

## Artigo técnico

Sistema de fôrmas para lajes maciças de concreto armado: recomendações para emprego do sistema *deck*.

*Formwork system for solid reinforced concrete slabs: recommendations for using the deck system.*

Fernando Rodrigues Fernandes Júnior<sup>a\*</sup>, Eduardo Ioshimoto<sup>b</sup>

a Mestre em Habitação:

Planejamento e Tecnologia, pelo IPT; Engenheiro Civil.

b Docente do Programa de

Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia, do IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo

E-mail: fernandofernande@uol.com.br

Palavras-chave:

*deck*; cimbramento; escoramento remanescente; fôrma; estrutura de concreto armado; laje plana.

Keywords:

*deck*; *shoring system*; *regrowth*; *formwork*.

## Resumo

Este artigo apresenta um resumo das recomendações para o emprego do sistema de fôrmas tipo *deck*, quando o sistema estrutural é definido com lajes planas de concreto armado. Para estabelecer estas recomendações analisaram-se diversos aspectos, como o projeto arquitetônico, o sistema de fôrmas e o sistema estrutural, considerando coleta de informações junto aos intervenientes no processo de decisão e a trajetória profissional do autor, neste segmento de conhecimento. Para determinar o melhor sistema de fôrmas para um projeto, faz-se necessária a análise simultânea de todos os fatores apontados neste artigo e em outros trabalhos. Os profissionais da indústria da construção civil buscam a redução de custos, em especial da estrutura de concreto armado, que se obtém num processo de racionalização da obra. O projeto arquitetônico prevê, nesse caso, o sistema estrutural em lajes planas sem vigas, onde o sistema de fôrmas representa um alto custo e muitas vezes não recebe a atenção necessária. A utilização do sistema de fôrmas tipo *deck* é uma alternativa ao sistema de fôrmas convencional, que pode trazer vantagens, como maior produtividade em função das repetições no formato, principalmente em edificações de multipavimentos com maior versatilidade da arquitetura. Geralmente o projeto prevê grandes vãos entre os pilares, com poucas vigas, com geometria quadrada ou retangular concebida de acordo com as dimensões dos painéis do sistema *deck*. A racionalização do canteiro de obras dá-se em razão da utilização de equipamentos mais leves e adoção de mão de obra mais qualificada e produtiva. Todavia, a viabilidade econômica

da solução só pode ser determinada por meio de uma análise global de todos os fatores. Para estruturas recortadas, de geometria complexa e compostas por panos de lajes e vigas, o sistema convencional continua sendo a melhor solução.

## Abstract

*This article presents a summary of the recommendations for the use of the deck-type formwork system, when the structural system is defined with flat reinforced concrete slabs. To establish these recommendations, several aspects were analyzed, such as the architectural design, the formwork system and the structural system, considering the collection of information from those involved in the decision process and the author's professional trajectory in this segment of knowledge. To determine the best formwork system for a project, it is necessary to simultaneously analyze all the factors pointed out in this article and in other works. Professionals in the civil construction industry seek to reduce costs, especially in the reinforced concrete structure, which is obtained through a process of rationalization of the work. In this case, the architectural project foresees the structural system in flat slabs without beams, where the formwork system represents a high cost and often does not receive the necessary attention. The use of the deck-type formwork system is an alternative to the conventional formwork system, which can bring advantages, such as greater productivity due to format repetitions, especially in multi-floor buildings, with greater architectural versatility, due to the use of slabs flat. Generally, the project foresees large spans between the columns, with few beams, with square or rectangular geometry designed according to the dimensions of the deck system panels. more qualified and productive workforce. However, the economic feasibility of the solution can only be determined through a global analysis of all factors. For jagged structures, with complex geometry and composed of slabs and beams, the conventional system remains the best solution.*

## 1 Introdução

Os profissionais ligados à indústria da construção civil são sempre desafiados a pesquisar soluções com o objetivo de minimizar custos e melhorar a qualidade; por isto, é possível observar uma significativa transformação no que se refere a projetos, processos construtivos, materiais, equipamentos e recursos humanos.

Nesse contexto, a competição no setor da Construção Civil vem promovendo uma elevada oferta de empreendimentos, com a constante busca pela redução de perdas de materiais e prazos de obras, maior controle tecnológico dos materiais, e pela incorporação do conceito de racionalização, visando alcançar maior lucro e competitividade.

As incorporadoras e construtoras procuraram atender ao apelo comercial por plantas flexíveis com a possibilidade de customização de uma planta de arquitetura, que se tornou um diferencial competitivo. Esta flexibilização pressupõe a utilização de grandes vãos de lajes, que induzem mudanças na concepção do projeto estrutural.

A conscientização pela importância da qualidade, a procura por um sistema de gestão que possa atender aos aspectos financeiros das empresas, às exigências dos clientes e às certificações do sistema estrutural empregado, tornaram-se realidade.

Uma obra é realizada por um conjunto de serviços e atividades, sendo todos interligados. Existe uma sequência lógica e as atividades relativas ao sistema de fôrmas são representativas na qualidade e no custo total da estrutura de concreto armado; representam algo em torno de 34 % do custo da estrutura, conforme dados fornecidos pelo site da Comunidade da Construção (2021), sendo que o material representa menos do que 10 % e a mão de obra representa algo em torno de 24 %.

Até a década de 1960 os projetistas de estruturas de concreto armado preocupavam-se com o concreto e com o aço, sendo o sistema de fôrmas uma atividade atribuída aos mestres de obra e encarregados de carpintaria; como resultado, o consumo de materiais e de mão de obra era superdimensionado. A partir da década de 1960, as tábuas utilizadas nas confecções de fôrmas começaram a ser substituídas por chapas de madeira compensada, e este foi o primeiro passo para o processo de racionalização do sistema de fôrmas, de acordo com Assahi (2000), tendo o Engenheiro Toshio Ueno (EPUSP-58) como precursor, o desenvolvimento deveu-se embasado nos conhecimentos da engenharia civil, complementado com as observações e experiências do dia-a-dia dos canteiros.

O objetivo principal, na época, era a otimização dos custos através da melhoria da produtividade e do menor consumo de materiais, com aumento no seu reaproveitamento.

A partir da década de 1980, os estudos acadêmicos sobre sistemas de fôrmas foram intensificados. Em novembro de 1986, o Departamento de Engenharia de Construção Civil, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, realizou o II Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção, que foi o primeiro passo para incentivar as construtoras na busca por novas tecnologias.

A economia brasileira experimentou na década de 1990 um significativo processo de abertura econômica, com a redução das barreiras às importações, onde se observou algumas tendências relacionadas à globalização, à busca por novas tecnologias e à redução no custo total da estrutura de concreto armado, no que se refere às fôrmas.

Nesse período, conforme observações feitas por Zorzi (2015) várias empresas estrangeiras especializadas em fôrmas e cimbramento passaram a atuar no país e as empresas nacionais que atuavam nessa área investiram em equipamentos e em novas tecnologias. Surgiram empresas especializadas na elaboração do projeto e na fabricação da fôrma e as construtoras preocupadas em evoluir tecnologicamente passaram a utilizar o projeto de produção de fôrma com relativa frequência. Além disso, surgiram empresas especializadas na execução de estruturas de concreto e na utilização de procedimentos pa-

dronizados para a montagem, desforma e verificações do sistema de fôrma. Os projetistas começaram a preocupar-se em como realizar o lançamento estrutural de modo a, adicionalmente ao desempenho da estrutura, encontrar soluções que também racionalizassem a sua execução e, por fim, ocorreu um maior investimento e qualificação da mão de obra de produção.

Ao analisar o processo de globalização e a entrada de empresas estrangeiras especializadas em fôrmas e cimbramento, no Brasil e nos últimos anos, pode-se apresentar um breve histórico, desde o surgimento destas empresas até os dias atuais.

O término da Segunda Guerra Mundial em 1945 e o subsequente desenvolvimento industrial impulsionaram o desenvolvimento dos sistemas de fôrmas e cimbramento metálico com torres metálicas nos Estados Unidos e na Europa e, em 1952, há registro do uso no Brasil.

O presente artigo abordará o sistema estrutural em lajes planas e apresentará o sistema de fôrmas denominado tipo deck, que passou a ser comercializado no Brasil, na última década do século XX.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é estabelecer recomendações para o emprego de um sistema de fôrmas, denominado no mercado nacional por sistema deck, que é composto por painéis modulares, estruturados em alumínio e sustentados por escoras metálicas, para a execução de lajes maciças de concreto armado.

O desenvolvimento desse artigo junta-se à trajetória profissional do autor, que observa uma presença tímida de contribuições acadêmicas em temas relacionados ao sistema de fôrmas tipo deck. Este ponto merece ser ressaltado, pois a bibliografia nacional está vinculada aos manuais técnicos e sites das empresas fornecedoras de equipamentos.

Para estabelecer recomendações para o emprego de um sistema de fôrmas é necessário analisar diversos aspectos, desde a influência do projeto arquitetônico na definição do sistema estrutural em lajes planas, como a influência do sistema estrutural na escolha do sistema de fôrmas.

A busca pela redução de custos da estrutura de concreto armado não se obtém apenas com a redução do custo do sistema de fôrmas. A redução se consegue por meio de um processo de racionalização da obra, com a análise do projeto arquitetônico, planejamento das atividades, compatibilização do consumo de materiais, emprego de equipamentos adequados e qualificação da mão de obra.

## 2 Procedimento metodológico

Inicialmente foi realizada uma revisão da bibliografia, considerando livros, artigos científicos, resenhas e documentos da área da Engenharia Civil, vinculados ao tema de sistemas de fôrmas e sistemas estruturais em lajes planas, etapa que mostrou a carência de estudos sobre o objeto da pesquisa. Foram identificados também, documentos e normas técnicas; documentos elaborados por empresas do setor. Certamente, a experiência profissional do autor imprime aos dados coletados uma leitura contextualizada e particular, pois trabalhou como engenheiro de projetos e supervisor de obras, nos últimos vinte e oito anos em empresas de sistemas de fôrmas.

A análise do detalhamento dos arremates do sistema de fôrmas deck e a coleta das informações junto aos intervenientes no processo de decisão fizeram parte do procedimento metodológico.

## 3 Sobre os sistemas

### 3.1 Sistema de fôrmas

#### 3.1.1 A importância do sistema de fôrmas

Para a execução de um edifício multipavimentos em estrutura de concreto armado é necessário utilizar um conjunto de elementos construtivos, que são removidos posteriormente, pois são estruturas provisórias. A este conjunto de elementos dá-se o nome de sistemas de fôrmas.

Além disto, estudo realizado na década de 1980 não considerava o emprego de sistemas de fôrmas racionalizadas e apontava para um custo do sistema de fôrmas em torno de 40 % a 60 % do custo total da estrutura de concreto.

A grande importância das fôrmas é evidente, porém por se tratar de uma etapa de alto custo da construção civil, que não fica incorporado ao produto final (o imóvel), as fôrmas muitas vezes não recebem a atenção necessária.

Freire (2001) define sistema de fôrmas como:

Um conjunto de componentes, combinados em harmonia, com o objetivo de atender às funções de:

- moldar o concreto;
- conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para se sustentar por si só;
- proporcionar à superfície do concreto a textura requerida;

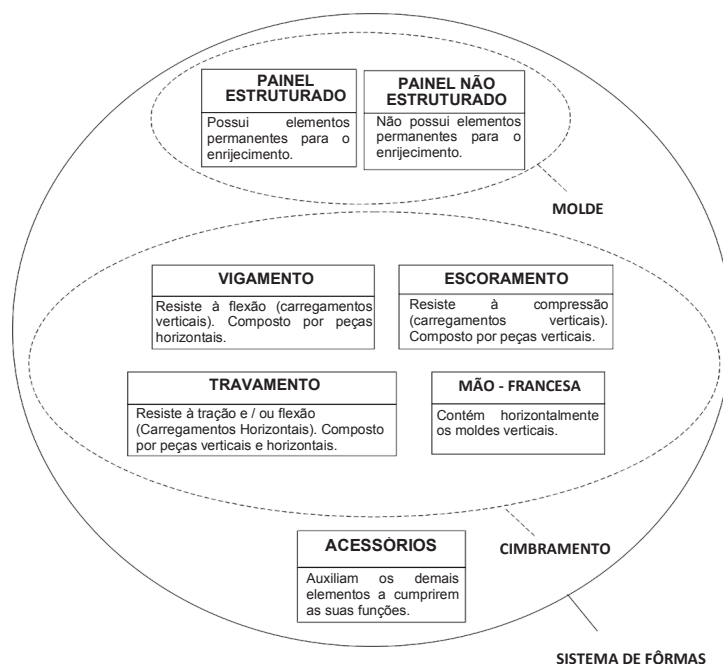
- servir de suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos;
- servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio, além das de serviço, tais como pessoas, equipamentos e materiais;
- proteger o concreto novo contra choques mecânicos; e
- limitar a perda de água do concreto, facilitando a cura.

Em virtude da diversidade de sistemas de fôrmas existentes no mercado nacional, cada empresa fornecedora adota um nome específico para os seus componentes. Neste trabalho, será adotada a nomenclatura sugerida por Freire (2001), que divide e classifica os elementos do sistema de fôrmas em três partes:

- Molde: É a parte do sistema que dá a forma à peça, entrando em contato com a superfície do concreto. Normalmente é composto por painéis, que podem ser estruturados ou não. Os painéis estruturados são os que possuem peças complementares para o enrijecimento fixadas permanentemente; já os não estruturados não possuem nenhum elemento fixado permanentemente.
- Cimbramento: É o conjunto de elementos que absorve ou transfere para um local seguro as cargas que atuam nas fôrmas. Pode ser dividido em quatro grupos:
  - Escoramento: peças verticais sujeitas aos esforços de compressão;
  - Vigamento: peças horizontais sujeitas a esforços de flexão originados por carregamentos verticais;
  - Travamento: peças verticais ou horizontais sujeitas a esforços de tração e/ou flexão originados por carregamentos horizontais; e
  - Mãos-francesas: peças inclinadas para contenção horizontal.
- Acessórios: É o conjunto de peças que auxiliam o desempenho das outras.

Para ilustrar estes elementos, Freire (2001) apresenta os elementos constituintes do sistema de fôrmas e suas respectivas funções, conforme a **figura 1**:

Figura 1 - Elementos constituintes do sistema de fôrmas e suas respectivas funções.



Fonte: Freire (2001).

## 3.2 O sistema estrutural

### 3.2.1 A escolha do sistema estrutural.

A escolha do sistema estrutural deve ser sustentada pela análise criteriosa dos requisitos esperados como o tempo de execução de lajes, a espessura das lajes e os vãos típicos da laje, detalhados a seguir.

É na fase inicial de planejamento que os intervenientes no processo – construtoras e incorporadoras; escritórios de projetos de estruturas em concreto armado e protendido e responsáveis de empresas fornecedoras de mão de obra, definem o partido estrutural e posteriormente o sistema de fôrmas a ser empregado no empreendimento.

A análise do tempo de execução de lajes é um dos requisitos para a escolha do partido estrutural, pois todas as etapas construtivas subsequentes dependerão deste pré-estudo e definição. Outro fator importante a ser analisado é a espessura das lajes em função do tipo de sistema estrutural, pois esta escolha influenciará no volume de concreto a ser utilizado no empreendimento. A partir do sistema estrutural proposto, pode-se definir os vãos típicos da laje.

Pode-se afirmar que a partir da escolha do sistema estrutural é que se determina o sistema de fôrmas, e para o emprego do sistema de fôrmas deck é recomendado o sistema estrutural em lajes planas, ou sistema estrutural em lajes planas protendidas.

Os projetistas de estruturas que defendem a utilização das lajes planas apontam como grande vantagem a liberdade de disposição das paredes divisórias, ganho no pé direito dos andares, economia no uso de fôrmas e, até mesmo, no volume de concreto, o que reduz significativamente o custo final da estrutura.

Os especialistas que têm uma posição mais crítica sobre o assunto alertam para os cuidados que devem ser tomados em dois pontos fundamentais: os problemas de punção e de estabilidade global. Com isso, a utilização das lajes planas continua sendo motivo de controvérsias entre os projetistas de estruturas, quanto a sua viabilidade técnica e econômica.

A crescente aplicação de lajes planas em estruturas de edifícios deve-se basicamente a dois motivos:

- a) exigência de estruturas com a execução mais simples, rápida, com redução de custos e melhor desempenho funcional, permitindo que se tenham ambientes mais confortáveis e personalizados;
- b) maior facilidade na elaboração de projetos com lajes planas, em virtude do desenvolvimento de programas avançados de cálculo estrutural, que utilizam análise por Elementos Finitos e Analogia de Grelha.

A solução de lajes planas tem sido cada vez mais utilizada nos pavimentos de edifícios, principalmente em virtude de diversas vantagens que o sistema apresenta se comparado aos sistemas estruturais convencionais compostos de lajes, vigas e pilares.

### 3.3 Sistema de fôrmas *deck*

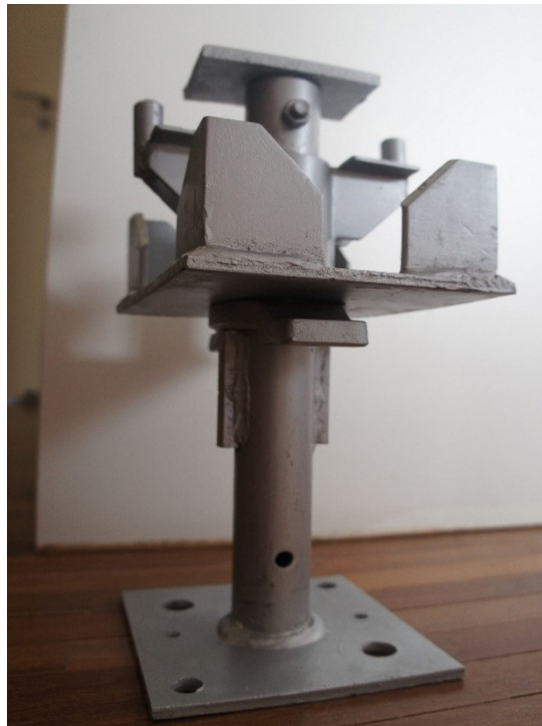
O sistema de fôrmas *deck* foi projetado para a utilização em sistemas estruturais de lajes planas, em edificações multipavimentos, residenciais ou comerciais, de pequeno a médio porte.

O sistema é composto por painéis modulares, estruturados em alumínio, e o contato com o concreto é feito por chapa compensada plastificada, fixada à estrutura dos painéis. Os painéis são sustentados por escoras com cabeças especiais *Drophead*<sup>a</sup>, que permitem a desenfôrma dos painéis mantendo a laje escorada. Tal mecanismo possibilita a retirada e o reaproveitamento de toda fôrma dos panos de laje em apenas um dia após a execução da concretagem, dependendo do concreto e do ciclo entre lajes adotado. A **fotografia 1** apresenta o posicionamento do *Drophead* para o recebimento de carga e a **fotografia 2** o *Drophead* na posição final:

---

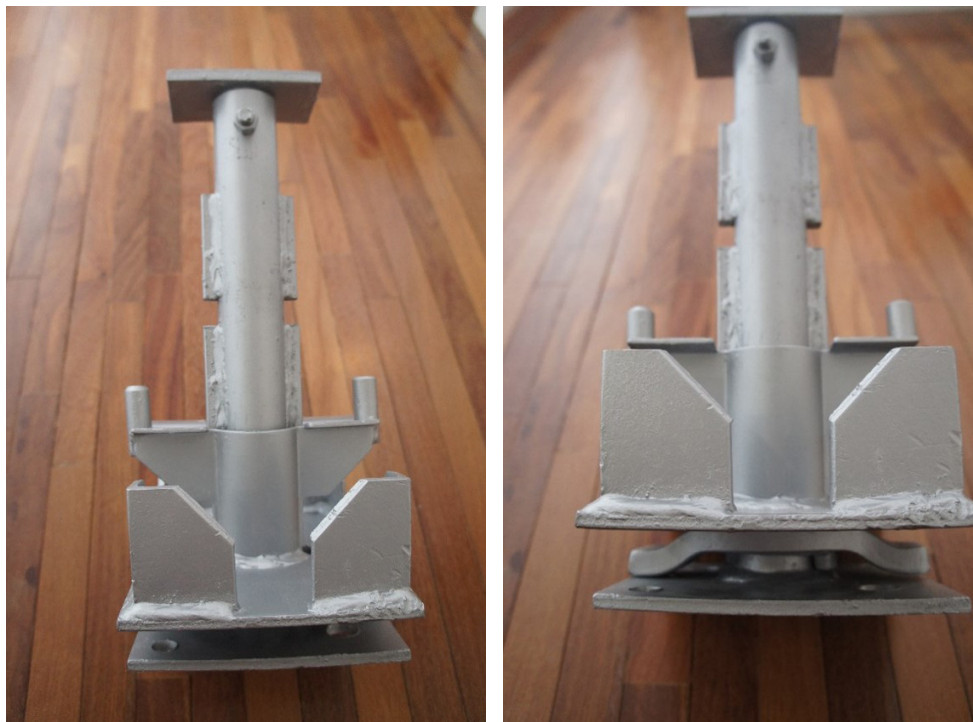
<sup>a</sup> É um tipo de suporte apoiado em escoras metálicas, que têm a função de sustentar os painéis de alumínio e que será detalhado posteriormente.

Fotografia 1 - *Drophead* posicionado para recebimento de carga



Fonte: Fernandes Júnior (2020).

Fotografia 2 - *Drophead* com a cabeça descida na posição final.



Fonte: Fernandes Júnior (2020).

### 3.3.1 Sequência de montagem do sistema de fôrmas deck.

Os painéis possuem baixo peso, pois são fabricados em alumínio e o transporte dos seus módulos torna-se mais fácil, gerando rapidez e agilidade na montagem e desmontagem, proporcionando maior produtividade e conseqüente economia de mão de obra. As fotografias 3, 4 e 5 apresentam a seqüência de montagem do sistema de fôrmas *deck*:

Fotografia 3 - Colocação dos painéis modulares em alumínio, revestidos com chapa compensada plastificada.



Fonte: SH Fôrmas (2020)

Fotografia 4 - Os painéis são apoiados no suporte deck e a montagem é simplificada.



Fonte: SH Fôrmas (2020)

Fotografia 5 - Observar que o profissional consegue fazer a montagem sozinho, pois ele posiciona um apoio temporário, para posteriormente posicionar a escora com o suporte.



Fonte: SH Fôrmas (2020)

As fotografias 6, 7 e 8 apresentam a utilização do sistema de fôrmas deck em obras diversas:

Fotografia 6 - Sequência de montagem do sistema drophead, com encaixe do conjunto escora mais *drophead* na viga principal, lançamento e encaixe dos painéis.



Fonte: Mills (2019).

Fotografia 7 - Carrinho para o transporte dos painéis e fôrma da laje montada com todas as peças de escoras, drophead, vigas e painéis metálicos formando o conjunto do cimbramento da laje.



Fonte: Mills (2019).

Fotografia 8 - Retirada dos painéis metálicos com o reescoramento já em funcionamento e laje reescorada com a parte superior do *drophead*.



Fonte: Mills (2019).

### 3.3.2 Vantagens do Sistema de Fôrmas Deck.

O sistema de fôrmas deck é considerado uma boa opção para lajes de grandes áreas planas e para pé direito de até 4,25 metros. Este pé direito é determinado pela resistência da escora metálica, um dos elementos de sustentação do sistema de fôrmas deck.

Por ser de alumínio, é leve e permite rapidez e eficiência no transporte (horizontal e vertical), bem como, na montagem e desmontagem dos equipamentos. Não requer uma grande área em canteiro de obras para seu armazenamento e os painéis podem ser organizados em carrinhos, que possibilitam sua paletização, permitindo maiores espaços de circulação e maior velocidade para transporte horizontal e vertical na obra. Além disso, esta forma de armazenamento não provoca danos nas extremidades dos painéis, bem como na chapa de compensado, que mantêm o contato com o concreto.

Com relação à segurança do trabalho, para pé direito comum, o sistema deck pode ser montado direto no chão, sem necessidade de subir em andaimes ou expor operários aos riscos de acidentes de trabalho. A montagem não requer grande quantidade de mão de obra, pois o volume de equipamentos envolvido no sistema é pequeno e isso faz com que os custos diretos do empreendimento sejam reduzidos. O sistema permite a montagem dos painéis para as lajes sem o uso de ferramentas especiais e sem a necessidade de cortes de madeira, promovendo um canteiro de obras mais limpo. A qualidade do acabamento da estrutura é um diferencial, devido à chapa de compensado especial utilizada nos painéis de alumínio.

Apresentam grande produtividade quando aplicados de maneira adequada, e estima-se que o índice de produtividade da mão de obra em situações típicas de projeto seja de 0,30 homens hora por m<sup>2</sup>, índice divulgado pelas empresas fornecedoras do sistema de fôrmas deck.

### 3.3.3 Desvantagens do sistema de fôrmas deck.

O sistema de fôrmas deck não é indicado para estruturas que possuem lajes com pequenas dimensões e vigas, que são executadas simultaneamente, pois necessita de arremates complementares de madeira. Isto dificulta a montagem e, portanto, o índice de produtividade da mão de obra é inferior ao encontrado em lajes planas, para a qual o sistema é mais adequado.

As obras que possuem um cronograma longo, ou seja, obras muito lentas, não aproveitam a alta produtividade do sistema e, fazendo uma análise do custo-benefício, o sistema torna-se inviável.

A locação simples do sistema de fôrmas deck tem um custo elevado, se comparado ao sistema de fôrmas em torres convencionais, porém esse custo deve ser contrabalanceado pela redução na despesa com mão de obra; portanto, deve-se fazer uma análise de viabilidade econômica, comparando os diversos sistemas de fôrmas.

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Resumo das recomendações sob a ótica do autor.

Quadro 1 - Resumo das Recomendações sob a ótica do Autor.

Quadro resumo das recomendações sob a ótica do autor	
Fatores	Utilização do sistema de fôrmas <i>deck</i>
Sistema Estrutural	O Sistema Estrutural definido para o empreendimento: lajes planas sem vigas, com ou sem protensão. O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado, pois os vãos entre os pilares são de 4 a 10 metros para as lajes planas sem vigas e os vãos entre os pilares são de 6 a 14 metros para as lajes planas sem vigas pós tensionadas. O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado para lajes com espessuras variáveis de 20 cm a 25 cm.
Geometria da Edificação	A Geometria da Edificação definida para o empreendimento: quadrada ou retangular. O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado para empreendimentos com repetições verticais ou repetições horizontais.
Espessura da Laje	O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado para lajes com espessuras variáveis de 20 cm a 25 cm.
Canteiro de Obras	O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado para obras com limitação de espaços para a implantação do canteiro de obras. O sistema contempla a utilização de escoras metálicas e painéis de alumínio, que possibilitam a sua paletização. Quando são utilizados os sistemas de cimbramento convencional, o canteiro de obras requer um espaço maior para o armazenamento das peças (torres, vigas, sapatas e forçados ajustáveis).
Fator de Fôrmas	O Fator de Fôrma tem a função de determinar o grau de dificuldade do sistema de fôrmas, ou seja, é um número representado pela área de contato de fôrma dividido pela área de projeção do pavimento. O número ideal é 1 e quanto maior for o número, maior a dificuldade de realização do sistema de fôrmas
Cimbramento mais leve	O uso do sistema de fôrmas <i>deck</i> é recomendado para empreendimentos com pé direito de até 4,25 m. Normalmente, o pé direito dos empreendimentos residenciais varia de 2,70 m a 2,90 m e dos empreendimentos comerciais varia de 3,20 m a 3,60 m, portanto a utilização de escoras metálicas atende às especificações de altura. As torres metálicas são substituídas pelas escoras metálicas, suportes e painéis de alumínio. Com isto, o cimbramento será mais leve e mais produtivo, pois serão utilizadas escoras metálicas, com capacidade de carga axial de 3 toneladas e com aberturas variáveis de 2,25 m a 4,25 m. A montagem é executada, sem a necessidade de andaimes auxiliares.

Quadro resumo das recomendações sob a ótica do autor (continuação)	
Fatores	Utilização do sistema de fôrmas <i>deck</i>
Arremates no Sistema de Fôrmas <i>Deck</i>	Os Arremates no Sistema de Fôrmas Deck devem ser evitados e ocorrem pelo fato de os projetos estruturais de lajes terem tamanhos diversos, não compatíveis com os tamanhos dos painéis existentes no mercado nacional. Para os arremates é necessário um projeto de fôrmas detalhado.
Produtividade	A Produtividade esperada com o uso do sistema de fôrmas deck, pode variar de 0,30 a 0,45 homens por hora por m <sup>2</sup> . Para o sistema de fôrmas convencional, a produtividade esperada é de 1,00 homem por hora por m <sup>2</sup> . Estas informações podem ser obtidas nos sites das empresas fornecedoras dos sistemas de fôrmas.
Velocidade de Execução	O uso do sistema de fôrmas deck é recomendado para obras multipavimentos, com repetições no formato (verticalização ou horizontalização), possibilitando uma maior velocidade de execução, em função da produtividade do sistema.
Escoramento ou Cimbramento	O Sistema Estrutural, somado à Geometria da Edificação e utilização do sistema de fôrmas deck, possibilita a utilização dos equipamentos nos limites de resistência, para a qual foram dimensionados. As empresas fornecedoras do sistema desenvolvem os projetos técnicos para todo o empreendimento e conseqüentemente, esta etapa construtiva, que representa um alto custo e que não fica incorporado ao produto (o imóvel), passa a receber a atenção necessária.
Reaproveitamento do Sistema de Fôrmas	Os painéis de alumínio utilizados no sistema de fôrmas <i>deck</i> possuem uma chapa de compensado que tem uma durabilidade média de 25 usos, maior quando comparado com o sistema de fôrmas convencionais, que tem uma durabilidade média de 15 usos, em função do desgaste e manuseio.

Fatores	Sistema de fôrmas <i>deck</i> SISTEMA DE FÔRMAS DECK
Estanqueidade do Sistema <i>Deck</i>	Ao contratar a empresa fornecedora do sistema de fôrmas deck é importante verificar a qualidade dos equipamentos fornecidos, a fim de garantir a estanqueidade das fôrmas. Os painéis utilizados no sistema de fôrmas deck recebem vedação entre o perfil de alumínio e a chapa de compensado.
Processo Executivo do Sistema de Fôrmas <i>Deck</i>	O Processo Executivo é simplificado, pois os painéis são de alumínio (leve); o uso de escoras metálicas em substituição às torres metálicas; a possibilidade de deixar faixas de reescoramento com a utilização do suporte drophead. Estas características somadas ao Sistema Estrutural, reforçam a utilização do sistema de fôrmas <i>deck</i> .

Fonte: Autor (2021).

## 5 Conclusões

Para estabelecer estas recomendações, os autores analisaram diversos aspectos, desde a influência do projeto arquitetônico na definição do sistema estrutural em lajes planas, até a influência do sistema estrutural na escolha do sistema de fôrmas.

Os profissionais da indústria da construção civil buscam a redução de custos, em especial da estrutura de concreto armado. O sistema de fôrma, muitas vezes não recebe a atenção necessária, mas é um item representativo, pois é constituído de uma estrutura provisória, de alto custo, que não fica incorporada ao produto (o imóvel). A redução de custos na indústria da construção civil se obtém, num processo de racionalização da obra, com a análise do projeto arquitetônico, planejamento das atividades, otimização do consumo de materiais, emprego de equipamentos com tecnologia e qualificação da mão de obra.

A utilização do sistema de fôrmas deck é uma alternativa ao sistema de fôrmas convencional, e percebe-se que, para estruturas recortadas, de geometria complexa e compostas por panos de lajes e vigas, o sistema convencional continua sendo a melhor solução. Já para estruturas com poucas vigas, com geometria quadrada ou retangular, concebidas de acordo com as dimensões dos painéis do sistema deck, esta alternativa pode trazer inúmeras vantagens, como: a racionalização do canteiro de obras; utilização de equipamentos mais leves; utilização de mão de obra mais qualificada e produtiva, que permitirão uma redução no custo global da obra.

Com relação à qualificação profissional, pode existir uma barreira inicial ao uso do sistema de fôrmas deck, pois será exigida mão de obra especializada.

A experiência profissional do autor, que atuou como engenheiro projetista de sistemas de fôrmas e supervisor de obras de cimbramento e fôrmas, nos últimos vinte e oito anos, aponta que muitas construtoras manterão o sistema de fôrmas convencional, em função da tradição ou medo de mudança e, por isso, o sistema de fôrmas deck será um sistema alternativo.

Conclui-se que não há como determinar o melhor sistema de fôrmas para um projeto se não forem analisados simultaneamente todos os fatores apontados neste artigo.

## 6 Agradecimentos

Agradecemos a todos os professores, mestres e doutores que contribuíram com sugestões e informações bibliográficas, leitura e apontamentos de detalhes para a melhoria contínua do trabalho de pesquisa que gerou este, entre eles, o Prof. Dr. Claudio Mitidieri, o Prof. Dr. Ricardo França, o Prof. Ms. Antônio Soares Cervila, o Prof. Dr. Hermes Fajersztajn, o Prof. Dr. Júlio Cesar Sabadini de Souza e em especial ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Ioshimoto.

Agradeço aos engenheiros e às empresas, não citadas aqui nominalmente, pela atenção dada nas entrevistas, com relatos importantes e fornecimento de dados.

Destaco a importância do IPT, de todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em Habitação e profissionais da secretaria, sempre tão atenciosos e prestativos.

## 7 Referências

ASSAHI, P. N. Sistema de fôrma para estruturas de concreto. São Paulo. [s.n.]. 2000. Boletim Técnico.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Estrutura de concreto: 2020. Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/3/tipologias/viabilidade/38/tipologias.html>>. Acesso em 23 out.2020

FAJERSZTAJN, Hermes. Fôrmas para concreto armado: aplicações para o caso do edifício. Tese (Doutorado). São Paulo, EPUSP, 1987.

FERNANDES JÚNIOR, F. R. Sistema de fôrmas para lajes maciças de concreto armado: Recomendações para emprego do Sistema Deck. 100f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e Tecnologia, IPT. São Paulo. 2020. 100p.

FREIRE, T. M.; SOUZA, U. E. L. de. Classificação dos sistemas de fôrmas para estruturas de concreto armado. Universidade de São Paulo – Escola Politécnica, 2001. (Boletim Técnico n. 296).

MILLS ESCORAMENTOS E ANDAIMES. Catálogo de equipamentos – Sistema Deck. Rio de Janeiro, 2019.

SH FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ANDAIMES. Catalogo de equipamentos. Rio de Janeiro, 2020.

SOUZA, P. A. Sistema de fôrmas para estruturas de concreto armado: comparação entre os sistemas de fôrmas convencional e Topec SH para lajes maciças. 2016. 50 f. Monografia (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído) – Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Cap. 2.

TAKEYA, T. et al. Recomendações para o projeto e a execução da estrutura em lajes – cogumelo pertencentes às UBS do plano metropolitano de saúde. São Carlos, EESC – USP. 1985.31p. Relatório.

ZORZI, A. C. Sistemas de fôrmas para edifícios. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2015. 193 p.

10.34033/2526-5830-v5n18-5

