



VANTAGENS ECONÔMICAS E AMBIENTAIS NA COMPARAÇÃO ENTRE LAJES DE BLOCO CERÂMICO E EPS

Gabriel Rocha¹; Jéssica Freitas²; José Carlos Baganha³; Layra Andressa⁴; Raiane Pracilio⁵

¹gabrielasilvarocha9@gmail.com; jefreitas13@gmail.com²; zeh_bp@hotmail.com³;
layrabreves28@gmail.com⁴; raianepracilio@gmail.com⁵

Professora orientadora: Sheila

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

O presente artigo discute os benefícios dos elementos pré-moldados na construção, especialmente as lajes, ressaltando sua eficiência na melhoria do processo construtivo e a importância das normas técnicas para garantir qualidade e segurança. Tendo como objetivo avaliar a viabilidade econômica dos elementos pré-moldados em vários tipos de projetos de construção. Diante desses objetivos foi focado a comparação entre lajes de bloco cerâmico e EPS, evidenciando vantagens econômicas e ambientais do bloco EPS devido à redução no uso de concreto e aço. Além disso, foi abordado a fabricação de vigotas treliçadas, destacando seus benefícios estruturais e também a logística que é enfatizada como crucial em todos os avanços da construção, desde a produção até o transporte de materiais. Assim, chegando à conclusão da agilidade, economia e facilidade do uso desse tipo de laje.

Palavras-Chave: Construção. Laje. Logística. Pré-moldados. Produção.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Clímaco (2008), lajes são componentes estruturais planos que são expostos principalmente a cargas perpendiculares à sua superfície média. Elas desempenham o papel crucial de suportar as cargas de uso na estrutura. Embora sejam consideradas partes integrantes da estrutura secundária de uma edificação, sua principal função é sustentar a aplicação direta de cargas distribuídas em uma superfície.

Dentro do embasamento de Aragão (2007), as lajes pré-moldadas são elementos construtivos amplamente utilizados em diversos tipos de habitações de interesse social, devido à sua eficiência e economia. Esse sistema estrutural consiste em vigotas e elementos pré-fabricados que funcionam como formas para a aplicação da capa de concreto moldada in loco. Além disso, é conhecido por sua construção simplificada, que requer menos escoramentos se comparados a outros métodos construtivos convencionais.

Ainda citando Aragão (2007), a utilização de lajes pré-moldadas apresenta uma série de benefícios adicionais. Em particular, essa técnica de construção reduz significativamente o tempo de execução da obra, contribuindo para uma conclusão mais rápida do projeto. Além disso, oferece durabilidade e resistência estrutural, resultando em edifícios robustos e de longa vida útil. Em termos de sustentabilidade, a produção de elementos pré-fabricados para lajes consome menos recursos e gera menos resíduos se comparado aos métodos de construção tradicionais, contribuindo assim para uma agressão ambiental reduzida. Desta forma, as lajes pré-moldadas representam não apenas uma solução viável e eficaz em termos de custo, mas também uma opção que promove a agilidade na construção, a durabilidade e a sustentabilidade, tornando-se uma escolha popular em projetos de habitação de interesse social e em diversas outras construções.

De acordo com o Governo Federal, habitações de interesse social permite com que pessoas de baixa renda tenham o direito de uma moradia digna, regidas pela lei n. 11.124 (2002), a qual estabelece diretrizes para o seu funcionamento. Sendo assim, as lajes pré-fabricadas e seus amplos benefícios econômicos e práticos, torna-se uma alternativa acessível para essa classe social conciliado com a segurança e conforto que esse tipo de construção trás para os seus usuários.

Este estudo aborda o conceito de Lajes-Pré-Moldadas; os custos envolvidos na produção, no transporte e a comparação do uso de lajotas cerâmicas e blocos de EPS (isopor). O principal objetivo é avaliar a viabilidade econômica e a agilidade nos métodos utilizados nas construções.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 LAJES PRÉ-MOLDADAS: CONCEITO

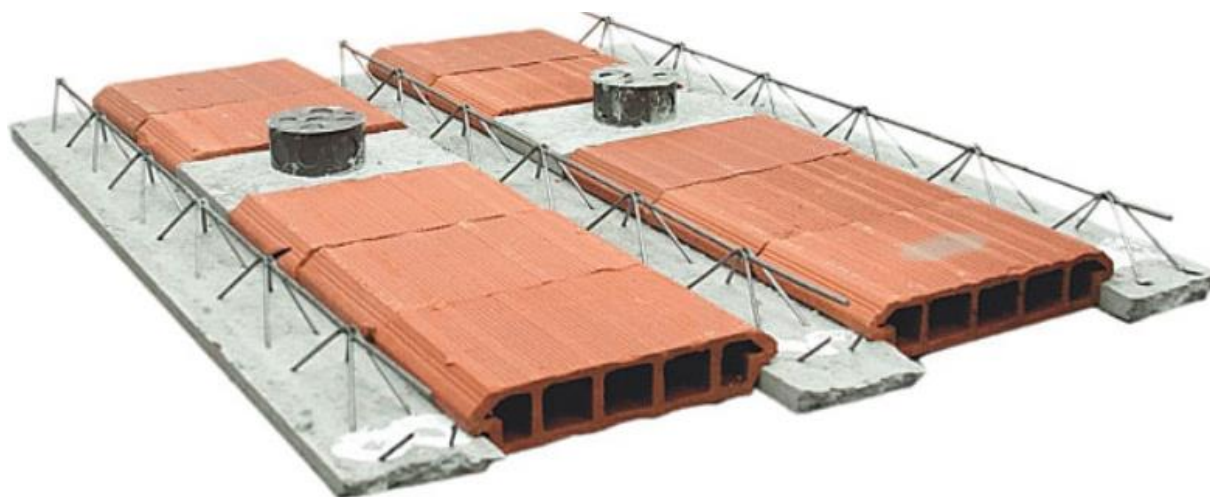
De acordo com Daldegan (2016), elementos pré-moldados referem-se a componentes estruturais como vigas, pilares, lajes alveolares e escadas que são fabricadas fora do local de sua instalação permanente. Estes elementos são moldados tanto no canteiro de obras quanto em instalações de fábricas.

Dentro do Embasamento de Mello, Prevedello e Masutti (2015), a utilização de estruturas pré-moldadas na construção oferece diversas vantagens significativas. Primeiramente, acelera consideravelmente o processo construtivo, além de garantir uma qualidade superior às peças finais. No entanto, é fundamental contar com mão de obra especializada para a sua execução.

A utilização dessas estruturas também contribui para manter o canteiro de obras mais organizado e seguro. O método construtivo com pré-moldados viabiliza a construção de grandes vãos, o que o torna essencial para edificações comerciais e industriais, como shoppings, estacionamentos, centros esportivos, escritórios, pavilhões e outras estruturas semelhantes.

As lajes pré-moldadas desempenham um papel estrutural crucial nas edificações, distribuindo cargas para vigas e pilares, compostas por vigotas de concreto e lajotas (tabelas) de concreto ou cerâmica, podem ser moldadas no local da construção ou adquiridas prontas, sendo então denominadas pré-fabricadas. Essas lajes oferecem a vantagem de vencer grandes vãos com altura mínima, acelerando o ritmo da obra, diminuindo etapas de produção, exigindo pouca mão de obra e facilitando sua implementação (ESCOLA ENGENHARIA, 2020), como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Laje pré-moldada com preenchimento com blocos cerâmicos



Fonte: Escola Engenharia (2020)

A norma técnica ABNT NBR 14859:2016¹ foi elaborada com o intuito de aprimorar a qualidade e segurança na produção de elementos pré-fabricados, compilando dispositivos provenientes de um conjunto de normas relacionadas. De acordo com o coordenador do Comitê de Lajes Pré-Fabricadas (CEE-94), José Bento Ferreira, esta norma engloba diversas regulamentações que possuem um objetivo comum, definidas sob um mesmo número e divididas em partes, de acordo com suas funções no contexto mundial. Atualmente, as três primeiras partes estão em vigor (ABNT, 2016).

¹ Laje pré-fabricada – Requisitos Parte 1: Lajes unidirecionais

A primeira parte aborda os componentes pré-fabricados para lajes, enquanto a segunda é dedicada aos elementos inertes de enchimento e forma. A terceira parte trata das armaduras eletrossoldadas empregadas na fabricação dos elementos pré-fabricados. Além disso, estão previstas mais três partes, com abordagem em modelos de projeto específicos para esses elementos estruturais, ensaios dos componentes pré-fabricados sob carga de trabalho e especificações das formas utilizadas na fabricação desses componentes. A estruturação dessas partes foi concebida para simplificar a consulta aos textos e facilitar sua compreensão. Além disso, houve uma revisão e atualização dos conceitos, buscando alinhar as normas com os padrões de referência (CIMENTO ITAMBE 2016)

No próximo tópico deste trabalho abordaremos sobre os princípios de dimensionamento de lajes pré-moldadas. Além disso, serão exploradas as melhores práticas recomendadas para garantir a segurança, durabilidade e eficiência das lajes pré-moldadas, levando em conta os diversos fatores que influenciam seu desempenho estrutural.

2.2 PRINCÍPIOS DE DIMENSIONAMENTO DE LAJES PRÉ-MOLDADAS

Enfatizando Caixeta e Hannun (2018), as lajes construídas com vigotas pré-moldadas, elementos de enchimento e concreto produzidos no próprio canteiro de obras são integradas em um contexto de construção racionalizada. Esse método minimiza a necessidade de escoramento, facilitando o trânsito de pessoas e equipamentos, enquanto dispensa o uso de moldes, uma vez que as vigotas e os elementos de enchimento cumprem essa função conjuntamente. Além disso, esse processo impulsiona o aumento da eficiência e a redução do desperdício de materiais. A estrutura é beneficiada pela redução do peso próprio devido aos elementos de enchimento de níveis, proporcionando mais facilidade para as vigas de suporte, o que pode resultar em economia na estrutura.

O dimensionamento de lajes pré-moldadas é regido por normas técnicas específicas de cada país. No Brasil, a NBR 6118² estabelece os critérios para o projeto de estruturas de concreto. Esse processo considera uma série de fatores essenciais, como os diferentes tipos de cargas que a laje suportará, desde o peso próprio da estrutura até cargas variáveis como móveis, ocupação, vento e neve. Além disso, a geometria da laje, incluindo sua espessura, formato, vãos e aberturas, é um ponto crucial no dimensionamento. As propriedades dos materiais utilizados, como resistência do concreto e do aço, também desempenham papel fundamental. A análise

² A NBR 6118 faz um controle de requisitos para manter a qualidade da estrutura de concreto.

estrutural é realizada por meio de cálculos que verificam a capacidade de suporte da laje diante dos diferentes tipos de carregamentos. Métodos como o Método dos Elementos Finitos, métodos analíticos ou semi-empíricos são aplicados nesse processo. A verificação de segurança é essencial para assegurar que a laje tenha uma margem de segurança adequada contra falhas estruturais, evitando possíveis situações de colapso ou deformações excessivas. O detalhamento construtivo dos elementos estruturais e sua conexão são fundamentais para garantir a estabilidade e durabilidade da estrutura. Detalhes precisos são necessários para preservar a integridade da laje. Todos esses princípios fazem parte do processo de projeto e dimensionamento de lajes pré-moldadas, buscando assegurar que a estrutura seja segura, eficiente e adequada para sua finalidade específica².

No cenário atual, as lajes pré-moldadas do tipo vigota são específicas para a construção de Habitações de Interesse Social (HIS). Normalmente, essas construções possuem poucos andares e são replicadas várias vezes. No Brasil, esse sistema é regulamentado pela NBR ABNT 6118 (2014) - Projeto de Estruturas de Concreto, NBR ABNT 14860³ (2002) - Laje Pré-Fabricada - Pré-Laje - Requisito Parte 1 - Lajes Unidirecionais. Estas normas estabelecem os critérios de dimensionamento, os procedimentos, os métodos, os testes e os requisitos de desempenho que devem ser atendidos pelas lajes (CAIXETA e HANNUN, 2018).

No próximo tópico será conduzida uma análise sobre custos de lajes pré-moldadas, com base nas informações do mercado atual.

2.3 O USO DE VIGOTAS DENTRO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A fabricação de vigotas treliçadas para uso em lajes prediais é considerada uma prática acessível e de baixo custo, sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Como resultado, elas são amplamente utilizadas em construções de médio e pequeno porte no Brasil (CUNHA, 2012).

Essas vigotas são compostas por estruturas de aço e concreto que são moldadas em fábricas especializadas, agilizando significativamente o processo de construção de lajes. No entanto, a programação da produção desses componentes não é uma tarefa simples. Nas fábricas, as fôrmas têm capacidades limitadas devido a seus comprimentos fixos. Além disso, a complexidade aumenta devido à variedade de pedidos e tamanhos de produtos solicitados

³ AA ABNT NBR 14859, sob o título geral “Lajes pré-fabricadas de concreto”, tem previsão de conter cinco partes

pelos clientes, tornando difícil para o planejador decidir quais elementos do projeto devem ser fabricados em cada fôrma. Isso pode resultar em perdas de capacidade produtiva devido a espaços vazios, exigindo esforços adicionais para maximizar o uso das fôrmas e reduzir o desperdício ao elaborar as ordens de fabricação (Gaspar, 1997).

Ainda citando Gaspar (1997), nesse contexto, a aplicação de técnicas de programação matemática para otimizar a produção de vigotas treliçadas pode ser uma solução para esses desafios. A programação matemática é uma ferramenta de planejamento que pode produzir resultados ótimos em vários sistemas produtivos, abordando questões como maximização de lucros. Apesar disso, sua aplicação específica no contexto da produção de vigotas treliçadas ainda é pouco explorada na literatura.

É crucial investigar a otimização na produção de componentes pré-fabricados a fim de reduzir perdas devido a custos de mão de obra e produção, desperdício de materiais e utilização inadequada do estoque. Assim, para minimizar os resíduos resultantes dos cortes na indústria da construção civil, surge a necessidade de explorar novas abordagens no campo da ciência e da indústria, especialmente por meio da pesquisa operacional e dos fundamentos dos problemas de cortes e empacotamento (ZHAO; HAAS, 2019) (BENJAORAN; BHOKHA, 2014).

Dentro do contexto da construção civil, o uso de vigotas está intimamente relacionado com a fabricação de elementos pré-moldados. As vigotas, por sua capacidade estrutural e versatilidade, são frequentemente empregadas na produção de peças pré-moldadas, contribuindo significativamente para a eficiência e agilidade na construção de edifícios e outras estruturas.

2.3.1 PRÉ-MOLDADOS

A pré-fabricação é um conceito fundamental na construção industrializada, envolvendo a produção de elementos fora do local de execução das atividades. De acordo com a norma brasileira NBR 9062⁴ (2017, p. 4) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), elementos pré-fabricados são produzidos industrialmente em instalações especializadas e em conformidade com as regulamentações.

Leite (2015) destaca quatro etapas no uso de elementos pré-fabricados: a elaboração do projeto e identificação das oportunidades de aplicação, fabricação em indústrias especializadas,

⁴ A ABNT NBR 9062:2017 estabelece os requisitos para o projeto, execução e o controle das estruturas de concreto pré-moldado, armado ou protendido.

transporte e montagem em locais específicos na obra, e a conexão segura e eficaz desses elementos com outros componentes da construção.

A utilização de elementos pré-fabricados traz diversos benefícios, incluindo o aumento da produtividade das obras civis e a otimização de recursos como mão de obra e matéria-prima (CAO et al., 2015; UUSITALO; LAVIKKA, 2020). Por exemplo, Cao et al. (2015) demonstraram que a construção pré-fabricada é mais eficiente em termos de energia, recursos, danos à saúde e ao ecossistema, e reduz significativamente o consumo de madeira e água.

No entanto, apesar dos benefícios, a cadeia da construção civil ainda enfrenta desafios gerenciais, como a falta de planejamento adequado e modelos simplificados que não são eficazes para o controle da produção (FAZINGA, 2012).

Segundo Oliveira, Brito e Bezerra (2012), a qualidade e a produtividade na construção estão diretamente relacionadas às ações e ao planejamento implementados pelas empresas. A programação da produção, conforme Tubino (2009), envolve o sequenciamento das ordens de fabricação para otimizar o uso dos recursos disponíveis na produção de um item específico, incluindo decisões sobre quantidades e tempos de produção.

Slack, Chambers e Johnston (2009) definem a programação da produção como a elaboração de um cronograma detalhado de fabricação, indicando a sequência das etapas de trabalho.

Portanto, é crucial coordenar a utilização da construção pré-fabricada com uma programação eficiente da produção, visando melhorar a eficiência da produção e atender às demandas da cadeia produtiva da construção civil.

No próximo capítulo desta pesquisa, é realizada uma análise aprofundada dos custos associados à produção. Nesta seção, busca-se investigar os diversos componentes que contribuem para os custos totais de produção, levando em consideração fatores como matéria-prima, mão de obra, equipamentos e quaisquer outros elementos pertinentes ao processo produtivo.

2.4 CUSTOS ENVOLVIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E PRODUÇÃO

De acordo com Figuerêdo (2017), Dione Cerqueira, assessor especial da Fibra, divulgou que a Construção Civil desempenha um papel significativo no mercado e na economia do país. Esta atividade econômica é de extrema importância para o crescimento do Produto Interno Bruto e tem um impacto positivo na geração de empregos, devido ao seu caráter expressivo.

Segundo Azevedo, Ensslin, Lacerda et al. (2011, p. 86), a Construção Civil é uma área em que o produto representa um investimento substancial, tanto para as empresas quanto para os clientes, o que implica em uma interdependência com outros setores da economia, resultando em uma natureza cíclica.

No entanto, o alto custo de investimento na Construção Civil é também um dos principais desafios durante períodos de crise no país, quando as pessoas tendem a reduzir gastos em obras, que muitas vezes são oferecidas em excesso (Amorim, 2015).

Uma abordagem sugerida para transformar esse cenário é a adoção da produção industrializada, que prioriza a análise de custos otimizados para lotes de produção específicos, como na construção de paredes e estruturas pré-moldadas. Esses métodos são frequentemente empregados em projetos de grande escala, como condomínios e complexos empresariais. Nesse contexto, a implementação de estratégias de produção enxuta, inspiradas em práticas empresariais japonesas, ganha destaque. Essas estratégias visam a redução de prazos, custos, perdas e desperdícios, promovendo um ambiente de melhoria contínua e flexibilidade. (SANTOS & FILHO, 2000, p. 02) (Fonte: Revista H-Tec Humanidades e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 6-167, jul./dez., 2018)

Os custos envolvidos na produção e o transporte estão intimamente relacionados no processo comercial. Os custos de produção incluem despesas com matéria-prima, mão de obra, equipamentos e outros gastos necessários para criar um produto. Uma vez que o produto é fabricado, surge a necessidade de transportá-lo para seu destino final. Os custos de transporte podem variar dependendo da distância, do tipo de produto e do meio de transporte utilizado. Ambos os custos, de produção e transporte, são considerações importantes para determinar o preço final do produto e para a eficiência geral das operações comerciais de uma empresa

2.5 TRANSPORTE

De acordo com Serra e Oliveira (2003), é crucial considerar a abordagem logística durante todas as fases do ciclo de produção de um empreendimento, desde sua concepção até a execução. A busca pela integração entre os diversos agentes participantes é fundamental para desenvolver ferramentas gerenciais e diretrizes de utilização da logística de suprimentos e do canteiro de obras. A implementação eficaz da logística empresarial pode conferir uma vantagem competitiva significativa ao simplificar a gestão, flexibilizar o uso de recursos financeiros, promover um planejamento contínuo de atividades e operações, reduzir mão-de-obra desnecessária, minimizar estoques e custos, além de agregar valor aos produtos.

Silva e Cardoso (2000) sustentam que o sistema logístico deve estar em consonância com a estratégia competitiva, de produção e a estrutura organizacional da empresa. Dessa forma, é possível identificar os pontos-chave de eficácia relacionados à logística para cada organização, levando em consideração a estratégia adotada e a estrutura organizacional existente.

De acordo com Basso (2018), o processo de pré-fabricação desempenha um papel crucial na otimização da construção, permitindo economia de tempo e recursos. No entanto, é comum que a produção de peças pré-fabricadas seja interrompida devido aos custos elevados associados ao transporte. Nesse sentido, a abordagem de pré-moldagem de elementos estruturais, como vigas, surge como uma solução eficaz para contornar esses desafios logísticos. Ao criar vigas de forma pré-moldada, é possível reduzir significativamente os custos de transporte, proporcionando assim a previsão e a praticidade da construção pré-fabricada. Esta abordagem não apenas garante a eficiência operacional, mas também impulsiona a sustentabilidade e a competitividade da indústria da construção.

Cruz (2002) destaca a importância de considerar os custos logísticos provenientes dos fluxos de materiais e informações necessários para disponibilizar os produtos pré-processados nas centrais ou usinas de produção no canteiro de obras. No entanto, muitas empresas não estão conscientes desses custos logísticos nos seus processos de produção. O autor enfatiza que a tomada de decisão deve ser baseada na análise do custo total e nas trocas compensatórias envolvidas na cadeia de gerenciamento da produção. É notável uma lacuna significativa na aplicação de conceitos de logística na indústria da construção civil, especialmente em relação à organização da obra e ao desenvolvimento do projeto do canteiro, quando este é considerado. Segundo Silva e Cardoso (2000), a logística engloba a resolução de interferências entre os serviços, a implementação do canteiro e a definição dos sistemas de transporte.

A concessão de uma Autorização Especial de Transporte (AET) é obrigatória para veículos que transportem cargas indivisíveis, com dimensões ou pesos que excedam os limites regulamentados (conforme o artigo 101 e a Resolução 210/2006 do CONTRAM). Dependendo da natureza da carga, pode ser necessário um período de até 10 dias úteis para obter a autorização especial de transporte solicitada. Os custos associados a essa autorização podem variar de acordo com o peso e as dimensões da carga (DNIT, 2018).

3. METODOLOGIA

Neste estudo, optamos pela realização de uma revisão integrativa da literatura, utilizando o método de pesquisa que nos permitiu uma análise abrangente do tema em questão. Para a condução desta revisão, adotamos uma abordagem sistemática, baseada em etapas claramente definidas. Inicialmente, identificamos o problema de pesquisa e formulamos uma pergunta norteadora sólida para direcionar nosso trabalho. Definimos palavras-chave relevantes que representassem o escopo da pesquisa.

A estratégia de busca foi cuidadosamente elaborada, considerando critérios específicos para a seleção e exclusão dos artigos. Nossa seleção criteriosa foi respaldada por critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, visando escolher estudos diretamente relacionados ao tema do concreto pretendido, assegurando a qualidade e pertinência dos resultados obtidos. No entanto, reconhecemos a necessidade de fornecer informações adicionais sobre a metodologia empregada.

Classificamos nosso universo de pesquisa como sendo composto por fontes acadêmicas indexadas em bases de dados específicas, como o SciELO e outros periódicos reconhecidos por sua qualidade. A amostra foi constituída por artigos que atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos, selecionados após uma análise minuciosa. Quanto ao tipo de pesquisa, adotamos uma abordagem qualitativa para a revisão integrativa da literatura, permitindo uma compreensão aprofundada das diferentes perspectivas apresentadas nos estudos selecionados.

A natureza desta pesquisa foi exploratória, visando identificar padrões e tendências emergentes no campo do concreto pretendido. No que diz respeito aos fins, buscamos compilar e analisar criticamente as informações disponíveis, visando oferecer uma síntese detalhada sobre o tema. Para a coleta de dados, utilizamos exclusivamente fontes bibliográficas disponíveis online, e a análise dos artigos selecionados foi realizada de maneira sistemática, enfocando objetivos, metodologias, resultados e considerações de cada estudo. Dessa forma, reforçamos que a revisão integrativa da literatura adotada neste estudo foi conduzida com uma metodologia sólida e criteriosa, permitindo uma compreensão abrangente do tema do concreto pretendido a partir de uma análise minuciosa dos estudos pertinentes disponíveis na literatura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O conceito de elementos pré-moldados refere-se a componentes estruturais fabricados fora do local de instalação permanente, como vigas, pilares, lajes alveolares e escadas. Esses elementos podem ser produzidos no canteiro de obras ou em instalações de fábricas. Sua fabricação prévia oferece vantagens como aceleração do processo construtivo e garantia de

qualidade superior, porém requer mão de obra especializada. Eles são particularmente úteis para criar grandes vãos em edifícios comerciais e industriais. As lajes desempenham um papel estrutural crucial, distribuindo cargas para vigas e pilares. Compostas por vigotas de concreto e lajotas de concreto ou cerâmica, podem ser moldadas no local da construção ou adquiridas prontas. Essas lajes oferecem a vantagem de vencer grandes vãos com altura mínima, acelerando a obra, diminuindo etapas de produção e facilitando a implementação.

Além disso, a Norma Técnica 14589:2016: foi desenvolvida para aprimorar a qualidade e segurança na produção de elementos pré-fabricados. Ela engloba regulamentações que definem componentes pré-fabricados para lajes, elementos inertes de enchimento e forma, bem como armaduras eletro-soldadas utilizadas na fabricação desses elementos. Está estruturada em partes para facilitar a consulta e compreensão, incluindo modelos de projeto específicos, ensaios de componentes pré-fabricados sob carga de trabalho e especificações das formas utilizadas na fabricação. Essa norma busca alinhar os padrões com referências internacionais, visando à atualização e revisão de conceitos para garantir a conformidade com os padrões de qualidade e segurança.

De acordo com o Custo da Construção (2023), com base nas informações de mercado, o preço por metro quadrado de laje pré-moldada, incluindo isopor ou lajota, varia entre R\$ 39,00 e R\$ 45,00. A malha de ferro, que sustentará as vigas da laje em dimensões de 0,15cm x 0,15cm, tem um custo aproximado de R\$ 87,00. O concreto usinado utilizado pode ser adquirido por cerca de R\$ 330,00 por metro cúbico. Quanto à mão de obra, os valores podem variar, sendo solicitada a contratação de um engenheiro para realizar os cálculos necessários e supervisionar a construção ou reforma da laje pré-moldada.

Na Figura 1, são apresentadas comparações entre o uso do EPS (isopor) e da lajota cerâmica, acompanhada de suas reduções.

Figura 1 - Comparativo entre EPS (isopor) e Lajota Cerâmica

EPS (isopor)	Cerâmica	Redução de Peso
Enchimento	Enchimento	
500 Isopor / 121,275 Kg	2500 Lajotas / 7062,5 Kg	
Vigotas	Vigotas	
472m / 4248 Kg	472m / 4248 Kg	
Peso Total = 4.369,28 Kg	Peso Total = 11.310,05 Kg	6.941,22 Kg

Fonte: lajesmartins.com.br

Com base nos dados fornecidos na tabela acima e considerando uma laje de 165 m², observa-se que as lajes feitas com bloco cerâmico possui um peso no seu enchimento de 7.062,5 kg, enquanto as lajes com bloco EPS (isopor) possui um peso de 121,275 kg, representando uma redução de 61,37% no peso do total da laje, descontado a capa de concreto que virá por cima. Essa diferença sugere uma significativa perda de peso no conjunto da obra, influenciando até na fundação e reforços da construção. Além disso, em relação ao tempo para montagem, as lajes com bloco EPS apresentam uma ótima produtividade comparado ao serviço de 6 homens, como demonstrado na figura 2. Isso pode indicar uma agilidade no processo da obra

Figura 2 - Comparativo entre EPS (isopor) e Lajota Cerâmica

Tempo Para Montagem	
EPS (isopor)	Cerâmica
6 Homens	6 Homens
3 dias	6 dias
Produtividade	Produtividade
1 Lajota	5 Lajotas

Fonte: lajesmartins.com.br

É interessante notar que, apesar de terem a mesma área, as lajes com bloco EPS utilizam em média 50% do tempo de montagem das lajes de bloco cerâmico. Essa discrepância pode acarretar na redução do consumo de concreto, aço e mão de obra, apontando assim possíveis reduções econômicas e a otimização da construção

Serra e Oliveira (2003) destacam a relevância de considerar a logística em todas as etapas do ciclo de produção de um empreendimento. Eles ressaltam a integração entre os agentes participantes como fundamental para o desenvolvimento de ferramentas gerenciais e diretrizes de utilização da logística de suprimentos e do canteiro de obras. A eficácia da logística empresarial pode conferir vantagens competitivas ao simplificar a gestão, flexibilizar o uso de recursos, promover um planejamento contínuo e reduzir custos.

Por fim, a menção sobre a Autorização Especial de Transporte (AET) evidência como a logística também é crucial na gestão de transporte de cargas indivisíveis na indústria da construção, ressaltando a necessidade de conformidade com regulamentações e os custos associados a essa autorização, dependendo das características da carga.

CONCLUSÕES

A análise abrangente sobre os elementos pré-moldados, especialmente focada nas lajes e vigotas treliçadas, revela uma gama de vantagens significativas em termos de eficiência construtiva, redução de desperdícios e possíveis benefícios econômicos e ambientais. A normatização, como a Norma Técnica 14589:2016, e as pesquisas destacam a importância da qualidade, segurança e otimização na produção desses elementos.

Além disso, a aplicação de técnicas como a programação matemática para otimização da produção das vigotas treliçadas pode representar um campo promissor para reduzir desperdícios e maximizar eficiência, embora careça de mais estudos e inovação nesse sentido.

A visão conjunta dos autores sobre a logística na construção civil destaca a importância de integrar a gestão logística em todas as fases do processo construtivo, visando reduzir custos, simplificar operações e promover vantagens competitivas. A atenção aos custos logísticos, incluindo transporte de cargas e conscientização sobre os custos totais, é fundamental para uma gestão eficaz e eficiente.

Em síntese, a adoção de elementos pré-moldados, aliada a normatização, inovação na produção e uma gestão logística eficiente, desempenha um papel crucial na otimização, sustentabilidade e competitividade da indústria da construção, permitindo avanços tanto em termos econômicos quanto ambientais.

1. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão às várias instituições e laboratórios que contribuíram para a realização desta pesquisa.

Primeiramente, gostaríamos de agradecer à Centro Universitário UNA por fornecer o suporte necessário para a realização deste estudo. Sem o seu apoio generoso, este projeto não teria sido possível.

Também expressamos nosso reconhecimento a professora Sheila por seu trabalho árduo e dedicação na coleta e análise dos dados. Seus esforços foram fundamentais para o desenvolvimento dos resultados e conclusões apresentados neste artigo.

Além disso, agradecemos a todos os nossos professores que gentilmente compartilharam seu conhecimento e expertise técnica durante a realização deste estudo. A colaboração desses indivíduos foi inestimável para aprofundar nossa compreensão do tema em questão.

Portanto, é com profundo apreço que agradecemos a todas as instituições e laboratórios que desempenharam um papel fundamental na realização desta pesquisa.

Suas contribuições foram cruciais para seu sucesso e impacto em nossa comunidade de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

AMORIM, L. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. Artigo. Exame. 2015. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construção/>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

ARAGÃO, H.G. **Análise estrutural de lajes pré-moldadas produzidas com concreto reciclado de construção e demolição**. Artigo. UFAL. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1731/1/Rodrigo%20Gerhard.pdf>>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6022: informação e documentação - artigo em publicação periódica técnica e/ou científica - apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: informação e documentação - artigo em publicação periódica técnica e/ou científica - apresentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AZEVEDO, R. C.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. T. de O.; FRANÇA, L. A.; GONZÁLES, C. J. I.; JUNGLES, A. E.; ENSSLIN, S. R. **Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil**. Porto Alegre, Ambiente Construído, 2011.

BASSO, F. **ESTUDO DE PONTES COM VIGAS I SEGMENTADAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO PROTENDIDO, UTILIZANDO O SISTEMA DE PRÉ-TRAÇÃO E PÓSTRAÇÃO**. Dissertação de Mestrado. UFSCAR. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/10658/Fabiano_Basso-Vers%C3%A3o%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

BASTOS, P. S. S. **Lajes de concreto armado**. 2021. Apostila (Disciplina Estruturas de Concreto I) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, 2021.

CAIXETA, J. P.; HANNUN, M. M. **Dimensionamento de Lajes Pré-Moldadas no tipo de vigota em concreto armado e concreto protendido**. Artigo. UFGO. 2018. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/DIMENSIONAMENTO_DE_LAJES_PR%C3%89-MOLDADAS_DO_TIPO_VIGOTA_EM_CONCRETO_ARMADO_E_CONCRETO_PROTENDIDO.pdf>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

CAO, X.; LI, X.; ZHU, Y.; ZHANG, Z. **A comparative study of environmental performance between prefabricated and traditional residential buildings in China**. Journal of Cleaner Production, v. 109, p. 131-143, dez. 2015. Elsevier BV.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estruturas de concreto armado**. 2º edição, Ed. UnB, Brasília, 2008.

CRUZ, A. L. G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil: uma abordagem logística**. Artigo. UFSC. 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83056>>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

CUNHA, M. O. **Recomendações para projeto de lajes formados por vigotas com armação treliçada**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-25092012-083340/publico/2012ME_MateusOrtigosaCunha.pdf. Acesso em: 02 de dez. 2023.

DALDEGAN, E. **Casas pré-moldada de concreto: Principais vantagens e desvantagens**. Engenharia Concreta São Paulo 27 set/2016. Disponível em: <<https://www.engenhariaconcreta.com/casas-pre-moldadas-de-concretoprincipaisvantagens-e-desvantagens/>>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

ESCOLA DE ENGENHARIA. **Laje Pré-Moldada: O que é, principais tipos e vantagens**. Artigo. Escola de Engenharia. 2020. Disponível em: https://www.escolaengenharia.com.br/laje-pre-moldada/#google_vignette. Acesso em: 02 de dez. 2023.

FAZINGA, W. R. **PARTICULARIDADES DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA IMPLANTAÇÃO DO TRABALHO PADRONIZADO**. 2012. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

FIGUERÊDO, P. **Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil**. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civilrepresenta-6-2-do-pib-brasil.html>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

FLÓRIO, M.C. **Projeto e execução de lajes unidirecionais com vigotas em concreto armado**. São Carlos ufscar, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de São Carlos, 2004.

GASPAR, R. **Análise de segurança estrutural das lajes pré-fabricadas na fase de construção**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1997. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14229/1/OtimizacaoEstruturalLajes.pdf>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

INSON, N. **Laje pré-moldada: O que é, tipos, preços e vantagens**. Viva Decora Blog, 2020. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/revista/laje-pre-moldada/>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

LEITE, R. E. M. **Métodos construtivos de edifícios – comparação entre pré-fabricação e construção tradicional em betão armado**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2015.

MELLO, T.; PREVEDELLO, V.A.Z.; MASUTTI, G.C. **Estruturas pré-moldadas na construção civil: vantagens e desvantagens de seu uso**. XVII Seminário Internacional de Educação no Mercosul, Cruz Alta, 2015.

OENING, V. H. **Análise de lajes pré-moldadas com diferentes tipos de enchimento.** Artigo. Repositório Universitário da Ânima (RUNA). 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/a25984d8-ba8b-4030-a8d7-eeb5d0a3b56f>. Acesso em: 02 de dez. 2023.

SANTOS, C. A. B.; FILHO, J. R. F. **Construção Civil: Um Sistema de Gestão Baseado na Logística e na Produção Enxuta.** Artigo. ABEPRO. 1998. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART549.pdf. Acesso em: 02 de dez. 2023.

SERRA, S. M. B.; OLIVEIRA, O. J. **Development of the logistics plans in building construction.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRUCTURAL AND CONSTRUCTION ENGINEERING, 2., Rome, 2003. Proceedings... Rome, 2003.

SILVA, F. D.; CARDOSO, F. **Applicability of logistics management in lean construction: a case study Approach in Brazilian building companies.** In: ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., Berkeley, 1998. Proceedings... Berkeley, 1998.

SLACK, N. CHAMBERS, S.; JOHNSTON R. **Administração da Produção.** Tradução: Henrique Luiz Corrêa. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção – Teoria e Prática.** 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

UUSITALO, P.; LAVIKKA, R. **Overcoming Path Dependency in an Industrialised HouseBuilding Company through Entrepreneurial Orientation.** Buildings, v. 10, n. 3, p. 45, 2020.

ZHAO, Y.; HAAS, C. T. **A 3D Irregular Packing Algorithm Using Point Cloud Data.** Computing in Civil Engineering 2019, [S.L.], p. 201-208, 13 jun. 2019. American Society of Civil Engineers. <http://dx.doi.org/10.1061/9780784482438.026>. Acesso em: 02 de dez. 2023.