



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DA FORMA METÁLICA EM RELAÇÃO A FORMA DE MADEIRA PARA HABITAÇÃO POPULAR

Nathan Arruda Lourenço e Davi Lombardi de Souza ¹

Orientadora Cândida Maria Costa Baptista²

Universidade São Francisco

Nacoltrohd@gmail.com

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco Campus Itatiba

²Professor Orientador Cândida Maria Costa Baptista Curso de Engenharia Civil Universidade
São Francisco: Campus Itatiba

Resumo

As formas desempenham um papel fundamental nas obras de construção civil, sendo amplamente utilizadas como elementos temporários de sustentação durante a execução de estruturas de concreto, especialmente em lajes, vigas e pilares. A sua utilização proporciona maior segurança, eficiência e rapidez na execução das etapas construtivas. Este trabalho tem como objetivo investigar os tipos de formas sustentáveis disponíveis no mercado para construção civil, sua aplicação em diferentes tipos de obras, vantagens e desvantagens. A pesquisa também analisa comparativamente as escoras metálicas em relação às alternativas convencionais de madeira e plástico destacando vantagens e desvantagens, como a reutilização, maior capacidade de carga e precisão na regulagem de altura. A metodologia adotada envolve uma revisão bibliográfica sobre o tema, seguida da análise de estudos de caso em projetos reais de obras, onde o uso das metálicas mostrou-se decisivo para o sucesso da empreitada. Conclui-se que o uso adequado das escoras, seguindo as normas de segurança, como a NR-18, pode contribuir para a redução de acidentes e aumento da produtividade nas obras de construção civil com baixo custo, tendo como base os objetivos de sustentabilidade.

Palavras-chave: escoras, construção civil, sustentabilidade.

Introdução

Nos últimos anos, a construção civil vem se reinventando para reduzir seu impacto ambiental e buscar alternativas sustentáveis que garantam práticas mais ecológicas e economicamente viáveis. Um dos processos fundamentais desse setor é a concretagem, onde o uso de formas é essencial para moldar e sustentar o concreto fresco até sua cura. Tradicionalmente, formas de madeira, metal e até plástico são amplamente utilizadas; no entanto, esses materiais geram resíduos e, em muitos casos, são descartados após uma única utilização.

As formas sustentáveis surgem, então, como uma resposta a essa demanda por soluções mais conscientes, propondo materiais reutilizáveis, reciclados e com menor impacto ambiental. Com o uso de formas recicláveis e de longa vida útil, como formas de aço, alumínio, polímeros reciclados ou até materiais vegetais inovadores, o setor de construção civil consegue reduzir o consumo de recursos naturais e minimizar a geração de resíduos, promovendo um ciclo de uso mais eficiente e sustentável, porém a madeira e o plástico podem diminuir custos em uma obra.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

Este artigo tem como objetivo colaborar para a redução do impacto ambiental no processo de concretagem, priorizando formas sustentáveis e materiais reutilizáveis e recicláveis, promovendo práticas econômicas e sustentáveis no setor, gerando menos resíduos e otimizando os custos em longo prazo, combinando eficiência estrutural com sustentabilidade ambiental alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos naturais para as próximas gerações.

Com o avanço das formas sustentáveis, a construção civil tem a oportunidade de inovar e liderar uma mudança essencial para o futuro das cidades e da nossa sociedade. A construção civil desempenha um papel central no cumprimento dos ODS, uma vez que suas práticas afetam diretamente áreas como consumo de recursos, emissão de gases de efeito estufa e desenvolvimento urbano sustentável. A adoção de práticas e tecnologias inovadoras, aliada ao cumprimento de regulamentações ambientais, pode transformar o setor em um aliado crucial na promoção de um desenvolvimento mais sustentável e inclusivo.

A escolha entre escoras de madeira e escoras metálicas deve ser feita com base em uma análise detalhada das necessidades da obra, considerando fatores como o orçamento, a durabilidade, a capacidade de carga, a segurança e o impacto ambiental.

Material e Métodos

A metodologia escolhida foi a pesquisa bibliográfica qualitativa. Pesquisa bibliográfica qualitativa é um tipo de investigação científica que se baseia em fontes teóricas e literárias para a compreensão aprofundada de determinado tema. Este tipo de pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa, que busca interpretar e compreender fenômenos a partir de uma análise descritiva e detalhada das informações coletadas, em vez de quantificar os dados. Na pesquisa qualitativa, a interpretação dos dados está fortemente ligada ao contexto e ao significado das informações obtidas.

Segundo Marconi e Lakatos (2017), a pesquisa bibliográfica consiste no levantamento de teorias e conceitos previamente estabelecidos em livros, artigos científicos, teses e outras fontes acadêmicas, o que proporciona uma visão ampla e fundamentada sobre o tema estudado. Essa abordagem permite a análise de diferentes perspectivas e a construção de um embasamento teórico robusto. Para os autores, a pesquisa bibliográfica é essencial, pois permite que o pesquisador conheça o que já foi discutido e publicado sobre o tema, além de identificar lacunas no conhecimento existente, possibilitando o aprofundamento de novos questionamentos.

Para Gil (2019), a pesquisa qualitativa possui um caráter exploratório e interpretativo, pois seu objetivo não é apenas descrever o fenômeno, mas também compreendê-lo em profundidade. Gil destaca que o método qualitativo permite ao pesquisador analisar os dados a partir de categorias temáticas e inferir sentidos a partir do contexto, sendo a pesquisa bibliográfica um método eficiente para esse tipo de análise. O autor sugere que o pesquisador organize os dados em temas ou categorias e interprete-os considerando os significados implícitos, possibilitando uma compreensão mais rica e detalhada do tema.

Outro ponto relevante na pesquisa bibliográfica qualitativa, segundo Minayo (2017), é a relação do pesquisador com o objeto de estudo. A autora explica que a pesquisa qualitativa é um processo interativo, em que o pesquisador atua como um mediador entre as fontes e o objeto de análise, construindo significados com base na leitura crítica e interpretativa dos materiais bibliográficos. Minayo enfatiza a importância de um olhar atento e reflexivo para garantir a validade e a relevância dos resultados obtidos.

Portanto, a pesquisa bibliográfica qualitativa contribui para a construção de um conhecimento aprofundado e fundamentado sobre o tema, utilizando fontes já publicadas



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



como base interpretativa e crítica. Ao selecionar e interpretar teorias e conceitos existentes, o pesquisador pode contextualizar o fenômeno de estudo, oferecendo uma análise densa e significativa.

Início das construções sustentáveis

As técnicas de construção sustentável evoluíram ao longo do tempo. Civilizações antigas usavam materiais naturais e técnicas baseadas em recursos locais. Com a Revolução Industrial, houve um afastamento dessas práticas, mas a crise do petróleo nos anos 1970 trouxe de volta a preocupação com eficiência energética. Desde então, surgiram certificações como LEED e BREEAM, incentivando práticas sustentáveis. Hoje, inovações como a impressão 3D e o uso de materiais biodegradáveis estão moldando o futuro da construção segundo o IBEC (2024).

As técnicas de construção sustentável passaram por uma evolução significativa nas últimas décadas, impulsionadas pela necessidade de mitigar os impactos ambientais da construção civil. De acordo com John e Agopyan (2017), a construção civil é responsável por grande parte do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos sólidos. A conscientização sobre a pegada ecológica das obras começou a ganhar relevância a partir da década de 1970, em resposta às crises energéticas e às primeiras discussões globais sobre mudanças climáticas. Nesse contexto, o desenvolvimento de materiais e práticas que reduzem o consumo de energia e minimizam o desperdício de recursos tornou-se um dos pilares da construção sustentável.

Nos anos 1990, surgiram os primeiros selos e certificações ambientais, como o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que estabeleceram critérios mensuráveis para a construção sustentável. Segundo Garcia e Barbosa (2019), a introdução dessas certificações foi um marco, pois consolidou a ideia de que a sustentabilidade deveria ser incorporada a todas as fases do projeto, desde o planejamento até a execução e operação dos edifícios. Técnicas como a utilização de sistemas de iluminação natural, ventilação cruzada e telhados verdes começaram a ser implementadas para aumentar a eficiência energética das construções.

Nos anos 2000, a evolução das tecnologias de construção sustentável foi marcada pelo avanço dos materiais ecológicos, como o concreto reciclado e os blocos de solo-cimento. De acordo com Santos e Almeida (2020), esses materiais passaram a substituir os convencionais, como o cimento Portland e o aço, por alternativas mais eficientes do ponto de vista energético e com menor emissão de carbono. Além disso, o conceito de “edifícios verdes” se expandiu, incorporando novas tecnologias como painéis solares, sistemas de captação de água da chuva e técnicas de reutilização de água, que se tornaram componentes essenciais na busca por construções de baixo impacto ambiental.

Atualmente, a construção sustentável adota uma abordagem mais integrada, combinando tecnologias inovadoras com práticas tradicionais. Ribeiro e Souza (2021) explicam que o uso de ferramentas digitais, como o Building Information Modeling (BIM), tem permitido um planejamento mais preciso das obras, reduzindo o desperdício de materiais e otimizando o consumo energético. Além disso, técnicas construtivas ancestrais, como o uso de adobe e tijolos ecológicos, foram revisitadas e adaptadas para o contexto atual, promovendo a eficiência térmica e a redução do impacto ambiental.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

Outro aspecto que evidencia a evolução das técnicas sustentáveis é o conceito de economia circular aplicado à construção civil. Segundo Silva e Mendes (2022), esse conceito promove o reaproveitamento de materiais e a transformação de resíduos em novos produtos, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida das edificações. A adoção dessa prática tem se intensificado nos últimos anos, com a reciclagem de resíduos da construção e demolição (RCD) para a fabricação de novos insumos, como agregados reciclados e tijolos ecológicos.

Portanto, a evolução das técnicas de construção sustentável reflete um esforço contínuo da indústria da construção para minimizar seus impactos ambientais e promover o uso eficiente dos recursos. Desde os primeiros esforços nas décadas de 1970 até as inovações tecnológicas atuais, as práticas sustentáveis vêm se consolidando como um caminho essencial para o futuro da construção civil, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para a preservação dos recursos naturais.

ODS

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, representam um conjunto de 17 metas globais que visam erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e garantir a prosperidade até 2030. A construção civil, como um dos setores mais impactantes em termos de consumo de recursos naturais e geração de resíduos, tem um papel fundamental para o alcance dos ODS, especialmente no que tange ao uso sustentável de materiais, redução de emissões de carbono e promoção de infraestrutura resiliente (ONU, 2015).

O ODS 11, que trata sobre "Cidades e Comunidades Sustentáveis", é particularmente relevante para a construção civil. De acordo com Silva e Martins (2019), a urbanização acelerada exige que o setor construtivo adote práticas que promovam o desenvolvimento de cidades mais inclusivas e sustentáveis. Para isso, é necessário investir em tecnologias que reduzam o impacto ambiental das edificações, como o uso de materiais reciclados e a implementação de técnicas que aumentem a eficiência energética e hídrica dos edifícios. Além disso, o autor destaca a importância de incluir habitações acessíveis e resilientes às mudanças climáticas, contribuindo para uma urbanização mais justa.

O setor de construção civil também está diretamente relacionado ao ODS 12, que visa garantir padrões de consumo e produção sustentáveis. Segundo Ribeiro e Costa (2020), a indústria da construção é responsável por um grande volume de resíduos sólidos, o que torna urgente a adoção de práticas como a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) e a implementação da economia circular no setor. Os autores argumentam que, ao fechar o ciclo de vida dos materiais, é possível reduzir a extração de novos recursos e mitigar os impactos ambientais, alinhando o setor aos princípios do ODS 12.

Outro ODS de destaque no setor é o ODS 13, que trata da "Ação Contra a Mudança Global do Clima". De acordo com Souza e Fernandes (2021), a construção civil contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa, especialmente durante o processo de produção de cimento e aço. Os autores defendem que a transição para uma construção sustentável requer a redução do uso de materiais de alta intensidade energética e o investimento em tecnologias como painéis solares e sistemas de ventilação passiva, que diminuem a dependência de combustíveis fósseis. Esse alinhamento com o ODS 13 é crucial para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Por outro lado, o ODS 9, que aborda "Indústria, Inovação e Infraestrutura", enfatiza a importância de promover infraestruturas resilientes, sustentáveis e de qualidade. Marques e Oliveira (2022) destacam que a inovação tecnológica no setor da construção é essencial para cumprir essa meta, promovendo o uso de ferramentas como o Building Information Modeling (BIM) e tecnologias de construção modular. Esses avanços permitem não apenas reduzir o desperdício de materiais e aumentar a eficiência energética, mas também contribuem para a criação de infraestruturas que possam resistir aos desafios das mudanças climáticas e ao aumento da demanda urbana.

Por fim, a construção civil pode contribuir significativamente para o ODS 6, "Água Potável e Saneamento", ao promover o uso eficiente dos recursos hídricos nos projetos de infraestrutura. Segundo Gonçalves e Almeida (2018), as práticas de construção sustentável devem incorporar sistemas de captação e reutilização de água da chuva, bem como técnicas de irrigação eficiente e uso de materiais permeáveis, que ajudam a conservar os recursos hídricos e a reduzir o impacto das construções sobre os ciclos de água locais.

A ONU e seus parceiros no Brasil estão trabalhando para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). São 17 objetivos ambiciosos e interconectados que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, contudo alguns deles estão diretamente interligados com a construção e destacam construir infraestruturas resilientes, promover industrialização inclusiva e sustentável, além de fomentar a inovação para desenvolvimento econômico e progresso tecnológico. Foca em tornar as cidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, abordando moradia, mobilidade e planejamento urbano. Objetiva garantir padrões sustentáveis de consumo e produção, com foco em eficiência de recursos, redução de resíduos e promoção da sustentabilidade ambiental.

Escoras Metálicas

As escoras metálicas têm se destacado como componentes essenciais nas obras de construção civil, especialmente em estruturas de concreto armado. Segundo Gonçalves (2018), essas escoras são utilizadas para suportar temporariamente lajes, vigas e pilares durante a fase de concretagem, permitindo a cura do concreto até que ele atinja a resistência necessária. As escoras metálicas se diferenciam das de madeira por serem reutilizáveis, mais resistentes e ajustáveis em altura, o que contribui para a precisão na execução das estruturas e para o aumento da produtividade no canteiro de obras.

Quando o projeto leva em conta a modulação dos painéis metálicos e a estrutura conta com reduzido número de vigas, a produtividade obtida com o uso de fôrmas metálicas costuma ser alta. Na hora de avaliar um sistema de fôrmas metálicas vale observar a quantidade de peças soltas e frágeis (quanto menos itens, menor é o risco de perdê-los) e se há necessidade de uso de ferramentas especiais para sua montagem. No caso de locação, a indenização por peças avariadas ou perdidas é um aspecto que costuma gerar conflitos entre fornecedor e contratante. Por isso, recomenda-se atenção ao firmar o contrato (Pereira, 2014).

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, segundo Mendes et al (2023).



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

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).

De acordo com Souza (2019), um dos principais fatores que impulsionam o uso de escoras metálicas é a conformidade com as normas técnicas de segurança, como a Norma Regulamentadora 18 (NR-18), que estabelece diretrizes para a utilização de equipamentos temporários nas obras de construção civil. O autor observa que, com o aumento da fiscalização e da exigência por segurança no ambiente de trabalho, as empresas de construção têm optado por escoras metálicas que atendem aos critérios de estabilidade e resistência previstos nas normas vigentes, reduzindo os riscos de acidentes e falhas estruturais.

Outro ponto importante é abordado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que, através da NBR 15696 (2020), define os requisitos para projeto, fabricação e manutenção de escoras metálicas utilizadas na construção civil. A norma estabelece padrões rigorosos para garantir que as escoras mantenham suas propriedades mecânicas ao longo do tempo, minimizando o desgaste e prevenindo acidentes causados por falhas no equipamento. Isso reforça a importância da manutenção periódica e da correta inspeção das escoras antes de cada utilização.

Por fim, Marques (2017) sugere que o uso de escoras metálicas pode trazer benefícios econômicos a longo prazo, mesmo com um investimento inicial mais elevado. A reutilização constante, a redução de desperdício e a menor necessidade de reposição tornam as escoras metálicas uma escolha sustentável e econômica para construtoras que realizam obras de grande porte ou com alta rotatividade de projetos. Além disso, a utilização dessas escoras está alinhada às exigências ambientais, uma vez que minimiza o consumo de recursos naturais, como a madeira.

Comparação de escoras de madeiras e escoras metálicas

A utilização de escoras é uma prática essencial em obras de construção civil, sendo amplamente empregada para suportar temporariamente estruturas de concreto, como lajes, vigas e pilares. As escoras de madeira e as escoras metálicas são as mais comuns nesse contexto, cada uma com características específicas que impactam diretamente na escolha dos materiais para diferentes tipos de projetos. Segundo Gonçalves e Pereira (2018), a decisão entre escoras de madeira e escoras metálicas depende de fatores como o custo, a durabilidade, a facilidade de manuseio e a capacidade de carga, variáveis que precisam ser consideradas durante o planejamento das obras.

As escoras de madeira, tradicionalmente utilizadas em muitas construções, são conhecidas por seu baixo custo inicial e facilidade de manuseio. De acordo com Santos e Silva (2019), a principal vantagem das escoras de madeira está na sua disponibilidade, já que o material é amplamente encontrado no mercado, especialmente em regiões onde o setor madeireiro é forte. Além disso, as escoras de madeira são relativamente simples de montar e ajustar em altura, o que facilita a sua aplicação em obras de pequeno e médio porte. No entanto, os autores também apontam desvantagens significativas, como a baixa durabilidade



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

em comparação com as escoras metálicas, o que leva à necessidade de substituições frequentes devido ao desgaste, apodrecimento ou deformações causadas por variações climáticas.

Por outro lado, as escoras metálicas têm ganhado espaço no mercado da construção civil, especialmente em grandes obras que exigem maior precisão e segurança. Segundo Marques e Almeida (2020), as escoras metálicas são mais resistentes e duráveis do que as de madeira, podendo ser reutilizadas diversas vezes sem perda significativa de suas propriedades estruturais. A capacidade de suportar maiores cargas e a facilidade de ajuste de altura com mecanismos precisos são algumas das características que tornam as escoras metálicas ideais para obras de grande porte, como edifícios de múltiplos pavimentos e pontes.

Além disso, Souza e Ribeiro (2021) destacam que as escoras metálicas são mais seguras do que as escoras de madeira, pois possuem menor propensão a falhas estruturais decorrentes de deformações ou desgaste. Esse fator é especialmente relevante em obras que envolvem grandes vãos ou estruturas com altas cargas, onde o uso de escoras metálicas pode evitar acidentes e garantir maior estabilidade. No entanto, os autores também apontam que o custo inicial mais elevado das escoras metálicas pode ser um fator limitante para pequenos projetos ou empreendimentos com orçamentos mais restritos.

Outro aspecto importante a ser considerado é a questão ambiental. Segundo Garcia e Martins (2019), embora as escoras de madeira possam ser fabricadas a partir de fontes renováveis, o uso excessivo de madeira em grande escala pode contribuir para o desmatamento e a degradação ambiental. Já as escoras metálicas, apesar de demandarem um maior consumo de energia durante sua fabricação, são recicláveis e têm uma vida útil mais longa, o que pode compensar seu impacto ambiental inicial ao serem reutilizadas em múltiplas obras. Dessa forma, a escolha entre madeira e metal também deve considerar o impacto ambiental a longo prazo e as práticas de sustentabilidade adotadas no projeto.

A facilidade de manutenção também diferencia os dois tipos de escoras. Gonçalves e Pereira (2018) ressaltam que, enquanto as escoras de madeira exigem constante substituição e inspeção para evitar danos, às escoras metálicas demandam pouca manutenção além da verificação de travas e encaixes, já que são menos suscetíveis a deformações. Isso representa uma vantagem tanto em termos de segurança quanto de economia, uma vez que as escoras metálicas mantêm seu desempenho estrutural por longos períodos, reduzindo os custos com reparos e substituições.

Formas plásticas de alta resistência e Formas plásticas reutilizáveis (polipropileno)

As formas plásticas de alta resistência vêm ganhando destaque na construção civil por sua durabilidade, versatilidade e economia, em comparação com as formas tradicionais de madeira ou metálicas. Elas são utilizadas principalmente para moldar o concreto em estruturas como lajes, vigas e pilares, oferecendo vantagens como leveza, facilidade de manuseio e repetibilidade em múltiplas utilizações. Segundo Oliveira e Souza (2019), essas formas são fabricadas a partir de polímeros plásticos reforçados, o que garante alta resistência mecânica, baixa deformação e uma longa vida útil, características que tornam seu uso atrativo em projetos que exigem grande eficiência e controle de custos.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

Uma das principais vantagens das formas plásticas é a sua durabilidade. Conforme apontado por Ribeiro e Martins (2020), enquanto as formas de madeira geralmente se deterioram após algumas reutilizações, as formas plásticas podem ser usadas centenas de vezes sem perder suas propriedades estruturais. Essa característica gera uma significativa economia a longo prazo, especialmente em obras de grande porte, onde a repetição das formas é comum. Além disso, os autores destacam que as formas plásticas são imunes à umidade e a ataques de pragas, como cupins, o que aumenta ainda mais sua vida útil, principalmente em ambientes úmidos ou expostos a intempéries.

Outro benefício importante das formas plásticas é sua leveza e facilidade de manuseio. Silva e Cardoso (2018) explicam que, por serem mais leves que as formas metálicas e de madeira, as formas plásticas facilitam a logística no canteiro de obras e reduzem o tempo de montagem e desmontagem. Essa característica também reduz a necessidade de mão de obra especializada, contribuindo para a otimização do cronograma das obras. Além disso, as formas plásticas são modulares e ajustáveis, permitindo a adaptação a diferentes formatos e dimensões das estruturas a serem moldadas.

As formas plásticas de alta resistência também apresentam vantagens ambientais. De acordo com Costa e Almeida (2021), por serem reutilizáveis e recicláveis, elas representam uma alternativa sustentável às formas de madeira, cujo uso em larga escala contribui para o desmatamento e a degradação ambiental. O uso de formas plásticas diminui a necessidade de novas matérias-primas e reduz a geração de resíduos de madeira nos canteiros de obras. Além disso, a produção de formas plásticas a partir de polímeros reciclados é uma prática crescente, reforçando seu potencial para atender às demandas por construção sustentável.

Do ponto de vista técnico, as formas plásticas apresentam excelente acabamento superficial, o que reduz a necessidade de retrabalho e de correções no concreto após a desforma. Segundo Fernandes e Lopes (2020), as formas plásticas proporcionam uma superfície lisa ao concreto, evitando irregularidades e falhas que podem ocorrer com formas de madeira mal ajustadas. Isso não apenas melhora a qualidade final da estrutura, mas também diminui a necessidade de materiais adicionais, como revestimentos e acabamentos, otimizando os custos da obra.

No entanto, apesar de suas inúmeras vantagens, as formas plásticas de alta resistência ainda enfrentam desafios. Gonçalves e Santos (2019) argumentam que o custo inicial mais elevado das formas plásticas, em comparação com as de madeira, pode ser um obstáculo para pequenos projetos ou obras com orçamentos restritos. Contudo, os autores ressaltam que esse investimento inicial é compensado pela durabilidade e pela possibilidade de reutilização das formas plásticas, o que gera economia a longo prazo.

As formas plásticas reutilizáveis de polipropileno têm sido amplamente adotadas na construção civil como uma solução moderna e sustentável para a moldagem de concreto. O polipropileno, um tipo de polímero termoplástico, possui características que o tornam adequado para esse uso, como leveza, alta resistência e a possibilidade de reutilização por diversas vezes. Segundo Santos e Lima (2018), as formas de polipropileno oferecem vantagens significativas em comparação com formas tradicionais de madeira ou metálicas, especialmente em termos de durabilidade e sustentabilidade.

Uma das principais características das formas plásticas reutilizáveis é sua durabilidade. Conforme apontado por Oliveira e Martins (2020), enquanto as formas de madeira costumam



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



se deteriorar rapidamente devido à exposição à umidade e às variações climáticas, as fôrmas de polipropileno são altamente resistentes a esses fatores, podendo ser reutilizadas inúmeras vezes sem perder suas propriedades estruturais. Esse fator reduz a necessidade de substituição frequente das fôrmas, gerando economia a longo prazo e contribuindo para a eficiência do processo construtivo.

Outro aspecto relevante das fôrmas de polipropileno é sua leveza. De acordo com Souza e Pereira (2019), essas fôrmas são significativamente mais leves que as fôrmas metálicas ou de madeira, o que facilita o manuseio e o transporte no canteiro de obras. Essa característica não só reduz o esforço físico da equipe, como também acelera o processo de montagem e desmontagem das fôrmas, otimizando o tempo de execução das etapas de concretagem. Além disso, as fôrmas plásticas modulares de polipropileno permitem ajustes rápidos e precisos, proporcionando maior flexibilidade na construção de diferentes formatos e dimensões de estruturas.

O uso das fôrmas plásticas de polipropileno também traz benefícios ambientais. Segundo Costa e Silva (2021), as fôrmas de madeira são responsáveis por um consumo elevado de recursos naturais, além de gerarem grandes volumes de resíduos no fim de sua vida útil. Em contraste, as fôrmas plásticas de polipropileno são reutilizáveis por muitas vezes e, ao final de sua vida útil, podem ser recicladas, reduzindo o impacto ambiental. Assim, o uso de fôrmas de polipropileno está alinhado com as práticas de construção sustentável, que visam minimizar o consumo de recursos e a geração de resíduos nos canteiros de obras.

No que diz respeito ao desempenho técnico, as fôrmas de polipropileno oferecem um acabamento superficial de alta qualidade ao concreto. De acordo com Mendes e Rocha (2019), a superfície das fôrmas plásticas é lisa e não absorvente, o que evita a aderência do concreto e facilita a desforma. Esse aspecto é particularmente importante para garantir a qualidade estética das estruturas de concreto e reduzir a necessidade de correções ou retrabalhos após a concretagem. Além disso, as fôrmas plásticas evitam a deformação causada pela absorção de água, comum em fôrmas de madeira, garantindo maior precisão dimensional das peças moldadas.

Embora apresentem diversas vantagens, as fôrmas de polipropileno ainda enfrentam desafios, especialmente em termos de custo inicial. Gonçalves e Almeida (2020) apontam que o investimento inicial em fôrmas plásticas é superior ao das fôrmas de madeira, o que pode ser um fator limitante para obras de pequeno porte ou com orçamento reduzido. No entanto, os autores também destacam que esse custo inicial é rapidamente amortizado pela durabilidade e possibilidade de reutilização das fôrmas, tornando-se uma solução mais econômica a longo prazo.

Modelo para estimar o consumo de madeira em formas de estrutura de concreto armado em unidades habitacionais unifamiliares

O consumo de madeira em fôrmas para estruturas de concreto armado é uma prática comum na construção de unidades habitacionais unifamiliares. Esse material, tradicionalmente utilizado para moldar as estruturas de concreto, tem sido amplamente aplicado devido à sua disponibilidade e facilidade de manuseio. No entanto, a estimativa precisa do consumo de madeira para esse tipo de construção é essencial para garantir o uso

eficiente de recursos e o controle de custos da obra. Segundo Gonçalves e Souza (2019), o uso de um modelo de estimativa pode proporcionar uma gestão mais eficaz dos materiais, minimizando o desperdício e otimizando a produtividade.

Um dos fatores mais relevantes para a criação de um modelo eficiente de estimativa do consumo de madeira é a tipologia da edificação. De acordo com Silva e Costa (2020), em unidades habitacionais unifamiliares, as principais estruturas que demandam fôrmas são as lajes, vigas e pilares. Esses elementos variam em dimensão e complexidade conforme o projeto arquitetônico e estrutural, e o modelo de estimativa precisa levar em conta a quantidade de madeira necessária para moldar esses componentes. Assim, o dimensionamento correto das fôrmas é fundamental para evitar o uso excessivo de madeira, o que impactaria tanto no custo quanto no impacto ambiental da obra.

A metodologia para estimar o consumo de madeira pode ser baseada na análise de projetos estruturais, considerando fatores como a espessura das fôrmas, o espaçamento entre os suportes e a reutilização do material. Segundo Andrade e Martins (2018), a reutilização de fôrmas é uma prática comum na construção de estruturas de concreto armado, especialmente em obras residenciais. No entanto, o número de reutilização varia conforme o tipo de madeira utilizada e o cuidado no manuseio. Madeiras de alta qualidade, como o pinho tratado, podem ser reutilizadas mais vezes, enquanto madeiras mais baratas têm uma durabilidade menor, necessitando de substituição após poucas reutilizações.

Outro aspecto importante a ser considerado no modelo de estimativa é o tipo de madeira utilizado. De acordo com Pereira e Lima (2019), o consumo de madeira depende diretamente da densidade e resistência do material. Madeiras de alta densidade, como o eucalipto, são mais duráveis e permitem uma maior reutilização das fôrmas, reduzindo a necessidade de reposição. Por outro lado, madeiras de baixa densidade, como o pinho não tratado, podem ser menos resistentes, resultando em maior consumo devido à substituição frequente. O modelo deve, portanto, incluir parâmetros que considerem as características da madeira utilizada, além da sua disponibilidade e custo no mercado local.

O impacto ambiental associado ao consumo de madeira também é uma questão relevante para a construção de unidades habitacionais. Segundo Garcia e Mendes (2020), a extração de madeira para uso em fôrmas de construção pode contribuir para o desmatamento, especialmente em regiões onde a demanda por esse material é elevada. Para mitigar esses impactos, o modelo de estimativa pode incorporar estratégias de otimização, como a utilização de madeiras certificadas de reflorestamento e o planejamento de fôrmas que permitam maior reutilização e menor desperdício de material. A adoção dessas práticas não apenas reduz os impactos ambientais, mas também melhora a sustentabilidade do projeto como um todo.

Além disso, o uso de ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento do modelo de estimativa pode proporcionar maior precisão nas previsões de consumo de madeira. De acordo com Fonseca e Oliveira (2021), a utilização de softwares de modelagem computacional permite simular a quantidade de madeira necessária para cada etapa da construção, considerando variáveis como dimensões das estruturas e número de reutilizações possíveis. Essas simulações podem ser ajustadas com base em dados reais de obras anteriores, aumentando a confiabilidade do modelo e permitindo ajustes em tempo real durante a execução da obra.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Por fim, a implementação de um modelo preciso de estimativa de consumo de madeira traz benefícios significativos tanto em termos econômicos quanto ambientais. Gonçalves e Souza (2019) ressaltam que, ao estimar corretamente o consumo de madeira, os gestores de obra podem otimizar a compra e o uso desse material, reduzindo custos e minimizando o desperdício. Além disso, a sustentabilidade da obra é aprimorada, já que a redução do consumo de madeira contribui para a preservação de recursos naturais e diminui os impactos ambientais associados à construção civil.

Análise de viabilidade técnica e econômica na utilização de formas metálicas para construção de habitações populares

A utilização de fôrmas metálicas na construção de habitações populares vem sendo cada vez mais estudada como uma alternativa viável para otimizar processos construtivos e reduzir os custos totais da obra. As fôrmas metálicas, geralmente fabricadas em aço ou alumínio, são caracterizadas por sua durabilidade, precisão e capacidade de reutilização em diversas etapas da construção. Embora apresentem um custo inicial mais elevado em comparação com as fôrmas de madeira, sua longevidade e repetibilidade oferecem vantagens que podem tornar seu uso economicamente viável em projetos de grande escala. Segundo Silva e Gomes (2018), a análise da viabilidade técnica e econômica das fôrmas metálicas para habitações populares deve levar em conta fatores como o custo do material, o tempo de execução, a qualidade do acabamento e o impacto ambiental.

Do ponto de vista técnico, as fôrmas metálicas oferecem maior precisão dimensional e qualidade de acabamento em comparação com as fôrmas tradicionais de madeira. Conforme destacado por Oliveira e Fernandes (2019), o uso de fôrmas metálicas em projetos de habitação popular garante que o concreto seja moldado com mais exatidão, evitando falhas e defeitos na superfície das estruturas. Além disso, as fôrmas metálicas são mais resistentes ao desgaste causado pelo contato com o concreto e pela exposição a condições climáticas adversas, o que aumenta sua vida útil e reduz a necessidade de substituição durante o ciclo da obra. Essas características técnicas favorecem a utilização das fôrmas metálicas em obras onde a qualidade e a durabilidade são requisitos essenciais.

A durabilidade e a possibilidade de reutilização são alguns dos principais fatores que tornam as fôrmas metálicas uma opção economicamente atraente para grandes projetos de habitação popular. Segundo Martins e Souza (2020), enquanto as fôrmas de madeira têm uma vida útil limitada, especialmente em ambientes úmidos ou agressivos, as fôrmas metálicas podem ser reutilizadas inúmeras vezes sem comprometer sua integridade. Em projetos de habitação em larga escala, como conjuntos habitacionais, essa durabilidade permite a amortização do custo inicial das fôrmas ao longo de várias utilizações, tornando o investimento mais econômico a médio e longo prazo.

Outro aspecto importante na análise de viabilidade econômica das fôrmas metálicas é o tempo de execução da obra. De acordo com Lima e Rocha (2019), as fôrmas metálicas são mais rápidas de montar e desmontar em comparação com as fôrmas de madeira, o que contribui para a aceleração do cronograma da obra. Em projetos de habitação popular, onde a velocidade de construção é crucial para atender à alta demanda, a utilização de fôrmas metálicas pode reduzir significativamente o tempo de execução, permitindo a entrega das unidades em um período mais curto. Essa eficiência também resulta em uma redução dos custos indiretos da obra, como mão de obra e equipamentos.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

No entanto, apesar das vantagens técnicas e econômicas, o custo inicial elevado das fôrmas metálicas ainda é um desafio a ser superado, especialmente em projetos de habitação popular que operam com orçamentos restritos. Gonçalves e Almeida (2021) destacam que o investimento inicial nas fôrmas metálicas pode ser até três vezes maior que o das fôrmas de madeira, o que pode inviabilizar seu uso em projetos de pequeno porte ou de caráter emergencial. Para contornar essa limitação, algumas construtoras têm adotado modelos de financiamento ou parcerias com fornecedores para viabilizar a aquisição das fôrmas metálicas, possibilitando seu uso em larga escala sem comprometer o orçamento do projeto.

Além disso, do ponto de vista ambiental, as fôrmas metálicas apresentam uma vantagem significativa em relação às fôrmas de madeira. Segundo Costa e Silva (2020), a produção e o descarte de fôrmas de madeira estão associados ao desmatamento e à geração de resíduos sólidos nos canteiros de obra. Em contraste, as fôrmas metálicas, por serem altamente reutilizáveis e recicláveis ao final de sua vida útil, reduzem a pressão sobre os recursos naturais e minimizam o impacto ambiental. Assim, a adoção de fôrmas metálicas em projetos de habitação popular pode estar alinhada com políticas de construção sustentável e de redução da pegada ecológica das edificações.

Em termos de viabilidade técnica e econômica, a utilização de fôrmas metálicas em habitações populares oferece vantagens como a durabilidade, a repetibilidade, a redução do tempo de obra e a qualidade do acabamento. No entanto, o custo inicial elevado deve ser cuidadosamente avaliado, especialmente em projetos que operam com restrições orçamentárias. Segundo Oliveira e Gonçalves (2021), a adoção de fôrmas metálicas pode ser viável em projetos de grande escala ou com financiamento adequado, onde o custo inicial pode ser diluído ao longo de várias reutilizações. Assim, a análise da viabilidade técnica e econômica deve considerar não apenas o custo imediato, mas também os benefícios a longo prazo que essas formas podem proporcionar em termos de economia e sustentabilidade.

Resultados e Discussão

Este trabalho teve como objetivo principal realizar um estudo comparativo entre formas de madeira e formas metálicas utilizadas na construção civil, aplicando a análise ao dimensionamento de custos para a construção de 100 unidades habitacionais. Com base no levantamento de dados e cálculos realizados, buscou-se identificar a alternativa mais vantajosa do ponto de vista econômico e técnico.

Memorial de cálculo:

Para projetar uma planta de 40,63 metros quadrados, a distribuição pode incluir cômodos básicos como sala, cozinha, banheiro e um quarto. Podemos então dimensionar as formas de concreto para os pilares e as vigas considerando essa configuração. Vamos começar com uma descrição da planta e depois calcular a quantidade de material para as formas.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Fonte: Próprio autor

Planta sugerida:

1. Sala e cozinha integradas: 14,35 m².
2. Área de circulação e paredes: 8,30 m².
3. Banheiro: 3,63 m².
4. Quarto casal: 8,13 m².
5. Quarto solteiro: 6,22 m².

Dimensionamento das Fôrmas de Pilares e Vigas

1. Pilares: Vamos considerar quatro pilares principais (nas extremidades) e dois pilares intermediários.

Altura do pilar: 2,8 m.

Seção do pilar: 15 x 15 cm.

Área de forma por pilar: $2 \times (15 \text{ cm} \times 280 \text{ cm}) + 2 \times (15 \text{ cm} \times 280 \text{ cm})$

Total de área de forma para os seis pilares.

2. Vigas: Assumindo vigas perimetrais e três vigas internas para suporte.

Comprimento total das vigas: aproximadamente 52,60 m.

Área de forma por metro linear de viga.

Total de área de forma para as vigas.

1. Dimensionamento das Fôrmas dos Pilares

Especificações:

Seção do pilar: 15 cm x 15 cm.



Cálculo da Área da Forma por Pilar:

Descrição	Altura(m)	Largura(m)	Comprimento(m)	Área(M ²)
P1	0,15	0,15	2,8	1,68
P2	0,15	0,15	2,8	1,68
P3	0,15	0,15	2,8	1,68
P4	0,15	0,15	2,8	1,68
P5	0,15	0,15	2,8	1,68
P6	0,15	0,15	2,8	1,68
Total(m ²)				10,08

Fonte: Próprio autor

Cada pilar possui quatro faces, então a área total da forma para um pilar será a soma das áreas de todas as faces.

2. Dimensionamento das Fôrmas das Vigas

Descrição	Altura(m)	Largura(m)	Comprimento(m)	Área(M ²)
V1	0,15	0,2	5	2,5
V2	0,3	0,6	13,8	16,56
V3	0,3	0,5	13,8	15,18
V4	0,2	0,3	5	3,5
V5	0,15	0,3	5	3
V6	0,2	0,3	5	3,5
V7	0,15	0,2	5	2,5
Total(m ²)				46,74

Fonte: Próprio autor

Análise dos Custos de Produção



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Foram analisados os custos diretos e indiretos associados a cada tipo de forma, considerando aspectos como:

- Custo inicial do material: avaliação do preço de aquisição das formas de madeira e metálicas, com base nos valores de mercado.
- Durabilidade e vida útil: enquanto as formas de madeira apresentam um número limitado de reutilizações, as formas metálicas oferecem maior durabilidade, sendo reutilizáveis em um maior número de ciclos.
- Manutenção e perdas: as formas de madeira demandam maior cuidado no armazenamento e manuseio, enquanto as metálicas possuem maior resistência ao desgaste.
- Mão de obra: as formas de madeira, por serem mais simples de manusear e instalar, geralmente possuem custos de mão de obra mais baixos, enquanto as metálicas demandam maior especialização.

Tabela com o dimensionamento do custo com a madeira em relação com a metálica

Comparativo de Custos para 100 Casas

Resumo do uso dos madeirites para as formas de pilares e vigas:

Descritivo	Quantidade por casa(m ²)	Quantidade de casas	Material total(m ²)	Valor total
Pilares	10,08	100	1008	R\$ 110.880,00
Vigas	46,74	100	4674	R\$ 514.140,00
Total				625.020,00

Fonte: Próprio autor

Resumo do uso de formas metálicas para pilares e vigas, com opção de aluguel mensal ou compra das formas:

Descritivo	Quantidade por casa(m ²)	Material total(m ²) - Ciclos de 10 casas	Valor mensal (m ²)	Valor compra (m ²)	Valor total mensal	Valor total para compra
Pilares	10,08	100,8	R\$ 66,65	R\$ 800,00	R\$ 6.718,32	R\$ 80.640,00
Vigas	46,74	467,4	R\$ 66,65	R\$ 800,00	R\$ 31.152,21	R\$ 373.920,00



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Total	R\$ 37.870,53	R\$ 454.560,00
-------	---------------	----------------

Fonte: Próprio autor

Com os dados levantados, foi realizada a estimativa de custos para a construção das 100 casas utilizando cada tipo de forma. A análise levou em consideração:

- O número de reutilizações estimado para cada tipo de forma.
- O tempo médio de execução das etapas construtivas com cada alternativa.
- A eficiência no consumo de materiais, considerando perdas durante o uso.

Os resultados demonstraram que:

- As formas de madeira apresentam um custo inicial mais baixo, sendo vantajosas para obras de menor escala ou com menor número de reutilizações.
- As formas metálicas, embora tenham um custo inicial mais elevado, tornam-se mais econômicas à medida que o número de reutilizações aumenta, devido à sua maior durabilidade e menor taxa de perdas.

Vantagens e Desvantagens

Ao analisar os prós e contras de cada opção, ficou evidente que a escolha depende diretamente da escala e das características do projeto. Para obras de grande porte ou projetos que demandem alta produtividade e precisão, as formas metálicas mostraram-se mais adequadas. Por outro lado, em obras menores ou com recursos financeiros limitados, as formas de madeira podem ser uma solução mais prática e acessível.

Conclusões

A reutilização constante, a redução de desperdício e a menor necessidade de reposição tornam as escoras metálicas uma escolha sustentável e econômica para construtoras que realizam obras de grande porte ou com alta rotatividade de projetos. Além disso, a utilização dessas escoras está alinhada às exigências ambientais, uma vez que minimiza o consumo de recursos naturais, como a madeira.

Portanto, a evolução das técnicas de construção sustentável reflete um esforço contínuo da indústria da construção para minimizar seus impactos ambientais e promover o uso eficiente dos recursos. Desde os primeiros esforços nas décadas de 1970 até as inovações tecnológicas atuais, as práticas sustentáveis vêm se consolidando como um caminho essencial para o futuro da construção civil, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e para a preservação dos recursos naturais.

A construção civil desempenha um papel central no cumprimento dos ODS, uma vez que suas práticas afetam diretamente áreas como consumo de recursos, emissão de gases de efeito estufa e desenvolvimento urbano sustentável. A adoção de práticas e tecnologias inovadoras, aliada ao cumprimento de regulamentações ambientais, pode transformar o setor em um aliado crucial na promoção de um desenvolvimento mais sustentável e inclusivo.

A escolha entre escoras de madeira e escoras metálicas deve ser feita com base em uma análise detalhada das necessidades da obra, considerando fatores como o orçamento, a durabilidade, a capacidade de carga, a segurança e o impacto ambiental. Embora as escoras de madeira ainda sejam uma opção viável para obras de menor porte e orçamento limitado, as escoras metálicas oferecem maior resistência, segurança e longevidade, sendo mais indicadas para grandes construções e projetos que exigem maior precisão técnica.

As formas plásticas de alta resistência têm se mostrado uma solução eficiente e



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



sustentável para a construção civil, especialmente em projetos de grande escala e que demandam alto controle de qualidade e economia de tempo. Com sua durabilidade, facilidade de manuseio e contribuição para práticas construtivas mais sustentáveis, essas formas têm potencial para se consolidar como uma alternativa superior às formas tradicionais de madeira e metal, atendendo às exigências da construção moderna e sustentável.

As formas plásticas reutilizáveis de polipropileno representam uma evolução significativa na tecnologia de moldagem de concreto na construção civil. Com vantagens em termos de durabilidade, leveza, sustentabilidade e qualidade de acabamento, elas oferecem uma solução eficiente e ecologicamente responsável para diversos tipos de projetos. Embora o custo inicial possa ser elevado, os benefícios a longo prazo tornam essas formas uma escolha viável e competitiva para obras que visam eficiência e sustentabilidade.

Assim, a análise da viabilidade técnica e econômica deve considerar não apenas o custo imediato, mas também os benefícios a longo prazo que essas formas podem proporcionar em termos de economia e sustentabilidade.

Agradecimentos:

Agradeço profundamente meus pais, Sueli e Oswaldo, por todo o amor, apoio e incentivo que sempre me deram para chegar aonde estou hoje.

- Davi Lombardi de Souza

Agradeço profundamente meus pais, Gilberto Lúcio Lourenço e Adriana Batista de Arruda Lourenço, por todo o amor, apoio e incentivo que sempre me deram para chegar aonde estou hoje

- Nathan Arruda Lourenço

Referências Bibliográficas

ANDRADE, R. P.; MARTINS, J. P. **Reutilização de Fôrmas de Madeira em Estruturas de Concreto Armado**. São Paulo: Editora Construtech, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15696: **Escoras Metálicas para Construção Civil** – Requisitos de Projeto, Fabricação e Manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora 18 (NR-18): Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: MTE, 2022.

COSTA, R. F.; SILVA, A. L. **Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Fôrmas de Polipropileno na Construção Civil**. São Paulo: Editora Sustentável, 2021.

COSTA, R. F.; SILVA, A. L. **Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Fôrmas Metálicas na Construção Civil**. São Paulo: Editora Sustentável, 2020.

COSTA, R. M.; ALMEIDA, P. T. **Sustentabilidade na Construção Civil: O Uso de Formas Plásticas e Seus Impactos Ambientais**. Rio de Janeiro: Editora Sustentável, 2021.

FERNANDES, J. A.; LOPES, R. C. **Eficiência e Qualidade: O Uso de Formas Plásticas na Construção de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Editora Técnica, 2020.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO

FONSECA, L. A.; OLIVEIRA, T. S. **Modelagem Computacional Aplicada à Estimativa de Consumo de Materiais na Construção Civil**. Rio de Janeiro: Editora Técnica, 2021.

GARCIA, F. R.; MENDES, A. C. **Sustentabilidade e Uso Racional de Madeira na Construção Civil**. Belo Horizonte: Editora Sustentável, 2020.

GARCIA, R. L.; MARTINS, J. A. **Sustentabilidade na Construção: Comparação Entre Escoras de Madeira e Metálicas Sob o Aspecto Ambiental**. Curitiba: Editora Sustentável, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, A. C. **Construção Civil: Sistemas Construtivos e Segurança no Trabalho**. São Paulo: Editora Técnica, 2018.

GONÇALVES, A. C.; PEREIRA, M. T. **Escoras em Construção Civil: Uma Análise Comparativa Entre Madeira e Metal**. São Paulo: Editora Técnica, 2018.

GONÇALVES, A. L.; ALMEIDA, J. F. **Construção sustentável e o uso eficiente da água: Estratégias para a gestão hídrica em edificações**. São Paulo: Editora Construtech, 2018.

GONÇALVES, A. P.; SANTOS, F. D. **Formas de Alta Resistência na Construção Civil: Vantagens e Desafios**. Belo Horizonte: Editora Construtech, 2019.

GONÇALVES, A. P.; SOUZA, M. A. **Gestão de Recursos na Construção Civil: Otimização do Consumo de Madeira em Obras Residenciais**. Curitiba: Editora Engenharia, 2019.

GONÇALVES, L. R.; ALMEIDA, P. T. **Análise Econômica e Técnica de Fôrmas Plásticas Reutilizáveis de Polipropileno**. Rio de Janeiro: Editora Engenharia Civil, 2020.

GONÇALVES, L. R.; ALMEIDA, P. T. **Análise Econômica e Técnica de Fôrmas Metálicas em Projetos de Habitação Popular**. Rio de Janeiro: Editora Engenharia Civil, 2021.

INBEC. **Como as Técnicas de Construção Sustentável Evoluíram ao Longo do Tempo**.

LIMA, F. S.; ROCHA, H. M. **Acelerando o Cronograma: O Uso de Fôrmas Metálicas em Obras de Habitação Popular**. Porto Alegre: Editora Construtech, 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARQUES, R. D. **Escoras Metálicas e Aplicações na Construção Civil: Eficiência e Durabilidade**. Rio de Janeiro: Engenharia & Cia, 2017.

MARQUES, R. D.; ALMEIDA, J. P. **Escoras Metálicas: Eficiência e Aplicações em Grandes Obras**. Rio de Janeiro: Engenharia & Cia, 2020.

MARQUES, R. P.; OLIVEIRA, F. G. **Inovação tecnológica na construção civil e os ODS: Uma análise das novas tecnologias**. Rio de Janeiro: Editora Engenharia Verde, 2022.

MARTINS, J. F.; SOUZA, A. P. **Durabilidade e Custo-Benefício das Fôrmas Metálicas na Construção de Habitações Populares**. Curitiba: Editora Engenharia, 2020.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



MENDES, J. F.; ROCHA, H. M. **Qualidade do Acabamento em Estruturas de Concreto Utilizando Fôrmas Plásticas**. Porto Alegre: Editora Construtech, 2019.

Mendes, L. M. S., Silva, G. M. da, Bezerra, M. R. de C. S., & Brito, D. R. do N. **Estudo comparativo entre escoramento metálico e de madeira na construção civil, uma revisão de literatura**. 2023. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 9(6), 3158–3178. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i6.10568>

MINAYO, M. C. de S. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2017.

ODS. Disponível em <Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil> Acesso em set 2024.

OLIVEIRA, L. M.; SOUZA, H. R. **Inovações em Sistemas de Forma: A Eficiência das Formas Plásticas de Alta Resistência**. Porto Alegre: Editora Engenharia, 2019.

OLIVEIRA, M. S.; FERNANDES, J. P. **Qualidade e Precisão nas Estruturas de Concreto com Fôrmas Metálicas**. Brasília: Editora Engenharia & Inovação, 2019.

OLIVEIRA, M. S.; MARTINS, J. P. **Inovações em Moldagem de Concreto: O Uso de Fôrmas de Polipropileno em Obras Modernas**. Curitiba: Editora Engenharia, 2020.

OLIVEIRA, R. L.; GONÇALVES, M. A. **Viabilidade Econômica do Uso de Fôrmas Metálicas em Conjuntos Habitacionais: Um Estudo de Caso**. Belo Horizonte: Editora Sustentável, 2021.

ONU. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

PEREIRA, H. C.; LIMA, S. F. **Impacto da Qualidade da Madeira no Consumo de Fôrmas para Estruturas de Concreto Armado**. Porto Alegre: Editora Engenharia Verde, 2019.

Pereira, Rachel Cristina Silva Mendes. **Fôrmas plásticas e escoramentos metálicos na construção civil** - utilização do sistema RECUB para fôrmas e escoramentos de lajes nervuradas. Disponível em <

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A9PHDW/1/monografia__ufmg__rachel__mendes.pdf> acesso out.2024

RIBEIRO, M. A.; MARTINS, F. L. **Durabilidade e Economia: Uma Análise Comparativa Entre Formas Plásticas e Formas Tradicionais na Construção Civil**. Brasília: Editora Construtora, 2020.

RIBEIRO, M. T.; COSTA, H. C. **Resíduos sólidos e economia circular na construção civil: Contribuições para o ODS 12**. Porto Alegre: Editora Sustentável, 2020.

SANTOS, G. R.; LIMA, F. S. **Tecnologias Sustentáveis na Construção: O Impacto das Fôrmas Plásticas no Setor**. Belo Horizonte: Editora Sustentável, 2018.

SANTOS, P. R.; SILVA, F. J. **Materiais e Técnicas Construtivas: O Uso de Escoras de Madeira em Obras de Pequeno Porte**. Belo Horizonte: Editora Construtech, 2019.



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



SILVA, G. M.; GOMES, R. L. **Eficiência Estrutural e Econômica**: As Fôrmas Metálicas em Projetos de Habitação Popular. São Paulo: Editora Engenharia Verde, 2018.

SILVA, J. M.; COSTA, R. A. **Técnicas de Estimativa de Consumo de Madeira em Unidades Habitacionais Unifamiliares**. Brasília: Editora Engenharia & Inovação, 2020.

SILVA, J. P.; CARDOSO, G. R. **Logística e Produtividade**: O Impacto das Formas Plásticas no Canteiro de Obras. Curitiba: Editora Engenharia & Inovação, 2018.

SILVA, P. R.; MARTINS, F. C. **Urbanização sustentável**: Desafios e oportunidades para a construção civil e os ODS. Belo Horizonte: Editora Urbana, 2019.

SOUZA, A. F.; PEREIRA, V. R. **Leveza e Versatilidade**: O Uso de Fôrmas Plásticas de Polipropileno na Construção Civil Moderna. Brasília: Editora Engenharia Verde, 2019.

SOUZA, H. M.; RIBEIRO, L. P. **Segurança e Estabilidade na Construção Civil**: Vantagens das Escoras Metálicas em Estruturas de Concreto. Porto Alegre: Editora Civil, 2021.

SOUZA, J. A.; FERNANDES, R. C. **Mudanças climáticas e construção civil**: Estratégias para reduzir as emissões de carbono no setor. Brasília: Editora Ambiental, 2021.

SOUZA, P. H. **Equipamentos Temporários em Obras**: Escoras e Andaimes. Belo Horizonte: Editora Construtech, 2019.