

## DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO *ANDROID* PARA DIMENSIONAMENTO DE LAJES MISTAS DE AÇO E CONCRETO

### ANDROID APPLICATION DEVELOPMENT FOR DIMENSIONING STEEL DECKING

**MARIANA MOHANA RODRIGUES DA SILVA**

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE  
marimohana@hotmail.com

**WALLISON CARLOS DE SOUSA BARBOSA**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI  
wallcsb@ufpi.edu.br

**Resumo:** Lajes mistas de aço e concreto são elementos estruturais de superfície plana, cuja fôrma nervurada de aço galvanizado trabalha de maneira solidária com o concreto armado, de modo que os benefícios de ambos os materiais sejam aproveitados integralmente. No Brasil, a aplicação desse tipo de laje na construção civil tem se tornado cada vez mais comum, sobretudo em edificações industriais e comerciais, em virtude das vantagens construtivas que esse elemento estrutural oferece. Nesse cenário, o objetivo deste estudo foi a criação de um novo módulo para o aplicativo *CompositeApp*, desenvolvido por Alves Neto (2021), que será responsável pela automatização do dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto. Os objetivos foram alcançados através da utilização da rotina de cálculo presente na ABNT NBR 8800 (2008) e das tabelas presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Pimenta e Martins (2012). Como resultado deste estudo, obteve-se uma ferramenta gratuita, rápida e segura, capaz de auxiliar usuários no âmbito acadêmico e profissional durante o dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto.

**Palavras-chave:** Lajes mistas. Aplicativo móvel. Análise estrutural.

**Abstract:** Steel decking are flat surface structural elements, whose galvanized steel ribbed metal deck works in solidarity with reinforced concrete, so that the benefits of both materials are fully utilized. In Brazil, the application of this type of slab in civil construction has become increasingly common, especially in industrial and commercial buildings, due to the constructive advantages that this structural element offers. In this scenario, the objective of this study was the creation of a new module for the *CompositeApp* application, developed by Alves Neto (2021), which will be responsible for automating the dimensioning of steel decking. The objectives were achieved through the use of the calculation routine presented by ABNT NBR 8800 (2008) and the tables presented in Fakury, Castro and Caldas (2016) and Queiroz, Pimenta and Martins (2012). As a result of this study, a free, fast and safe tool has been obtained, capable of helping users in the academic and professional sphere during the dimensioning of steel decking.

**Keywords:** Steel decking. Mobile application. Structural analysis.

### Introdução

A construção civil configura um dos principais catalizadores da economia brasileira, sendo responsável pela inserção de grande parte das mãos de obra simples e qualificada no mercado de trabalho. Contudo, a alta competitividade neste setor exige

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089** que as empresas do ramo abdicuem do tradicionalismo em prol da adoção de estratégias mais dinâmicas e tecnológicas (ABCP, 2012).

Dessa forma, a concordância entre produtividade, custo-benefício, velocidade e qualidade de execução tornou-se um dos fatores de maior relevância para o crescimento e lucratividade do ramo. Por esta razão, construtoras de todo o país têm adotado sistemas construtivos inovadores, racionalizados e industrializados, com destaque para as lajes mistas de aço e concreto, também conhecidas como lajes com fôrma de aço incorporada ou, ainda, lajes *steel deck* (CHICINELLI, 2014).

As lajes *steel deck* são elementos estruturais constituídos por materiais com características complementares: a fôrma de aço galvanizado é responsável por resistir aos esforços de tração, enquanto o concreto, depositado sobre ela, tem o papel de resistir aos esforços de compressão, de modo que o produto resultante possua propriedades superiores às presentes nos elementos isolados (aço e concreto) (GUIMARÃES, 2016).

Dentre os benefícios construtivos desse elemento estrutural, destacam-se a praticidade, facilidade e rapidez na instalação, o baixo peso próprio da estrutura e a possibilidade de dispensar a etapa de escoramento. Entretanto, a utilização das lajes *steel deck* no Brasil pode ser afetada pela necessidade de mão de obra especializada, enquanto sistemas construtivos tradicionais exigem apenas mão de obra não qualificada, além da limitada disponibilidade de fornecedores de fôrmas de aço galvanizado, o que eleva o custo inicial da obra (SIEG, 2015).

Nesse cenário, a relevância deste trabalho encontra respaldo na necessidade de criação de um novo módulo para o aplicativo *CompositeApp*, desenvolvido por Alves Neto em 2021, cuja finalidade inicial foi a automatização do dimensionamento de pilares mistos. Esta nova seção da aplicação possibilitará a automatização do dimensionamento e verificação de lajes mistas de aço e concreto de acordo com as prescrições da ABNT NBR 8800 (2008) e permitirá a seleção rápida das fôrmas de aço com melhor custo-benefício a partir das tabelas de dimensionamento presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Pimenta e Martins (2012), configurando assim, uma ferramenta pioneira e inovadora para a engenharia civil.

## Justificativa

Após a difusão das lajes mistas de aço e concreto no Brasil e no mundo, os projetos para esses elementos estruturais evoluíram de empíricos para projetos bem elaborados, reconhecidos pelos códigos de construção. Todavia, a realização manual da rotina de cálculo necessária para a verificação e dimensionamento dessas estruturas pode ser trabalhosa e exaustiva, além de apresentar elevada probabilidade de erro (SPUTO, 2012).

No cenário atual, o mercado de *softwares* oferece poucas ferramentas computacionais capazes de automatizar esse processo, dentre as quais, é possível destacar o *software Cypecad*, que apresenta um módulo para dimensionamento de lajes mistas. Quanto às ferramentas para *smartphone*, existem aplicativos gratuitos capazes de realizar o dimensionamento de estruturas metálicas, como é o caso do aplicativo *SteelApp* NBR8800, desenvolvido por Filgueiras e Rêgo em 2019. Entretanto, não existe nenhum aplicativo móvel gratuito para dimensionamento de lajes mistas disponível para *download*, o que corrobora a escassez e necessidade de programas voltados para essa finalidade.

Portanto, a inserção de um módulo de lajes mistas de aço e concreto no aplicativo *CompositeApp* permitirá, de forma pioneira, que estudantes e profissionais executem a rotina de cálculo necessária para o dimensionamento desses elementos estruturais de forma gratuita, rápida, prática e segura. A nova versão do aplicativo estará disponível nas versões *web* e *mobile*, sendo esta última apenas para usuários da plataforma *android*.

## Metodologia

### Linguagem de programação

O módulo de lajes mistas de aço e concreto foi desenvolvido e inserido no aplicativo *CompositeApp* através do *framework Angular* 11, um dos mais populares pacotes de códigos genéricos utilizados para o desenvolvimento de aplicações. Seu funcionamento se dá através das linguagens de programação *HypertextMarkup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS), e *TypeScript*.

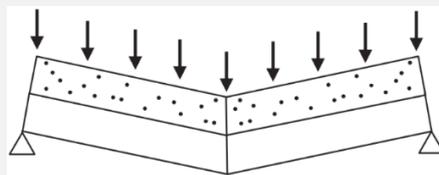
Através desse *framework*, as partes que compõem o aplicativo trabalham em conjunto, da seguinte forma: o *TypeScript* é responsável por processar os dados inseridos, o HTML permite a exibição de textos, *links*, imagens, dentre outras informações existentes na aplicação e o CCS é responsável pelo aspecto visual da aplicação (cores, fontes, tamanhos das letras, espaçamento entre parágrafos, dentre outros) (MACHADO, 2021).

### Procedimento de cálculo

O algoritmo de cálculo incorporado no aplicativo segue as diretrizes estabelecidas na ABNT NBR 8800 (2008). De acordo com esta norma, o dimensionamento das lajes mistas de aço e concreto deve ser realizado em duas etapas: a etapa inicial, em que a fôrma de aço é responsável por suportar isoladamente todas as cargas atuantes, e a etapa final, em que o concreto, após atingir 75% da resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ), passa a trabalhar de maneira solidária com o aço, consolidando o comportamento misto.

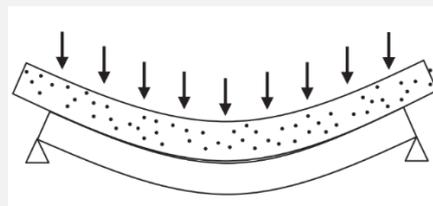
Na fase final, são considerados os seguintes Estados-limites últimos (ELU): charneira plástica (linhas de ruptura ocasionadas pela ação do momento fletor), colapso por cisalhamento longitudinal e colapso por cisalhamento vertical (FAKURY, CASTRO E CALDAS, 2016). Nas figuras 1, 2 e 3, é possível visualizar os três Estados-limites últimos, respectivamente.

Figura 1 – Charneira plástica.



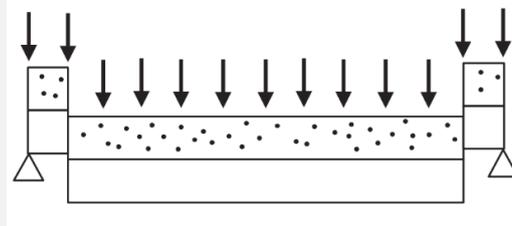
Fonte: Fakury, Castro e Caldas, 2016.

Figura 2 – Cisalhamento longitudinal.



Fonte: Fakury, Castro e Caldas, 2016.

Figura 3 – Cisalhamento vertical.



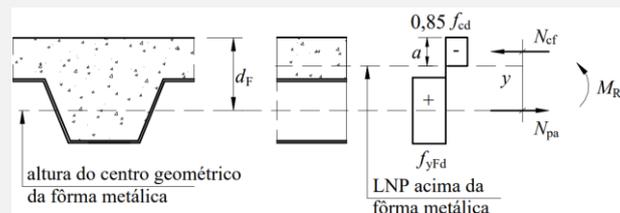
Fonte: Fakury, Castro e Caldas, 2016.

De acordo com a ABNT NBR 8800 (2008), o processo de verificação quanto aos Estados-limites últimos deve ser realizado da seguinte forma:

a) Momento fletor (charneira plástica)

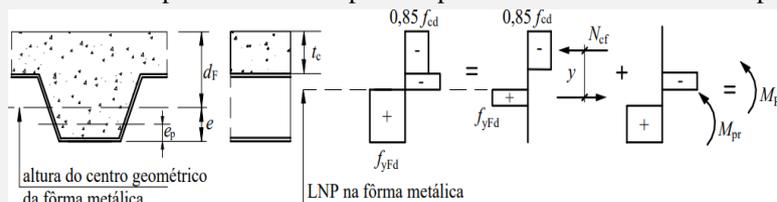
Em lajes mistas de aço e concreto, o cálculo do momento fletor varia de acordo com a posição da linha neutra plástica (LNP), que pode estar posicionada acima ou abaixo da face superior da fôrma de aço. Nas figuras 4 e 5, é possível observar o diagrama de tensões para os dois casos, respectivamente.

Figura 4 – Diagrama de tensões para linha neutra plástica posicionada acima da face superior da fôrma de aço.



Fonte: ABNT NBR 8800, 2008.

Figura 5 – Diagrama de tensões para linha neutra plástica posicionada abaixo da face superior da fôrma de aço.



Fonte: ABNT NBR 8800, 2008.

Desde que não haja a necessidade de armaduras adicionais, deve-se determinar o momento fletor positivo resistente de cálculo para os casos em que a linha neutra esteja acima da face superior da fôrma de aço através das equações 1, 2 e 3.

$$M_{Rd} = N_{pa} * (d_F - 0,5 * a)$$

$$(1) N_{pa} = A_{F,ef} * f_{yFd}$$

$$(2)$$

$$a = \frac{N_{pa}}{0,85 * f_{cd} * b}$$

$$(3)$$

onde  $A_{F,ef}$  = área da seção efetiva da fôrma ( $mm^2$ );  $d_F$  = distância da face superior da laje ao centro geométrico da seção efetiva da fôrma (mm); e  $b$  = largura da laje (mm).

Para os casos em que a linha neutra esteja abaixo da face superior da fôrma de aço, por sua vez, o dimensionamento deve ser realizado através das equações 4, 5 e 6:

$$M_{Rd} = N_{cf} * y + M_{pr}$$

$$(4)$$

$$N_{cf} = 0,85 * b * t_c * f_{cd}$$

$$(5)$$

$$y = h_t - 0,5 * t_c - e_p + (e_p - e) * \frac{N_{cf}}{N_{pa}}$$

$$(6)$$

onde  $t_c$  = altura da camada de concreto (mm);  $e_p$  = distância entre a LNP da seção efetiva da fôrma e sua face inferior (mm);  $e$  = distância entre o centro geométrico da seção efetiva da fôrma e sua face inferior (mm); e  $M_{pr}$  = momento de plastificação da fôrma, reduzido pela presença da força axial ( $kN*mm$ ).

O momento de plastificação da fôrma ( $M_{pr}$ ) deve ser obtido a partir da equação 7:

$$M_{pr} = 1,25 * M_{pa} * \left(1 - \frac{N_{cf}}{N_{pa}}\right) \leq M_{pa}$$

$$(7)$$

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089**  
onde  $M_{pa}$  = momento de plastificação da fôrma, considerando sua seção efetiva, dividido pelo coeficiente de ponderação da resistência ( $\gamma_{a1}$ ).

Além disso, é necessária a verificação da flambagem local da fôrma. Para casos em que a relação entre a largura da parte comprimida e a largura plena do elemento ( $\alpha$ ) é maior ou igual a 0,5, a verificação deve ser realizada através da equação 8:

$$b_F \leq \frac{26,49 * \sqrt{\frac{E}{f_{yF}}}}{(13\alpha - 1)} * t_F \quad (8)$$

onde  $b_F$  = largura plana de todos os elementos da fôrma (mm); e  $t_F$  = espessura da fôrma de aço (mm).

Já para casos em que  $\alpha$  é menor que 0,5, o cálculo deve ser realizado através da equação 9:

$$b_F \leq \frac{2,40 * \sqrt{\frac{E}{f_{yF}}}}{\alpha} * t_F \quad (9)$$

#### b) Cisalhamento longitudinal

O esforço cortante longitudinal deve ser calculado pelo método semiempírico m-k, a partir do qual serão determinados experimentalmente coeficientes m e k distintos para cada fôrma de aço. O cálculo da força cortante longitudinal deve ser realizado através da equação 10:

$$V_{l,Rd} = \frac{b * d_F * \left( \frac{m * A_{F,ef}}{b * L_S} + k \right)}{\gamma_{s1}} \quad (10)$$

onde  $b$  = largura da laje (mm);  $d_F$  = distância da face superior da laje ao centro geométrico da fôrma (mm);  $A_{F,ef}$  = área da seção efetiva da fôrma (mm<sup>2</sup>);  $L_S$  = vão de cisalhamento (mm); e  $\gamma_{s1}$  é o coeficiente de ponderação da resistência.

Quanto ao vão de cisalhamento ( $L_s$ ), a ABNT NBR 8800 (2008, p. 215) determina que este parâmetro deve ser igual a:

- a)  $L_F/4$  para cargas uniformemente distribuídas, onde  $L_F$  é o vão teórico da laje na direção das nervuras;
- b) A distância entre uma carga aplicada e o apoio mais próximo para duas cargas concentradas simétricas;
- c) A relação entre o máximo momento e a maior reação de apoio, para outras condições de carregamento, incluindo combinação de carga distribuída ou cargas concentradas assimétricas (pode-se também efetuar uma avaliação com base em resultados de ensaios).

### c) Cisalhamento vertical

O esforço cortante vertical resultante deve ser calculado através da equação 11:

$$V_{v,Rd} = V_{v,F,Rd} + V_{v,c,Rd} \leq V_{m\acute{a}x} \quad (11)$$

onde  $V_{v,F,Rd}$  = esforço cortante vertical resistente da fôrma (kN/m), determinado de acordo com a ABNT NBR 14762 (2001);  $V_{v,c,Rd}$  = esforço cortante vertical resistente do concreto (kN/m); e  $V_{m\acute{a}x}$  = limite da força cortante resistente (kN/m).

O esforço cortante vertical do concreto, por sua vez, deve ser determinado através das equações 12, 13, 14 e 15:

$$V_{v,c,Rd} = \frac{1000 * \tau_{Rd} * k_v * (1,2 + 40 * \rho) * A_v}{b_n} \quad (12)$$

(12)

$$\rho = \frac{A_s}{A_v} \leq 0,02 \quad (13)$$

(13)

$$\tau_{Rd} = 0,25 * f_{ctd} \quad (14)$$

(14)

$$f_{ctd} = \frac{\eta * f_{ctk,inf}}{\gamma_c} \quad (15)$$

(15)

$$f_{ctk,inf} = 0,21 * (f_{ck})^{2/3} \quad (16)$$

(16)

onde  $A_v$  = área resistente de concreto ( $\text{mm}^2$ );  $A_s$  = área de armadura longitudinal de tração ( $\text{mm}^2$ ); e  $b_n$  = distância entre duas nervuras consecutivas (mm).

Para determinação de  $k_v$ , têm-se:

a) Deve ser igual a  $\left(1,6 - \frac{d}{1000}\right) \geq 1,0$  para casos em que existe armadura longitudinal de tração, onde  $d$  é a distância da face superior da laje ao centro de armadura longitudinal de tração;

b) Deve ser considerado 1,0 para casos em que não existe armadura longitudinal de tração.

Por fim, a determinação do esforço cortante máximo deve ser realizada através da equação 17:

$$V_{\text{máx}} = \frac{1000 * 0,285 * (f_{ck})^{\frac{1}{2}} * A_v}{b_n}$$

(17)

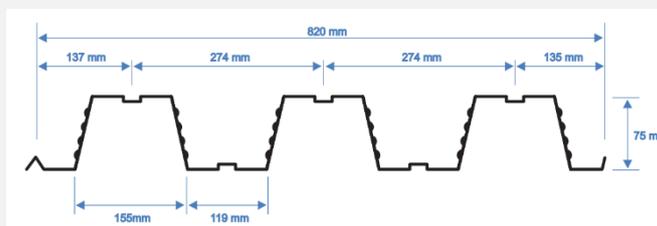
## Tabelas de dimensionamento

Na prática, costuma-se utilizar as tabelas de dimensionamento presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Martins e Pimenta (2012), que se baseiam no catálogo disponibilizado pela *Metform S.A.*, uma das principais fornecedoras de fôrma de aço galvanizado no Brasil. O dimensionamento por meio das tabelas é um processo em que o projetista pode selecionar as fôrmas de aço com melhor custo-benefício, conhecendo apenas a carga aplicada à laje e o seu vão (*METFORM S.A.*, 2019).

A telha-fôrma comercializada pela *Metform S.A.* é produzida com aço especial zincado de alta resistência ASTM A653 – Grau 40 (ZAR 280), disponibilizada com espessuras de 0,8 mm, 0,95 mm e 1,25 mm em dois modelos: MF-50, com altura de 50 mm, recomendada para edificações urbanas, e MF-75, com altura de 75 mm, recomendada para empreendimentos industriais e edificações com carga elevada. Nas

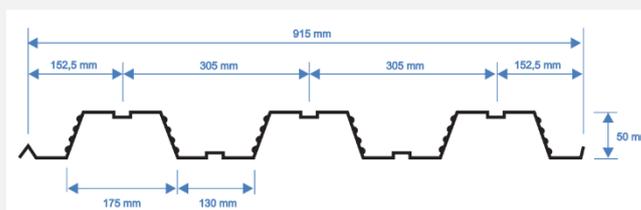
Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089  
figuras 6 e 7, é possível visualizar as características geométricas dos dois tipos de  
fôrma, respectivamente.

Figura 6 – Telha-fôrma MF-50.



Fonte: Metform S.A., 2019.

Figura 7 – Telha-fôrma MF-75.



Fonte: Metform S.A., 2019.

## Resultados e discussões

### Módulo de lajes mistas

Após a realização das etapas que compuseram este estudo, obteve-se um novo módulo para o aplicativo *CompositeApp*, capaz de realizar o dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto de acordo com as prescrições da ABNT NBR 8800 (2008). Além disso, esta ferramenta também possibilita a seleção da opção de laje mais econômica através de uma pesquisa rápida nas tabelas presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Pimenta e Martins (2012). A nova versão deste aplicativo estará disponível para *download* gratuito na loja de aplicativos *Google Play Store*, assim como para utilização na versão *web*.

### Página inicial

Ao abrir o aplicativo *CompositeApp*, o usuário visualizará a sua página inicial, conforme apresentado na figura 8. Esta página é constituída por duas seções: a seção

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089**  
 “Pilares Mistos”, composta por cinco botões de ação responsáveis pelo dimensionamento de pilares mistos, e a seção “Lajes Mistas”, composta por três botões de ação responsáveis pelo dimensionamento de lajes mistas. Além disso, esta página dispõe de um botão na cor branca com o símbolo “i”, que levará o usuário à aba de informações do aplicativo.

Os botões de ação que compõem a seção “Lajes Mistas” são: o botão “Equações ABNT NBR 8800 (2008)”, que levará o usuário para a página de dimensionamento de lajes mistas a partir das prescrições da ABNT NBR 8800 (2008), o botão “Tabelas de Dimensionamento”, que mostrará a aba de seleção das fôrmas a partir das tabelas presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Pimenta e Martins (2012), e o botão “Fluxograma de Cálculo”, onde está apresentada a rotina de cálculo utilizada nesta seção do aplicativo.

Figura 8 – Página inicial do aplicativo.

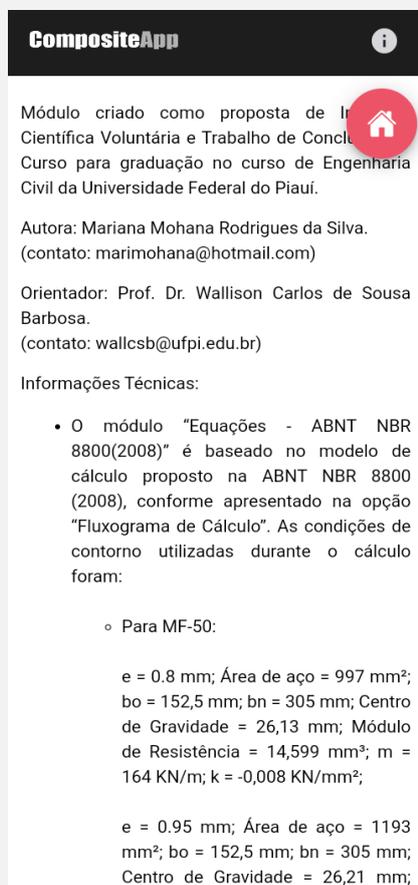


Fonte: Autora, 2022

## Aba de informações

A aba de informações do aplicativo (figura 9) mostra as principais informações dos autores, os dados utilizados nos procedimentos de cálculo, além de apresentar uma breve explicação sobre cada uma das metodologias utilizadas. Além disso, todas as páginas contam com o botão na cor rosa com o símbolo de uma casa, que direcionará o usuário de volta à página inicial do aplicativo.

Figura 9 – Aba de informações do aplicativo.

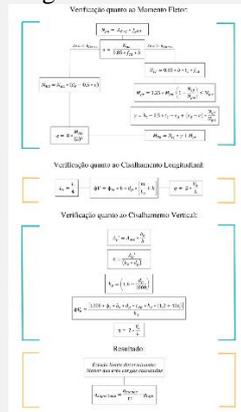


Fonte: Autora, 2022.

## Fluxograma de cálculo

Na página denominada “Fluxograma de cálculo”, presente na seção de lajes mistas, o usuário poderá visualizar a rotina de cálculo utilizada na página “Equações ABNT NBR 8800 (2008)”, conforme apresentado na figura 10. O fluxograma baseia-se nas equações presentes no anexo Q, seções Q.3.1.1, Q.3.1.2 e Q.3.1.3, da ABNT NBR 8800 (2008), referentes à verificação da laje mista de aço e concreto quanto aos Estados-limites últimos na fase final (charneira plástica, cisalhamento longitudinal e cisalhamento vertical). Após a verificação, o fluxograma apresenta o procedimento de determinação do estado limite determinante e da carga máxima sobreposta à laje mista.

Figura 10 – Fluxograma do módulo de lajes mistas



Fonte: Autora, 2022.

### Equações ABNT NBR 8800 (2008)

A página de dimensionamento através das prescrições da ABNT NBR 8800 (2008) permitirá que o usuário calcule a carga máxima que a laje mista é capaz de suportar através da inserção dos seguintes dados: tipo e espessura da fôrma, altura total da laje,  $f_{ck}$  e vão da laje. Além disso, o aplicativo realizará a verificação quanto aos Estados-limites últimos e apontará o ELU predominante.

Após inserir os dados, o usuário deverá clicar no botão “Calcular” para obter os resultados. Para visualizar a carga máxima sobreposta à laje e o estado limite determinante, o usuário deverá expandir a seção “Resultados de Cálculo” e para visualizar a verificação quantos aos ELU, o usuário deverá expandir a seção “Detalhamento de Cálculo”.

Na figura 11, é possível visualizar a aba “Equações ABNT NBR 8800 (2008)”.

Figura 11 – Aba “Equações ABNT NBR 8800 (2008)”.



Fonte: Autora, 2022.

## Tabelas de dimensionamento

Nesta página, o usuário deverá inserir apenas dois dados de entrada para o dimensionamento da laje mista, são eles: a carga sobreposta máxima à laje e o seu vão livre. Após clicar no botão “Calcular”, o usuário deverá expandir a seção “Fôrmas Seleccionadas” para visualizar as fôrmas de aço mais econômicas, assim como a armadura em tela soldada necessária. O aplicativo apresentará duas opções de fôrma, uma do tipo MF-50 e uma do tipo MF-75, e caso o usuário deseje obter todas as especificações a respeito dessas fôrmas, deverá expandir as seções “Especificações Fôrma 01” e “Especificações Fôrma 02”. Na figura 12, é possível visualizar a aba “Tabelas de Dimensionamento”.

Figura 12 – Aba “Tabelas de dimensionamento”.



Fonte: Autora, 2022.

## Validação dos resultados

A validação da eficácia da aplicação foi realizada através da comparação entre os resultados obtidos por esta ferramenta e os resultados gerados por planilhas automatizadas desenvolvidas no *software Microsoft Excel*, que utilizam os mesmos procedimentos de cálculo do aplicativo.

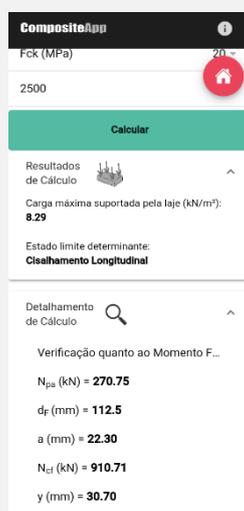
Para verificação da efetividade da seção “Equações ABNT NBR 8800 (2008)” do aplicativo, foram inseridos os dados do exemplo proposto no livro “Elementos das estruturas mistas aço-concreto”, de Queiroz, Pimenta e da Mata (2001). O exemplo 01

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089 do livro, presente no capítulo 5 de lajes mistas (p. 179), propõe a determinação da capacidade de carga de uma laje mista de aço e concreto que possui as seguintes especificações:

- Tipo de fôrma: *steel deck* MF-75;
- Espessura: 0,8 mm;
- Aço ZAR-280 ( $f_y = 280$  MPa);
- Altura total da laje: 150 mm;
- Vão isostático: 2,5 m;
- $f_{ck}$ : 20 MPa.

Após a inserção desses dados no aplicativo, observou-se que os resultados apresentados, figuras 13 (a) e 13 (b), foram equivalentes aos obtidos a partir das planilhas automatizadas desenvolvidas no *software Microsoft Excel*.

Figura 13 – Resultados para verificação da aba “Equações ABNT NBR (8800)”.



(a) Resultados de cálculo



(b) Detalhamento de cálculo

Fonte: Autora, 2022.

Para validação da eficácia da seção “Tabelas de Dimensionamento”, os resultados apresentados pelo aplicativo também foram comparados aos obtidos a partir das planilhas automatizadas desenvolvidas no *software Microsoft Excel*, que utilizam as mesmas tabelas presentes no aplicativo. O exemplo inserido propõe a seleção das fôrmas com melhor custo benefício para os seguintes dados de entrada:

- Carga sobreposta à laje: 5 kN/m<sup>2</sup>;
- Vão: 2,3 m;
- Aço ZAR-280 ( $f_y = 280$  MPa);
- $f_{ck}$ : 20 Mpa.

Após a inserção dos dados, o aplicativo selecionou as duas fôrmas com melhor custo-benefício, uma do tipo MF-50 e outra do tipo MF-75, além de todas as suas especificações, conforme apresentado nas figuras 14 (a) e 14 (b). Observa-se que os resultados apresentados também são equivalentes aos obtidos a partir das planilhas automatizadas desenvolvidas no *software Microsoft Excel*.

Figura 14 – Resultados para verificação da aba “Tabelas de Dimensionamento”.



(a) Especificação da fôrma 01



(b) Especificações da fôrma 02

Fonte: Autora, 2022.

## Conclusões

O estudo resultou em um novo módulo para o aplicativo *CompositeApp*, capaz de realizar o dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto de acordo com as prescrições da ABNT NBR 8800 (2008) e a seleção de fôrmas de aço com melhor

**Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089**  
custo-benefício a partir das tabelas presentes em Fakury, Castro e Caldas (2016) e Queiroz, Martins e Pimenta (2012), as quais se baseiam no catálogo da *Metform S.A.*

Esta nova ferramenta, registrada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) sob o número BR512023002118-0, representa um grande avanço para a engenharia civil, visto que poderá auxiliar projetistas de todo o país no âmbito acadêmico e profissional, tornando o processo de dimensionamento mais rápido, prático e seguro. Desde o seu desenvolvimento, o novo módulo tem sido amplamente utilizado nos cursos de graduação em engenharia civil e de especialização em estruturas da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

## Referências

ALVES NETO, J. R. **Desenvolvimento de aplicativo *android* para dimensionamento de pilares mistos de aço e concreto.** 2021. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14762 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8800 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.** Rio de Janeiro, 2008.

CHICINELLI, G. Lajes em *Steel Deck*. **Revista Técnica**, 2014. Disponível em <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticia/lajes-em-steel-deck>>. Acesso em: 02/12/2021.

FAKURY, R. H.; CASTRO E SILVA, A. L. R.; CALDAS, R. B. **Dimensionamento básico de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

FILGUEIRAS, R. D.; RÊGO, E. M. F. **Aplicativo Android para Verificação e Dimensionamento de Elementos de Aço sob Força Axial.** 2019. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2019.

GUIMARÃES, S. R. M. **Aplicação de lajes *Steel Deck* em edifícios de múltiplos andares.** 2016. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

MACHADO, K. K. **Angular 11 e Firebase.** São Paulo: Casa do Código, 2021.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 1, p. 89-106, jun. 2024. ISSN 1981-4089  
METFORM S/A. **Telha-Fôma (Steel Deck) Metform - Manual Técnico:**  
Especificações para Projeto, Manuseio e Montagem. Betim: Metform S.A., 2019.

QUEIROZ, G.; PIMENTA, R. J.; MARTINS, A. G. **Estruturas Mistas**. 2<sup>a</sup>. Ed, v. 1.  
Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012.

SIEG, A. P. A. **Estudo de um sistema de laje com forma de aço incorporada**. 2015.  
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São  
Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

Sistemas construtivos racionalizados permitem obras mais rápidas e eficientes. **ABCP  
-Associação Brasileira de Cimento Portland**, 2012. Disponível em:  
<<https://abcp.org.br/sistemas-construtivos-racionalizados-permitem-obras-mais-rapidas-e-eficientes/>>. Acesso em: 17/03/2022.

SPUTO, T. Development of composite steel deck. **Structure magazine**, 2012.