

CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS COMPOSTOS POR ESTRUTURAS MISTAS E SEU USO NO ÂMBITO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Jéssica Santos da Silva¹

Celiane Mendes da Silva²

Fabricia Rodrigues Lisboa³

Nathan Gabriel Alcides Nunes⁴

Mateus Augusto Rêgo Arruda⁵

Jonas Rafael Duarte Cavalcante⁶

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

É notório que as estruturas da construção civil têm papel preponderante no desenvolvimento cívico. Desde a época primitiva, marcada pela incessante busca do homem por abrigo, até os tempos atuais, onde as mesmas também se tornam eminentes em função da complexidade de seus sistemas estruturais, elas vêm manifestando a importância de suas funcionalidades. Acerca disso, percebe-se que o evidente avanço desencadeado no âmbito da engenharia estrutural é reflexo de uma evolução advinda tanto dos materiais, quanto das técnicas construtivas. Neste aspecto, pode-se destacar dois materiais da construção civil que estão presentes na grande maioria das edificações, cujas características corroboram para o desempenho estrutural da indústria da construção, a saber, o aço e o concreto. Tais materiais, quando utilizados separadamente, apresentam grandes propriedades físico-mecânicas que justificam seu uso em larga escala, em especial o concreto sendo o segundo material mais consumido no mundo. Em contrapartida, a junção dos referidos materiais, formando o sistema estrutural misto, também tem se mostrado altamente eficaz por apresentar vantagens em economia e rapidez de execução. Em vista disso, o presente escrito tem por objetivo a qualificação das estruturas mistas em concreto e aço, no âmbito da sua composição, apresentando as vantagens que as mesmas vêm proporcionando à esfera da construção civil.

PALAVRAS-CHAVE

Estruturas. Sistemas Estruturais. Estruturas Mistas.

ABSTRACT

It is notorious that civil construction structures have a preponderant role in civic development. From the earliest time, marked by the incessant search of man for shelter, until the present times, where they also become eminent due to the complexity of their structural systems, they have been manifesting the importance of their functionalities. In this respect, it can be seen that the evident progress made in the field of structural engineering reflects the evolution of both materials and constructive techniques. In this respect, we can highlight two building materials that are present in most of the buildings, whose characteristics corroborate for the structural performance of the construction industry, namely steel and concrete. These materials, when used separately, have great physico-mechanical properties that justify their large-scale use, especially concrete being the second most consumed material in the world. On the other hand, the joining of these materials, forming the mixed structural system, has also been highly effective because it presents advantages in economy and speed of execution. In view of this, the purpose of this brief is to qualify mixed structures in concrete and steel, within the scope of their composition, presenting the advantages that they have been providing to the sphere of civil construction.

KEYWORDS

Structures. Structural Systems. Mixed Structures.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas estruturais podem ser definidos como a reunião de elementos estruturais de concreto armado, aço, madeira ou mistos trabalhando juntos com o objetivo de resistir as ações atuantes no edifício e garantir sua estabilidade.

Quando decide-se adotar um sistema estrutural, deve-se levar em consideração vários critérios como desempenho, custo, praticidade construtiva, durabilidade, mão de obra e manutenção. Porém, é difícil ter um sistema onde todos esses fatores são excelentes.

Sendo assim, deve-se escolher aquele que melhor se aplica a esses critérios. E, a partir daí, surgiram as estruturas mistas, que tratam da combinação de perfis de aço e concreto com conectores de cisalhamento, visando uma melhora em termos estruturais e construtivos.

Em primeiro lugar, antes de discorrer sobre as estruturas mistas, torna-se necessário a compreensão da utilização conjunta do aço e do concreto em construções mistas.

Segundo Cordeiro (2014, p. 19), grandes incêndios em edifícios em madeira eram comuns na Idade Média, mas os efeitos eram muito menos severos do que no período posterior à Revolução Industrial, quando as cidades se expandiram de maneira desordenada e as fábricas construídas apresentavam grandes riscos de incêndio.

Foi por volta de 1790 que o aço se tornou uma alternativa para o problema do fogo, mas em elevadas temperaturas a sua resistência acabava tendo efeitos severos. Porém, o aço tornou possível diversos feitos na construção civil, como por exemplo uma alternativa a premência de se construir edifícios cada vez mais altos (CORDEIRO, 2014).

Assim, em busca de uma alternativa para o problema das altas temperaturas nas construções de aço, começaram a se utilizar do concreto como material de revestimento, sem levar em consideração a sua alta resistência a compressão nos cálculos, surgindo aí as estruturas mistas. A contribuição da resistência a compressão do concreto só começou a ser mais utilizada por volta de 1900 na Inglaterra com o intuito de resolver o problema dos superdimensionamentos de estruturas que utilizavam o concreto apenas como revestimento à prova de fogo (ALVA, 2000).

No entanto, novas tecnologias construtivas geram preconceitos, tanto aos clientes pelo design, quanto à própria indústria da construção civil pela falta de mão de obra especializada.

Em função disso, as estruturas mistas só começaram a aparecer no Brasil, por volta da década de 50 e, até então, vêm ganhando espaço no mercado brasileiro, já que no mundo contemporâneo reduzir prazos de execução, racionalizar recursos, diminuir a geração de ruídos e a quantidade de operários no canteiro tornou-se essencial.

Sendo assim, o presente artigo visa a caracterização dos sistemas estruturais compostos por arcabouços em concreto e aço no que diz respeito a sua composição, qualificação, aspectos construtivos e sua premência na construção civil.

2 ESTRUTURAS MISTAS

As estruturas mistas têm sua história diretamente ligada ao desenvolvimento das estruturas de concreto armado e dos perfis de aço, com o desenvolvimento econômico e científico diversos sistemas estruturais e construtivos surgiram no mercado. Apesar de ser um tipo de estrutura que não é muito usual, sua história começou a ter visibilidade, garantindo o funcionamento da mistura dos dois materiais, concreto e o aço respectivamente e aos poucos foi ganhando seu espaço na construção civil.

Cordeiro (2014, p. 23) afirma que no Brasil as primeiras construções mistas surgiram por volta da década de 50, onde houve um crescente desenvolvimento em sistemas empregando lajes e vigas mistas por terem alta economia na execução junto a pisos mistos em concreto e aço.

Além de ganhar tempo na execução da obra, as estruturas mistas requerem menos escoramentos, pelo fato de que o aço não precisa de tempo de cura para executar sua função e em alguns casos os próprios perfis de aço são utilizados como formas, retirando a necessidade de formas extras que precisariam ser removidas posteriormente. (ALVA, 2000)

De acordo com Alva (2000, p. 127), a combinação de perfis de aço e concreto visa aproveitar as vantagens de cada material, tanto em termos estruturais e como construtivos. Nesse tipo de sistema, o perfil de aço e o concreto (geralmente armado) trabalham em conjunto por meios mecânicos, por atrito ou aderência e repartição de cargas, formando um pilar misto, uma viga mista, uma laje mista ou uma ligação mista, o seu comportamento é ligado para que se deforme como um único elemento.

Em 1986, no Brasil, surge a normatização das estruturas mistas, com a publicação da norma ABNT NBR 8800 - "Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios", apresentando métodos de dimensionamento e execução de vigas mistas. As lajes e pilares mistos apareceram posteriormente, junto a publicação da ABNT NBR 14323:1999 - "Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios em Situação de Incêndio". Em seguida, foi transferida para a norma ABNT NBR 8800:2008 em sua revisão de 2008 e retirada da ABNT NBR 14323 em 2013, essa que por sua vez manteve apenas as referências quanto a incêndio.

De acordo ainda com a (NBR 8800, 2008), o uso dos dois materiais ajuda a expandir soluções no concreto e no aço, como exemplo, pode ser citado o pilar misto, que o uso do aço aumenta em 90% sua resistência, diferente do sistema de concreto armado, que só contribui com 40% na resistência.

Dessa forma, houve uma disseminação das estruturas mistas no mercado brasileiro através das normas. Atualmente, treliças e vigas mistas com conectores de cisalhamento são intensamente utilizadas em edifícios de múltiplos pavimentos, formas de aço substituem formas descartáveis e auxiliam junto ao concreto armado nas resistências a compressão e tração.

Com o aumento da produção total de aço voltado a estruturas no Brasil novas soluções arquitetônicas e estruturais foram surgindo, a viabilidade desse material tornou as construções de edifícios em sistema de estrutura mista bem popular e quando comparado com as condições do concreto armado, a construção em sistema misto aço-concreto apresenta eficiência em vãos médios e grandes, reduzindo o peso total da estrutura, o que propicia fundações menos robustas e mais econômicas (ALVA, 2000).

3 CONECTORES DE CISALHAMENTO

As estruturas mistas se utilizam de conectores de cisalhamento, que nada mais são do que de elementos que conectam as seções de aço e de concreto. Esses são classificados como rígidos e flexíveis e absorvem os esforços cisalhantes nas duas direções, impedindo o afastamento vertical entre a laje de concreto e a viga de aço.

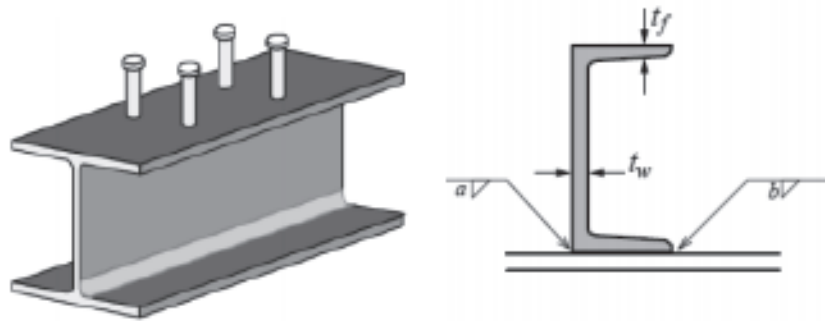
Os conectores de cisalhamento são instalados no perfil de aço, usualmente por solda, antes da concretagem, assegurando dessa forma que os dois materiais que constituem a seção mista trabalhem como se fossem praticamente uma peça única.

De acordo com Alva (2000), a característica mais importante dos conectores é sua relação entre força transmitida pelo conector e o escorregamento relativo na interface do aço-concreto, o que torna seu comportamento dúctil evitando rompi-

mentos frágeis, ou seja, a flexibilidade dos conectores garante que o colapso de uma viga mista apresente avisos antes do tombamento.

A NBR 8800, que trata de projetos de aço e estruturas mistas traz apenas dois tipos de conectores, os conectores tipo pino com cabeça e os conectores de perfil U, onde os conectores do tipo pino com cabeça devem atender a norma AWS (*American Welding Society*) D1.1 e o aço dos conectores de perfil U deve atender a ABNT NBR 14762. A Figura 1 mostra os dois tipos de conectores citados anteriormente, a esquerda tem-se o tipo pino com cabeça e a direita o de perfil U.

FIGURA 1 – Conectores de cisalhamento



Fonte: QUEIROZ (2012)

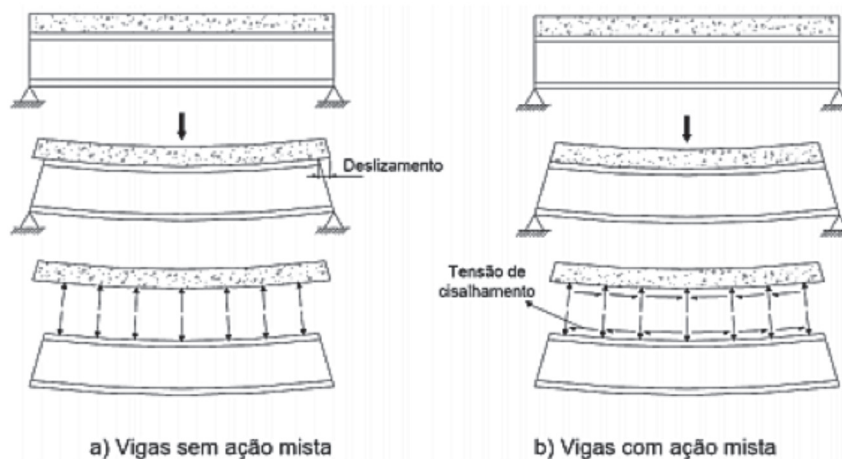
O aço estrutural usado no conector de cisalhamento de pino com cabeça deve ter diâmetro que não ultrapasse os 22,2mm e deve ser o ASTM A108-Grau 1020, onde a resistência ao escoamento é de 345 Mpa e sua resistência a ruptura é de aproximadamente 415 Mpa, após sua instalação o comprimento mínimo deve ser igual a 4 vezes o diâmetro do pino, como traz a norma AWS D1.1. (ABNT NBR 8800,2008)

4 VIGAS MISTAS

A NBR 8800/2008 trata das vigas mistas de aço e concreto que são constituídas de um componente de aço simétrico em relação ao plano de flexão, que pode ser um perfil I, um perfil caixão, um perfil tubular retangular ou uma treliça, com uma laje de concreto acima de sua face superior, mas na grande maioria dos prédios as vigas mais utilizadas têm perfil "I".

Elas são produtos da junção de uma laje de concreto com uma viga de aço, e a ligação entre eles é realizada através de conectores de cisalhamento, fixos na parte superior do perfil (mesa). A ação mista ocorre quando dois elementos estruturais são interconectados de tal forma a se deformarem como um único elemento como, por exemplo, o sistema da Figura 2 formado por uma viga de aço bi apoiada suportando uma laje de concreto em sua face superior.

FIGURA 2 – Vigas mistas fletidas



Fonte: DAVID (2007)

Essas vigas podem ser totalmente ou parcialmente embutidas no concreto.

4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS VIGAS MISTAS

Das inúmeras vantagens da utilização de vigas mistas em sistemas de pisos, uma das mais relevantes é a contribuição dessa mistura “aço-concreto” na resistência e na rigidez propiciados por essa associação, o que possibilita a redução da altura dos elementos estruturais, implicando em economia de material. Além disso, essas podem ser simplesmente apoiadas, o que é mais usual, ou podem ser contínuas (DAVID, 2007).

De acordo com David (2007, p. 53), na presença das vigas mistas ocorre uma redução da altura total da viga e diminuição do peso de aço demandado. Essa solução promove redução da altura total do edifício e do consumo de aço na estrutura, aumentando a economia na construção.

Quanto as desvantagens, pode-se citar como a principal a necessidade de provisão dos conectores de cisalhamento na interface aço-concreto (ALVA, 2000).

5. LAJES MISTAS (Steel Deck)

As primeiras lajes mistas de concreto com telha-fôrma de aço apareceram na década de 1950, nos Estados Unidos. A produção originária foi realizada pela Granco Steel Products Company, consistindo em uma fôrma de seção trapezoidal com fios formados a frio (fios T) soldados transversalmente na telha-fôrma (DIAS; ABREU, 2018).

Acerca disso, em meados da década de 1960, uma série de fabricantes produziam telha-fôrma de aço e como resultado da natureza competitiva dos produtos, criaram-se situações caras, trazendo um efeito adverso na construção de lajes steel deck (SPUTO, 2012).

Somente em 1967, reconhecendo a premência de um padrão de projeto, o Instituto Americano de Ferro e Aço (AISI) iniciou um projeto de pesquisa Universidade Estadual de Iowa para desenvolver uma base para os critérios de projeto relacionado às lajes mistas (*steel deck*) (SPUTO, 2012). Assim, o reconhecimento das especificações para o projeto e construção de lajes compostas em concreto e aço pelos códigos de construção modelo como um padrão aceitável para projeto de lajes mistas simplificou seu processo de aceitação e resultou no crescimento do mercado para este produto.

Em vista disso, a evolução dos padrões construtivos levou a um sistema de lajes mais eficiente e econômico, onde a praticidade e a velocidade na execução de lajes mistas, bem como o custo-benefício, implicam em seu crescimento no Brasil e no mundo.

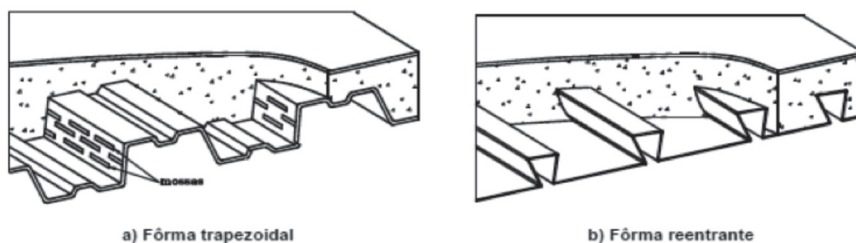
Segundo Alva (2000, p. 53), o sistema de lajes mistas consiste na utilização de uma fôrma de aço nervurada como fôrma permanente de suporte para o concreto antes da cura e das cargas de utilização. Após a cura, tem-se que os dois materiais, a fôrma de aço e o concreto, combinam-se estruturalmente, formando o sistema misto, a fôrma de aço substitui então a armadura positiva da laje.

Atualmente, vários sistemas têm sido utilizados no processo de construção de fôrmas para suportar o concreto durante a fase de execução das lajes. Entre esses sistemas, o *steel deck* constitui-se como um dos mais apropriados em termos de construção de lajes (ALVA, 2000).

Conforme Dias e Abreu (2018, p. 19) o sistema de lajes *steel deck* possui uma malha de tela soldada, que previne a aparição de trincas na superfície da laje, suporta sobrecargas de até 2 t/m² para vãos de 2 a 4 m, sem necessidade de escoramento ou armadura adicional de tração.

Segundo a NBR 8800 (2008), nas lajes mistas, a fôrma de aço deve ser capaz de transmitir o cisalhamento longitudinal entre o aço e o concreto. A aderência entre concreto e aço deve ser garantido por: ligação mecânica por meio de mossas nas fôrmas de aço trapezoidais e ligação por meio do atrito devido ao confinamento do concreto nas fôrmas de aço reentrantes, conforme a Figura 3.

FIGURA 3 – Seção de lajes mistas em aço e concreto



Fonte: ABNT (2008).

Sabe-se que são diversas as funções das fôrmas de aço empregadas em lajes mista, dentre estas pode-se citar que, além de suportarem os carregamentos durante a construção e funcionarem com plataforma de trabalho, promovem o contraventamento lateral

da estrutura, desempenhando papel de diafragma horizontal. Além disso, pelo fato de distribuírem as deformações por retração, as tais evitam a fissuração excessiva do concreto.

5.1 VANTAGENS

De acordo com Queiroz *et al.* (2012, p.10), a utilização de sistemas mistos amplia consideravelmente a gama de soluções em concreto armado e em aço [...]. Nas lajes mistas, dispensa-se a etapa de desfôrma e reduz-se a quantidade de armadura.

Os sistemas de lajes mistas apresentam vantagens consideráveis como a possibilidade de dispensa do escoramento da laje e a facilidade oferecida à passagem de dutos de eletricidade, comunicações, ar condicionado e de outros sistemas.

Alva (2000, p. 100) retrata que quando essas estruturas apresentam mossa, propiciam uma maior resistência mecânica ao cisalhamento entre a fôrma de aço e o concreto e, além disso, por ser mais leve que outros sistemas, pode oferecer alguma economia no custo da fundação.

O sistema de lajes steel deck, permite diminuir em até 40% o custo com mão de obra e executar até dois mil m² em aproximadamente três dias. Além disso, é importante ressaltar que, em alguns casos, pode-se dispensar por completo o uso de escoramento (CICHINELLI, 2011).

No âmbito estrutural o sistema trabalha conjuntamente, aproveitando suas melhores características mecânicas, sendo possível projetar lajes simplesmente apoiadas, mesmo em situações com múltiplos vãos, em função de sua resistência (CAMPOS, 2001).

5.2 DESVANTAGENS

A respeito das desvantagens, pode-se citar a fôrma metálica, e com ela uma preocupação evidente em se achar soluções contra incêndios. Sem essa proteção, a fôrma pode entrar em colapso trazendo prejuízos enormes para toda a estrutura (CICHINELLI, 2011).

Sendo assim, torna-se necessário um revestimento na parte inferior da fôrma para esta finalidade, como exemplo, a argamassa cimentícia projetada.

Costa (2009) também cita algumas desvantagens, como o fato de haver uma maior quantidade de vigas secundárias, caso não se utilize o sistema escorado.

Pode-se levar em consideração uma desvantagem ainda por ser um método recentemente implantado no Brasil, com agravante em se tratar de um produto industrializado, o que remete a alto custo em logística (transporte de capitais com grandes centros industriais até o canteiro).

6 PILAR MISTO

Pilares mistos, de maneira generalizada, são perfis de aço sejam eles tubulares, em I, U ou H entre outros, preenchidos ou revestidos de concreto o que traz vanta-

gens como ausência de formas no caso dos pilares tubulares preenchidos, aumentando a velocidade de construção, economizando material e mão-de-obra.

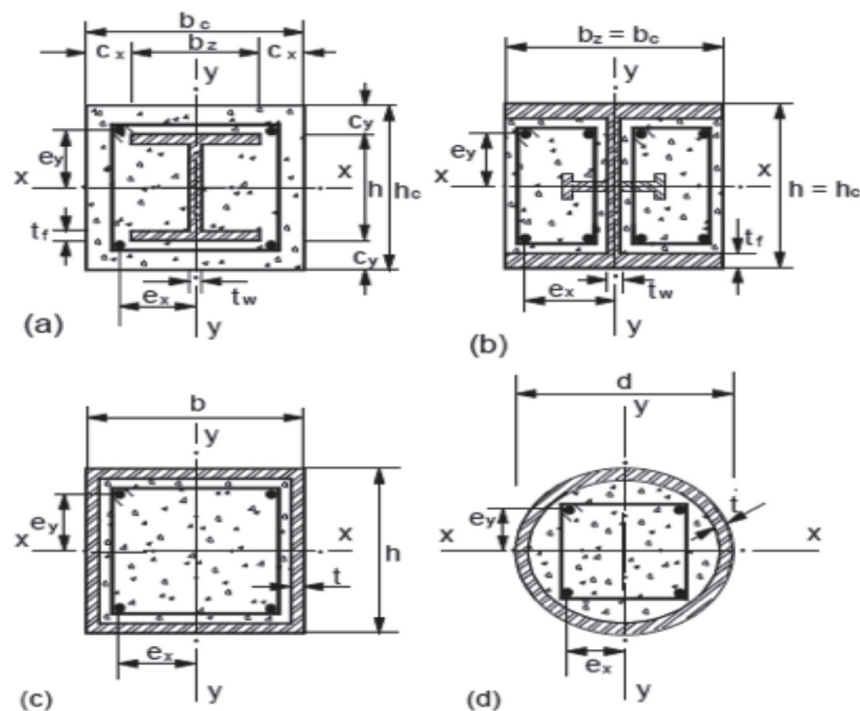
Os primeiros pilares mistos surgiram quando o concreto começou a ser utilizado como revestimento contra fogo em pilares de aço, onde a função estrutural do concreto era desconsiderada, posteriormente, após observar que o concreto tinha alta resistência, surgiram os primeiros pilares mistos com interação aço-concreto onde o concreto realmente era utilizado estruturalmente, tais pilares eram pilares mistos tubulares de aço com preenchimento de concreto, o que aumentava a rigidez da estrutura frente a ventos e sismos em relação aos perfis de aço e tinha-se um pilar mais dúctil em relação aos de concreto armado simples (ALVA, 2000).

6.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PILARES MISTOS

Os pilares mistos são classificados de acordo com a posição que o concreto ocupa a seção do perfil de aço. Na Figura 5 (a) tem-se o concreto como revestimento, na Figura 5 (b) o pilar encontra-se parcialmente revestido e nas Figuras 4 (c) e (d) tem-se o pilar preenchido.

No Quadro 1, pode-se verificar a classificação dos pilares mistos quanto ao revestimento de concreto.

FIGURA 4 – Classificação dos pilares mistos



Fonte: ALVA (2000)

QUADRO 1 – Classificação dos pilares mistos

PILARES MISTOS REVESTIDOS (a)	São pilares onde existe um envolvimento total do perfil de aço por parte do concreto, o que proporciona maior resistência a estrutura, proteção do aço frente a altas temperaturas e corrosão do meio externo, além de fornecer uma proteção contra flambagem local nos elementos da seção do aço.
PILARES MISTOS PARCIALMENTE REVESTIDOS	São pilares onde o concreto não envolve o perfil total da seção de aço.
PILARES MISTOS PREENCHIDOS	São constituídos por perfis de aço tubulares, onde seu orifício é preenchido por concreto estrutural, o que torna a construção mais rápida e não demanda a utilização de formas e armadura como pilares de concreto armado.

Fonte: ALVA (2000)

6.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS PILARES MISTOS

Os pilares mistos apresentam grandes vantagens construtivas, onde muitas vezes dispensa utilização de formas e por utilizar perfis de aço já possuem resistência alta assim que instalados, não necessitando esperar a cura completa do concreto para exercer carga o que gera uma fluidez na construção de pavimento sobre pavimento por exemplo, além de promover a agilidade construtiva a diminuição da manipulação de concreto traz uma vantagem de limpeza na obra, fazendo com que gere menos resíduos durante a construção (ALVA, 2000).

Além das vantagens construtivas a peça metálica traz uma vantagem quanto a eficiência, por ter mais ductilidade a peça metálica trabalha de forma flexível quando comparado com o material cerâmico, assim a utilização de elementos metálicos na construção proporciona mais segurança a estrutura.

No entanto, a utilização desse material metálico encarece de forma significativa a construção quando comparado com um pilar simples de concreto armado, esse tipo de estrutura costuma apresentar um gasto maior, mais de 20% na maioria dos casos, o que não atrai obras sem prazos apertados.

7 CONCLUSÕES

A evolução da construção civil, nos âmbitos econômico, técnico e científico contribuiu para o surgimento de diversos sistemas estruturais e construtivos, entre os quais destaca-se, em especial, os sistemas formados por elementos mistos aço-concreto, cuja combinação de perfis destes materiais visa aproveitar as vantagens de cada material, tanto em termos estruturais como construtivos.

Em função do exposto, pode-se perceber que as estruturas mistas aço-concreto, constituem uma solução competitiva em sistemas estruturais de edifícios e pontes, sendo bastante empregadas em diversos países.

Com isso, é de suma importância o conhecimento sobre essa tipologia construtiva relativamente recente no Brasil, mas que já vem sendo evoluída e empregada mesmo que de forma modesta.

Levando em consideração as vantagens e desvantagens das estruturas mistas, percebe-se um custo elevado ao usar esse sistema construtivo. No entanto, nota-se que é viável a sua utilização em situações onde a construção necessita de rapidez, visto que haverá um retorno financeiro rapidamente.

REFERÊNCIAS

ALVA, G. M. S. **Sobre o projeto de edifícios em estrutura mista aço-concreto.**

297 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14323 -**

Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio. Rio de Janeiro. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14762 -**

Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800 - Projeto de**

estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, 2008.

A utilização das estruturas metálicas e mistas (aço-concreto) no projeto e

construção de passarelas e pontes no Brasil. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=6113>> Acesso em: 30 de outubro de 2018.

AWS D1.1/D1.1M: 2004, Structural Welding Code-Steel, AMERICAN WELDING

SOCIETY, Annex XI. **Guideline on Alternative Methods for Determining Preheat.**

AWS, Miami, Florida, USA. p. 299.

CAMPOS, P. C. **Efeito da continuidade no comportamento e na resistência**

de lajes mistas com forma de aço incorporada. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas, UFMG, Belo Horizonte, 2001, 136p.

CICHINELLI, G. **Construção Rápida: Sistema misto que dispensa parcial ou**

totalmente o escoramento, o steel deck agiliza a execução e reduz custos.

Téchne, 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/179/construcao-rapida-sistema-misto-que-dispensa-parcial-ou-totalmente-287917-1.aspx>>. Acesso em 9 de nov. de 2018.

CODEME ENGENHARIA S.A. (1997). **Steel Deck CE-75: Noções de utilização e Dimensionamento**. Betim.

CORDEIRO., Leila Cristina Santos. **Sobre as lajes mistas de aço e concreto em situação de incêndio**. 2014. 262 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

COSTA, R. S. **Análise de um sistema de lajes mistas considerando a influência do atrito dos apoios e a avaliação do momento de inércia efetivo**. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Estruturas, UFMG, Belo Horizonte, 2009.

DAVID, D.L. Análise teórica e experimental de conectores de cisalhamento e vigas mistas constituídas por perfis de aço formados a frio e laje de vigotas pré-moldadas. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 250p., 2007.

DIAS, G. T.; ABREU, W. S. **Lajes Steel Deck**. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNIEVANGÉLICA, Anápolis, 2018.

Estruturas mistas. Volume 1 / Gilson Queiroz, Roberval José Pimenta e Alexander Galvão Martins. - Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

QUEIROZ, G.; PIMENTA, R. J.; MARTINS, A. G. **Estruturas Mistas**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: INSTITUTO AÇO BRASIL / CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, v. 1, 2012.

SPUTO, T. STRUCTURE MAGAZINE. **Development of Composite Steel Deck**, 2012. Disponível em: <<http://www.structuremag.org/wp-content/uploads/D-CodeUpdates-Sputo-Aug121.pdf>>. Acesso em: 9 de nov. de 2018.

Data do recebimento: 27 de julho de 2018

Data da avaliação: 5 de dezembro de 2018

Data de aceite: 6 de dezembro de 2018

1. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: jeh.santos_10@hotmail.com

2. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: celianems@hotmail.com

3. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: lisboafabricia@gmail.com

4. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: nathan.alcides@souunit.com.br

5. Discente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: Mateusgutoarruda@gmail.com

6. Docente do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes - UNIT.

E-mail: jonas.rafael@souunit.com.br

