

CENTRO UNIVERSITÁRIO
UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA

KARINE KARDIELLY BARBOSA MARTINS

**PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE LAJE
STEEL DECK EM COMPARATIVO COM SISTEMA DE SEGURANÇA EM
ESTRUTURA CONVENCIONAL**

São Luís – MA
2024

KARINE KARDIELLY BARBOSA MARTINS

**PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE LAJE
STEEL DECK EM COMPARATIVO COM SISTEMA DE SEGURANÇA EM
ESTRUTURA CONVENCIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Thiago Coelho Ferreira.

São Luís – MA
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Martins, Karine Kardielly Barbosa

Procedimentos de segurança no sistema construtivo de laje *steel deck* em comparativo com sistema de segurança em estrutura convencional. / Karine Kardielly Barbosa Martins. ____ São Luís, 2024.

55 f.

Orientador: Prof. Me. Thiago Coelho Ferreira.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2023.

1. Laje. 2. *Steel deck*. 3. Laje convencional de concreto.
4. Segurança do trabalho. I. Título.

CDU 69:624.073

KARINE KARDIELLY BARBOSA MARTINS

**PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE LAJE
STEEL DECK EM COMPARATIVO COM SISTEMA DE SEGURANÇA EM
ESTRUTURA CONVENCIONAL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em engenharia civil.

Aprovada em: 17/06/2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Thiago Coelho Ferreira

Mestre em processos construtivos e saneamento urbano
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Me. Raissa Muniz Pinto

Mestre em design
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof. Me. Widimilla Karine Ferreira Martins

Especialista em estruturas e fundações
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Dedico à minha mãe,
aos meus filhos e à minha
família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

À minha mãe, Carla Verônica, por todo cuidado, incentivo e ajuda com meus bebês, que sempre esteve ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Aos meus filhos, Ramon e Maria Alice, pela compreensão e paciência demonstradas durante o período do projeto, essa conquista é para vocês.

Ao meu esposo, por toda ajuda durante o período de graduação.

Ao meu amigo Engenheiro David Macedo, por todo auxílio durante a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de engenharia civil da Universidade UNDB, pela excelência da qualidade técnica de cada um.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

*“Confia ao SENHOR as tuas obras,
e teus pensamentos serão estabelecidos.”*

Provérbios 16:3

RESUMO

Métodos construtivos utilizando estruturas metálicas possuem uma padronização e qualidade superior a métodos convencionais utilizando apenas concreto. Essa padronização e qualidade, geralmente acompanhada de uma mão de obra especificada, aumenta a velocidade, confiabilidade e segurança da obra em um contexto geral. O *steel deck* é uma laje composta por uma telha de aço galvanizado combinado com concreto. São utilizadas telhas trapezoidais que servem de forma para o concreto até sua cura e após secagem ela passa a trabalhar como armadura positiva para as cargas de serviço. O estudo desse trabalho é apresentar as vantagens que o sistema *steel deck* trás para segurança no trabalho em comparação a outros sistemas utilizando laje convencional de concreto. Este sistema se destaca por ser uma construção rápida e de fácil instalação, possui alta qualidade de acabamento da laje, reduz gastos com o desperdício de materiais e funciona ainda como plataforma de serviço e proteção aos operários que trabalham em andares inferiores. Conforme esperados, as lajes *steel deck* aparece em um momento em que um custo mais baixo na execução de um empreendimento, o torna bastante atrativo. Aliado à sua praticidade e rapidez construtiva, traz retornos financeiros ao empreendimento, em um menor tempo. Na construção de uma laje convencional, como se sabe, perde-se muito tempo com a confecção de fôrmas para concretagem, e também na desforma, além de deixar o pavimento inferior a concretagem, inutilizável por causa de escoras utilizadas. O *steel deck* acaba com todos esses “contratempos”. Outro ponto que se pode destacar é a construção limpa e sustentável que o *steel deck* proporciona, pois evita o desperdício de material em uma obra de médio a grande porte. Dessa forma, a tendência é que com o passar dos anos, o aprimoramento das tecnologias o torne ainda mais vantajoso em relação aos outros sistemas já existentes.

Palavras-chave: lajes. *steel deck*. Laje convencional de concreto. Segurança do trabalho.

ABSTRACT

Construction methods using metallic structures have a higher standardization and quality than conventional methods using only concrete. This standardization and quality, generally accompanied by a specified workforce, increases the speed, reliability and safety of the work in a general context. The steel deck is a slab made up of galvanized steel tiles combined with concrete. Trapezoidal tiles are used to form the concrete until it cures and after drying it starts to work as positive reinforcement for the service loads. The study of this work is to present the advantages that the steel deck system brings to workplace safety compared to other systems using conventional concrete slabs. This system stands out for being a quick and easy-to-install construction, has a high quality slab finish, reduces expenses with wasted materials and also functions as a service and protection platform for workers working on lower floors. As expected, steel deck slabs appear at a time when a lower cost in executing a project makes it very attractive. Combined with its practicality and construction speed, it brings financial returns to the project in a shorter time. In the construction of a conventional slab, as we know, a lot of time is wasted creating forms for concreting, and also removing the mold, in addition to leaving the floor below the concrete, unusable due to the struts used. The steel deck puts an end to all these “setbacks”. Another point that can be highlighted is the clean and sustainable construction that the steel deck provides, as it avoids wasting material on a medium to large project. Therefore, the tendency is that over the years, the improvement of technologies will make it even more advantageous in relation to other existing systems.

Keywords: slabs. steel deck. Conventional concrete slab. Workplace safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhe de uma laje mista com fôrma de aço incorporada	20
Figura 2 – Lajes mistas de aço e concreto	21
Figura 3 – Laje <i>stell deck</i>	22
Figura 4 – Chapa de aço perfilada – modelo MF50.....	22
Figura 5 – Chapa de aço perfilada – modelo MF75.....	22
Figura 6 – Conectores <i>stud bolt</i>	25
Figura 7 – Instalação <i>stud bolt</i>	26
Figura 8 – Fases da concretagem	27
Figura 9 – Telha forma de aço colaboante	31
Figura 10 – Detalhes das mossas presentes nas chapas metálicas	31
Figura 11 – Posicionamento da armadura complementar	32
Figura 12 – Detalhamento das armaduras em uma laje mista	33
Figura 13 – Escoramento de laje convencional em concreto armado	42
Figura 14 – Pavimento inferior a uma laje <i>steel deck</i>	42
Figura 15 – Luva resistente a cortes.....	44
Figura 16 – EPIs usados em uma obra	44
Figura 17 – Equipamentos de proteção coletiva.....	45
Figura 18 - Operações de segurança no canteiro	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre laje <i>steel deck</i> e laje convencional em concreto armado	39
Quadro 2 – Comparativo geral entre os sistemas de lajes	40
Quadro 3 – Etapas de uma laje tipo de cada sistema.....	41
Quadro 4 – Comparação entre os padrões de segurança das lajes tipo <i>steel deck</i> e lajes convencionais	43
Quadro 5 – Resultados obtidos na avaliação de segurança entre a construção de lajes <i>steel deck</i> e lajes de estrutura convencional de concreto armado	48
Quadro 6 – Resultados obtidos na avaliação de risco entre a construção de lajes <i>steel deck</i> e lajes de estrutura convencional de concreto armado	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	<i>American Society For Testing and Materials</i>
BUCBP	Biblioteca Universitária Consuelo Bello Pereira
EPCs	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
MPT	Ministério Público do Trabalho
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
SDI	<i>Steel Deck Institute</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UNDB	Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4 METODOLOGIA.....	17
1.5 ESTRUTURA.....	17
2 <i>STEEL DECK</i>	18
2.1 HISTÓRICO	18
2.2 DEFINIÇÃO	20
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS	23
2.4 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	24
2.5 NORMAS TÉCNICAS.....	27
2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	27
3. MATERIAIS EMPREGADOS	30
3.1 FORMA DE AÇO COLABORANTE.....	30
3.2 MALHA ANTIFISSURAÇÃO OU TELA SOLDADA	32
3.3 CONCRETO	33
3.4 EPI'S E EPC'S.....	33
4 SEGURANÇA DO TRABALHO	35
4.1 CONCEITOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO	35
4.2 LIMITAÇÕES CONSTRUTIVAS PARA SEGURANÇA DO TRABALHO	36
4.3 SEGURANÇA EM LAJE <i>STEEL DECK</i>	37
4.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS.....	38
5 MÉTODOS E RESULTADOS.....	33

SUMÁRIO

5.1 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS.....	40
5.2 TEMPO DE EXECUÇÃO.....	40
5.3 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA.....	43
5.4 AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA.....	47
5.5 AVALIAÇÃO DE RISCO.....	49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos, o homem já construía os seus próprios abrigos, usando os recursos naturais disponíveis à sua volta. Ao passar do tempo, essas construções foram adquirindo características cada vez mais complexas, consequência da evolução dos materiais e das técnicas construtivas. Dentre esses materiais podemos destacar o Concreto e o Aço. (DA SILVA BARBOSA et al., 2018) Com o avanço desses materiais, a importância deles na construção civil, e sua aplicação em larga escala, começou a surgir um novo conceito, chamado de estrutura mista, dentre eles a laje *steel deck*, que também é conhecida por laje com forma colaborante ou lajes mistas.

As lajes mistas (*steel deck*) são lajes compostas por uma telha de aço galvanizado combinado com o concreto. São utilizadas telhas trapezoidais de aço galvanizado e cobertas por uma camada de concreto. Inicialmente, elas servem de fôrma para o concreto até sua cura e após a secagem ela passa a trabalhar como armadura positiva para as cargas de serviço. O aço utilizado é moldado a frio, possuindo entre 820mm e 840mm de largura útil, possuindo nervuras largas, por onde se pode passar com facilidade os ductos de instalações elétricas e hidráulicas.

O *steel deck* se destaca por ser um sistema de construção rápida e de fácil instalação, possui uma alta qualidade no acabamento da laje e reduz gastos com o desperdício de material, funcionam ainda como plataforma de serviço e proteção aos operários que trabalham em andares inferiores. Esse sistema possui diversas vantagens em relação a outros. Outra vantagem do *steel deck* é a eliminação de escoramentos, fator que agiliza a execução da obra (LEMOS, 2023).

Em vista disso, este presente trabalho delimitou-se em obter informações sobre quais verificações são utilizadas para a adequada orientação a respeito de lajes mistas (*steel deck*), e sua segurança, se comparadas com o sistema de lajes convencionais. Primeiramente, foi realizada uma breve revisão da literatura afim de elencar os procedimentos indicados para uma boa segurança durante a execução de laje *steel deck*. Posteriormente, foi construída uma tabela, mostrando os possíveis perigos que o trabalhador está exposto durante a realização de uma obra de construção civil, apresentada no referencial teórico. E, por fim, foi desenvolvida uma comparação de segurança entre os dois sistemas construtivos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

No Brasil, ainda é um desafio construir mais em menos tempo, sem ter que comprometer a qualidade e a sustentabilidade da obra. Em busca de soluções para simplificar os processos construtivos, algumas técnicas vêm sendo adotadas, como por exemplo, a industrialização dos canteiros de obras, trazendo consigo maior eficiência e agilidade, diminuindo drasticamente os prazos de execução. Com isso, as estruturas mistas de aço-concreto vêm conquistando seu espaço no mercado da construção civil.

A laje mista é um sistema cuja chapa metálica tem dupla função: atua como forma autoportante durante sua execução, permitindo com que os trabalhadores transitem com segurança durante a concretagem, e a segurança nos andares inferiores por não necessitarem de escoramento e assim evitando desabamento de materiais e após sua concretagem e cura, atua como armadura positiva. Sua maior diferença em relação a lajes tradicionais é que ela se mantém mesmo após a concretagem, ou seja, não é necessário retirar as fôrmas, pois estão atuando como elemento estrutural também. Esse método construtivo quando bem planejado e executado serve como solução para muitos problemas como, tempo de execução, diminuição de escoramento ou até mesmo eliminação delas, além de possibilitar segurança para os trabalhadores que atuam em obras desse tipo.

Pelo fato de na laje *steel deck* o elemento de ligação entre laje e viga ser composto pelo material aço, esta tipologia apresenta boas características de ancoragem, devido a mesma ser feita com solda ou quaisquer outros elementos de ligação entre estruturas metálicas. Estas lajes possuem conectores de cisalhamento (*stud bolts*) que permitem uma melhor interação do concreto com o aço (BREMER, 2007).

Logo, servindo como estratégia para oferecer adequada orientação, como a execução de laje *steel deck* pode ser bem instruída dentro construção civil e como ela garante uma melhor segurança para seus trabalhadores durante sua execução?

1.2 JUSTIFICATIVA

Levando em consideração o atual cenário sobre os procedimentos de segurança em obras de construção civil, esse trabalho tem por motivação apresentar o desempenho construtivo e a segurança no processo de execução de laje *steel deck* em comparação com sistema de lajes convencionais, que surge mediante a busca de produtividade e segurança dentro do canteiro de obra.

Novos modelos construtivos e tecnologias surgem a cada momento, o sistema *steel deck*, quando bem projetado e executado, traz um ganho considerável de velocidade e segurança em relação as lajes convencionais, sejam elas maciça, pré-moldadas ou moldadas na obra.

Os sistemas estruturais e construtivos formados, simultaneamente, por perfis de aço e concreto, simples ou armado, são denominadas estruturas mistas. O uso desses elementos combinados, associando as vantagens de cada material, forma um único elemento estrutural, que pode ser uma viga, uma laje ou um pilar. No caso do sistema *steel deck*, trata-se de uma laje mista com forma de aço incorporada e concreto moldado in loco.

A laje *steel deck* é uma técnica usada em edificações de vários portes. Uma laje composta por chapas ou telhas de aço galvanizado e uma camada de concreto. Sua forma é incorporada ao sistema de sustentação de cargas, funcionando, antes da cura do concreto, como suporte das ações permanentes e sobrecargas de construção e, depois da cura, como parte ou toda armadura de tração da laje. Elas podem ser usadas em estruturas de concreto e em estruturas metálicas.

Dessa forma o presente trabalho partiu da necessidade de mostrar como a segurança em lajes mistas pode ser superior em relação a lajes com estrutura convencional, trazendo consigo benefícios arquitetônicos e econômicos, apresentando vantagens, como a dispensa de fôrmas e escoramentos, reduz o peso próprio e o volume da estrutura, maior produtividade, segurança, além de reduzir consideravelmente o consumo de aço estrutural.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar os procedimentos de segurança no sistema construtivo de laje *steel deck* em comparação com o sistema de lajes de estrutura convencional.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar as técnicas/etapas construtivas, procedimentos executivos e segurança de laje *steel deck*;
- b) Caracterizar os materiais empregados, EPI's e EPC's utilizados na produção de sistemas construtivos convencionais em comparação com o *steel deck*;
- c) Comparar os resultados obtidos na avaliação de segurança e riscos na construção de lajes *steel deck* em comparativo com lajes de estrutura convencional.

1.4 METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso baseia-se em um levantamento da literatura técnica pertinente, da atual situação da construção de lajes *steel deck* e a importância da segurança do trabalhador nesse tipo de construção. Esse estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica, uma vez que gera conhecimento, focando na melhoria de teorias científicas já existentes. Para alcançar os objetivos propostos e melhor apreciação deste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa. Na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo (GIL, 2015). Com intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo foi realizada uma pesquisa descritiva. Segundo Gil (2015, p.52), a pesquisa descritiva “envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática”. Para obtenção dos dados necessários, foram utilizados vários recursos literários disponíveis como normas

técnicas, livros específicos técnicos, artigos, catálogos e manuais de empresas do ramo.

Realizou-se também, um levantamento de dados apresentando a aplicação desse tipo de sistema, a fim de realizar comparações com outros sistemas estruturais mais utilizados, apresentado no capítulo 6.

1.5 ESTRUTURA

A estrutura deste trabalho se dará nos seguintes capítulos:

No capítulo 1, apresenta-se a introdução, a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos, bem como a metodologia definida para elaboração deste trabalho. O capítulo 2 abordará todas as definições pertinentes sobre o que são sistemas de lajes mistas (*steel deck*), bem como seu histórico de estudos, além de vantagens e desvantagens do *steel deck*, técnicas construtivas, e as normas técnicas vigentes. No capítulo 3, trataremos dos materiais, bem como seus tipos, propriedades físicas, mecânicas e químicas. Descreverá também um tipo de telha/forma utilizado no mercado. No capítulo 4, será abordado conceitos de segurança do trabalho, além de descrever as limitações construtivas para situações correntes de projeto deste tipo de laje, com telha-fôrma colaborante. E também a segurança em lajes *steel deck*. O capítulo 5 abordará os métodos e resultados encontrados durante o estudo. E o capítulo 6 apresentará a conclusão do trabalho, abordando tópicos importantes obtidos durante a pesquisa e estudos sobre o uso do *steel deck*.

2 STEEL DECK

2.1 HISTÓRICO

O conceito de laje mista ou laje com forma colaborante segundo Cichinelli (2014) surgiu nos EUA, na década de 1950, e desde então passou a ser amplamente empregado. Já no Brasil esse sistema de laje começou a ser expandida na década de 1970 pela empresa Robtek (associação entre a empresa americana

Robertson e a empresa brasileira Tekno). Sua utilização é recente, se restringindo, na maioria dos casos, a obras com prazos curtos ou de logística crítica.

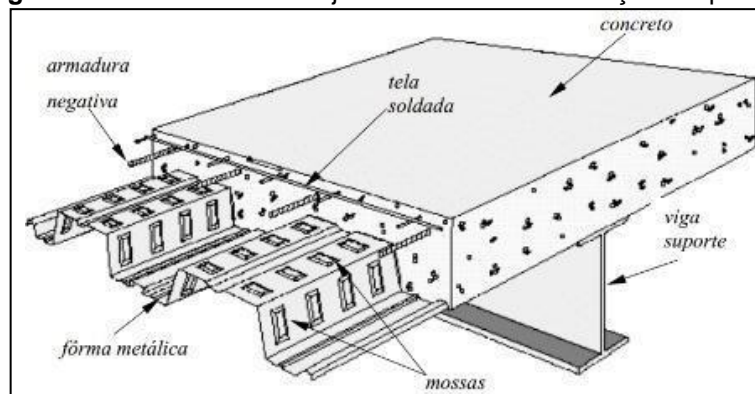
Uma publicação feita em uma revista da *Uniform Evaluation Services*, Spoto (2012), retrata o seguinte desenvolvimento das lajes mistas:

- 1920 – Começam a ser discutidas e desenvolvidas ideias das lajes mistas;
- 1926 – Nesse ano a laje *steel deck* foi patenteada por Loucks & Giller. No início, o *deck* de aço ofereceu resistência suficiente como plataforma para que os operários pudessem trabalhar. Logo em seguida, foi adicionado o concreto para fornecer uma superfície de passeio e resistência ao fogo; tornando-se um atrativo para os construtores;
- 1950 – O conceito de laje mista ou de laje com fôrma colaborante surgiu nos Estados Unidos. Onde seu primeiro produto foi produzido pela *Granco Steel Products Company*.
- 1960 – Meados dessa década, diversos fabricantes produziam *decks* de aço composto. Baseados em estudos profundos, extensos e testes, cada fabricante desenvolvia seu produto. Certas ocasiões, dependendo da construção, solicitavam teste adicionais do fabricante para averiguar o produto que seria utilizado. Como resultado da natureza de competitividade dos produtos, surgiram situações caras, que causaram um efeito adverso nas lajes *steel deck*.
- 1967 a 1997 – Havendo a necessidade de um padrão de projeto, em 1967 iniciaram um projeto de pesquisa, na Universidade Estadual, em Iowa, sob a direção do falecido Professor Carl Ekberg. Para desenvolver uma base para os critérios de projeto relacionado às lajes mistas –*steel deck*. No ano de 1991, os documentos foram revisados e depois reconhecidos como um padrão aceitável para projetos de lajes mistas, no mesmo ano foi publicado o primeiro manual de projeto feito pelo *Steel Deck Institute* (SDI) e, em 1997, teve uma edição revisada.
- 2006 a 2011 – A SDI deu início a atividades para desenvolver novos padrões para as lajes *steel deck*, pois reconhecia as mudanças tecnológicas. Em 2006, foi revisado e expandido, em 2011.

2.2 DEFINIÇÃO

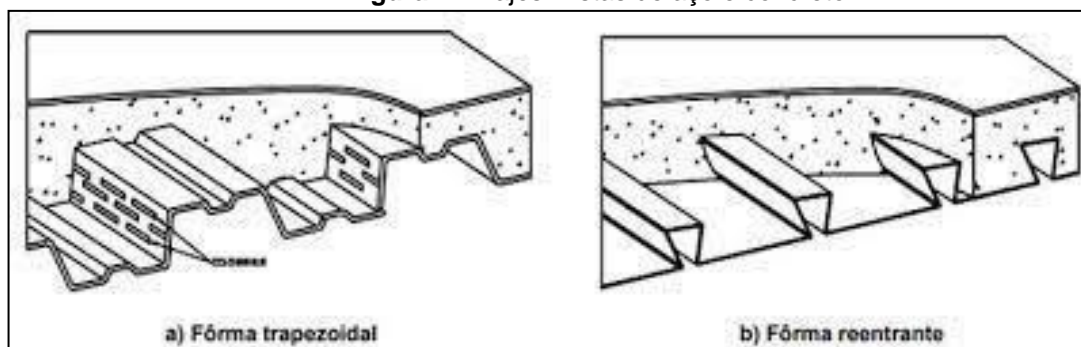
Segundo o Portal Metálica Construção Civil (2017), a laje *steel deck* é uma “laje composta por uma telha de aço galvanizado e uma camada de concreto, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 – Detalhe de uma laje mista com fôrma de aço incorporada



(Fonte: CAMPOS, 2001, p. 2)

O aço, excelente material para trabalhar a tração, é utilizado no formato de uma telha trapezoidal que serve como fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço”. O sistema de lajes *steel deck* ainda 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 anexo Q da NBR 8800 (ABNT, 2008), uma das normas utilizadas para o dimensionamento do *steel deck*, as lajes mistas de aço e concreto, conhecidas também como laje com fôrma de aço incorporada, são aquelas em que o concreto atua em conjunto com a telha-fôrma de aço, que atuara como armadura positiva de tração da laje. Segundo a NBR 8800 (ABNT, 2008), “na fase inicial, ou seja, antes de o concreto atingir 75% da resistência à compressão especificada, a fôrma de aço suporta isoladamente as ações permanentes e sobrecarga de construção”. Ainda segundo a NBR 8800 (ABNT, 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 (Figura 2).

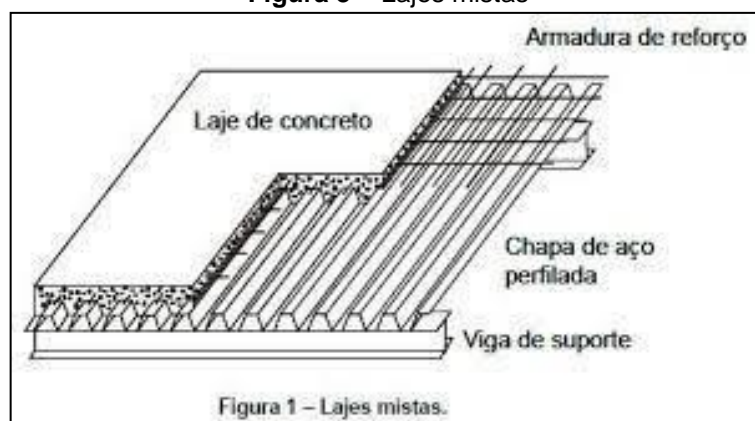
Figura 2 – Lajes mistas de aço e concreto

(Fonte: NBR 8800 (ABNT 2008))

A aplicação da laje com forma colaborante, apesar de ser uma solução estrutural de grande interesse no mercado, ainda sofre com a escassez de estudos, principalmente em relação a sua execução e montagem (SILVA, 2010).

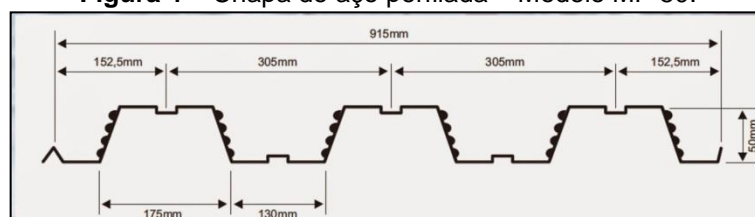
A utilização desse sistema de laje com forma colaborante pode ser uma solução construtiva largamente utilizada para obras que requerem agilidade de execução, sendo composta por uma telha de aço galvanizado, perfilada e com nervuras. A fixação se dá de acordo com o modelo construtivo, sendo que em estruturas de aço utiliza-se a solda e em estruturas de concreto a solidificação é feita por pinos (NAKAMURA, 2019). Esse tipo de laje se sobressai em relação a outros sistemas convencionais quando aplicado em vãos de 2 a 4 metros, sendo possível dispensar o uso de escoramentos.

A chapa é responsável por combater momentos fletores positivos atuantes na estrutura, com o concreto comprimido em suas nervuras. Para que os momentos negativos sejam combatidos, faz-se necessário o uso de armaduras de reforço na parte superior da laje. Para que esse sistema consiga trabalhar todo em conjunto (aço-concreto), uma boa aderência faz-se necessária para que funcione como estrutura mista. Em função disso, a forma das nervuras e reentrâncias na sua superfície deve apresentar um perfil particular, acompanhados de mecanismos de conexão, levando em consideração a resistência da seção à tensão longitudinal de cisalhamento solicitada na interface entre a chapa e o concreto, como ilustrado na figura 3. (SAÚDE e RAIMUNDO, 2006).

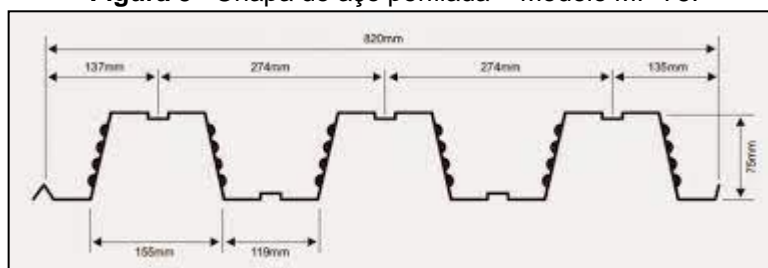
Figura 3 – Lajes mistas

(Fonte: SAÚDE e RAIMUNDO, 2006)

Ainda de acordo com Saúde e Raimundo (2006), as chapas são formadas a frio e devem seguir às especificações da parte 1.3 do Eurocódigo 3. Dentre suas características geométricas, a altura da chapa pode variar de 50 milímetros a 80 milímetros e possuir uma espessura de 0,7 milímetros a 1,2 milímetros. Suas reentrâncias e nervuras variam de acordo com o modelo escolhido e de acordo com os modelos disponibilizados no mercado (figura 4 e 5).

Figura 4 – Chapa de aço perfilada – Modelo MF-50.

(Fonte: Metform (2019))

Figura 5 – Chapa de aço perfilada – Modelo MF-75.

(Fonte: Metform (2019))

Os modelos apresentados das chapas de aço são da metform, uma das fabricantes brasileiras de grande representatividade em fôrmas metálicas para lajes mistas. O modelo MF-50, é caracterizado por apresentar 50 milímetros de altura e 915 milímetros de largura útil, é mais adotado para obras urbanas tipo hotéis,

hospitais, escritórios, edifícios, garagens etc. Já o modelo mf-75, apresenta 75 milímetros de altura e 820 de largura útil, recomendado para empreendimentos industriais e lajes com necessidade de cargas elevadas (METFORM, 2019).

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

“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 desforma e reduz-se a quantidade de armadura.” (QUEIROZ, PIMENTA e MARTINS, 2012, p.10) Conforme Cichinelli (2011), “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, em alguns casos, pode-se dispensar por completo o uso de escoramento.

As vantagens desse sistema construtivo são diversas, entre elas: alta qualidade de acabamento, funcionar como plataforma de serviço, facilidade na instalação, maior rapidez construtiva, fôrma para o concreto fresco e permanecendo por definitivo no local eliminando os riscos e custos com a desforma, leve e fácil de ser manuseado e posicionado.

Devido à sua forma nervurada consiste em um sistema mais leve de laje, a dispensa de escoramento traz redução no gasto com desperdícios de material, facilidade na passagem de dutos e fixação de forros, e ainda, o *steel deck* é aproveitado como armadura positiva da laje. Do ponto de vista estrutural, de acordo com Campos (2001), o sistema trabalha conjuntamente, aproveitando suas melhores características mecânicas. Sendo possível projetar lajes simplesmente apoiadas, mesmo em situações com múltiplos vãos, em função da resistência das lajes.

Segundo Cichinelli (2011), há uma desvantagem pela fôrma *steel deck* ser metálica, e com ela uma preocupação muito grande em se achar soluções contra incêndios. Sem nenhuma proteção contra incêndios, a fôrma pode entrar em colapso trazendo prejuízos enormes para toda a estrutura. Por isso, é necessário um revestimento na parte inferior da fôrma para esta finalidade, como por exemplo: argamassa cimentícia projetada. Outra possibilidade é o uso de uma armadura passiva colocada entre o *steel deck* e o concreto, para evitar a fissuração do concreto. Costa (2009) cita também desvantagens, como o fato de haver uma maior

quantidade de vigas secundárias, caso não se utilize o sistema escorado. Há uma desvantagem ainda por ser um método novo aqui 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).

2.4 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Atualmente, técnicas racionais de construção ainda buscam seu espaço, evidentemente com menor visibilidade do que no final do século XX, já que se tornaram conhecidas e estudadas. Com o crescimento do setor da construção civil, a busca por produtividade aumentou, e as construtoras têm procurado por sistemas de gestão e novas tecnologias atreladas a procedimentos executivos com a finalidade de aperfeiçoar seus sistemas produtivos.

Esse sistema produtivo engloba três fatores de entrada:

- a) Mão-de-obra;
- b) Materiais;
- c) Equipamentos.

Com o propósito de racionalizar as técnicas construtivas e os procedimentos executivos a partir desses componentes industrializados e metálicos, focaliza-se para uma nova concepção de edifícios, possibilitando qualidade e produtividade.

As estruturas de aço e de concreto veem sendo intensivamente utilizadas na construção civil em todo mundo há cerca de 150 e 100 anos, respectivamente. A partir da década de 60, os sistemas mistos aço-concreto ganham corpo, com o desenvolvimento de métodos e disposições construtivas que garantem o funcionamento conjunto desses dois materiais, ampliando de forma considerável as opções de projeto e construção. (QUEIROZ; PIMENTA e MARTINS, 2012, p.10).

Desta maneira, se espera que os projetos de produção descrevam à prescrição detalhada das técnicas construtivas, ferramentas e materiais empregados em cada serviço, de modo a estabelecer padrões a serem seguidos em outras obras, abrangem requisitos para compra, recebimento, estocagem dos materiais e componentes para construção. Um planejamento prévio de todas as etapas da construção faz-se necessário para que se garanta a eficácia em quaisquer tipos estruturais. Segundo Silva (2010), Apud Lemos, (2013), as etapas da execução de uma laje mista *steel deck* são:

1. Transporte: os fardos de material podem ser levados para o local de montagem através de guinchos;
2. Içamento: pode ser manual ou com auxílio de guias, dependendo das condições do canteiro de obra;
3. Distribuição das fôrmas: são posicionadas e distribuídas manualmente;
4. Montagem da estrutura: ocorre após o adequado posicionamento das peças de acordo com o processo executivo, tendo seus vãos e condições mínimas de montagem definidas por cada fabricante;
5. Escoramento das áreas necessárias: para os vãos previstos com escoramento, é necessário executar rigorosamente este serviço de acordo com o projeto de escoramento, verificando o travamento e a solidez do apoio da escora;
6. Fixação da estrutura através de conectores de cisalhamento: as junções principais das formas com a estrutura são feitas através de *stud bold* (figura 6), em que os respectivos locais de instalação devem ser pintados, zincados ou cadmiados, além de estarem isentos de ferrugem, óleos, graxas, umidade ou qualquer outra substância que possa interferir no processo de soldagem;

Figura 6 – Conectores *stud bold*



(Fonte: Revista Técnica, 2014.)

Figura 7 – instalação *stud bolt*



(fonte: SAÚDE et al., 2006, p.4)

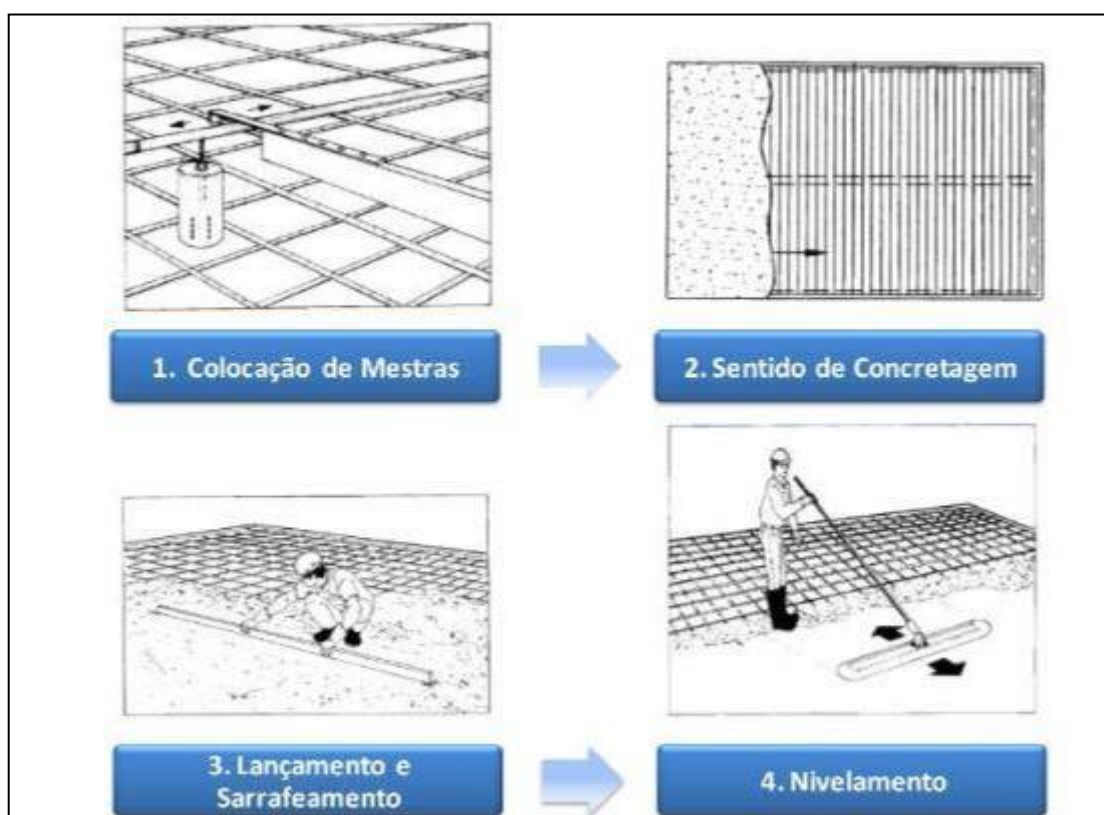
7. Fixação dos arremates: após o travamento final das fôrmas e a verificação do procedimento e acomodação entre as peças e estruturas, é montada uma cantoneira ou perfil metálico em U nas extremidades da laje, para garantir a qualidade de acabamento e promover a estanqueidade durante o lançamento do concreto, sendo necessário o nivelamento e conferência das folgas para execução da soldagem;
8. Aplicação da fita adesiva nas juntas: o uso de fitas adesivas nas juntas permite a unificação das fôrmas na direção transversal aos conectores;
9. Colocação da tela antifissuração: deve ser feito o posicionamento das armaduras negativas e positivas de reforço, quando necessário, e conferência antes da concretagem;
10. Inserção dos espaçadores: a malha de forma deve estar posicionada 2 centímetros abaixo da face superior do concreto, garantindo o cobrimento mínimo e a resistência aos esforços de tração;
11. Proteção das áreas de recorte: as instalações hidrossanitárias devem ser posicionadas e fixadas após a certificação de que as formas e suas junções estejam prontas para concretagem;
12. Colocação das mestras: no posicionamento das mestras deve-se verificar o nível e o esquadro entre elas para q o concreto atinja a espessura desejada de modo uniforme;
13. Concretagem: após a checagem de todos os serviços anteriores, dá-se início à fase de concretagem. Deve-se manter o traço especificado em projeto e

garantir a vibração necessária caso o concreto não seja autoadensável e ter os devidos cuidados especiais;

14. Nivelamento: em caso de concreto autoadensável, dispensa-se o nivelamento. Caso contrário, deve-se conferir o posicionamento das mestras, pois este cuidado assegurará a planicidade da superfície;

15. Acabamento superficial: é feita através do sarrafeamento, de maneira a obter uma superfície plana.

Figura 8 – Fases da concretagem.



(Fonte: SILVA, 2010, p.8)

2.5 NORMAS TÉCNICAS

O sistema *steel deck*, até o final de 2015, não contava com normas técnicas nacionais exclusivas a ele. Os textos normativos que serviam de referência aos projetistas são as normas ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimento, ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios e ABNT NBR 14323:2013 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios em

Situação de Incêndio. Outras normas internacionais, como as da *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, também serviam de referência.

Em outubro de 2015, foi publicada a ABNT NBR 16.421 (Telha-Fôrma de Aço Colaborante para Laje Mista de Aço e Concreto - Requisitos e Ensaio) que estabelece os requisitos e ensaios aplicados às telhas fôrma colaborantes para laje mista de aço e concreto, sistema *steel deck*. Inédito no Brasil, o texto traz recomendações que podem garantir a padronização dos produtos, assegurando sua qualidade e segurança, conforme a revista Finestra (2016). Com isso, pode-se esperar produtos de melhor qualidade, e que passarão por análises técnicas mais criteriosas, seguindo as prescrições da nova norma. Segundo a revista Finestra (2016), a ABNT NBR 16421:2015 foi ela elaborada pelo Comitê Brasileiro de Siderurgia da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CB028), e teve participação de diversas entidades interessadas nesse sistema. Atualmente a norma NBR 16421 teve uma atualização em 2023 trazendo consigo mais informações sobre as lajes mistas.

2.6 NORMAS REGULAMENTADORAS

Conforme Lobo Junior (2008), a legislação brasileira, relativa à segurança e acidentes oriundos da profissão sofreu inúmeras modificações ao passar dos anos, mas a primeira lei sobre o tema surgiu apenas em 1919, e tratava o “risco profissional” como um risco natural inerente a profissão exercida. Apenas em 1972, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), passou a dar início a um programa de formação de profissionais em medicina e segurança do trabalho.

As Normas Regulamentadoras conhecidas como NR foram aprovadas em oito de junho de 1978, pela Portaria nº 3.214, com o objetivo de esclarecer as condições necessárias de saúde e segurança no trabalho, que são de observância obrigatória tanto das empresas privadas, quanto das públicas, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. As NRs já sofreram diversas modificações e/ou complementações no sentido de conseguir proteger o máximo possível o trabalhador (FRANZ, 2006). Franz (2006), afirma que a construção civil é uma atividade que possui grandes riscos de acidentes, sendo que as normas regulamentadoras são imprescindíveis para desenvolver a segurança no local de

trabalho. As empresas devem implantar os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.

De acordo com Zarpelon, Dantas e Leme (2008), consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes existentes nos ambientes de trabalho, que quando presentes em uma determinada concentração, intensidade e/ou tempo de exposição são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. Os riscos ergonômicos e de acidentes de forma direta ou indireta contribuem a curto, médio e longo prazo para as causas de acidentes e doenças profissionais ou do trabalho, podendo gerar lesões e reduzir a capacidade laboral do trabalhador. No presente trabalho, os riscos identificados na atividade de execução de elementos estruturais de concreto armado foram: riscos físicos, riscos químicos, riscos ergonômicos e riscos de acidente.

NR - 4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho: Estabelece a obrigatoriedade das empresas públicas e privadas, que possuam empregados regidos pela CLT, de organizarem e manterem em funcionamento Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – SESMT, com a finalidade de promover a saúde e proteger a integridade do trabalhador no local de trabalho. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR é o artigo 162 da CLT.

NR - 6 – Equipamentos de Proteção Individual – EPI: Estabelece e define os tipos de EPIs a que as empresas estão obrigadas a fornecer a seus empregados sempre que as condições de trabalho o exigirem, a fim de resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR é encontrada nos artigos 166 e 167 da CLT.

NR - 9 – Programas de Prevenção de Riscos Ambientais: Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade física dos trabalhadores, por meio da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em

consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR é encontrada nos artigos 175 a 178 da CLT.

NR - 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais: Estabelece os requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho no que se refere ao transporte, à movimentação, à armazenagem e ao manuseio de materiais, tanto de forma mecânica quanto manual, objetivando a prevenção de infortúnios laborais. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR é encontrada nos artigos 182 e 183 da CLT.

NR - 17 – Ergonomia: Visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às condições psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. A fundamentação legal, ordinária e específica, que dá embasamento jurídico à existência desta NR encontra -se nos artigos 198 e 199 da CLT.

NR - 35 – Trabalho em altura: Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

3 MATERIAIS EMPREGADOS

3.1 FORMA DE AÇO COLABORANTE

A telha-fôrma de aço colaborante (figura 9), trata-se da telha utilizada na execução da laje *steel deck*. Esta que funciona como fôrma para o concreto posteriormente lançado, e que após a cura do concreto, trabalhará como armadura positiva para esforços solicitantes de momentos positivos.

Segundo a NBR 16421 (ABNT, 2023), a telha-fôrma de aço colaborante, é fabricada por um processo de conformação de uma chapa ou bobina de aço, ou

seja, é feita a compressão do metal sólido em moldes, podendo ou não ser aquecido com a finalidade de ajudar no processo.

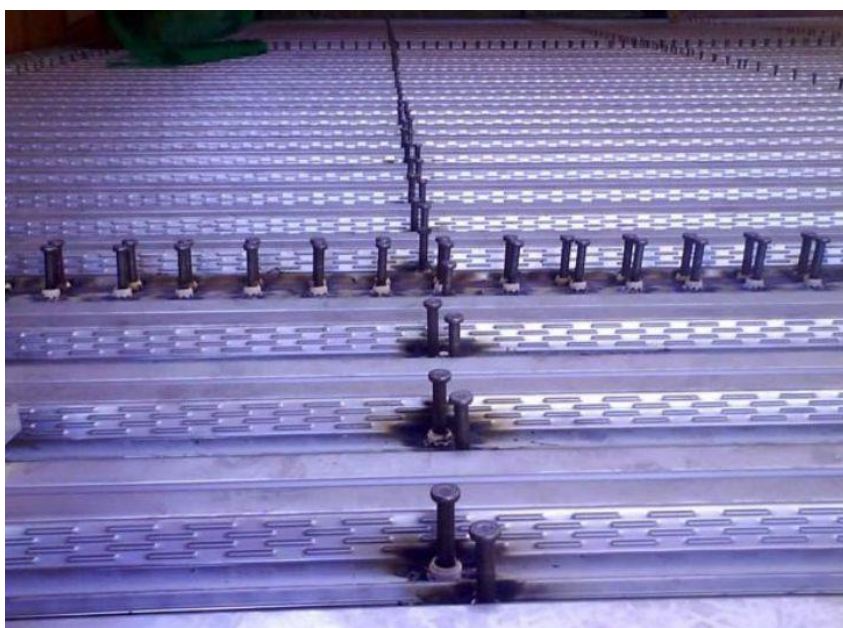
Figura 9 – Telha forma de aço colaborante



(Fonte: Metform (2017))

A forma de aço utilizadas em lajes *steel deck* são muito finas, com espessura que variam de 0,80mm a 1,25mm, (DELIBERATO, 2006, p. 22). Essas chapas, que funcionam também como fôrma metálica em lajes mistas, possuem saliências e reentrâncias, mais conhecidas como mossas (figura 10), com finalidade de obter maior aderência entre o aço e o concreto.

Figura 10 – detalhes das mossas presentes nas chapas metálicas.



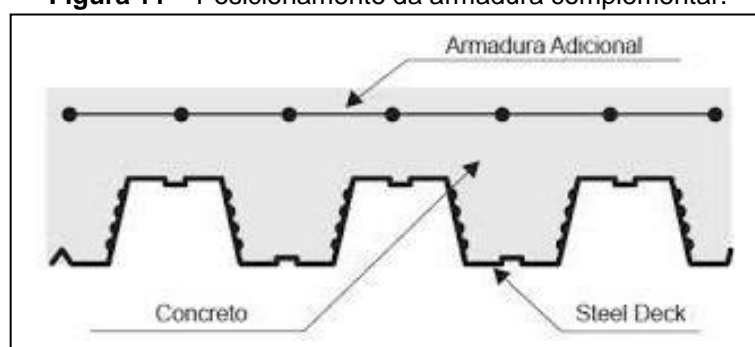
(fonte: METFORM AS, 2010)

3.2 MALHA ANTIFISSURAÇÃO OU TELA SOLDADA

As telas soldadas podem oferecer diversas vantagens na construção de sua obra, em um processo construtivo, é de extrema importância eleger materiais com qualidade e que facilitem a construção, ajudando a aperfeiçoar os procedimentos. As telas soldadas são formadas a partir de uma armadura de aço pré-fabricada, sendo modeladas por fios transversais e longitudinais, sobrepostos e soldados entre si nos pontos de cruzamento. Estas intercepções também são conhecidas como “nós”.

Elas são empregadas na parte superior da capa de concreto, visando controlar o aparecimento de fissuras provocadas por variação térmica e por retração no concreto. Essa tela é denominada de armadura complementar, e suas propriedades são informadas pelos fabricantes. (DELIBERATO, 2006, p. 24)

Figura 11 – Posicionamento da armadura complementar.



(Fonte: GRUPO ZÊNITE, 2011)

Segundo Saúde et al. (2006, p. 5-6), essa armadura complementar é do tipo malha em forma quadrada e de pequeno diâmetro, que atua principalmente na direção normal das vigas e tem as seguintes finalidades:

- Atuar como armadura transversal, para evitar a fissuração ao longo do alinhamento de conectores;
- Obter uma resistência à flexão nos apoios da laje, no caso de ocorrência de fogo;
- Controlar a fissuração sobre as vigas e apoios da laje, no caso de ambientes agressivos.

Figura 12 – Detalhe das armaduras em uma laje mista.



(fonte: METFORM SA, 2010)

3.3 CONCRETO

De acordo com Queiroz, Pimenta e Mata (2001, p. 37) “o concreto é um material frágil, composto basicamente de argamassa (cimento, agregados miúdos, água e aditivo) e de agregados graúdos, contendo um grande número de microfissuras [...] mesmo antes de ser sujeitos a cargas externas”.

Por ser muito utilizado na construção civil e os componentes do concreto estarem presentes em todas as regiões do Brasil a utilização do concreto possui algumas vantagens como: custo mais baixo dependendo do tipo de construção, boa adaptabilidade, resistência natural de 1 a 3 horas contra o fogo, resistência a choques e vibrações, dependendo da execução possuem grande resistência às intempéries, às ações atuantes e aos agentes agressivos. Mas também possuem desvantagens como: baixa resistência à tração (cerca de 10% da sua resistência), baixa resistência por unidade de volume com elevada massa específica, alterações de volume que são provocados pela retração e fluência, e necessidade da utilização de formas e escoramentos.

3.4 EPIs E EPCs

A utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) desempenha um papel fundamental na prevenção de acidentes e na promoção de ambientes de trabalho seguros.

A correta utilização de EPIs e EPCs em lajes convencionais é crucial para reduzir os riscos de acidentes, garantindo um ambiente de trabalho seguro e protegendo a integridade física dos trabalhadores. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), “o uso adequado de equipamentos de proteção individual e coletiva é essencial para a prevenção de acidentes durante a execução de atividades em altura”.

Segundo Silva et al. (2019), “O uso apropriado de EPIs é vital para a proteção individual dos trabalhadores, minimizando os riscos de lesões e acidentes.”. Da mesma forma, conforme observado por Oliveira et al. (2018), “Os EPCs, como guarda-corpos e redes de proteção, são essenciais para proteger os trabalhadores contra quedas em altura, uma das principais causas de acidentes na construção civil.”.

De acordo com a Norma Regulamentadora 18 (NR-18), é obrigatório o uso de EPIs em atividades que envolvam riscos à saúde e integridade física do trabalhador na indústria da construção. Isso inclui o uso de capacetes, luvas, botas, óculos de proteção e cintos de segurança durante a execução de lajes convencionais.

No entanto, ao considerar a execução de lajes de *steel deck*, Santos (2020) argumenta que “As lajes de *steel deck* oferecem uma superfície de trabalho mais estável e segura em comparação com as lajes convencionais, reduzindo a necessidade de EPCs como redes de proteção.”. Apesar disso, ainda é recomendado o uso de EPIs para proteger os trabalhadores contra possíveis quedas e outros riscos associados à construção.

Em termos de segurança dos trabalhadores, as lajes de *steel deck* podem oferecer vantagens significativas sobre as lajes convencionais. Segundo Pereira et al. (2021), “Devido à sua montagem rápida e estrutura robusta, as lajes de *steel deck* podem reduzir o tempo de exposição dos trabalhadores a condições de trabalho perigosas.”. Além disso, a superfície uniforme e estável dessas lajes

minimiza os riscos de tropeços e quedas, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro.

Outro ponto a considerar é que, de acordo com estudo de Souza et al. (2022), “O treinamento adequado dos trabalhadores no uso de EPIs e EPCs é crucial para garantir sua eficácia na prevenção de acidentes.”. Portanto, além de fornecer os equipamentos necessários, as empresas devem investir em programas de capacitação para garantir que os trabalhadores saibam como utilizar esses equipamentos corretamente.

É essencial reconhecer que a implementação eficaz de medidas de segurança, incluindo o uso adequado de EPIs e EPCs, é um esforço conjunto que envolve não apenas os trabalhadores individuais, mas também empregadores, órgãos reguladores e a sociedade como um todo. “A conscientização e a adoção de práticas seguras são fundamentais para garantir um ambiente de trabalho saudável e proteger a integridade física dos trabalhadores na construção civil.” (Barbosa et al., 2023).

4 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho na construção civil é um assunto sério, que requer cuidados e providências. Quando se trata de um dos maiores segmentos com maiores índices de acidentes de trabalho.

4.1 CONCEITOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho é a ciência que busca prevenir acidentes de trabalho decorrentes dos fatores de risco existentes nos locais de trabalho. Nesses locais há várias situações de risco que podem provocar acidentes de trabalho. Sendo assim a segurança do trabalho busca avaliar e estudar tais riscos de modo a exterminá-los, prevenindo a integridade do trabalhador durante suas tarefas no local de trabalho (SALIBA, 2011).

A segurança do trabalho tem a funcionalidade de além de informar os trabalhadores sobre as normas de segurança, assegurar que estas estejam sendo seguidas, buscando a prevenção de acidentes, instruir sobre direitos e deveres dos

trabalhadores, orientando os responsáveis sobre os equipamentos de segurança que deve ser ofertado a equipe de mão de obra (PORTAL DA INDUSTRIA, 2022).

Portanto se faz preciso que haja responsabilidade tanto da parte do empregador, quanto de seus colaboradores perante a execução das obras, as construtoras e engenheiros devem fazer um ajuizamento de profissionais que sejam capacitados e tenham o discernimento de além de garantir a segurança dos trabalhadores, fazer a exigência do uso de equipamentos de segurança e normas regulamentadoras que são previstas para o referido ambiente (CBIC, Guia para Gestão de Segurança de Canteiros, 2022).

E que de maneira acentuada determinada a importância da regulamentação e atuação da Segurança do Trabalho, pois com a implantação das Normas Regulamentadoras surgem as profissões do Técnico e/ou Engenheiro de Segurança do Trabalho nas organizações, que por determinação da NR 04 (BRASIL, 1978), objetiva reduzir o número de acidentes de trabalho no país. Com isso, o Engenheiro de Segurança no Trabalho passa a ser o gestor da segurança, tendo, portanto, que planejar e desenvolver técnicas relativas ao gerenciamento e controle de riscos com uma visão não apenas corretiva, mas também preventiva (SIMÕES, 2010)

4.2 LIMITAÇÕES CONSTRUTIVAS PARA SEGURANÇA DO TRABALHO

Atualmente, tanto no Brasil quanto em países desenvolvidos, a construção civil continua a se destacar como um dos setores mais problemáticos no que diz respeito a segurança no trabalho. O setor é o quarto maior gerador de acidentes fatais em termos de frequência e o segundo em termos de coeficiente por cem mil trabalhadores segundo dados do Ministério Público do Trabalho - (MPT). Os maiores causadores de acidentes de trabalho na construção civil são:

1. Queda;
2. Dermatoses, alergias e complicações;
3. Choque elétrico;
4. Acidentes máquinas e equipamentos;
5. Mutilações e esmagamentos;
6. Violência e brigas;
7. e outros problemas físicos.

Com isso, faz-se necessário que o engenheiro civil realize estudos relacionados à segurança do trabalho nos canteiros de obra e assim colocá-los em prática.

Júnior (2002) comenta sobre a importância de sistemas gerenciais nos canteiros de obras fundamentais para diminuir os riscos de acidentes de trabalho, sendo que a organização e/ou a distribuição de materiais, ferramentas, utensílios de obras podem contribuir significativamente e oferecer bons resultados no campo organizacional que diretamente atingem o setor da segurança em obra. O sistema *steel deck* garante maior segurança na execução por ser uma laje autoportante, durante a execução funciona como plataforma de serviço e proteção aos operários para transitarem sobre ela. Os cuidados na execução devem abranger: a conferência do material na chegada (estado equantidade), estocagem do material em local seco (atendendo às instruções do fabricante) e o seu manuseio correto (para não danificar as peças, principalmente as pré-pintadas). O serviço de instalação deve ser supervisionado por uma empresa de montagem, responsável por conferir todos os detalhes especificados no projeto do fabricante, tais como o assentamento das peças e sua fixação à estrutura de apoio. Outro ponto importante é garantir que a armadura suplementar, se existir, seja convenientemente colocada, assim como a malha de retração e o escoramento do *steel deck* na fase de concretagem. O lançamento do concreto deve ser feito de maneira uniforme sobre as fôrmas evitando a concentração de peso em um único local.

4.3 SEGURANÇA EM LAJE *STEEL DECK*

A segurança dos trabalhadores na construção civil é uma prioridade inegável, especialmente durante atividades de alto risco, como a execução de lajes. Durante a execução de laje *steel deck*, com o uso bem menor de escoras e da quantidade de mão de obra que também é menor, os riscos de acidentes minimizam bastante. E ao longo do tempo, o uso das chapas metálicas aumenta a durabilidade dessas lajes e diminuem a necessidade de manutenção.

4.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

Análise Preliminar de Riscos (APR) é um método de análise de perigos e riscos que consiste em identificar acontecimentos inseguros, causas e resultados. Preliminar, porque é empregada como primeira abordagem do objeto de estudo. Num número relevante de acontecimentos é suficiente para determinar procedimentos de controle de riscos. Segundo Tavares (2010) a Análise Preliminar de Riscos (APR) é a análise, durante a fase de concepção ou desenvolvimento de um novo sistema, com o objetivo de se determinar os riscos que poderão estar presentes na sua fase operacional.

A APR tem sido utilizada nas mais variadas áreas e situações. No entanto sua maior contribuição é na gestão de riscos.

De acordo com França, Toze e Quelhas (2008), o objetivo da APR é definir os riscos e as medidas preventivas antes da fase operacional. Utilizando como metodologia a revisão geral de aspectos de segurança, através de um formato padrão, levantando as causas e efeitos de cada risco, medidas e prevenção ou correção e categorização dos riscos.

No entanto, a APR também pode ser útil como uma ferramenta para avaliação geral da segurança em sistemas já operacionais, mostrando aspectos que podem não ter sido considerados durante a fase de projeto.

Segundo Sherique (2011), a elaboração de uma APR passa por algumas etapas básicas:

- a) Revisão de problemas conhecidos: a busca por analogias ou similaridades com outros sistemas;
- b) Revisão da missão a que se destina: atentar aos objetivos, exigências de desempenho, principais funções e procedimentos, estabelecer os limites de atuação e delimitar o sistema;
- c) Determinação dos riscos principais: apontar os riscos com potencialidade para causar lesões diretas imediatas, perda de função, danos a equipamentos e perda de materiais;
- d) Revisão dos meios de eliminação ou controle de riscos: investigar os meios possíveis de eliminação e controle de riscos, para estabelecer as melhores opções compatíveis com as exigências do sistema;

e) Analisar os métodos de restrição de danos: encontrar métodos possíveis e eficientes para a limitação dos danos gerados pela perda de controle sobre os riscos;

f) Indicação de quem levará a sério as ações corretivas e/ou preventivas: Indicar responsáveis pela execução de ações preventivas e/ou corretivas, designando também, para cada unidade, as atividades a desenvolver.

5 MÉTODOS E RESULTADOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi levantado como o método do *steel deck* é feito em comparação com o método de laje convencional de concreto armado. Para isso, foram comparadas etapa por etapa fundamentais para cada sistema. As informações foram adquiridas através de uma pesquisa bibliográfica sobre os sistemas.

As lajes são componentes essenciais na construção civil, utilizadas como pavimentos e forros em edifícios. A escolha entre diferentes tipos de lajes depende de diversos fatores, como custo, tempo de construção, resistência, e aplicação específica. As diferenças entre a laje *steel deck* e as lajes convencionais estão expostas no quadro 1.

QUADRO 1 – diferenças entre laje *steel deck* e laje convencional em concreto armado.

STEEL DECK	LAJE CONVENCIONAL EM CONCRETO ARMADO
A laje <i>steel deck</i> é composta por uma chapa de aço galvanizado, sobre a qual é aplicado concreto. A chapa de aço atua como forma e armadura inferior, enquanto o concreto completa o sistema estrutural.	Composta principalmente de concreto armado, podendo incluir outros materiais como lajotas de cerâmica ou isopor.
A chapa de aço é fixada nas vigas e depois preenchida com concreto. Esse método reduz a necessidade de formas de madeira e andaimes.	Requer montagem de formas de madeira, armações de aço e, posteriormente, concretagem no local.
É uma solução mais leve, devido ao uso do aço e à menor quantidade de concreto.	Geralmente mais pesada devido ao maior uso de concreto.
A montagem é mais rápida, pois as chapas de aço são pré-fabricadas e a	A execução é mais lenta devido à necessidade de montar formas e

necessidade de formas e escoramentos é reduzida.	armações, além do tempo de cura do concreto.
O custo inicial pode ser mais alto devido ao preço do aço, mas a economia com a mão de obra e o tempo de construção pode compensar esse investimento.	Pode ser mais barata em termos de materiais, mas requer mais mão de obra e tempo de construção, o que pode aumentar os custos totais.
Permite vãos maiores e uma maior liberdade de design, especialmente útil em edifícios de múltiplos andares.	Menor flexibilidade em termos de vãos e design.
Alta resistência à corrosão (devido à galvanização) e a possibilidade de integrar a armadura no próprio <i>steel deck</i> .	Boa resistência, mas a manutenção e a prevenção de fissuras e infiltrações podem ser mais complexas dependendo do tipo de laje.

(Fonte: elaborado pela autora)

5.1 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS

Nesse capítulo é apresentada a comparação entre o sistema construtivo de lajes mistas *steel deck* e o de lajes convencionais em concreto armado. No quadro 2, tem-se um comparativo geral observado entre os dois sistemas de lajes estudadas.

QUADRO 2 – Comparativo geral entre os sistemas de lajes

SISTEMA DE LAJE MISTA <i>STEEL DECK</i>	SISTEMA DE LAJE CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO
Parte executada em fábrica, parte executada <i>in loco</i> .	Execução somente <i>in loco</i> .
Maior garantia de qualidade.	Dificuldade de garantia de qualidade.
Grande precisão dimensional.	Média precisão dimensional.
Pouca quantidade de mão de obra, mas com maior qualificação.	Maior quantidade de mão de obra, mas com pouca qualificação.
Obra mais seca.	Obra com maior uso de água.
Menor desperdício de material.	Maior geração de resíduos.

(Fonte: elaborado pela autora)

5.2 TEMPO DE EXECUÇÃO

As chapas *steel deck* exercem a mesma função das barras de tração de uma laje convencional de concreto armado. Ou seja, elas funcionam como armadura positiva da laje. Há uma significativa redução de prazos no sistema de lajes mistas

devido essa função, pois nas lajes convencionais além da etapa de montagem das fôrmas, existe também a montagem das armaduras. O quadro 3 mostra as etapas de construção de cada sistema.

QUADRO 3 – etapas de uma laje tipo de cada sistema.

Laje tipo – <i>steel deck</i>	Laje tipo – concreto armado
-	Montagem das fôrmas das vigas e laje.
-	Instalação do escoramento.
Montagem das chapas metálicas das lajes.	Montagem das armaduras das vigas e da laje.
Concretagem da laje.	Concretagem das vigas e laje.
Cura do concreto.	Cura do concreto.
-	Desforma das vigas e laje.
-	Desinstalação do escoramento.
-	Reescoramento.

(fonte: elaborado pela autora.)

As fôrmas de aço do *steel deck* são muito mais resistentes que as formas tradicionais de madeira utilizadas no sistema de lajes convencionais de concreto armado. Com isso, elas são capazes de sustentar o peso dos funcionários, seus equipamentos e do concreto fresco, até que ele endureça e obtenha resistência, sem necessidade de utilização de escoramentos. Além de eliminar etapas de montagem e desmontagem de escoras e do reescoramento, possibilita o livre trabalho nos andares inferiores. A dificuldade de trabalhar em pavimentos com grandes números de escoras pode ser visualizada na figura 13. A execução desta etapa, ao executar lajes mistas, reduz o tempo de execução de uma obra e poderá representar economia nos gastos da obra, pois não há necessidade do aluguel desses equipamentos e simultaneamente teve uma redução da quantidade de mão de obra (figura 14).

Figura 13 – Escoramento de laje convencional de concreto armado.



(Fonte: <http://www.uniaostar.com.br/escoramentos-de-laje>)

Figura 14 – pavimento inferior a uma laje *steel deck*.



(Fonte: <https://carluc.com.br/projeto-estrutural/laje-steel-deck/>)

A escolha entre laje *steel deck* e lajes convencionais deve considerar as especificidades do projeto, incluindo orçamento, prazo de execução, características

estruturais e arquitetônicas desejadas, e as condições ambientais. A laje *steel deck* é vantajosa em projetos que demandam rapidez, menor peso estrutural e maior flexibilidade de design, enquanto as lajes convencionais podem ser preferidas em construções mais simples e com menores restrições de tempo e peso.

5.3 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

Ao comparar as práticas de segurança em lajes do tipo *steel deck* e lajes convencionais de concreto armado, torna-se evidente a importância de adotar medidas específicas para cada tipo de estrutura. O quadro 4 destaca os EPI's e EPC's comumente utilizados em ambos os tipos de lajes e outros pontos de segurança.

QUADRO 4 - comparação entre os padrões de segurança das lajes tipo *steel deck* e lajes convencionais.

	Lajes <i>Steel Deck</i>	Lajes Convencionais
EPIs	Capacete de segurança; Luvas de proteção resistente a cortes; Óculos de Proteção; Cinto de segurança com talabarte.	Capacete de segurança; Luvas de proteção; Óculos de Proteção; Cinto de segurança com talabarte.
EPCs	Rede de proteção; Sinalização de áreas de risco.	Guarda-corpo; Andaime; Sinalização de áreas de risco.
Integração de sistemas	Permite uma maior integração entre o sistema estrutural e os sistemas de proteção	Necessita de mais escoramentos, aumentando o risco de queda em altura
Resistência Estrutural	Maior resistência estrutural, mais estável para os operários	Maior risco em incêndio, devido a porosidade do concreto e à perda da resistência estrutural da armação em altas temperaturas, se comparado às do tipo <i>steel deck</i>

(Fonte: Elaborado pela autora)

No *steel deck* há uma menor necessidade de escoramentos que reduz a complexidade dos EPCs necessários. Mas, o uso de EPIs específicos, como luvas resistentes a cortes (figura 14), é essencial devido ao manuseio de chapas de aço.

Figura 15 – luva resistente a cortes.



(fonte: <https://prometalepis.com.br/>)

Já nas lajes convencionais de concreto armado, a segurança depende muito da correta instalação e manutenção dos escoramentos, que são críticos para evitar colapsos. E há uma necessidade de uma ampla gama de EPIs conforme mostra a figura 15, devido à variedade de riscos, desde quedas até exposição a produtos químicos.

Figura 16 – EPIs usados em uma obra.



(Fonte: <http://guiadoepi.blogspot.com/>)

A segurança no ambiente de trabalho na construção civil é uma preocupação central, visando proteger os trabalhadores e garantir a integridade das estruturas. Ao analisar os desafios específicos enfrentados durante a instalação de lajes, surge a necessidade de comparar dois cenários distintos: lajes de aço e lajes de concreto armado. Nas lajes de aço, observa-se uma menor necessidade de escoramentos, o que simplifica o processo construtivo e reduz a complexidade dos equipamentos de proteção coletiva (EPCs) necessários (figura 17). Entretanto, o manuseio de chapas de aço demanda o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos, como luvas resistentes a cortes, para diminuir os riscos associados a materiais cortantes.

Figura 17 – equipamentos de proteção coletiva.



(fonte: cosme, 2013)

Essa abordagem destaca a importância de medidas preventivas precisas e adaptadas às características de cada tipo de laje para garantir a segurança dos trabalhadores. Por outro lado, as lajes de concreto armado apresentam desafios distintos em termos de segurança no trabalho. A dependência dos escoramentos é fundamental para evitar colapsos durante a fase de construção. A correta instalação e manutenção desses escoramentos são essenciais para garantir a estabilidade estrutural e a segurança dos trabalhadores. Além disso, a diversidade de riscos, como quedas em altura e exposição a produtos químicos presentes no concreto, requer uma ampla gama de EPIs para proteger os trabalhadores.

Nesse contexto, a segurança ocupacional torna-se um desafio complexo, exigindo não apenas medidas de prevenção específicas, mas também uma cultura de segurança robusta e comprometida em todos os níveis da organização. Ao comparar as lajes de aço e as lajes de concreto armado, é possível observar diferenças significativas em relação à segurança no trabalho na construção civil. Enquanto as lajes de aço oferecem vantagens em termos de redução da necessidade de escoramentos e simplificação dos EPCs necessários, as lajes de concreto armado demandam uma abordagem mais abrangente, com foco na instalação e manutenção precisas dos escoramentos, além da utilização de uma variedade de EPIs para proteger os trabalhadores contra múltiplos riscos.

Essa análise ressalta a importância de considerar as características específicas de cada tipo de laje ao desenvolver medidas de segurança no canteiro de obras, visando proteger a saúde e o bem-estar dos trabalhadores e garantir a qualidade e a integridade das estruturas construídas. No contexto da construção civil, a segurança no trabalho é uma preocupação constante que permeia todas as etapas de um projeto. Ao considerar as nuances envolvidas na instalação de lajes, é essencial reconhecer que cada tipo de laje apresenta seus próprios desafios e requisitos específicos de segurança. A figura 17 mostra as operações de segurança de laje *steel deck* em um canteiro de obra.

Figura 18 – operações de segurança no canteiro.



(fonte: SILVA, 2010, p. 9)

A abordagem diferenciada necessária para lidar com as lajes de aço e de concreto armado reflete a complexidade inerente ao ambiente de trabalho na construção. Além disso, ressalta a importância da formação de equipes capacitadas e conscientes dos procedimentos de segurança adequados para cada situação. Portanto, a análise comparativa entre as lajes de aço e as lajes de concreto armado não apenas evidencia as diferenças técnicas, mas também destaca a necessidade de uma abordagem personalizada e abrangente em termos de segurança ocupacional em todos os aspectos da construção civil.

5.4 AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

A construção de lajes *steel deck* geralmente oferece vantagens em termos de segurança, principalmente devido à rapidez na montagem e à redução de riscos associados a quedas e manuseio de materiais pesados. No entanto, o *steel deck* exige atenção específica para evitar cortes durante o manuseio das chapas de aço.

Por outro lado, a construção de lajes convencionais de concreto armado apresenta desafios de segurança mais complexos devido ao tempo de construção mais longo, maior necessidade de escoramento e maior exposição a produtos químicos e riscos ergonômicos.

Ambos os sistemas requerem o uso rigoroso de EPIs e EPCs, mas os procedimentos e os tipos de proteção variam conforme as características dos materiais e métodos construtivos. A escolha entre os sistemas deve considerar não apenas os aspectos de segurança, mas também fatores como custo, tempo de construção e requisitos específicos do projeto. O quadro mostra várias diferenças importantes, que podem ser observadas em diferentes aspectos.

QUADRO 5 - resultados obtidos na avaliação de segurança entre a construção de lajes *steel deck* e lajes de estrutura convencional de concreto armado.

Steel deck	Lajes convencional de concreto armado
Rapidez na montagem	Processo mais lento
Menos escoramento	Escoramento extenso
Superfície metálica	Montagem de formas
Trabalho em altura	Trabalho em altura
Peso das chapas	Transporte de materiais
Corte e bordas afiadas	Manuseio de ferragens
Minimização de contato com concreto	Contato com concreto
EPI's específicos	Diversidade de EPI's
Menor desperdício	Maior geração de resíduos
Menos ruído	Ruído elevado

(fonte: elaborado pela autora)

A instalação das chapas de *steel deck* é mais rápida do que a montagem das formas de madeira e a armação das ferragens na construção convencional. Isso reduz o tempo total de exposição dos trabalhadores a riscos no canteiro de obras. A necessidade de escoramentos temporários é menor, o que diminui a complexidade e os riscos associados à montagem e desmontagem dessas estruturas.

As chapas de *steel deck* proporcionam uma plataforma contínua durante a construção, reduzindo os riscos de queda em comparação com as lajes convencionais, que podem ter aberturas durante a montagem. O uso de cintos de segurança e sistemas de ancoragem é obrigatório em ambos os sistemas, mas a superfície sólida das chapas pode oferecer mais segurança ao caminhar. Em lajes convencionais de concreto armado a segurança depende muito da qualidade do escoramento e da forma, com maior risco de acidentes em caso de falhas nesses sistemas.

As chapas de aço são pesadas, mas geralmente são pré-fabricadas e podem ser manuseadas com equipamentos de içamento, reduzindo a necessidade de esforço físico dos trabalhadores, já em lajes convencionais o transporte de cimento, areia, brita e barras de aço pode ser fisicamente exigente, aumentando o risco de lesões musculoesqueléticas. Há risco de cortes durante o manuseio das chapas, exigindo uso de luvas resistentes a cortes e em lajes convencionais de concreto armado manuseio de barras de aço para a armação pode resultar em cortes e abrasões, mesmo com o uso de luvas de proteção.

Em lajes *steel deck* o contato com produtos químicos é minimizado, já que a maioria do trabalho envolve a colocação de chapas de aço e a concretagem sobre elas. E e, lajes convencionais há uma maior exposição a cimento fresco, que é cáustico e pode causar irritações na pele e nos olhos, exigindo maior uso de EPIs como luvas e máscaras.

O *steel deck* também proporciona uma redução de resíduos de construção, como sobras de madeira e restos de cimento e menos ruído devido à redução de atividades como corte de madeira e pregos, contribuindo para um ambiente de trabalho menos ruidoso.

5.5 AVALIAÇÃO DE RISCOS

Os riscos identificados nas etapas do processo de execução de laje *steel deck* em comparação com laje convencional de concreto armado, na área do estudo em questão estão relacionados no Quadro 6, apresentado a seguir, que associa cada etapa do processo aos perigos existentes e suas causas.

QUADRO 6 - resultados obtidos na avaliação de risco entre a construção de lajes *steel deck* e lajes de estrutura convencional de concreto armado.

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)				
PROCESSO: EXECUÇÃO DE LAJE <i>STEEL DECK</i> X LAJE CONVENCIONAL				
ETAPAS DO PROCESSO		CAUSAS	AÇÃO	RESULTADO
STEEL DECK	LAJE CONVENCIONAL			
-	montagem das fôrmas	instabilidade; quedas em aberturas; quedas de objetos para pavimentos inferiores; ondas de pressão sonora, devido ao uso de pregos para montagem das fôrmas.	Mitigação	por se tratar de um produto industrializado a telha- fôrma de aço atua como fôrma para o concreto até sua cura e por possuir característica autoportante, o sistema funciona como plataforma de serviço, protegendo os operários que estão executando.
-	Instalação do escoramento	esforço físico intenso; repetitividade.	mitigação	menor probabilidade da laje colapsar durante e após a concretagem no período de cura. O sistema <i>steel deck</i> não necessita de escoramento quando aplicados em vãos que variam de 2 a 4 metros, o que diminui a complexidade de riscos associados a montagem e desmontagem e vai reduzir o tempo total de exposição dos trabalhadores a riscos no canteiro.
montagem das chapas metálicas da laje	Montagem das armaduras de aço	cortes e abrasões.	Transferir	risco de cortes durante o manuseio das chapas exigindo o uso de luvas resistentes a corte, em lajes convencionais o manuseio de barras de aço para armação pode resultar em cortes e abrasões, mesmo com uso de luvas de proteção.
concretagem da laje	Concretagem da laje	quedas de objetos; contato com concreto.	Transferir	lajes convencionais há uma maior exposição ao concreto fresco, causando irritações na pele e olhos.
-	Desforma das vigas e laje	esforço físico intenso; repetitividade; queda de objetos.	mitigação	telha-fôrma de aço atua como fôrma para o concreto até sua cura e após secagem atuará como armadura positiva da laje, não necessitando ser retirada.

(Fonte: elaborado pela autora)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de lajes *steel deck* atua como uma plataforma de serviço e proteção para os operários que trabalham nos andares inferiores, contribuindo significativamente para a segurança no canteiro de obras. Isso ocorre devido a laje ser uma plataforma de trabalho segura com redução de quedas de materiais e superfície contínua. As chapas de aço perfiladas fornecem uma superfície contínua que pode minimizar a queda de materiais e ferramentas para os andares inferiores, protegendo os trabalhadores que estão abaixo. As chapas atuam como uma barreira física, reduzindo o risco de objetos caírem através das aberturas. Com acesso seguro e uma área de trabalho ampla, o *steel deck* proporciona uma área ampla e estável para os trabalhadores se moverem durante a execução das atividades, reduzindo os riscos de acidentes em superfícies irregulares. Em muitos casos, o uso de *steel deck* pode reduzir a necessidade de andaimes, pois a plataforma de aço pode ser utilizada diretamente como base de trabalho para várias tarefas, diminuindo os riscos associados ao uso de andaimes temporários. As chapas de aço perfiladas, quando devidamente instaladas, oferecem suporte temporário ao concreto fresco até que ele atinja a resistência necessária, eliminando a necessidade de formas de madeira e escoramentos tradicionais. A distribuição uniforme das cargas através das chapas de aço contribui para a estabilidade da estrutura temporária, reduzindo os riscos de colapso parcial durante a construção.

A Segurança dos operários nos andares inferiores se dá por que as chapas de aço formam uma cobertura protetora que protege os operários que trabalham abaixo de quedas de ferramentas, materiais e detritos durante a construção, em combinação com redes de segurança, o *steel deck* aumenta ainda mais a proteção dos trabalhadores nos níveis inferiores. A integração das chapas de aço com o concreto cria uma estrutura mista mais robusta e estável, reduzindo os riscos de desmoronamento durante a construção e após a conclusão da laje.

Procedimentos de segurança específicos, inspeção regular e verificação da fixação é crucial realizar inspeções regulares para garantir que todas as chapas de aço estejam devidamente fixadas e alinhadas, prevenindo deslocamentos que possam comprometer a segurança, supervisores de segurança devem estar presentes para monitorar a conformidade com os procedimentos de segurança.

Treinamentos específicos sobre a instalação e manuseio de *steel deck*, incluindo o uso de EPIs, são fundamentais para garantir a segurança no local de trabalho, realizar simulações de situações de emergência para preparar os trabalhadores para responder adequadamente em caso de acidentes. As chapas de aço devem ser galvanizadas ou receber outros tratamentos anticorrosivos para garantir sua durabilidade e manter a integridade estrutural ao longo do tempo, e garantir a compatibilidade de materiais e qualidade do concreto utilizando concreto de qualidade e garantir a correta integração com as chapas de aço para evitar fissuras e falhas na laje mista.

O uso de *steel deck* como plataforma de serviço durante a construção não apenas aumenta a eficiência do processo, mas também proporciona uma série de benefícios de segurança. A instalação correta e o uso de procedimentos de segurança rigorosos garantem que o *steel deck* funcione como uma proteção eficaz para os operários, tanto nos níveis superiores quanto inferiores, contribuindo para um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

Conforme os objetivos esperados, as lajes *steel deck* aparece em um momento em que um custo mais baixo na execução de um empreendimento, o torna bastante atrativo. Aliado à sua praticidade e rapidez construtiva, traz retornos financeiros ao empreendimento, em um menor tempo. Na construção de uma laje convencional, como se sabe, perde-se muito tempo com a confecção de fôrmas para concretagem, e também na desforma, além de deixar o pavimento inferior a concretagem, inutilizável por causa de escoras utilizadas. O *steel deck* acaba com todos esses “contratempos”. Outro ponto que se pode destacar é a construção limpa e sustentável que o *steel deck* proporciona, pois evita o desperdício de material em uma obra de médio a grande porte. Como todo novo produto que surge no mercado, a tendência é que com o passar dos anos novas tecnologias vão surgindo, e com esse avanço pode-se obter um produto ainda mais vantajoso em relação aos outros sistemas já existentes.

REFERÊNCIAS

ABCEM: Associação Brasileira da Construção Metálica, SAÚDE, Jorge; RAIMUNDO, Duarte. **Lajes mistas: aspectos construtivos e respectivas recomendações do eurocódigo 3.** 2006. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2006/arquivos/Lajes%20Mistas.pdf>. Acesso em: 07 abril 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma ABNT NBR 16280:2014** - Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos. BARBOSA, R. S. et al. (2023). Impacto da Implementação de Medidas de Segurança na Redução de Acidentes na Construção de Lajes Convencionais e de Steel Deck. *Revista de Engenharia e Segurança do Trabalho*, 11(2), 55-68.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. **Campanha nacional de combate aos acidentes de trabalho (CANCAT)**. Brasília, 1996.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice hall.2002.

CICHINELLI, G. Centro Brasileiro da Construção em Aço. **Lajes em steel deck**. 2014. Disponível em:. Acesso em: 9 Setembro 2023.

CICHINELLI, G. **Construção Rápida: Sistema misto que dispensa parcial ou totalmente o escoramento, o steel deck agiliza a execução e reduz custos**. Técnica, 2011. Disponível em:. Acesso em: 11 setembro 2023.

COSME, Alice Kaliane da Silva. Acidentes do trabalho na perspectiva dos trabalhadores da construção civil na cidade de ASSU/RN. Angicos, 2013.

DA SILVA BARBOSA, U., SALOMÃO, P. E. A., LAUAR, G. T., & RIBEIRO, P. T. (2018). **Reutilização do concreto como contribuição para a sustentabilidade na construção civil**. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro–Unipac* ISSN, 2178, 6925.

DELIBERTO, C. **Diretrizes para o projeto e execução de lajes mistas de concreto e chapas metálicas trapezoidais (steel deck)**. 2006.134 f. Dissertação (Mestrado em habilitação: Planejamento e Tecnologia) – Departamento de Planejamento, Gestão e Projeto, Instituto de Pesquisa Tecnológicas, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://cassiopea.ipt.br/teses/2006_HAB_Celso_Deliberto.pdf>. Acesso em. 25 maio, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRUPO ZÊNITE. **Conjunto Habitacional do Carianos**. Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://grupozenite.files.wordpress.com/2011/12/esquema-de-laje-steel-deck-.jpg>>. Acesso em: 20 de maio, 2022.

LOBO JÚNIOR, Antônio Carlos Cardoso. *Segurança do trabalho: perfil das empresas de médio porte da construção civil de Feira de Santana*. Bahia: 2008. 72 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2008.

METFORM. **Manual Técnico: Especificações para Projeto, Manuseio e Montagem**. Betim: Metform, 2007.

METFORM. **Têlha-forma**. 2015. Disponível em: <http://www.metform.com.br/wordpress/?project-telha-forma>. Acesso em: 07 abril 2022.

METFORM. **Têlha-forma**. 2019. Disponível em: <http://www.metform.com.br/wordpress/wpcontent/uploads/2019/11/Cat%C3%Allogo-Steel-Deck-2019.pdf>. Acesso em: 01 abril 2022.

NAKAMURA, Juliana. **Montagem e concretagem de steel deck exigem cuidados especiais**. 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/montagem-concretagem-de-steel-deck-exigem-cuidados-especiais> 17427 10 O. Acesso em: 02 abril 2022.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia. 2024d.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-35 – Sinalização de Segurança. 2024e.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR4 - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. 2024a.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR6 – Equipamento de Proteção Individual. 2024b.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 2024c.

OLIVEIRA, A. B. et al. (2018). **Uso de Equipamentos de Proteção Individual na Construção Civil: Um Estudo de Caso em Empresas de Pequeno Porte**. Revista Brasileira de Engenharia de Segurança, 6(2), 45-56.

PEREIRA, C. D. et al. (2021). **Impacto da Utilização de Equipamentos de Proteção Individual na Redução de Acidentes de Trabalho na Construção Civil**. Revista de Engenharia e Segurança do Trabalho, 9(3), 87-98.

SANTOS, M. A. (2020). **Análise Comparativa de Lajes de Steel Deck e Lajes Convencionais em Obras de Edificações Residenciais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

SAÚDE, Jorge; RAIMUNDO, Duarte; PROLA, Luis Carlos; PIERIN, Igor. **Lajes Mistas: Aspectos Construtivos e Respectivas Recomendações Do Eurocódigo 4**. In: Construmetal 2006, São Paulo.

SELLTIZ, C. ET AL. **Métodos de pesquisas nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1987.

SILVA, J. R. et al. (2019). **Segurança do Trabalho na Construção Civil: Uma Revisão Integrativa**. Revista de Ciências Agroveterinárias, 18(1), 112-121.

SILVA, Tecn Raphael. **Projeto de produção para construção metálica aplicado em lajes mistas steel deck**. 2010.

SOUZA, F. M. et al. (2022). **Avaliação da Eficácia dos Programas de Treinamento em Uso de EPIs e EPCs na Prevenção de Acidentes na Construção Civil**. Revista Brasileira de Engenharia de Segurança, 10(1), 120-135.

TRIVINOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZARPELON, D.; DANTAS, L.; LEME, R. A NR-18 Como Instrumento de Gestão de Segurança, Saúde, Higiene do trabalho e Qualidade de Vida para os Trabalhadores da Indústria da Construção. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.