das peças estruturais e de suas uniões e ligações. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 6).

Dentro da NBR 7190, este é um dos itens de maior relevância, tendo em vista sua abordagem acerca da segurança, um item onde o engenheiro deve se ater aos detalhes de cada especificação, pois nelas constam todas as condições de segurança que devem ser seguidas ao optar por estruturas de madeira.

As ações, pelas quais as estruturas de madeira estarão sujeitas também estão elencadas dentro da Norma 7190, sendo assim:

As ações são as causas que provocam o aparecimento de esforços ou deformações nas estruturas. As forças são consideradas como ações diretas e as deformações impostas como ações indiretas. As ações podem ser: a) ações permanentes, que

ocorrem com valores constantes ou de pequena variação em torno de sua média, durante praticamente toda a vida da construção; b) ações variáveis, que ocorrem com valores cuja variação é significativa durante a vida da construção; c) ações excepcionais, que têm duração extremamente curta e muito baixa probabilidade de ocorrência durante a vida da construção, mas que devem ser consideradas no projeto de determinadas estruturas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 7).

Este aspecto é fundamental para o entendimento diante da regulamentação que prevê as ações propícias da estrutura, sendo necessário a compreensão não somente das definições que tangem as ações, bem como os valores de cálculos destas ações, tendo então a percepção de que “os valores de cálculo  $F_d$  das ações são obtidos a partir dos valores representativos, multiplicando-os pelos respectivos coeficientes de ponderação  $\gamma_f$ ” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 11).

Outro ponto a ser analisado dentro da Norma 7190, são as propriedades da madeira, uma vez que são subordinadas à “sua estrutura anatômica, devendo distinguir-se os valores correspondentes à tração dos correspondentes à compressão, bem como os valores correspondentes à direção paralela às fibras dos correspondentes à direção normal às fibras” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 14).

Desta maneira são definidos como as propriedades a considerar:

- Densidade

Define-se o termo prático “densidade básica” da madeira como sendo a massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume saturado. A massa seca é determinada mantendo-se os corpos-de-prova em estufa a 103°C até que a massa do corpo-de-prova permaneça constante. O volume saturado é determinado em corpos-de-prova submersos em água até atingirem peso constante.

- Resistência

A resistência é a aptidão da matéria suportar tensões. A resistência é determinada convencionalmente pela máxima tensão que pode ser aplicada a corpos-de-prova isentos de defeitos do material considerado, até o aparecimento de fenômenos particulares de comportamento além dos quais há restrição de emprego do material em elementos estruturais. De modo geral estes fenômenos são os de ruptura ou de deformação específica excessiva.

- Rigidez

A rigidez dos materiais é medida pelo valor médio do módulo de elasticidade, determinado na fase de comportamento elástico-linear.

- Umidade

As classes de umidade têm por finalidade ajustar as propriedades de resistência e de rigidez da madeira em função das condições ambientais onde permanecerão as estruturas. Estas classes também podem ser utilizadas para a escolha de métodos de tratamentos preservativos das madeiras estabelecidos no anexo E. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 14).

As propriedades da madeira é um tópico considerável para os engenheiros, arquitetos e até mesmo pedreiros, haja vista que estes profissionais apresentam dificuldade

em assimilar estas propriedades, isto porque a madeira possui propriedades distintas do concreto. Portanto, observar a densidade, umidade, resistência e rigidez da madeira é algo imprescindível na realização de um projeto, além dos cálculos estruturais da edificação.

Ademais, o dimensionamento é outro ponto a ser observado dentro da NBR 7190, uma vez que:

Os esforços atuantes nas peças estruturais devem ser calculados de acordo com os princípios da Estática das Construções, admitindo-se em geral a hipótese de comportamento elástico linear dos materiais. Permite-se admitir que a distribuição das cargas aplicadas em áreas reduzidas, através das espessuras dos elementos construtivos, possa ser considerada com um ângulo de 45° até o eixo do elemento resistente. A consideração da hiperestaticidade das estruturas somente pode ser feita se as ligações das peças de madeira forem do tipo rígido. Os furos na zona comprimida das seções transversais das peças podem ser ignorados apenas quando preenchidos por pregos. Os furos na zona tracionada das seções transversais das peças podem ser ignorados, desde que a redução da área resistente não supere 10% da área da zona tracionada da peça íntegra. Nas estruturas aporticadas e em outras estruturas capazes de permitir a redistribuição de esforços, permite-se que os esforços solicitantes sejam calculados por métodos que admitam o comportamento elastoplástico dos materiais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 19).

Esta norma versa sobre a verificação de segurança dentro dos limites de esforços atuantes presentes em estados limites últimos, portanto, toda e qualquer força atuante em peças estruturais deve ser calculada de maneira criteriosa, fazendo assim o uso das concepções de Estática da Construção. Desta forma, o cálculo estrutural da edificação deve ser feito seguindo todas as orientações presentes neste item.

O item subsequente, versa sobre as ligações presentes na madeira e como estas ligações mecânicas podem ser feitas, sendo assim, a NBR 7190 madeiras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 32) especifica que “as ligações mecânicas das peças de madeira podem ser feitas por meio dos seguintes elementos: - pinos metálicos; - cavilhas; - conectores.” Dentro destas especificações, cada um destes elementos é composto por materiais essenciais:

Os pinos metálicos podem ser constituídos por pregos ou parafusos. As cavilhas são pinos de madeira torneados. Os conectores podem ser constituídos por anéis metálicos ou por chapas metálicas com dentes estampados. No cálculo das ligações não é permitido levar em conta o atrito das superfícies em contato, nem de esforços transmitidos por estribos, braçadeiras ou grampos. Devem ser respeitados os espaçamentos especificados e a pré-furação especificada para evitar o fendilhamento da madeira em virtude da presença dos elementos de união. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 32).

Em cada um desses elementos devem ser analisados aspectos como: rigidez da ligação, perfuração e resistência dos materiais que podem ser utilizados em cada ligação. Todas estas observações contribuem na realização de ligações entre peças de madeira.

Paralelamente, o dimensionamento em estados limite de utilização, onde em seus critérios gerais é especificado que:

Na verificação da segurança das estruturas de madeira são usualmente considerados os estados limites de utilização caracterizados por:

- a) deformações excessivas, que afetam a utilização normal da construção ou seu aspecto estético;
- b) danos em materiais não estruturais da construção em decorrência de deformações da estrutura;
- c) vibrações excessivas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 38).

O dimensionamento é um item de grande relevância para se analisar ao escolher trabalhar com a madeira dentro da estruturação de uma edificação, um vez que fatores como: efeitos da umidade, ações variáveis e deformações limites com materiais frágeis devem ser cuidadosamente avaliados durante o projeto.

Não obstante, as disposições construtivas observadas dentro da NBR 7190 aponta para o método construtivo, dentro deste item se reforça a importância de que o sistema estático deva estar notoriamente definido, isso possibilita que as incertezas sobre os valores das seções críticas sejam minimizadas:

Para evitar a deterioração rápida das peças, devem ser tomadas precauções tais como: tratamento preservativo adequado, facilidade de escoamento das águas e arejamento de faces vizinhas e paralelas. Todas as peças da estrutura devem ser projetadas de modo a oferecer facilidade de inspeção. As peças porventura sujeitas a uma deterioração mais rápida que o resto da estrutura devem ser facilmente substituíveis, tomando-se as precauções para facilitar essas operações, que devem ser consideradas como parte normal dos trabalhos de conservação. No caso de pontes ferroviárias lastradas, os pranchões resistentes, dispostos transversalmente, deverão ser de madeira tratada. Em pontes rodoviárias ou para pedestres, sem revestimento protetor, deve-se admitir uma camada de desgaste com pelo menos 2 cm de espessura. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 39).

As disposições gerais enfatizam a obrigatoriedade de ligações rígidas, sendo assim, os sistemas estruturais por serem estaticamente indeterminados é necessário o uso obrigatório destas ligações. De maneira geral, as estruturas de madeira precisam de uma maior dedicação por parte dos profissionais da construção civil, para que assim a sua utilização seja implementada de maneira mais usual, portanto, a compreensão da Norma 7190 é imprescindível para estes profissionais.

### **3.4 Vantagens e desvantagens da madeira enquanto material estrutural**

Para se analisar as principais vantagens e desvantagens na utilização da madeira é importante que se tenha uma concepção clara de que existem diversos tipos de madeira e cada um apresenta características e utilizações específicas em edificações, assim a

propriedade da madeira varia de acordo com a sua espécie. Deste modo, serão apresentadas aqui as vantagens e desvantagens da madeira de maneira genérica, levando em conta a utilização da madeira em comparação a estruturas de concreto e aço. Neste interim, Chaves (2021) aponta como principais vantagens da madeira as seguintes:

- Alta resistência a tração e compressão: A madeira resiste bem aos dois tipos de esforço, apresentando uma boa aplicabilidade em várias situações estruturais.
- Durabilidade: Se forem feitos todos os tratamentos a madeira pode durar por muitos anos, tanto quanto as construções de alvenaria tradicional;

Isolamento térmico: A madeira é um isolante térmico natural de bom desempenho;

- Resistência a choques elétricos: Além de isolar o ambiente das trocas de calor excessivas, ela apresenta-se como um péssimo condutor de correntes elétricas, diminuindo o risco de choques.

- Material leve: Por ser mais leve que o concreto e o aço, apresentar uma melhor trabalhabilidade e facilidade de manuseio para a execução de obras.

- Esteticamente agradável: É um material que proporciona um conforto visual e em geral é um material de agrado dos arquitetos(as), pois sua ampla aplicação se encaixa em diversas propostas arquitetônicas;

- Conforto tátil: Apresenta uma ótima sensação ao toque, desde que tratada de forma correta. Esse é um grande aliado da estética da madeira;

- Velocidade na construção: De forma geral, quando se trabalha com madeira, as estruturas são pré-moldadas, o que acelera e muito o tempo de obra graças ao fácil processo de montagem. (CHAVES, 2021, online)

Nesta perspectiva, a madeira é considerada como um excelente material, isso se deve ao seu aspecto renovável e a utilização de pouca energia para o seu preparo. Deste modo, a maior vantagem da utilização da madeira é a sua capacidade de se renovar, e economicamente se apresenta como material bem viável.

Paralelamente, deve-se atentar também às desvantagens deste material, uma vez que ele pode apresentar defeitos, Chaves (2021) apresenta enquanto desvantagens as seguintes:

- Altamente inflamável: Devido a sua alta inflamabilidade, sempre é preciso tratar a madeira com produtos químicos que retardam as chamas;

- Suscetível a fungos e insetos: Esse é um dos pontos que as pessoas mais se preocupam ao fazer obras em madeira, não por acaso. Para que as obras em madeiras fiquem livres desses agentes é preciso sempre fazer tratamentos contra fungos, pragas e insetos;

- Dilata em umidades elevadas: Na presença de grandes umidades de forma frequente a madeira dilata, podendo trazer problemas aos elementos e ficando mais susceptível a fungos e pragas;

- Manutenção periódica: Como uma grande quantidade de produtos são colocados para amenizar alguns dos pontos fracos da madeira, é necessário fazer sempre manutenções, inclusive para verificar possíveis focos de problemas. Recomenda-se fazer manutenções anuais em coberturas e estruturas de madeira. Para demais elementos externos, recomenda-se manutenções a cada 5 anos e em elementos internos, a cada 10 anos;

- Ruídos: A madeira, no geral, se dilata e se contrai de acordo com variações térmicas. A mudança de temperatura entre o dia e a noite em alguns locais pode ser o suficiente para ocasionar essas dilatações e contrações, o que provoca ruídos que são mais perceptíveis durante a noite ou momentos mais silenciosos. (CHAVES, 2021, online).

Levando em consideração que a madeira advém de uma matéria orgânica, por isso deve ser observada uma série de condições para que se faça o uso adequado deste material.

Além dos aspectos supracitados, Mascarenhas (2008, p. 78) ressalta que outros defeitos podem aparecer, como “níveis de descontinuidade, irregularidades estruturais, alterações químicas ou de coloração, modificação morfológica do fuste e secagem ou técnica de desdobramentos irregulares.” Sendo assim, o profissional responsável por obras que utilizem madeira em sua estruturação deve ter ainda mais atenção no que diz respeito aos processos industriais que precisam ser aplicados em cada local onde se faz o uso da madeira.

### 3.5 Vantagens e desvantagens do aço enquanto material estrutural

Atualmente, o aço vem apresentando ainda mais aceitação por parte de profissionais da construção civil, isso se deve ao fato do aço possuir características que conferem grande versatilidade. O aço pode ser utilizado em vários elementos construtivos, a exemplo disso ele pode aparecer em: vigas, treliças, vergalhões, telas soldadas, painéis decorativos, entre outros. Contudo, ao analisar o projeto de uma edificação, é importante que sejam avaliados todos os materiais que serão utilizados, bem como suas vantagens e desvantagens.

Em seus estudos, Pagno (2012) cita algumas vantagens da utilização do aço na construção civil:

- Liberdade no projeto de arquitetura – permite aos arquitetos “total” liberdade criadora;
- Maior área útil – As áreas dos pilares de aço são substancialmente mais esbeltas que as de concreto, permitindo um melhor aproveitamento da área útil;
- Flexibilidade – são estruturas que se adaptam bem as ampliações, mudanças e reformas. Além de ser facilitadores quanto a passagem de dutos de água, energia, telefone etc.;
- Menor prazo de execução – permite que se trabalhe na fabricação da estrutura simultaneamente a execução da fundação, a possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente, a diminuição de formas e escoramentos e o fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, pode levar a uma redução de até 40% no tempo de execução quando comparado com os processos convencionais;
- Racionalização de materiais e mão-de-obra – com a utilização de sistemas industrializados, as obras em aço podem reduzir os desperdícios sensivelmente, visto que em obras convencionais podem atingir cerca de 25%;

- Alívio de carga nas fundações - podem reduzir em até 30% os custos das fundações por serem estruturas mais leves que as convencionais;
- Reciclabilidade - o aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas;
- Precisão construtiva - As estruturas metálicas exigem uma precisão milimétrica enquanto nas estruturas de concreto a precisão é medida em centímetros, o que garante uma estrutura perfeitamente nivelada, facilitando diversas atividades posteriores. (PAGNO, 2012, p. 121).

Sendo assim, o aço se apresenta como uma ótima opção de base estrutural, as estruturas metálicas possibilitam assim que os profissionais da área consigam criar seus projetos de forma diferenciada, eficiente e com qualidade superior. Deste modo, o aço pode ser encontrado em diversas edificações, tornando-as ainda mais resistentes e modernas.

Paralelamente, existem também algumas desvantagens que devem ser pontuadas para que se tenha consciência da integralidade do material, Pagno (2012), também ressalta algumas desvantagens do aço, que segundo ele, apesar de serem pouquíssimas as desvantagens, elas precisam ser pontuadas

- Limitação de fabricação em função do transporte até o local da montagem final, assim como custo desse mesmo transporte, em geral bastante oneroso.
- Necessidade de tratamento superficial das peças estruturais contra oxidação devido ao contato com o ar, sendo que esse ponto tem sido minorado através da utilização de perfis de alta resistência à corrosão atmosférica, cuja capacidade está na ordem de quatro vezes superior aos perfis de aço carbono convencionais.
- Necessidade de mão-de-obra e equipamentos especializados para a fabricação e montagem.
- Limitação, em algumas ocasiões, na disponibilidade de perfis estruturais, sendo sempre aconselhável antes do início de projetos estruturais, verificar junto ao mercado fornecedor, os perfis que possam estar em falta nesse mercado. (PAGNO, 2012, p. 122).

Apesar das desvantagens apresentadas, o aço é utilizado atualmente em grande escala em construções dos mais diversos portes. Como observado anteriormente, qualquer material a ser utilizado em uma edificação necessita de uma análise minuciosa antes da escolha de uma determinada matéria-prima ser escolhida, para cada edificação se têm materiais específicos. Por sua vez, é inegável a importância do aço na construção civil sobretudo na substituição de componentes de concreto, sendo assim, a utilização desse material só tem a crescer.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa pesquisa, espera-se analisar as vantagens e desvantagens entre o escoramento metálico e o escoramento de madeira na construção civil, esta análise versa sobre as vantagens e desvantagens de escoras metálicas e de madeira, levando em conta a

redução no tempo de trabalho e a produtividade, constando assim qual seria o melhor cimbramento com relação ao custo/benefício.

Bem como comparar esses dois tipos de escoramento na construção civil, pois este, por sua vez, acarreta para cada construção aspectos particulares, os quais devem ser observados e avaliados para que se faça a escolha adequada de escoramento. Assim como também, compreender os parâmetros e critérios dos escoramentos, pois os critérios e parâmetros em cada obra, necessitam ser comprovados para um modo particular de montagem, tal como o planejamento de escoramento por cada responsável técnico da construção.

Dentro dessa vertente, é necessário ter em vista a redução de tempo, o espaço que o material pode ocupar dentro do canteiro, assim como o seu descarte final, pois Todas estas situações devem ser levadas em consideração, haja vista que a escolha adequada do escoramento além de trazer benefícios materiais, deve apresentar vantagens em mão de obra e paralelamente ao meio ambiente, sendo ela uma das maiores pautas nos dia atuais.

Com isso espera-se que os resultados dessa pesquisa proporcionem maior familiaridade aos responsáveis e colaboradores em construções civis, tal como a segurança que deve ter em sua manobra dentro da obra e o melhor tipo de escoramento, vantagens e desvantagens, em cada planejamento específico, contribuindo assim no avanço da ciência na respectiva temática.

## REFERÊNCIAS

ADDIS, B. **Edificação: 3000 anos de projeto, engenharia e arquitetura**. Ed. 1. Porto Alegre: Bookman, 2009. 640p.

ABRASFE – Associação de Empresas de Fôrmas, Escoramentos e Acesso. Manual de informações básicas de reescoramento e escoramento remanescente. 2015. Disponível em: <https://abrasfe.org.br/abrasfe-informa/>. Acesso em: 20 mai. 2022.

ASSAHI, P. N. **Sistema de fôrma para estrutura de concreto/ Concreto-Ensino**, pesquisa e realizações (G. C. Isaia; São Paulo: IBRACON, 2005): p.407-437

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1996.

BALLANTYNE, Andrew. **As mais importantes edificações da pré-história à atualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BAMBERG, Mariana. **Nova lei sobre acessibilidade nos imóveis entra em vigor**. Caderno Imobiliário, 2020. Disponível em: <https://atarde.com.br/imoveis/nova-lei-sobre-acessibilidade-nos-imoveis-entra-em-vigor-1108669>. Acesso em: 08 mai. 2022.

BATISTA, A. M; MASCIA, N.T. (2006). **Escoras metálicas empregadas em cimbramentos para edificações em concreto armado**. In: Anais da XXXII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural.

BATISTA, A. M.; MORENO JR., A, M; FRICKE, G. T.; MELO, M. L. N.M., LOEWEN, A. B.; RIBEIRO, C. M. L.; GAVA; E. J.

**Aplicação de fôrmas plásticas estruturadas para paredes em concreto armado**, 44<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto, 17 a 22 de agosto de 2002, Belo Horizonte, MG., 16p.

BONDUKI, Nabil; SILVA, Elaine Pereira; KOURY, Ana Paula. Conjunto residencial Japurá: uma unidade de habitação no centro da cidade. In: BONDUKI, Nabil; KOURY, Ana Paula (Org.). **Os pioneiros da habitação social no Brasil**. São Paulo: Editora Unesp, 2014. v. 3, p. 136-157.

BORGES, Gabrielle Teixeira; COSTA, Matheus Rabelo; LEITE, Vitoria Souza; CORREA, Willian: **ANÁLISE ENTRE ESCORAMENTO METÁLICO E ESCORAMENTO EM MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Anais do 1<sup>o</sup> Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2019; 675-693.

BRASIL. LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 6 de julho de 2015; 194<sup>o</sup> da Independência e 127<sup>o</sup> da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 08 mai. 2022

3176

CALIL, JR., C. et al. SET 613 Fôrmas de madeira para concreto armado, São Carlos, Publicação: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (Reimpressão), 2000. 83p. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/7380/F%C3%B4rmas%20de%20madeira%20para%20concreto%20armado.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. DECRETO Nº 9.451, DE 26 DE JULHO DE 2018.

Regulamenta o art. 58 da Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, que institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência - Estatuto da Pessoa com Deficiência. Brasília, Diário Oficial da União, 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9451-26-julho-2018-786999-publicacaooriginal-156065-pe.html>. Acesso em: 02 mai. 2022.

CHAVES, Hugo. Madeira na construção: vantagens e desvantagens. **Neoipsum**. 21 jan. 2021. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/madeira-na-construcao/>. Acesso em: 04 jun. 2022.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 12. Ed. São Paulo: Cortez, 2006, 128p.

DICKEL, Diogo Fernando. **Estudo do espaçamento do escoramento remanescente em lajes de concreto armado que provoquem ações de construção compatíveis com as de projeto.** Orientador: Dr. Paulo Fernando Salvador. 2014, p. 147. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil – Bacharelado. Centro Universitário UNIVATES – Lajeado. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/640/1/2014DiogoFernandoDickel.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2022.

DO CARMO, E.J.Z. (2007). **Fôrmas e escalonamento.** Monografia, Engenharia Civil da Universidade São Francisco.

FERNANDES. L. A.; Gomes J. M. M. **Relatório de pesquisa nas Ciências Sociais: Características e modalidades de investigação.** ConTexto, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2003.

FIGUEIREDO, Gustavo Pelissari Faria de Figueiredo. **Estimativa de Custos de Escoramentos Metálicos e de Madeira para Lajes Treliçadas Pré-fabricadas de Concreto.** TCC. Cuiabá, Mato Grosso: UFMT, 2014.

GESUALDO, Francisco Romero. **Estruturas de Madeira** – Notas de aula. FCIV. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, 2003. 98 p.

HUGON, A. **Técnicas de construção.** São Paulo: Hemus/Imagem Digital, 2004.

**Igreja Santa Sofia.** Disponível em: <https://ensinarhistoria.com.br/linha-do-tempo/inauguracao-santa-sofia-constantinopla/>. Acesso em: 13 mai. 2022.

JÚNIOR, FINOCCHIO et al. **Fundamentos do Gerenciamento de Projetos.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007, 170p.

3177

LEPAGE, Ennio. 2012. **Estruturas de madeira. Artigo do consultor técnico da Montana Química.** 21 Ago. 2012. Disponível em: (<http://www.brasilengenharia.com/portal/construcao/2189-estruturas-demadeiras>). Acessado em: 08 jun. 2022.

LEPAGE, Ennio. Estruturas de Madeiras. **Brasilengenharia.com**, 2012. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/construcao/2189-estruturas-de-madeiras>. Acesso em: 18 mai. 2022.

MARANHÃO, G. M., (2000), **Fôrmas para concreto:** subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 184p.

MARTHA, Luiz Fernando. **Análise de estruturas, conceitos e métodos básicos.** Ed: Campos. Rio de Janeiro, 2010.

MARTINS, João Guerra; PEREIRA, Alberto Marinho. **Materiais de construção: metais.** Série – materiais, 5ª ed. 2010.

MASCARENHAS, P. S. Madeira como material de construção, 2008.

MORIKAWA, Mauro Satoshi. (2003), **Materiais alternativos utilizados Em fôrmas para concreto armado.** Campinas, Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil da

Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP,137P. Disponível em:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/296833062.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2022.

NÁPOLES NETO, Antonio Dias Ferraz. **História das fundações**. In: HACHICH; FALCONI; SAES; FROTA. 1998.

PAGNO, Virginia Fernandes; Alisson Christian Lobato. 2012. **Levantamento do emprego da estrutura metálica na construção civil**. Belém/PA. 2012.

**PORTAL madeira**. Disponível em:  
<http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2008/12/vantagens-e-desvantagens.html>. Acesso em: 30 set. 2013.

ROBERTSON, D. S. **Greek and Roman Architecture**. Cambridge: University Press, 1929. 407p.

ROSSETTO, Rossella. **Produção imobiliária e tipologias residenciais modernas em São Paulo, 1945-1964**. 2002. 210 f. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais e Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SALVADOR, Paulo Fernando. **Investigação teórica e experimental da transferência de cargas entre pavimentos de concreto escorados**. Porto Alegre: PPGE/UFGS, 2013. Tese de Doutorado. Disponível em:  
<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/98130/000921162.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 mai. 2022.

3178

SCHOSSLER, Rodrigo Teixeira. 2016. **Análise Dos Esforços Em Lajes De Concreto Armado Devido O Carregamento Transmitido Pelas Escoras No Período De Construção De Uma Edificação**. TCC. Santa Maria, RS: UFSM, 2016.

SZUCS, Carlos Alberto. Torezo, Rodrigo Figueiredo. Valle, Angela. Moraes, Poliana. **Estrutura de madeira**. Florianópolis: UFSC – Departamento de Engenharia Civil, 2003. 219 p.

TEMAKI. L. **Projetos** – conheça os cuidados ao dimensionar o escoramento de estruturas de concreto. Ed. 228 – Março de 2016. Disponível em:  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/07.%20Cuidados%20ao%20dimensionar%20o%20escoramento%20de%20estruturas%20de%20concreto%20\(T%C3%A9chne,%202016\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/07.%20Cuidados%20ao%20dimensionar%20o%20escoramento%20de%20estruturas%20de%20concreto%20(T%C3%A9chne,%202016).pdf). Acesso em: 20 maio de 2022.

ZUCHORA-WALSKE, C. **Key Discoveries in Engineering and Design**. Minneapolis: Lerner Publications, 2015. 48p.