Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v10,2022/10
ISSN 2178-6925

ALTERNATIVAS MODULARES NA CONSTRUÇÃO CÍVIL E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A RACIONALIZAÇÃO DA OBRA

MODULAR ALTERNATIVES IN CIVIL CONSTRUCTION AND THEIR INFLUENCE ON THE RATIONALIZATION OF THE WORK

Arthur Remigio Dantas Aguilar

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: arthur55remigio@gmail.com

Igor de Oliveira Rodrigues

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: igor-oliver33@hotmail.com

Keyferson Neves De Oliveira

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: neveskeyferson050616@gmail.com

Thionatan Miranda da Silva

Graduando em Engenharia Civil,
Universidade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: thionatankr@gmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão

Professor Orientador
E-mail: disciplinas.peas@gmail.com

Aceite 03/11/2022 Publicação 03/12/2022

Resumo

A construção offsite ou construção industrial são termos para intitular a construção modular. A tradução de offsite “fora do local de construção” traduz também a metodologia da construção modular. Esta é uma técnica construtiva que antepõe a ideia de obra “limpa”. Dessa forma, se mostra um processo econômico e ágil, propiciando a redução de até mesmo metade do tempo de entrega de uma edificação, se comparada a uma construção na qual se utiliza a alvenaria tradicional. Posto isso, a fim de impulsionar a racionalização atribuída ao cenário da construção civil, esse artigo tem como principal finalidade a análise de alternativas modulares que a industrialização proporciona ao setor construtivo, com o propósito do aprimoramento da mesma. Paralelo a isso, identificar e descrever a viabilidade dessas alternativas, seu histórico advindo da revolução industrial e apresentar onde tal metodologia vem sendo aplicada.

Palavras-chave: Construção civil; industrialização; racionalização; modular.

Abstract

Offsite construction or industrial construction, are terms to entitle modular construction. The translation of offsite “outside the construction site”, basically translates also the methodology of modular construction. This is a constructive technique that precedes the idea of a "clean" work, thus showing an economic and agile process, providing a reduction of up to half of the delivery timeof a building compared to a construction using traditional masonry. That said, in order to boost the rationalization attributed to the civil construction scenario, this article has as its main purpose the analysis of modular alternatives that industrialization provides to the construction sector, with the purpose of improving it. Parallel to this, identify and describe the feasibility of these alternatives, their history arising from the industrial revolution and present where such methodology has been applied.

Keywords: Construction; industrialization; rationalization; modular.

1. Introdução

Construções modulares resumem-se a sistemas pré-fabricados, onde ocorre a concepção de segmentos padronizados de uma estrutura em indústrias, os quais são transferidos e estruturados na obra através da conexão dos módulos fabricados. Esse é um método construtivo considerado um processo industrial sobre o qual tem surgido várias discussões relacionadas aos impactos da industrialização como requisito para a racionalização da construção.

Entretanto, esta tecnologia de construção vem sendo utilizada desde os primórdios da revolução industrial, quando houve então a inserção dos métodos industriais no setor da construção civil.

Na perspectiva de (Debs 2000), a Construção Civil é vista como uma indústria obsoleta se contrastada a outros setores industriais, amparada à circunstância de que a mesma evidencia de um modo generalizado, baixa eficácia em produtividade, notável desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade. Com isso, a racionalização da obra se faz necessária no que diz respeito a otimizar o processo construtivo em amplos aspectos.

O emprego de medidas racionalizadas está diretamente ligada à industrialização, dado que a aplicação destes métodos amplia o padrão de organização dos sistemas de produção, sendo este o principal critério onde a industrialização se fundamenta. Para (Franco 1992), a industrialização trata-sedo "processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho, técnicas deplanejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva" (FRANCO, 1992).

Diante disto, a industrialização foi responsável por grandes transformações, que, consequentemente, com o passar dos anos apresentaram mudanças significativas dentro do cenário trabalhista. As relações de trabalho se adaptaram às condições e necessidades da sociedade. A substituição da produção artesanal pela industrial foi então uma das consequentes mutações surgidas a partir dos avanços tecnológicos criados para atender o aumento de produtividade.Posto isso, o conceito industrial já vinha se alastrando nas mais distintas

instâncias, inclusive na construção civil, com intuito de otimizar os processos construtivos de obras através da racionalização da mesma.

Por meio da busca de métodos viáveis para a racionalização da obra, nasce o conceito de sistemas pré-fabricados, que apresentam diversos tipos de particularidades e formas de aplicação. A construção modular pode ser executada através de diferentes materiais, a saber: elementos de concreto pré fabricados, steel frame, se referindo a um sistema construtivo formado por peças de aço galvanizado, a madeira, e demais matérias-primas utilizadas na construção pré-fabricada.

Essa configuração de construção, compreende diferentes técnicas e proporciona eficácia na produtividade por viabilizar procedimentos simultâneos, além de conceder o bom uso de insumos, flexibilidade e versatilidade nos projetos, prazos otimizados, custos reduzidos, bem como a incomplexidade na execução das estruturas, já que os elementos pré fabricados englobam a padronização, favorecendo o aperfeiçoamento da metodologia de construção. (FUTURENG, 2016).

Portanto, a pesquisa busca o entendimento sobre as alternativas de sistemas modulares existentes e sua potencialidade de uso para racionalização da atividade construtiva através de métodos industriais.

2. Metodologia

O artigo em questão baseia-se em dois temas que fundamentam o desenvolvimento do trabalho. Será feita, então, uma análise entorno da industrialização e tecnologias advindas deste tema. Para tanto, também será explorado o conteúdo acerca da construção modular, suas origens e métodos de utilização, através de pesquisa bibliográfica, por meio de fontes de consulta diversificados, dentre eles, dissertações e teses, que auxiliam na consecução do corpo teórico, com o intuito de evidenciar a temática e sua relevância.

Posto isso, será discorrido o contexto da construção modular, retratando os aspectos históricos da origem deste sistema de construção, englobando dados atuais da implementação desse método para aplicabilidade da proposta no

mercado atual.

3. Revisão da literatura: Fundamentação teórica

As primícias dos sistemas modulares ou pré-fabricados se relacionam com o período histórico industrial, onde a mecanização passou a ter visibilidade quando foi inserida nos processos de avanços maquinários e de equipamentos de trabalho.

Com a introdução dos mecanismos concebidos através da industrialização, pouco a pouco as atividades antes desenvolvidas manualmente pelos homens foram substituídas pelas máquinas e dispositivos automáticos. Posteriormente, os automatismos industriais passaram a ser empregues não somente no setor de fabricação de produtos, como também nas categorias de controle, transportação, locomobilidade e montagem.

O ramo de pré-fabricados encontra-se constantemente se aprimorando para conseguir amparar as demandas em que a sociedade no momento se assegura, sendo essas, economia, segurança, sustentabilidade, produtividade, competência, desempenho técnico, e condições justas de trabalho.

Nesse contexto, tem se a ideia de que transferir as atividades executadas nos canteiros de obra para as indústrias é o método mais eficaz para efetivamente industrializar o setor da construção civil, conforme (Arnold Van Acker 2002).

Para (Sabbatini 1989), “evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é o caminho natural da construção civil”. O trabalho de uma fábrica concede um sistema de produção mais desenvolto, considerando a reprodução de serviços, controle de qualidade e mão de obra especializada.

A industrialização da construção civil, no entanto, diz muito sobre os padrões de evolução atribuídos a esse setor, que vinculado a pré - fabricação encaminha-se ao aperfeiçoamento no planejamento e execução da obra. Além de que o emprego de alternativas modulares na elaboração e consecução de projetos está associado a um método de construção econômico, estável e flexível.

3.1 A origem dos métodos industriais na construção civil

De acordo com (VASCONCELLOS 2002), a pré-fabricação surgiu com a invenção do concreto armado, apesar de não se ter absolutamente uma data precisa desse evento.

Estima-se que por volta do séc. XIX, foi quando de fato a industrialização se consolidou, depois do seu crescimento no sentido de visibilidade em certos países da Europa e América do norte. Contudo, o desempenho da industrialização nesses países ocorreu em períodos diferentes, embora o pretextodecisivo para tal tenha sido o mesmo, os avanços tecnológicos advindos do mercado em expansão.

Os avanços associados a produção e comercialização de bens foram tão marcantes, que transformaram os vínculos sociais, com consequências significativas do entendimento histórico e sociológico, o que tornou este período conhecido como Revolução industrial. (ORDÓNEZ 1986)

Após a guerra, ocorreu uma certa escassez de mão de obra qualificada na Europa, porém, havia a necessidade de construção em larga escala, o que fez com que a maioria das operações se deslocasse dos canteiros de obras para as indústrias. Desse modo, surgiu então a pré-fabricação, referida na época como a expressão mais relevante da industrialização na área da construção. (OORDONÉZ 1974)

Em suma, pode-se afirmar que a pré-fabricação começou com a invenção do concreto armado, pois sua origem deu-se com a pré-moldagem de elementos fora do canteiro, já seu emprego intensivo ocorreu devido a necessidade de se construir em vasta escala.

3.2 A Inclusão da modularidade como sistema construtivo

A modularidade refere-se a um método de construção onde há o encaixe e armação da estrutura da edificação por meio das peças pré-fabricadas, isto é, por meio de uma medida pré-estabelecida em um material também já definido,

conforme o projeto necessita.

Com o passar dos anos e a avaliação de países que já se tem a modularidade como alternativa apropriada para a construção, a utilização desse sistema tem aumentado no Brasil. Os estudos voltados para os métodos de pré- fabricados permitiram a chegada de inúmeras tecnologias inovadoras, e a origem de diversos tipos de pré-fabricados com alto grau de discriminação, e que além disso podem ser associados a demais sistemas de construção.

Importante ressaltar, que a eficiência desse sistema depende bastante do seu planejamento, que deve desencadeiar o resultado final, ou seja, a pré-fabricação da estrutura deve estar definida desde o inicio da concepção projetual, para que o processo construtivo ocorra fluidamente e com mínimos eventuais contratempos. Nessa concepção, não é recomendado modificar meramente um método de uma obra já traçada para outro método construtivo. Mas, isso não significa que o projeto se torna engessado; ele permite alterações que otimizam o processo da obra, todavia ele é adaptado de acordo a necessidade.

Na imagem a seguir, pode-se perceber a agilidade do processo construtivo por meio de métodos modulares, dado que a primeira imagem retrata o início da obra em 30/06/2000 e em seguida o final em 31/03/2001. (DEBS 2017)

Figura 1 - Fases inicial e final da execução da estrutura do Panamerica Park



Fonte: (Prelorentzou 2004)

Esse tipo de construção é uma propensão ecológica, assim, pode-se considerar a possibilidade deste método se consolidar no país, sendo utilizado não somente em obras de grande porte, mas também em de médio e pequeno

porte.

3.3 A concepção do projeto

Atualmente conta-se com programas fundamentados na metodologia BIM (Building Information Modeling) para elaboração dos projetos, de forma a facilitar o entendimento e planejamento, que vinculado as alternativas modulares geram ainda mais precisão a racionalização da obra.

> Com o BIM, é possível utilizar os padrões de coordenação modular tanto para dimensionar como para localizar objetos de construção em um quadro de referência modular. Essa integração das ferramentas do BIM com a construção civil modular permite aprimorar o design e realizar a automatização de atividades da modelagem e da documentação. (AJ, 2021, p.1).

Para que o processo construtivo desde a concepção projetual até a execução seja bem sucedido, os colaboradores, principalmente projetistas, engenheiros e arquitetos responsáveis devem se atentar às informações que se referem aos elementos pré-fabricados definidos, de modo em que toda a equipe envolvida esteja a par das orientações necessárias para efetivação das fases projetuais, assegurando resultados positivos.

Segundo (Arnold Van Acker 2002), uma das maiores vantagens em soluções pré-fabricadas são obtidas quando são levados em consideração algunsprincípios, como o respeito à filosofia específica de projeto, mas sobretudo, a padronização. Esta é entendida como “a aplicação de normas a um ciclo de produção ou a um setor industrial completo com objetivo de estabilizar o produto ou o processo de produção”. (ROSSO, 1966), o que expressa um fator substancial nos procedimentos de pré-fabricação emodulação de projeto, viabilizando a repetição e a técnica, com maior qualidade ecredibilidade, portanto uma execução mais ágil.

4. Tipos de sistemas modulares

Conforme a *Modular Building Institute,* a construção efetuada por meio do sistema modular é uma categoria de construção em que a edificação se efetua sob imposições de planta controlada e fora do canteiro de obras, geralmente emfábricas.

Figura 2 – Fabrica de pré-fabricados. (drywall)



Fonte: (Sulmodulos 2017)

Assim, as construções deste tipo podem ser resumidas em dois tópicos: Construção modular volumétrica, que se refere a repartições inteiras (pisos, paredes e tetos), desde pequenos espaços como quartos e salas, a edifícios completos, onde os elementos são minunciosamente construídos e depois transportados ao local onde a obra será consolidada.

Todavia, há também a construção modular por meio de painéis. Nesse mecanismo, os componentes vão desde os painéis para montagem da edificação, a unidades isoladas, como escadas por exemplo. Os mesmos são fabricados e levados ao local da execução para instalação, assim como o método volumétrico.

Além disso, dentro deste quesito existem as construções realocáveis, planejadas para serem reutilizadas outras vezes, pois permitem serem transportadas para diferentes locais caso haja a necessidade e realocação.

4.1. Alternativas modulares

São diversas as possibilidades de construção que a modularidade propicia, visto a versatilidade do sistema modular: lojas, escolas, galpões, residências, edifícios, hotéis, refeitórios, hospitais, dentre outros.

Desse modo, existem variadas alternativas modulares certificadas pelo seu emprego na construção civil, para execução das edificações mencionadas acima. Essas alternativas comportam diferentes técnicas que se mostram eficazes para a produção industrial. As comumentes mais acessíveis são módulos que podem ser feitos de concreto, vidro, aço/steel frame, madeira, contêineres e demais matérias-primas aplicadas nesta metodologia.

O trecho decorrente apresenta sucintamente algumas dessas alternativas:

- Steel frame

Segundo (Souza 2021), O steel frame remete-se a uma série concebida por perfis em aço galvanizado, com espessuras de aproximadamente 0,80 e 3 milímetros, formados em quadros estruturais, em conjunto de montantes horizontais e verticais. Nesse método, os componentes da parte hidráulica e elétrica são colocados ainda na fase inicial, antes das vedações com painéis, painéis esses que também devem ser definidos previamente, assim como isolantes termo acústicos, garantindo ao processo maior eficiência, já que as partes complementares não necessitam de quebras na obra e consequentemente desperdício de materiais. Devido a isso, o quesito ordenação e otimização de prazos são elementos significativos nesta metodologia de construção seca e modular.

Figura 3 – Ilustração Cortesia de Sistema constructivo



Fonte: (Archdaily 2021)

- Pré-fabricados de concreto

Os pré-fabricados de concreto variam entre lajes, vigas e placas que são fabricadas em indústrias, e posteriormente transportadas para o local da instalação final, onde é realizado o encaixe das peças de forma relativamente simples, o que consequentemente modera os investimentos em mão de obra, assim como reduz a produção de resíduos. As empresas especializadas no setor possuem um ambiente adequado para o manuseio desses materiais, que logo depois de acabados, passam por uma criteriosa inspeção, e análise de qualidade, até finalmente serem comercializados. (GIACOMOSSI 2021)

Figura 4 – Estruturas Pré-Fabricadas



Fonte: (Giacomossi 2021)

- Contêineres

Os contêineres são caixas metálicas feitas em aço, que constituem uma estrutura leve, mas altamente resistente, capaz de resistir o uso frequente na locomoção de carga, tal qual ações das chuvas e incêndios. São muitas as particularidades benéficas destes elementos, exatamente por apresentarem atributos que, se sujeitos a empilhamento, por exemplo, podem ser facilmente executados, permitindo serem sobrepostos até dez contêineres sem qualquer tipo de complemento estrutural

Figura 5 – Container High Cube



Fonte: (IBFLOGISTICS 2021)

5. Estudo de Caso – Hospital de Huoshenshan

Ao longo da pesquisa percebe-se o qual benéfico promete ser amodularidade na construção civil, mas e na pratica, temos prova de tal aspecto? Em Wuhan, na China um hospital com 25mil metros quadrados foi construído por meio de recursos pré-fabricados em 10 dias para atender a demanda de pacientes do Covid-19 em 2020. (VIDIGAL, 2020)

Figura 6 – Hospital de Huoshenshan.



Fonte: (Chinatopix/AP 2020)

Em meio ao surto da pandemia, a china anunciou a construção do hospital, que por sua vez trata-se de uma unidade médica móvel com o objetivo de cuidar dos pacientes em casos emergenciais até que os mesmos estejam em condições melhores para que possam ser deslocados em segurança para uma unidade permanente. (UNIFAMETRO 2020)

Figura 7 – Hospital de Huoshenshan em desenvolvimento



Fonte: (Xiao Yijiu/Xinhua via AP 2020)

A empresa China State Construction Engineering Corp foi a construtora responsável pela execução do hospital, que por sua vez possuíra 1mil leitos que atuariam para abrigar temporariamente pessoas em estado de tratamento isolado.

Figura 8 – Operários instalam peças pré-fabricadas para montar os módulos do hospital Huoshenshan



Fonte: (Chinatopix/AP 2020)

Segundo o Governo chinês o uso de peças pré-fabricadas é a resposta para tamanha agilidade construtiva. Enquanto máquinas carregavam os blocos e os posicionavam em seus devidos lugares, operários preparavam a rede elétrica necessária no local, levando um ritmo de construção intercalado entre dia e noite. Foram utilizados contêineres como peças pré-moldadas, afim de ocasionar agilidade na obra, uma vez que as peças são postas no lugar já prontas, além de trazer baixo custo de mão de obra no canteiro e manutenção, eliminação de desperdício, ociosidade e risco de desvios de materiais.

6. Considerações Finais

O artigo em questão teve a finalidade de demonstrar o potencial da utilização de elementos modulares e seus múltiplos empregos na construção civil, sendo o produto da pesquisa sobre o tema, o conteúdo descrito esclarecendo o quanto esse método de construção pode ser um pilar para alcançar resultados positivos dentro do planejamento da obra.

Os sistemas pré-fabricados estão cada vez mais se tornando elementaresna engenharia, já que é visto ao longo dos anos de experiência em uso, que a aplicação desses métodos apresenta proventos minuciosos em seus resultados, além de estarem precisamente alinhados a um processo sustentável, já que a modularidade combate os pretextos de desperdício que tipicamente ocorrem nos canteiros de obras dentro da execução. Salienta-se ainda os fatores relacionadosà otimização do tempo no planejamento veiculados a racionalização. A agilidade epraticidade em que se tem sobre influência do uso de alternativas modulares é nitidamente notória quando comparada aos sistemas usuais de construção.

Em síntese, é imprescindível salientar a potencialidade do uso das alternativas modulares, se mostrando de fato um dos percursos seguros em buscade maior industrialização aplicada a racionalização da obra.

Referências

RACIONALIZAÇÃO da obra: saiba o que é e conheça seus benefícios. CERMIDA, [S. l.], p. 1, 30 abr. 2021. Disponível em: https://www.ceramicaermida.com.br/blog/?p=255 Acesso em: 05 abr. 2022.

CONCRETO pré-moldado: fundamentos e aplicações. Oficina de textos, [S. l.], p. 71, 1 abr. 2017. Disponível em: http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Concreto-pre-moldado-fundamentos-e-aplicacoes-DEG.pdf. Acesso em: 21 abr. 2022.

INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO E SUAS APLICAÇÕES. SIRTOLI , [S. l.], p. 11-28, 8 jul. 2015. Disponível em: http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_ALEX%20SANDRO%20COUTO%20SIRTOLI.pdf. Acesso em: 25 abr. 2022.

CONSTRUÇÕES modulares: alternativa para acelerar sua obra e reduzir custos. Prevision, [S. l.], p. 1, 24 jun. 2021. Disponível em: https://www.prevision.com.br/blog/construcoes-modulares/. Acesso em: 10 maio 2022.

CONSTRUÇÃO MODULAR: O QUE É, QUAIS SÃO AS VANTAGENS E EXEMPLOS PRÁTICOS. Lafaete, [S. l.], p. 1, 10 ago. 2021. Disponível em: https://www.lafaetelocacao.com.br/artigos/construcao-modular/. Acesso em: 12 maio 2022.

CONSTRUÇÃO MODULAR: QUAIS SÃO AS VANTAGENS. Grupoajbim, [S. l.], p. 1, 6 jan. 2021. Disponível em: https://grupoajbim.com/construcao-modular/. Acesso em: 20 maio 2022.

VIDIGAL, Lucas. Entenda como a China pode construir um hospital em 10 dias.

G1, [S. l.], p. 1, 31 jan. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/01/31/entenda-como-a-china-pode-construir-um-hospital-em-10-dias.ghtml. Acesso em: 20 maio 2022.

SOUZA, Eduardo. Vantagens de um sistema modular de construção seca. ArchDaily , [S. l.], p. 1, 9 set. 2021. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/966870/steel-framing-vantagens-de-um-sistema-modular-de-construcao-seca. Acesso em: 24 maio 2022.