

A UTILIZAÇÃO DE FÔRMAS METÁLICAS NA EXECUÇÃO DE OBRAS CIVIS: OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS COMPARADAS ÀS FÔRMAS DE MADEIRA CONVENCIONAIS

THE USE OF METAL FORMS FOR THE EXECUTION OF CIVIL WORKS: THE SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS WHEN COMPARED TO CONVENTIONAL WOODEN FORMS

Amanda Santos da Silva¹
Pedro Barbosa de Almeida²
Cláudio Bonfante de Oliveira³
Adauri Silveira Rodrigues Junior⁴

RESUMO: A madeira é o material mais utilizado na fabricação de fôrmas na construção civil, o que pode ter um impacto ambiental significativo. A herança da desse material pode levar à degradação dos ecossistemas florestais e contribuir para a perda de biodiversidade e para as mudanças climáticas. Além disso, a produção de madeira requer um grande consumo de água e energia que podem ser prejudiciais ao meio ambiente, fora o fato de que esse recurso está cada vez mais escasso. A madeira também pode ser tratada com produtos químicos tóxicos para aumentar sua resistência a pragas e ao fogo, o que agrava ainda mais o impacto ambiental. Neste artigo, será apresentada uma alternativa para reduzir o consumo excessivo da madeira na construção civil: a utilização de formas metálicas.

4888

Palavras-chave: Sustentabilidade. Fôrmas de madeira. Fôrmas metálicas; viabilidade.

ABSTRACT: Wood is the most used material in the manufacture of formwork in civil construction, which can have a significant environmental impact. The inheritance of this material can lead to the degradation of forest ecosystems and contribute to the loss of biodiversity and climate change. Furthermore, wood production requires a large consumption of water and energy, which can be harmful to the environment, in addition to the fact that this resource is increasingly scarce. Wood can also be treated with toxic chemicals to increase its resistance to pests and fire, which further worsens the environmental impact. In this article, an alternative will be presented to reduce the excessive consumption of wood in civil construction: the use of metal forms.

Keywords: Sustainability. Wooden molds. Metal molds. Viability.

¹ Graduanda de Engenharia Civil- Universidade de Vassouras.

² Graduando de Engenharia Civil- Universidade de Vassouras.

³ Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas de Engenharias- Universidade de Vassouras.

⁴ Mestrado em Materiais- Universidade de Vassouras.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das mais importantes para a economia de um país, mas também é uma das mais prejudiciais ao meio ambiente. Muitos materiais são usados na construção de um edifício, mas um dos mais importantes são as formas, que são usadas para moldar o concreto que será aplicado nas estruturas.

As formas são componentes fundamentais para a construção de edifícios e são utilizadas para moldar as estruturas de concreto. No entanto, a utilização de formas convencionais de madeira tem sido associada a vários problemas ambientais e sociais. Por isso, a utilização de fôrmas metálicas pode ser uma alternativa mais sustentável e aplicável para a construção civil. As formas convencionais de madeira são compostas de tábuas e compensados de madeira, que são cortadas, lixadas e fixadas para formar uma estrutura que irá moldar o concreto. A utilização dessas formas pode resultar em altos custos de produção, transporte e armazenamento, além de efeitos socioambientais negativos. A produção de formas de madeira requer a exploração de florestas, que são ecossistemas resistentes para o planeta. Além disso, o consumo desse material costumeiramente gera uma grande quantidade de resíduos que muitas vezes não são reaproveitados, o que contribui para a emissão de carbono no meio ambiente.

Por outro lado, as formas metálicas são compostas de perfis de aço galvanizado, que são fabricados sob medida de acordo com as necessidades de cada projeto. A utilização de formas metálicas pode reduzir os custos de produção, transporte e armazenamento, além de contribuir com a desaceleração do consumo excessivo da madeira. A produção de fôrmas metálicas assim como a madeira, também utiliza recursos naturais, porém, pelo fato de poderem ser reutilizadas acabam por gerar menos resíduos dentro e fora do canteiro de obras. 4889

A utilização de formas metálicas pode trazer benefícios para a construção civil. Além da possibilidade de ser mais sustentável e econômico, o uso de fôrmas metálicas pode resultar em uma construção mais rápida, precisa e segura. As formas metálicas são mais leves e fáceis de manusear do que as formas de madeira, o que pode reduzir o tempo de montagem e desmontagem das estruturas. Além disso, as fôrmas metálicas são fabricadas em dimensões mais precisas do que as fôrmas de madeira, o que resulta em uma construção mais ágil e de melhor qualidade.

A princípio, foi escolhido um projeto para que seja feito o estudo de caso. O projeto em questão, se trata de uma construção em etapa de fundação sito na Rua Prefeito Joaquim José Ferreira, 336, Centro, município de Três Rios, no sul do estado do Rio de Janeiro, na qual as formas utilizadas são as convencionais formas de madeira conforme ilustrado na figura 1. Diante

desse cenário, foi observado que na atualidade, existe uma nova tecnologia que substitui as formas de madeira, sendo as formas metálicas.

Figura 1- Confeção de elementos de fundação com utilização das formas convencionais de madeira.



Fonte: Autoral, Amanda Santos (2023)

Os processos construtivos de cada material e os impactos ambientais e sociológicos de suas respectivas utilizações são os principais objetos de estudo desse artigo. Para a realização do comparativo entre esses dois materiais foram utilizadas principalmente pesquisas e notícias como referência. 4890

Esse trabalho contempla a construção de dispositivos de fundação comparando formas de dois materiais distintos: formas de madeira e formas metálicas, aquelas mais convencionais do que estas. As madeiras comumente utilizadas são do tipo peroba rosa, pinos, rosadinho, itaúba, angico preto, eucalipto e taipá. Durante a execução da fundação de uma estrutura, primeiramente faz-se a instalação das cotas e gabaritos, que possibilitam as escavações e a instalação de toda a armação do dispositivo para que assim as medidas das formas possam ser tiradas e as peças cortadas com maior precisão.

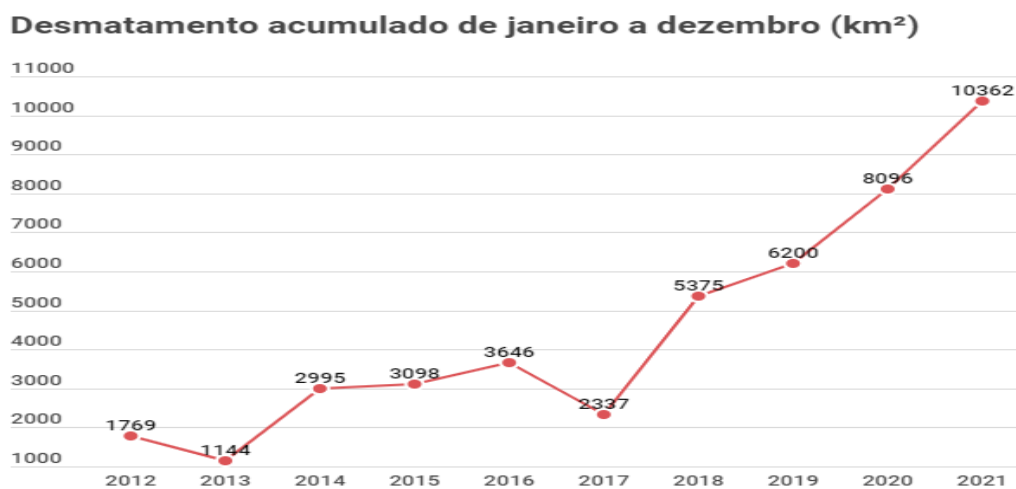
Após essa etapa, o entorno dos elementos é envolvido pelas formas de madeira, que são pregadas umas às outras com retalhos também de madeira para que o concreto no interior não sofra deformações e vazamentos durante a concretagem e a cura do material. Se faz necessário o uso de desmoldante na forma para que na hora da sua retirada a aderência do concreto com a madeira seja diminuída, com a finalidade de aumentar a vida útil do material e possa ser utilizado novamente. Com as formas metálicas, o processo é muito similar, porém as formas não são pregadas e sim parafusadas e não há a necessidade de as emendas serem reforçadas, uma vez que

no material metálico é mais estável comparado à madeira. A maior diferença entre esses dois métodos na maioria dos casos está na hora da desforma, pois, a madeira costuma ser danificada/deformada na hora da desmontagem e a forma metálica quase não sofre alterações.

Quando se opta pela utilização da madeira para compor as formas de concretagem, os impactos são notórios, tanto para o custo da obra quanto para o ambiente e para a sociedade. Para se obter a madeira, a logística desse processo vai muito além de ir à loja e realizar a compra. É necessário que o material tenha procedência, que a madeira seja adquirida de maneira legal, uma vez que o contrabando dessas é uma das atividades mais praticadas no Brasil.

O desmatamento ilegal, que envolve diretamente o contrabando de madeira é um grande potencializador da emissão de carbono na atmosfera terrestre. Essas atividades, além de retirarem da vegetação nativa a madeira e desequilibrar o ecossistema local, muitas das vezes vêm seguida de queimadas, que causam ainda mais prejuízos à qualidade do ar do planeta e as espécies que vivem naquela região.

Figura 2- Gráfico do crescente número de km² desmatados na Amazônia.



Fonte: Revista Andes (2022)

Com isso, a ciência é uma das mais prejudicadas, visto que nessas atividades, pode ocorrer de uma espécie vegetal ou animal em processo de extinção, ou até mesmo a presença de indivíduos nunca estudados, acabarem sendo eliminados. Segundo a reportagem da Revista Andes, a Floresta Amazônica teve uma área de cerca de 10.362km² desmatada somente no ano de 2021 conforme demonstrado no gráfico acima, considerado o ano que mais causou prejuízos ao bioma considerado por muitos o coração do planeta.

A floresta amazônica viveu, em 2021, o seu pior ano em uma década. De janeiro a dezembro, foram destruídos 10,362 km² de mata nativa, o que equivale à metade da área do estado de Sergipe. Os dados são do Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), que monitora a região por meio de imagens de satélites. Apenas em relação a 2020, ano em que o desmatamento na Amazônia já havia ocupado a maior área desde 2012, com 8.096 km² de floresta destruídos, a devastação em 2021 foi 29% maior.”

Toda a madeira que é extraída, seja por meios ilegais ou através de florestas de produção autorizadas pelos órgãos competentes, além dos impactos citados acima, também contribuem com a emissão de carbono devido ao modo que é transportada, O local de sua extração fica a uma distância considerável de onde será sua utilização, o que contribui com um pelo significativo para o aumento da emissão de gases potencializadores do efeito estufa. O Brasil, por ser um país majoritariamente movido por rodovias, o óleo diesel utilizado nos milhões de caminhões que compõem a frota brasileira, ao ser consumido também libera na atmosfera uma grande quantidade desses gases.

Todavia, apesar de ser uma alternativa com potencial de ser mais sustentável, a fabricação de formas metálicas também tem sua contribuição no impacto ao meio ambiente. Também ocorre desmatamento para que as mineradoras possam realizar a extração de matéria prima como minério de ferro, carvão e cal. Como dito anteriormente, o desmatamento causa inúmeros danos para a sociedade, porém a logística para que o aço seja entregue em no estágio final é bem mais complexa do que quando comparado a madeira. Primeiramente o material é extraído na mina que, por sua vez, fica a uma distância considerável das empresas siderúrgicas, onde o aço é fabricado, o que também contribui com o efeito estufa ao ser transportado.

4892

O fato de que as próprias indústrias siderúrgicas que transformam o minério em bobinas de aço liberam um altíssimo volume de gases poluidores em seu ciclo produtivo é agravante para que as formas metálicas não tenham diferença tão brusca no que se diz respeito a sustentabilidade quando comparadas a de madeira. Além da trajetória da mina até a indústria siderúrgica, o aço antes de ir para o seu destino final, passa por indústrias de beneficiamento, onde são moldados e preparados física e/ou quimicamente para as suas respectivas finalidades. Um constante e significativo investimento no modal ferroviário seria capaz de amenizar esse tipo de problema, tanto para o transporte da madeira, quanto dos minérios e chapas de aço.

Os impactos sociais também se fazem presentes, tanto na extração da madeira, quanto na extração do minério de ferro. Esses locais, quando dispostos de maneira ilegal, principalmente no que se refere ao desmatamento, contam com a mão de obra altamente explorada de maneira abusiva e em muitos casos se tem notícia de trabalho escravo, este mais recorrente na extração de carvão, seja mineral ou vegetal. Isso agrava ainda mais a desigualdade social no país e gera problemas muito mais complexos como por exemplo o aumento da criminalidade, aumento nos índices de suicídio e doenças físicas e psicológicas.

A extração da madeira, por se tratar de atividade executada em locais mais afastados dos grandes centros acaba por ser menos fiscalizada, visto que o Brasil é um país com dimensões continentais. Essa característica contribui para que essa extração seja realizada de maneira ilegal, em muitos casos. Com isso, as condições de trabalho nesses locais podem ser consideradas, muitas vezes desumana. “A Amazônia concentra maior parte de casos de trabalho escravo do Brasil”, segundo a reportagem da revista Reporter Brasil de setembro de 2009. São jornadas de trabalho exaustivas e com muitas horas de duração, quase sempre sem nenhum vínculo trabalhista e conseqüentemente nenhum direito a férias ou décimo terceiro como previsto em constituição. Isso se deve à falta de opção e de esclarecimento da população presente nesses lugares mais remotos, aonde a informação não chega com tanta facilidade e a pobreza se faz presente em boa parte dos lares.

Em muitos locais de extração de minério para fabricação das chapas metálicas os problemas socioeconômicos citados acima também se fazem presente, todavia em menor quantidade. Isso se deve principalmente ao fato de o governo estar mais presente nas minas e as empresas, por serem de maior porte, são rigorosamente fiscalizadas acerca da condição de trabalho de seus colaboradores. As indústrias de fabricação e beneficiamento de aço também são fiscalizadas e, também por se tratar de empresas estruturadas, não se tem um alto índice de trabalho escravo em empreendimentos dessa natureza.

O fato de que os profissionais que trabalham nessa área são de certa forma mais instruídos quando comparados a população de áreas de extração de madeira faz com que os impactos socioeconômicos sejam menores na indústria das formas metálicas. Nessas grandes empresas, tanto de mineração, quanto de produção e beneficiamento do aço, os colaboradores necessitam de um nível maior de formação e capacitação profissional para passarem pelo processo seletivo. Além disso, a intensa fiscalização trabalhista e a presença dos sindicatos nessas empresas contribuem para que não haja abuso trabalhista e que todos os direitos dos funcionários sejam resguardados.

Quando vamos para a construção civil, vê-se uma situação similar. Por se tratar da maneira mais convencional de confecção de lajes, vigas e colunas, a utilização de madeira é mais dominada por profissionais dessa área do que a utilização de formas metálicas, que requer mão obra qualificada para a execução do serviço, principalmente quando se trata de elementos de fundação.

Uma das fases de uma obra de construção civil mais importantes é a etapa de confecção dos elementos de fundação, demonstrados nas figuras 3 e 4. Estes são a base de todo edifício, são

o alicerce de qualquer obra. Todas as cargas que uma vez passam pelas lajes, vigas e pilares, são nela descarregadas, sendo assim responsáveis por transmitir ao solo que deverá estar corretamente compactado. Sem o correto tratamento do solo e dimensionamento das estruturas de fundação, na maioria dos casos ocorre um fenômeno conhecido como recalque. O recalque é a deformação que ocorre no solo quando ele recebe determinada carga.

Figura 3- Armaduras de aço envolvidas com formas de madeira convencionais para concretagem.



Fonte: Autoral, Amanda Santos (2023)

Figura 4- Preparação para concretagem de dispositivos de fundação.



Fonte: Autoral, Amanda Santos (2023)

Com estudos preliminares, é possível se conhecer o tipo de solo e sua saturação, e com isso calcular o recalque previsto para a estrutura, uma vez que é um efeito inevitável dentro da construção. A maneira de se encontrar as informações necessárias do solo para encontrar o recalque e dimensionar e escolher os dispositivos corretos de fundação a serem utilizados é através da sondagem. Esta tem diversas maneiras de ser realizada, temos como mais comuns a sondagem a trado, sondagem rotativa e sondagem SPT.

Com uma fundação bem-feita, o recalque que o prédio sofre com o passar do tempo consegue ser quase que neutralizado e a estrutura como um todo quase não sofrerá alterações em seu corpo, evitando que as vigas e lajes sofram deformações que afetem a utilização do edifício. Um exemplo bastante comum causado pela deformação de lajes é o deslocamento de azulejos e a formação de fissuras, onde na maioria dos casos é confundida com uma falha de execução do projeto, sendo que, na verdade, uma das razões para que elas ocorram pode ser devido ao recalque do solo.

Com o objetivo de prevenir todas essas anomalias, ao longo do tempo foram sendo desenvolvidas tecnologias que a cada dia mais cumprem o seu papel. Têm-se uma diversidade muito grande no que tange os tipos de fundação que podem ser utilizados. Alguns deles são: radier, fundação rasa, sapata corrida, bloco de fundação, sapata isolada, tubulões, estaca pré-moldada, estaca Franki, fundação indireta e caixões. Os dispositivos de fundação utilizam uma grande quantidade de aço e concreto em suas composições, para combater os esforços e momentos gerados pela estrutura, O aço combate a tração e ajuda a combater a compressão, enquanto o concreto é o principal responsável no combate a compressão.

O bloco de coroamento, também conhecido como vigamento de coroamento, é uma estrutura de concreto armado utilizada para transmitir as cargas das estacas para a estrutura acima, como pilares, paredes ou vigas. Inicialmente, se faz necessário o projeto de cada bloco a ser utilizado, pois antes de iniciar a construção do bloco de coroamento, é necessário ter um projeto estrutural. O projeto definirá as dimensões, as armaduras necessárias e as especificações do concreto a ser utilizado, levando em consideração as cargas aplicadas e as características do solo. Em seguida é feito o preparo do local onde será construído o bloco de coroamento, onde é iniciada a limpeza da área, remoção de detritos e, se necessário, nivelamento do terreno. Após a preparação do terreno é iniciado o processo de fundação, onde foi definido pelo calculista estrutural, especificado no projeto, qual tipo de estrutura deve ser feito.

A figura 5 retrata o uso das formas metálicas na construção civil, que tem crescido mais a cada ano, fazendo com que mais empresas sejam voltadas para esta área. Isso se deve ao fato

de que as formas metálicas são, de certo modo, mais sustentáveis, mais fáceis de serem utilizadas, mais baratas a longo prazo e também faz com que o dispositivo se torne menos suscetível erros, como o prumo.

Figura 5- Confeção de elementos de fundação com utilização das formas metálicas.



Fonte: ROHR (2023)

As formas metálicas são constituídas de chapas metálicas, alinhadores e aprumadores, onde as placas são unidas umas às outras através de parafusos. Há, hoje em dia, duas maneiras de se utilizar as formas metálicas: são elas pela compra e pelo aluguel. Para uma empresa de pequeno porte, a depender do número de obras que se tem em seu portfólio, o mais viável a se fazer é terceirizar o serviço.

4896

Existem hoje no Brasil empresas especializadas nessa etapa da construção com o uso das formas de metal. O aluguel usualmente consiste em contratar o serviço completo da instalação das formas, uma vez que, pelo fato de elas não serem pregadas, e sim parafusadas, se exige uma mão de obra mais qualificada para a execução desse serviço. O investimento para a compra dessas formas é consideravelmente mais alto do que as de madeira, todavia, se é preciso utilizá-las com recorrência, esse preço se dilui nos orçamentos de outras obras posteriores.

Também se faz necessário um treinamento para que a equipe responsável pela execução dessa etapa, realize o enformamento de maneira correta. Por esse motivo, para empresas de médio e grande porte o retorno em adquirir essas peças é bem mais rápido, quando comparado às empresas que tem pouca demanda, onde o mais viável seria optar pelo aluguel das formas.

Na figura 6, segue um exemplo prático de um projeto, onde as vigas foram construídas com formas de madeira do tipo pinus. Usualmente, essas mesmas formas de madeira são

reaproveitadas e utilizadas na construção de mais um elemento, não mais do que isso, pois a madeira tem sua limitação devido à deformações com o uso e exposições ao tempo.

Figura 6- Armadura de aço das vigas envoltas de formas de madeira prontas para concretagem.



Fonte: Autoral, Amanda Santos (2023)

Se neste mesmo exemplo, as formas de metal substituíssem as formas de madeira, como na figura 7, além de serem reaproveitadas mais de uma vez, a confecção desse elemento seria 4897 mais precisa, mais ágil e geraria menos resíduos dentro do canteiro de obras, visto que não haveria corte de madeira para dimensioná-la ao tamanho do pilar, o que economiza tempo e não gera tanto desperdício de material.

Figura 7- Armaduras de aço envoltas de formas metálicas prontas para concretagem.



Fonte: ROHR (2023)

RESULTADOS E CONCLUSÃO

Para reduzir o impacto ambiental na utilização de fôrmas de madeira na construção civil, podemos optar pela utilização de fôrmas de metal. Caso não seja possível, há também a possibilidade de outras práticas, bem como a utilização de madeira certificada, onde as fontes certificadas garantem que a madeira seja proveniente de florestas manejadas de forma sustentável, reduzindo o impacto ambiental; A reutilização de fôrmas de madeira, onde são projetadas para serem reutilizadas e reduzir significativamente a demanda por novos materiais e minimizar os resíduos. A implementação dessas soluções pode ajudar a minimizar o impacto ambiental da utilização de formas de madeira na construção civil, promovendo a sustentabilidade, a conservação de recursos naturais e a redução de resíduos. É importante que essas práticas sejam adotadas em toda a cadeia de suprimentos e construção para alcançar os melhores resultados ambientais.

Conclui-se, portanto que ambas as opções de formas trazem impactos ambientais significativos tanto para a fauna quanto para flora e atmosfera. Todavia, o que diferencia positivamente a utilização de formas ambientais são os impactos socioeconômicos relatados, estes sim são bem mais brandos quando comparados a exploração da madeira, sobretudo no que tange o desmatamento ilegal. Deixa-se em aberto a opção de discorrerem posteriormente a respeito das diferenças e impactos financeiros que cada tipo de material vem a trazer para as obras, não só na etapa de fundação como nos demais elementos construtivos de cada empreendimento. 4898

REFERÊNCIAS

- <https://reporterbrasil.org.br/2009/01/amazonia-concentra-maior-parte-de-casos-de-trabalho-esravo-no-brasil/> **Acessado em 05/05/2023**
- <https://www.andes.org.br/conteudos/noticia/desmatamento-na-amazonia-cresce-29-em-2021-e-e-o-maior-dos-ultimos-10-anos/> **Acessado em 05/05/2023**
- <https://www.omil.com.br/post/22/conheca-as-madeiras-mais-indicadas-na-construcao-civil#:~:text=Neste%20caso%2C%20as%20mais%20indicadas,existem%20as%20portas%20e%20anelas.> **Acessado em 20/05/2023**
- <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/mdic/comercio-exterior/metallurgia-e-siderurgia-2#:~:text=O%20a%2C%20A7%20%2C%20A9%20produzido%2C%20basicamente,%2C%20redu%2C%20A7%20%2C%20A30%2C%20refino%20e%20lamina%2C%20A7%20%2C%20A30.&text=Grande%20parte%20do%20min%2C%20A9%20de,cal%20e%20finos%20de%20coque.> **Acessado em 20/05/2023**

<https://www.andes.org.br/conteudos/noticia/desmatamento-na-amazonia-cresce-29-em-2021-e-e-o-maior-dos-ultimos-10-anos> **Acessado em 18/08/2023**

<https://rohr.com.br/informacoes/locacao-de-formas-metalicas-para-concreto/>
Acessado em 18/08/2023