

## Case Study: Mixed Slab of Steel and Concrete and its Sizing Criteria<sup>1</sup>

GEDEANDRO GONÇALVES DOS SANTOS<sup>2</sup>

General coordination of industrial project monitoring  
Superintendence of the Manaus Free Trade Zone – SUFRAMA

### Abstract

*The choice of this theme aims to address this new concept of the mixed slab since it is a current theme and of great relevance academic community, the tendency to increasingly industrialize the constructions with "the use of technologies that reduce losses and enable increased productivity." Mixed steel and concrete slab, also called a slab with incorporated steel form, is one in which, in the final phase, the concrete acts structurally in conjunction with the steel form, functioning as part or as all the traction reinforcement of the slab. Its sizing criteria are based on the ABNT 8800:2008 Standard aimed at floors of a commercial building and using a carbo deck CD 75 trapezoidal steel form, thus evaluating their state last limits. The results for the sizing of the mixed steel and concrete slab for a floor of a commercial building, with carbo CD-75 steel mold with a thickness of 0.8 mm, and a total height of 140 mm was satisfactory because it was ensured that none of the last limit states, was reached by the applied to the structure of the mixed steel and concrete slab. In the construction world, construction techniques and processes are constantly evolving. With the need to optimize deadlines, better technical aspects of rapidly and simplified projects of execution, and quality control of materials, the mixed slabs of steel in concrete are thus a reflection of these aspects. In a general context, the reasons for their use are increasing the need to rationalize construction processes, the existence of very limited deadlines for the implementation of structures, the realization of increasingly high buildings with increasingly complex technologies, the possibility of using profiled plates as a support base, requiring no forms for concreting and no need for slab squeaking, up to specific lengths of span. In this context, mixed steel and*

---

<sup>1</sup> Estudo de Caso: Laje Mista de Aço e Concreto e Seus Critérios de Dimensionamentos

<sup>2</sup> Gedeandro Gonçalves dos Santos is a civil engineer from the University of the State of Amazonas - School of Technology of Amazonas, Brazil. He is a specialist in Concrete Structures and Foundations from the University São Paulo City. He is currently a Civil engineer at the Manaus Free Trade Zone Superintendence - SUFRAMA. He works in general coordination of industrial project monitoring.

*concrete slabs are exciting solutions, especially when combined with metal structures.*

**Keywords:** mixed slab, steel, concrete, states last limits, sizing criteria.

### **Resumo**

*A escolha desse tema tem como finalidade abordar esse novo conceito de laje mista, visto que é um tema atual, e de grande relevância comunidade acadêmica, a tendência de se industrializar cada vez mais as construções com “a utilização de tecnologias que reduza as perdas, e possibilitem o aumento de produtividade”. Laje mista de aço e concreto, também chamada de laje com fôrma de aço incorporada, é aquela em que, na fase final, o concreto atua estruturalmente em conjunto com a fôrma de aço, funcionando como parte ou como toda a armadura de tração da laje. Seus critérios de dimensionamento são baseados de acordo com a Norma da ABNT 8800:2008 voltada para pisos de um prédio comercial, e utilizando uma fôrma de aço trapezoidal do tipo Carbo Deck CD 75, e assim avaliando seus estados limites último. Com os resultados para o dimensionamento da laje mista aço e concreto para um piso de um prédio comercial, com fôrma de aço do tipo CARBO CD-75 com uma espessura de 0.8 mm, e altura total de 140 mm foi satisfatório, pois, foi assegurado que nenhum dos estados limites últimos, foi atingindo pela carga aplicada na estrutura da laje mista de aço e concreto. No mundo da construção, as técnicas e processos construtivos estão em constante evolução, com a necessidade de otimizar prazos, melhores de Aspectos técnicos de projetos de rapidez e simplificação de execução e no controle de qualidade dos materiais, as lajes mistas de aço em concreto são assim um reflexo desses aspectos. Num contexto geral, as razões para sua utilização são cada vez maior a necessidade de racionalização dos processos construtivos, a existência de prazos muito reduzidos para a execução das estruturas, a realização de edifícios cada vez mais altos com tecnologias cada vez mais complexas, a possibilidade de utilizar as chapas perfiladas como base de apoio, não necessitando formas para concretagem e não necessidade de escoramento da laje, até determinados comprimentos de vão. É neste contexto, que as lajes mistas aço e concreto são soluções interessantes, especialmente quando combinadas com estruturas metálicas.*

**Palavras-chave:** laje mista, aço e concreto, estados limites últimos, vantagens.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na Europa, a laje mista aço- concreto é amplamente usada em edifícios de múltiplos pavimentos. Isso porque, para edifícios em estruturas metálicas,

esse tipo de laje tem se mostrado bastante econômico e eficiente. Na América Latina, no entanto, ainda há uma predominância dos edifícios reticulados em concreto armado, no quais há a necessidade de se pesquisar a comportamento estrutural e os dispositivos de ligação necessários para se viabilizar tecnicamente a utilização de laje mista [1,7].

A utilização do sistema de lajes mista em edifícios no Brasil é recente e tem aumentado consideravelmente, em relação aos outros países da Europa e Estados Unidos onde é mais comum [1,7]. As estruturas de aço e de concreto vêm sendo intensivamente utilizadas na construção civil em todo o mundo há cerca de 150 a 100 anos, respectivamente. A partir da década de 60, os sistemas mistos aço-concreto ganham corpo, com desenvolvimento de métodos e disposições construtivas que garantem o funcionamento conjunto desses dois materiais, ampliando de forma considerável as opções de projeto e construção [10].

De acordo com Saúde *et al.* [11] o sistema de laje mista, além de ser empregado quando as estruturas são de aço, pode ser usado também em estruturas com colunas e vigas de concreto convencional, o sistema é mais usado, no entanto, quando toda a estrutura é metálica. Os primeiros sistemas de lajes mistas surgiram no final da década de 30, apresentando-se como substituídos ao sistema tradicional de lajes de concreto armado e sendo utilizados inicialmente em edifícios altos [13].

A utilização de estruturas mistas pode gerar um crescimento tanto no uso de aço quanto do concreto, além de fornecer características importantes a edificação. Em relação aos elementos em concreto armado, os elementos mistos apresentam grande precisão dimensional, permite economia de mão de obra e tempo de execução, redução e até eliminação de formas e caibramentos. Por outro lado, em relação às estruturas de aço, as estruturas em elementos mistos resultam em maior resistência ao fogo e a corrosão, maior capacidade resistente rigidez e redução de consumo de aço estrutural [12].

No Brasil, onde culturalmente a tecnologia das estruturas metálicas para edifícios comerciais despertou nos últimos anos de quase um século de atraso, o sistema de lajes metálicas começou a ser usado e já demonstra suas qualidades em relação aos sistemas de lajes tradicionais [13]. A revisão de 2008 da ABNT NBR 8800 [2] passou a contar em seu anexo Q, com recomendações sobre o dimensionamento das lajes mistas com forma de aço incorporada, tomando por base o texto da norma Europeia EUROCODE-4 [8].

Este trabalho trata-se de um estudo sobre a utilização de laje mista de concreto e aço na construção de edificações comerciais e o seu dimensionamento segundo os critérios da NBR 8800 [2]. Desse modo, os objetivos específicos do artigo são (1) dimensionar uma laje mista segundo as Normas, (2) apontar as vantagens e desvantagens de sua utilização.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Lajes mistas**

De acordo com a NBR 8800:2008 [2], laje mista de aço e concreto, também chamada de laje com fôrma de aço incorporada, é aquela em que, na fase final, o concreto atua estruturalmente em conjunto com a fôrma de aço, funcionando como parte ou como toda a armadura de tração da laje (Figura 1). Na fase inicial, ou seja, antes de o concreto atingir 75% da resistência a compressão especificada, a forma de aço suporta isoladamente as ações permanentes e a sobrecargas de construção.



**Figura 1- Ilustração de uma laje mista sendo preparada na construção civil [13].**

A resistência aos momentos fletores positivos atuantes é dada pela própria chapa perfilada de aço, estando o concreto comprimido nas suas nervuras. Nas zonas de momentos negativos é necessário incorporar eventualmente uma armadura de esforço. Com relação às lajes mistas de aço e concreto, a mais utilizada é laje mista com forma de aço incorporada. Essas formas metálicas são obtidas pela conformação a frio de chapas de aço, resultando em um perfil de pequena espessura. O formato das formas pode variar, mas, no Brasil, seu formato é trapezoidal. Existem poucos tipos de formas comercializadas no mercado brasileiro e ainda é pequeno o número de utilização da laje mista com forma de aço incorporada, se comparado com a total de obras no país.

### **2.2 Critérios de dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto segundo a norma Brasileira**

Segundo a Norma ABNT NBR 8800:2008 [2] o dimensionamento de laje mista de aço e concreto deve ser apoiada na direção perpendicular às nervuras, nos casos em que as ações são consideradas predominante estáticas.

O dimensionamento da laje mista de aço e concreto, consistem na verificação do estado limite último e de serviços, tanto da forma metálica na fase inicial (em que o concreto ainda está fresco), quanto da laje mista na fase final (em que o concreto já está endurecido).

### 2.3 Estados Limites Últimos (ELU)

Segundo a norma 8800:2008 [2] a verificação da fôrma de aço na fase inicial deve ser feita na ABNT NBR 14762 [10], deve ser considerado adequadamente o efeito das mossas nas resistências de cálculo. Na verificação da fôrma de aço, deve ser utilizada análises elásticas, quando a fôrma for calculada como contínua, mesmo que ocorra flambagem local em partes comprimidas da seção, os esforços solicitantes podem ser determinados sem consideração de variação de rigidez. Os estados limites que devem ser verificados são os seguintes: colapso por flexão; colapso por cisalhamento longitudinal; colapso por cisalhamento transversal, e colapso por punção.

A resistência de lajes mistas deve ser suficiente para que estas possam suportar as cargas de cálculo aplicadas, assegurando-se que nenhum estado acima seja atingido. A Figura 2 mostra uma ilustração das seções críticas.

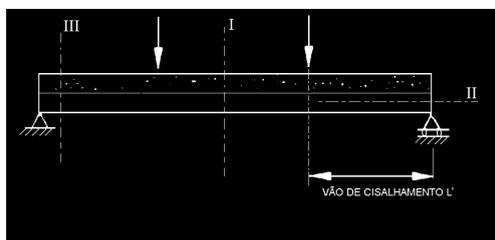


Figura 2- Ilustração das seções críticas.

Seção crítica I, flexão: resistência ao momento fletor. Esse estado limite pressupõe interação completa entre a fôrma e o pode ser crítico se o vão de cisalhamento for suficientemente grande [10].

Seção crítica II, cisalhamento longitudinal: a carga máxima na laje é determinada pela resistência ao cisalhamento longitudinal, não sendo possível atingir-se a resistência última ao momento fletor caracterizada pela ação mista de interação parcial, sendo usualmente o estado limite crítico de lajes mistas [10].

Seção crítica III, cisalhamento vertical: Esse estado limite pode ser crítico somente em casos especiais, por exemplo, em lajes espessas de vão curto, sujeitas cargas elevadas [10].

Punção: segundo o efeito de colapso por punção principalmente em lajes mistas de pequena espessura, que devem ser dimensionadas para resistir às cargas pontuais, que podem estar relacionadas com bases de equipamentos ou veículos e com pilares cuja base é sustentada diretamente pelo piso [10]. Segundo Martins (2010) este estado limite pode ser crítico se o perímetro da área carregada e a espessura da laje forem pequenos e se cargas concentradas for muito elevada.

## 2.4 Estados Limites de Serviços (ELS)

**Flecha Máxima:** segundo a ABNT NBR 8800:2008 [2] estabelece os seguintes parâmetros de limites para a flecha máxima, considerando as etapas antes e após a cura do concreto. Antes da cura do concreto: A flecha da fôrma devido ao seu peso próprio e ao concreto úmido da laje não deve ultrapassar  $L_f(l/180)$  ou 20 mm, o que for menor, onde  $L_f$  é o vão efetivo. Depois da cura do Concreto: A flecha não pode ser maior que  $L_f (L_f/350)$ , considerando-se apenas o efeito das ações variáveis, onde que  $L_f$  é o vão teórico da laje na direção das Nervuras.

**Fissuras no concreto:** segundo a Norma ABNT NBR 8800:2008 [2] para lajes calculadas como simplesmente apoiadas, deve-se colocar armadura para combater os efeitos de retração e temperatura com área não menor que 0,1 % da área de concreto acima da face superior d fôrma. Essas armaduras deverão ser preferencialmente a 20 mm abaixo do topo da laje. A norma ressalta que essa armadura pode não ser suficiente para controlar a fissuração nos apoios intermediários das lajes, devido a tendência de continuidade estrutural, e nos casos de lajes contínuas, deve-se consultar a NBR 6118 [11].

**Deslizamentos relativos de extremidade:** o EUROCODE [8] estabelece como um dos estados limites de utilização o deslizamento relativo de extremidade, no qual a carga aplicada provoca um deslizamento horizontal relativo, entre a fôrma de aço e o concreto, maior ou igual a 0,5mm. O valor desta carga, denominada carga de deslizamento de extremidade inicial, é obtido através dos resultados dos ensaios.

## 3. METODOLOGIA

Para o dimensionamento da laje mista, foi utilizado para critério de cálculo a ABNT NBR 8800:2008 [2] “Projetos de estruturas de aço e de estrutura mista de aço e concreto de edifícios “em “seu anexo Q que trata “de “Lajes mista de aço e concreto”. Os dados para cálculo foram obtidos do manual técnico do fabricante CARBO DECK [13,14], o tipo de fôrma utilizada é do tipo CARBO DECK CD-75 [12], com espessura de 0,80 mm e com altura total de laje de 140 mm conforme Figura 3.

O cálculo da laje foi para um piso de prédio industrial para uso de escritório conforme a Figura 4(a). Foi utilizada a ABNT NBR 6120 [13] para o cálculo das cargas.

Dados fornecidos pelo fabricante:

- Tensão de escoamento do aço é igual a 320 MPa;
- Resistência a compressão  $f_{ck}$  é igual a 20 MPa;
- Modulo de elasticidade do aço  $E_c$  é igual a 200.000 MPa
- Modulo de elasticidade do concreto é igual a 21.287 MPa

- Momento de inércia  $I_c$  é igual a  $20.171.138 \text{ mm}^4$

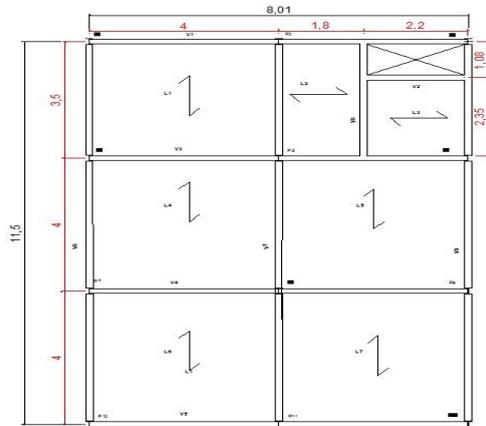


Figura-3 Planta baixa do piso de um prédio utilizada como exemplo neste estudo de caso.

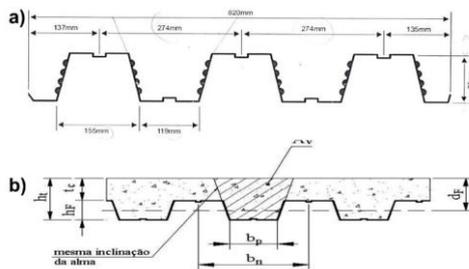


Figura 4 - Dimensões da fôrma Carbo Deck [13,14] (a). Area resistente de concreto ao cisalhamento vertical (b) [10].

Conforme a ABNT NBR 6120 [13] as cargas do carregamento serão a seguinte:

- Peso próprio da laje ( $CP_1$ ):  $2.50 \text{ KN}/(\text{dado pelo fabricante})M^2$
- Revestimento:  $1.00 (CP_2)KN/M^2$
- Sobrecarga de utilização:  $2.00 \text{ KN}/(SC_1)M^2$

#### 4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO CONFORME A NORMA

O carregamento de cálculo será dado após a cura do concreto:

$$Kd = 1,4(cp1 + cp1) + 1,5sc1 \quad (1)$$

onde,

$$Kd = 7,90 \text{ KN.m}^2$$

#### 4.1 Verificações da laje mista quanto aos estados limites últimos (posição da linha neutra plástica (LNP))

Esta verificação é para verificar se a linha neutra plástica se encontra na forma de aço ou cima dela. Se a linha neutra plástica estará acima da fôrma de aço.

$$N_{cf} > N_{pa}$$
$$N_{cf} = \left(\frac{0,85 \cdot f_{ck}}{1,4}\right) b t c \quad (2)$$

$$N_{pa} = A_f \left(\frac{f_y F}{1,1}\right) \quad (3)$$

Com os dados retirados das dimensões da Fôrma obtemos os seguintes valores:

$$N_{cf} = 789,20 \text{ KN.m} \quad \text{e} \quad N_{pa} = 323,5 \text{ KN.m}$$

$N_{cf} > N_{pa}$  como linha neutra plástica está acima da fôrma metálica.

$N_{pa}$  é força de tração na forma de aço;

$N_{cf}$  é força de tração no concreto considerando interação total;

$A_F$  é a área da seção efetiva da forma (correspondente a 1112 mm dado pelo fabricante);

$f_{yF}$  é a resistência ao escoamento do aço da forma;

$f_F$  é o coeficiente de ponderação da resistência ao escoamento da fôrma de aço;

$d_f$  é a distância da face superior da laje de concreto ao centro geométrico da seção;

$b$  é a largura unitária da laje, tomada 1000 mm,

$t_c$  é a altura de concreto na laje;

#### 4.2 Verificação da laje mista quanto aos estados limites últimos

A laje será dimensionada em direção do maior vão crítico em  $L=4,00$  m. Sendo Assim, o momento fletor Máximo de cálculo para o carregamento aplicado considerando largura unitária da laje é dado por:

$$M_d = \frac{K d L^2}{8} \quad (4)$$

onde,

$$M_d = 15,8 \text{ KN.m}$$

Como a LNP está acima da forma de aço o momento fletor resistente ao cálculo  $M_{rd}$  será calculado utilizando-se a seguintes equações, conforme o a seção Q.3.1.1 da NBR 8800:2008 [2],

onde:

$$M_{rd} = N_{cf} \cdot (d_f - 0,5a) \quad (5)$$

$$a = \frac{N_{pa}}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b} \quad (6)$$

$$d_f = h t - e \quad (7)$$

Com o valor obtido da equação (3) e altura total da laje  $h t$  igual 140 mm e,  $e$  é dado pelo fabricante, obtemos:

$a = 26,64 \text{ mm}$      $d_f = 102,51 \text{ mm}$     então o momento  $Mrd$  é igual:  
 $Mrd = 20,81 \text{ KN.m}$

com este resultado em que  $Mrd > Md$ , ou seja, (atende a NBR),  
onde:

$a$  é altura do bloco de compressão do concreto;

$b$  é a largura unitária da laje, tomada 1000 mm;

$e$  é a distância do centro geométrico da área efetiva da fôrma á sua face interior e vale 37,49 dado pelo fabricante;

$f_{cd}$  é a resistência de cálculo do concreto a compressão,

$d_f$  é a distância da face superior de concreto ao centro geométrico da seção efetiva da fôrma.

### 4.3 Verificação ao cisalhamento transversal

Para calcular o esforço cortante usamos a seguinte equação:

$$Vd = \frac{Kd.L}{2} \quad (8)$$

$$Vd = 15,80 \text{ KN.m}$$

Para o cálculo do cisalhamento transversal resistente ao cálculo, será utilizado a seguintes equações conforme a seção Q.3.1.3 da Norma.  $V_{v,Rd}$

$$V_{v,rd} = V_{v,f,rd} + V_{v,c,rd} \leq V_{m\acute{a}x} \quad (9)$$

onde que é a força cortante resistente de cálculo da fôrma de aço e dado pelo Manual Técnico do fabricante e é igual a 40,2 KN.m.  $V_{v,F,Rd}$

$$V_{v,c,rd} = \frac{1000.\tau_{rd}.k_v(1,2 + 40\rho)A_v}{bn} \quad (10)$$

onde que,

$V_{v,c,rd}$  é a força vertical resistente ao concreto;

$k_v=1$ , não há necessidade de colocar armadura de tração no interior da nervura;

$b_n$  é a largura entre duas nervuras consecutivas é igual 274 mm conforme a Figura 4(a);

$A_v$  é a área resistente do concreto (área hachura da Figura 4(b),

$\tau_{rd}$  = resistência básica do concreto.

onde que,

$$\tau_{rd} = \frac{0,25.n.0,21\sqrt{f_{ck}^2}}{\gamma_c} \quad (11)$$

$n = 0,30 + 0,7\left(\frac{\rho_c}{2400}\right) = 1$ , é massa específica do concreto;  $\rho_c = 2400$

onde que,

$\tau_{rd} = 0,276 \text{ MPa}$  e onde isso obtemos a força cortante vertical resistente ao concreto, a força vertical resistente de cálculo da fôrma é dada pelo fabricante.  $A_v = 21350 \text{ mm}^2$   $V_{c,rd}$

$V_{v,c,rd} = 25,80 \text{ KN.m}$ , então o cisalhamento transversal é:

$$V_{v,rd} = 40,20 + 25,80 = 66,0 \text{ KN.m}$$

Para calcular a força de cortante Máxima usaremos a seguinte equação, conforme a seção Q.3.1.3.3 do anexo Q da NBR 8800:2008 [2].

$$V_{máx} = 1000.0,285\sqrt{f_{ck}^2 A_v} \quad (12)$$

então,

$$V_{máx} = 99.31 \text{ KN.m}$$

$$V_{máx} = 99.31 \text{ KN.m} > V_{v, rd} = 66 \text{ KN.m} \quad \text{atende a NBR com isso:}$$

$$V_{v, rd} > V_d \quad (\text{Atende a NBR})$$

#### 4.4 Verificações do Cisalhamento longitudinal

Segundo a norma NBR 8800:2008 [2] o Método adotado para a resistência ao cisalhamento longitudinal, é método Semiempírico “m e k” obtidos por meio de ensaios realizados conforme o Eurocode 4 Parti 1-1 [8] ou o ANSI/ ASCE 3, devidamente adaptadas para assegurar o nível de segurança, Neste trabalho como não foi realizado ensaios, e o fabricante não repassou os coeficiente empíricos o cálculo será análogo, porém o esforço cortante máximo que causa o cisalhamento longitudinal é o mesmo obtido anteriormente e é igual . Adotando a confiabilidade do fabricante que realizou todos os ensaios conforme as normas existentes, a força cortante longitudinal resistente ao cálculo não será vencida.  $V_d = 15,80 \text{ KN.m}$

A resistência de cálculo do cisalhamento longitudinal é obtida a parti da seguinte equação conforme o anexo Q, seção Q.3.2.1 da Norma NBR 8800:2008 [2].

$$V_{l, rd} = \frac{b.d \left[ \left( \frac{m.A_{fe}}{bL_s} \right) + k \right]}{\gamma_{sl}} \quad (13)$$

onde,

$L_s$  é o vão de cisalhamento, expresso em milímetro (mm) e é igual à para carga uniformemente distribuída, onde é vão teórico da laje na direção das nervuras;  $L_f / 4$

$m - k$  são as constantes empíricas obtidas por meios de ensaio;

$\gamma_{sl}$  é o coeficiente de ponderação.

#### 4.5 Estado limite de Utilização

Flecha é calculada pela seguinte equação:

$$\delta_{máx} = \frac{5qL^4}{384EcI} \quad (14)$$

onde,

$q$  é a sobrecarga que é igual a 2,0 KN/m<sup>2</sup>,  $L$  é igual 4000 mm;  $E_c=21. 28736 \text{ MPa}$ ;  $I= 20.17138 \times 10^6 \text{ mm}^4$  dado pelo fabricante.

logo,

$$\delta_{máx} = 15.52 \text{ mm}$$

sendo que a flecha admissível é igual:

$$\delta_{adm} = \frac{L}{250} = 16 \text{ mm portanto,}$$

$$\delta_{adm} > \delta_{mám}$$

#### 4.6 Fissuras no concreto

Para o combate às fissuras de retração do concreto, deve ser utilizada uma armadura em tela soldada tendo uma área mínima de 0,1 % da área de concreto acima do topo do Carbo Deck [12].

Para um perfil de 140 mm Carbo Deck -75, como mostra a Tabela 1 destacado de vermelho, poderá ser utilizada uma armadura em tela soldada de Ø3, 8 X Ø3. 8-150X150 para combater a retração.

**Tabela 1 – dados de perfis da Carbo Deck – 75 [14].**

Altura total da laje (mm)	Consumo de concreto (m³/m²)	Tipo de armadura para retração, em tela soldada		
		Denominação	Composição	Peso(kg/m²)
130	0,0925	Q-75	Ø3,8 X Ø3.8-150X150	1,21
140	0,1025	Q-75	Ø3,8 X Ø3.8-150X150	1,21
150	0,1125	Q-75	Ø3,8 X Ø3.8-150X150	1,21
160	0,1225	Q-92	Ø4,2 X Ø4.2-150X150	1,48
170	0,1325	Q-113	Ø3,8 X Ø3.8-150X150	1,80
180	0,1425	Q-113	Ø3,8 X Ø3.8-150X150	1,80
190	0,1525	Q-138	Ø4,2 X Ø4.2-150X150	2,20
200	0,1625	Q-138	Ø4,2 X Ø4.2-150X150	2,20

## 5. VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS LAJES MISTAS DE AÇO E CONCRETO

### 5.1 Vantagens

Segundo SAÚDE et.al. (2006) as vantagens do uso de laje mistas são a seguinte.

Diminuição dos custos de construção:

- Ausência ou diminuição dos escoramentos;
- Ausência de espaço para armazenamento,
- Economia de tempo.

Facilidade na aplicação:

- Chapas com o comprimento exato;
- O fácil de movimentar e montar;
- Fácil de cortar e retificar,
- Equipamento para fixação é leve.

Diversas funções para a chapa perfilada:

- Plataforma de trabalho seguro;
- Pode trabalhar-se em vários pisos em simultâneo,
- Diminuição do peso do pavimento.

## 5.2 Desvantagens

- Necessário maior nível de especialização do pessoal e devem existir planos de montagens;
- Detalhamento de aspectos construtivos,
- Custo que ainda é alto.

## 6. CONCLUSÕES

A proposta do presente trabalho objetivou pesquisar e dimensionar laje mista de aço e concreto, e verificar seus estados limites de utilização e serviços. Portanto, a análise dos resultados para o dimensionamento da laje mista aço e concreto para um piso de um prédio comercial, com fôrma de aço do tipo CARBO CD-75 com uma espessura de 0.8 mm, e altura total de 140 mm foi satisfatório, pois, foi assegurado que nenhum dos estados limites últimos, foi atingindo pela carga aplicada na estrutura da laje mista de aço e concreto. As lajes mistas aço e concreto mostram ser soluções interessantes, principalmente quando conjugadas com estruturas metálicas.

## REFERÊNCIAS

- [1] A. Andrade, P. Vellasco, J. Silva, T. Takey, “ Standardized composite slab systems for building constructions,” *Journal of Constructional Steel Research*, vol 60, 493-524.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- [11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projetos de estruturas de concreto-Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.
- [12] Brendolan, Gianluca. “Análise do comportamento e da resistência de um sistema de lajes com fôrma de aço incorporada.” MSc diss., Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
- [7] Costa, Ygor Dias. “Alternativa de Sistemas de lajes para edifício em aço: um estudo comparativo.” MSc diss., Universidade de São Carlos – UFSCar, 2009.
- [8] EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, EN 1994-1-1: Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Bruxelas, 2004.
- [13] Oliveira, Lucas Antônio Morais. “Comportamento em serviço de lajes mistas de aço e concreto ao longo do tempo.” MSc diss., Universidade de São Carlos – UFSCar, 2019.
- [10] Queiroz, Gilson, Pimenta, José R., Martins, Alexander G. *Manual de Construção em Aço. Estruturas mistas*. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2010.

[11] Saúde, Jorge D., Prola, Luís C., Pierin, Igor. “Lajes Mistas: Aspectos Construtivos e Respectivas Recomendações do Eurocódigo 4.” Accessed April 04, 2022. <https://www.abcem.org.br/construmetal/2006/arquivos/Lajes%20Mistas.pdf>

[12] Sousa, Paulo Fernandes da Silva. “Lajes mistas com fôrma de aço incorporada em situação de incêndio: análises experimental e numérica.” MSc diss., Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

[13] “Steel deck: por que utilizar na construção de lajes,” Açomais, accessed April 04, 2022, <https://acomais.com.br/steel-deck-por-que-utilizar/>

[14] “MBP SD 75/795” Grupo MBP, accessed April 04, 2022, <http://www.mbp.com.br/mbp-sd-75-795/p/5/construcao-civil/steel-deck/>