

Sistema misto *steel deck* e suas aplicações na construção civil
Mixed steel deck system and its applications in civil construction
Sistema misto steel deck y sus aplicaciones en la construcción civil

Recebido: 01/07/2019 | Revisado: 09/08/2019 | Aceito: 26/08/2019 | Publicado: 02/09/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Alex Abrantes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: alexabrantes2016@gmail.com

Larissa Petrini Alves Lorentz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6386-8929>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: larissapetrini@hotmail.com

Larissa Tatiane Gonçalves de Paula

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7314-9020>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: larissadepaula2@live.com

Resumo

O conceito de laje mista ou então laje com fôrma colaborante, surgiu nos Estados Unidos na década de 1950 e desde então passou a ser amplamente empregado, claramente em edificações metálicas de vários andares. Já no Brasil, começou a ser difundida na década de 1970 pela empresa Robtek (associação entre a empresa americana Robertson e a empresa brasileira Tekno). A laje *steel deck* ou laje colaborante ou mista como também é conhecida, é uma técnica usada na construção de lajes em edificações de vários portes. Uma laje composta basicamente por chapas ou telhas de aço galvanizado e uma camada de concreto. O uso da laje com formas colaborantes pode ser considerado em projetos de edifícios industriais; em lajes de escolas, rodoviárias; hospitais e órgãos públicos; terminais de aeroportos, passarelas ou pontes; cinemas e em shopping centers; edifícios de escritórios com vários andares. Elas

podem usadas em estruturas de concreto e também estruturas metálicas. Esse tipo de laje está sendo muito utilizado, pois a velocidade de execução é muito maior, uma das principais características ditas por especialistas da área. Tanto em obras comerciais, residenciais ou industriais, esse tipo de laje geralmente é aplicada em obras onde há entrega em prazos curtos e a necessidade de racionalização dos processos construtivos.

Palavras-chave: Laje mista; *Steel deck*; Prazos curtos.

Abstract

The concept of a mixed slab or cooperative slab emerged in the United States in the 1950s and has since become widely used, clearly in multi-story metal buildings. Already in Brazil, began to be diffused in the 1970s by the company Robtek (association between the American company Robertson and the Brazilian company Tekno). The slab steel deck or cooperative or mixed slab as it is also known, is a technique used in the construction of slabs in buildings of various sizes. A slab composed basically of galvanized steel sheets or tiles and a layer of concrete. The use of slab with cooperative forms can be considered in industrial buildings projects; in slabs of schools, roads; hospitals and public bodies; airport terminals, walkways or bridges; cinemas and shopping malls; multi-story office buildings. They can be used in concrete structures as well as metal structures. This type of slab is being used a lot, because the speed of execution is much greater, one of the main characteristics said by specialists of the area. In commercial, residential or industrial works, this type of slab is generally applied in works where there is short delivery and the need to rationalize construction processes.

Keywords: Mixed slab; Steel deck; Short deadlines.

Resumen

El concepto de losa mixta o la losa con hilo colaborante, surgió en los Estados Unidos en la década de 1950 y desde entonces pasó a ser ampliamente empleado, claramente en edificaciones metálicas de varios pisos. En Brasil, comenzó a ser difundida en la década de 1970 por la empresa Robtek (asociación entre la empresa estadounidense Robertson y la empresa brasileña Tekno). La forja de acero de la cubierta o la losa que coopera o mezcla como también es conocida, es una técnica usada en la construcción de losas en edificaciones de varios portes. Una losa compuesta básicamente por chapas o tejas de acero galvanizado y una capa de concreto. El uso de la losa con formas colaborantes puede ser considerado en proyectos de edificios industriales; en losas de escuelas, carreteras; hospitales y organismos públicos; terminales de aeropuertos, pasarelas o puentes; cines y centros comerciales;

edifícios de oficinas com varios pisos. Se pueden utilizar en estructuras de hormigón y también estructuras metálicas. Este tipo de losa está siendo muy utilizado, pues la velocidad de ejecución es mucho mayor, una de las principales características dichas por especialistas del área. Tanto en obras comerciales, residenciales o industriales, ese tipo de losa generalmente se aplica en obras donde hay entrega en plazos cortos y la necesidad de racionalización de los procesos constructivos.

Palabras clave: Laje mixta; Steel deck; Plazos cortos.

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos o homem já construía os seus próprios abrigos, usando os recursos naturais disponíveis a 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, U. 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.

Os sistemas mistos de aço e concreto ganharam corpo com o desenvolvimento de métodos e disposições construtivas, garantindo o funcionamento em conjunto dos dois materiais, expandindo de forma considerável opções de projeto e de construção.

Designa-se “sistema misto aço-concreto àquele no qual um perfil de aço (laminado, soldado ou formado a frio) trabalha em conjunto com o concreto (geralmente armado), formando um pilar misto, uma viga mista, uma laje mista ou uma ligação mista.” (Queiroz, Pimenta & Matins, 2012, p.10).

O conceito de laje mista surgiu nos Estados Unidos e algumas décadas depois passou a ser disseminado no Brasil e, desde então, passou a ser largamente empregada em edificações metálicas de vários andares.

Utilizando os sistemas mistos, amplia-se consideravelmente a gama de soluções em aço e concreto armado. Além de várias opções disponíveis e a possível obtenção de benefícios.

Este trabalho como objetivo fazer um levantamento da eficiência do uso do sistema de laje *steel deck* na construção de edificações, evitando o desperdício de materiais,

equipamentos e custos. Podendo ser possível fazer projetos com custo menor, mas quem garantam a eficácia do resultado final do projeto.

2 LAJES STEEL DECK

2.1 HISTÓRICO

O conceito de laje mista ou então laje com fôrma colaborante, segundo Cichinelli (2014) surgiu nos Estados Unidos por volta da década de 1950 e desde então passou a ser amplamente empregado, claramente em edificações metálicas de vários andares. Já no Brasil, começou a ser difundida na década de 1970 pela empresa Robtek (associação entre a empresa americana Robertson e a empresa brasileira Tekno).

Uma publicação feita em uma revista da Uniform Evaluation Services, Sputo (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

A laje *steel deck* ou laje colaborante ou mista como também é conhecida, é uma técnica usada na construção de lajes em edificações de vários portes. Uma laje composta basicamente por chapas ou telhas de aço galvanizado e uma camada de concreto. O aço, é um material excelente para se trabalhar a tração, é usado uma telha no formato trapezoidal que durante a concretagem serve como forma para concreto e como armadura positiva para as cargas de serviço, como mostra na Figura 1, onde o sistema *steel deck* é aplicado em construções de vários andares.

Figura 1 – Aplicação de steel deck em vários andares



Fonte: Belgo Bekaert, 2018

Como mostrado na figura 1, o steel deck tem uma gama de aplicações dentro da construção civil.

Essa laje também possui uma malha de tela soldada, que ajuda na prevenção de trincas na superfície da laje. Pode suportar sobrecargas de até 2 t/m^2 e dispensa escoramentos para vãos de 2 m a 4 m, ou armadura de tração adicional.

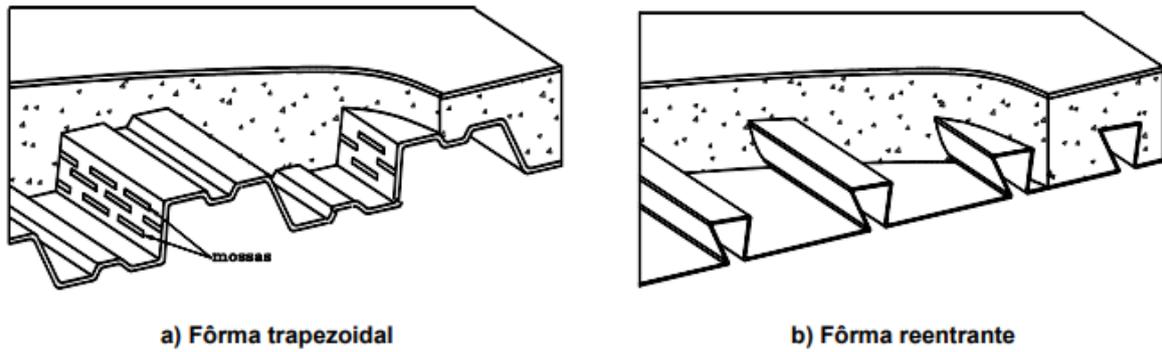
Então laje mista de concreto e aço são aquelas em que o concreto atua em conjunto com a telha ou forma de aço, que atuando como toda a armadura de tração da laje.

Segundo a NBR 8880 (2008),

na fase inicial, ou seja, antes de o concreto atingir 75% da resistência à compressão especificada, a forma de aço suporta isoladamente as ações permanentes e a sobrecarga de construção. Nas lajes mistas, a forma de aço deve ser capaz de transmitir o cisalhamento longitudinal na interface entre o aço e o concreto. A aderência natural entre o aço e o concreto não é considerada efetiva para o comportamento misto.

E tudo isso deve ser garantido conforme mostra a Figura 2:

Figura 2 – Lajes mistas de aço e concreto



Fonte: NBR 8800 (ABNT 2008)

A Figura 2 ilustra formas diferentes que pode compor a laje mista presente no sistema steel deck.

A espessura do concreto vai depender do comprimento das chapas de aço sem apoios intermediários, dos tramos e das condições de carga do projeto.

2.3 USO E LIMITAÇÕES

O uso da laje com formas colaborantes pode ser considerado em projetos de edifícios industriais; em lajes de escolas, rodoviárias; hospitais e órgãos públicos; terminais de aeroportos, passarelas ou pontes; cinemas e em shopping centers; edifícios de escritórios com vários andares. Elas podem usadas em estruturas de concreto e também estruturas metálicas. Um exemplo disso, está na Figura 3 abaixo.

Figura 3 – Face inferior das formas pintadas



Fonte: Revista Técnica, 2014

A Figura 3 ilustra como fica o interior de um sistema steel deck, sendo que de acordo com atividade fim da obra, não precisa de acabamento final.

Esse sistema permite a execução de lajes com o peso inferior ao de lajes com sistemas convencionais e com um prazo de execução bem menor. Em obras industriais e certas obras comerciais pode-se aproveitar a própria forma metálica como suportes para fixação de luminárias e tubulações e também como acabamento de forro, de acordo com a Figura 4 abaixo:

Figura 4 – Instalações aparentes



Fonte: Revista Técnica, 2014.

No sistema steel deck se torna mais fácil a passagem de tubulações de água, eletrodutos e eletrocalhas como mostrado na Figura 4.

Cichinelli (2014), afirma:

a tecnologia, no entanto, não é indicada para ambientes corrosivos e deve ser usada com cuidado em casos onde as sobrecargas sejam superiores a 3 t/m². Para viabilizar a solução nessa situação, devem ser dimensionadas armaduras complementares para atingir a sobrecarga do projeto. Em panos com muitos furos (como, por exemplo, em lajes suporte de casa de máquinas de elevadores), o uso do steel deck não é limitado, porém algumas recomendações devem ser seguidas para cada situação. As aberturas até 20 cm dispensam reforço estrutural; aberturas entre 20 cm e 60 cm devem receber reforço estrutural ao seu redor e, por fim, para aberturas superiores a 60 cm, devem ser previstas vigas de apoio ao seu redor.

Como descrito por Cichinelli (2014) o sistema steel deck tem grande aplicação, dentro das suas limitações como ambientes corrosivos, como litoral. No geral sua utilização torna viável e mais simples o acabamento dentro da obra.

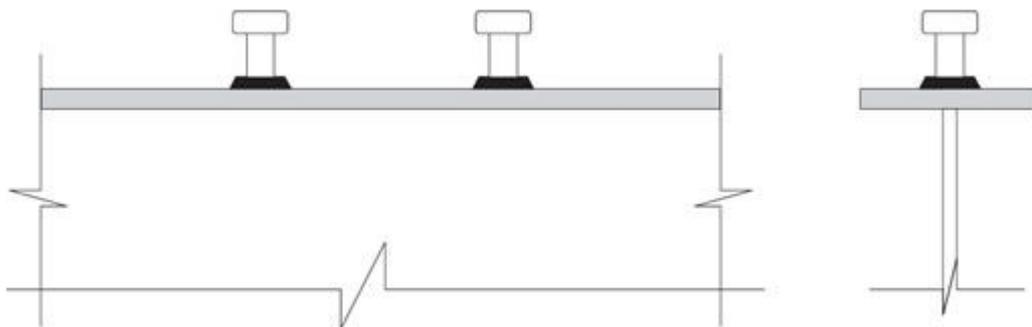
2.4 CARACTERÍSTICAS E CUIDADOS ESPECIAIS

O sistema de laje *steel deck*, basicamente é formado pela telha-forma colaborante, o concreto e uma tela de aço, que tem função antifissuração. Certos casos, todo o conjunto pode ser adicionado com uma armadura negativa para absorver os momentos negativos da laje, entretanto, quando esse elemento for contínuo e a tela aço não dimensionada para absorver tais esforços.

No Brasil, o mercado disponibiliza o *steel deck* (telha) com três espessuras de chapa, chapas de 0,80mm, chapas de 0,95 mm e também de – 1,25 mm, e os comprimentos dependem de acordo com cada projeto, podendo chegar a 12 m, o limite máximo de transporte por carreta.

Os projetos que consideram no dimensionamento de estrutura metálica, o sistema de viga mista, deve-se usar pinos metálicos, conhecidos como conectores *stud bolt*, como mostra a Figura 5, para garantir a solidarização da laje com a estrutura metálica e para ter redução no peso da mesma, produzindo uma economia no consumo de aço.

Figura 5 – Conectores stud bolt



Fonte: Revista Técnica, 2014

A Figura 5 mostra como fica a disposição dos conectores dentro da laje.

E durante toda a execução ter o acompanhamento de um profissional especializado e escolher bons fornecedores.

De acordo com a NBR 8880 (2008), as propriedades do concreto devem obedecer a ABNT NBR 6118:2014. E deve-se procurar uma empresa confiável, que tenha qualidade e experiência para o bombeamento do concreto, Figura 6. Se caso for necessário, fazer testes antes para sanar qualquer dúvida.

Figura 6 – Concretagem da laje



Fonte: CINEXPAN.

O processo de produção de uma laje com steel deck é ilustrada na Figura 6, sendo que nesse processo é feitos os padrões de concretagem como em lajes convencionais, sendo mais fácil de se deslocar em cima da armadura montada.

2.5 TEMPO DE CONSTRUÇÃO

Esse tipo de laje está sendo muito utilizado, pois a velocidade de execução é muito maior, uma das principais características ditas por especialistas da área. Tanto em obras comerciais, residenciais ou industriais, esse tipo de laje geralmente é aplicada em obras onde há entrega em prazos curtos e a necessidade de racionalização dos processos construtivos.

2.6 PRODUTIVIDADE

Praticamente durante a concretagem não necessitam de escoramento em quase todos os casos (liberando o piso inferior para demais atividades) e nem o uso de armaduras positivas. As chapas funcionam como uma plataforma de trabalho, como mostra a figura 7 seguinte:

Figura 7 – Execução das chapas na laje



Fonte: SODEF.

O processo de solda e produção do sistema steel deck, é possível ser verificado na Figura 7, onde esse é considerado um processo crucial na economia de tempo, visto que não precisa esperar tempo de cura.

Além de funcionar como forma e armadura da própria laje. Sua descarga, manuseio e armazenamento são feitos de forma rápida e simples, consequentemente, agilizam o cronograma da obra.

2.7 ECONOMIA

O custo com mão de obra pode diminuir em até 40% e executar 2 mil m², por exemplo, em cerca de três dias. E com o aumento da produtividade, as obras terminarão dentro do prazo planejado, garantindo mais tempo para o profissional realizar outros serviços. Mesmo que inicialmente tenha que investir um pouco mais, se economiza durante o restante da obra.

2.8 MELHORIA NA QUALIDADE

Essa laje é feita com chapa de aço galvanizada, o produto é industrializado, com características técnicas e dimensões controladas. Além disso, o produto é leve, que pode ser manuseado facilmente por uma equipe de montadores não havendo necessidade de ter equipamentos especiais. Pode ser fornecida com a face inferior pré-pintada de fábrica (se o cliente optar por deixar o produto aparente, mas desejar um acabamento diferente do

acabamento da chapa galvanizada). Nos canais inferiores da fôrma podem abrigar a passagem de conduítes e dutos.

Pode ser aplicada em estruturas de alvenaria, concreto, aço ou até mesmo madeira (seguindo as recomendações do fabricante).

2.9 RESISTÊNCIA AO FOGO

De acordo com Cichinelli (2011), devido a forma de *steel deck* ser metálica, há uma desvantagem e uma preocupação para se achar soluções contra incêndios. Pois a forma não tem nenhuma proteção contra incêndios e pode entrar em colapso, acarretando prejuízos para a estrutura. Para isso é necessário que se faça um revestimento na parte inferior da forma, com esta finalidade, pode ser usada a argamassa cimentícia projetada. Ou também pode ser usado uma armadura entre o concreto e o *steel deck*, evitando fissuras do concreto.

2.10 MANUTENÇÃO

As formas de chapa de aço não necessitam de uma manutenção regular em suas condições de uso normais, pois comportam como a grande parte dos materiais com características estruturais utilizados na construção civil.

Se na chapa de aço houver manchas de oxidação, na parte inferior da laje (portanto, ao abrigo da água da chuva ou da retenção de umidade), o problema só acontecerá se o ambiente tiver agentes agressivos ou em casos que haja penetração de água na laje, seja por vazamentos em tubulações dentro ou sobre a própria laje ou por fissuras em lajes de cobertura.

Neste primeiro caso, deve ser feita a manutenção regularmente, assim que surgir as primeiras manchas de oxidação branca, evitando que elas alcancem um estágio de corrosão vermelha. A recuperação é geralmente simples e envolve a retirada da oxidação por meios químicos ou mecânicos e posteriormente a zincagem a frio da chapa com tinta apropriada, que é rica em zinco. Em casos de ter a presença de água, além de se resolver a origem desses vazamentos e da infiltração de umidade, pode ser que seja necessário um técnico especializado para uma avaliação com mais detalhes do estado da chapa. (Salomão, P. E. A. et al. 2019)

2.11 DESPERDÍCIOS E SUSTENTABILIDADE

A desmontagem do sistema steel deck deve seguir os procedimentos de demolição das lajes convencionais, e não tem desperdício com formas pois o material é incorporado junto a estrutura, resultando na diminuição de resíduos na obra. Lembrando que o aço das formas colaborantes da laje pode ser reciclado como sucata.

2.12 SEGURANÇA

Durante a execução da obra 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.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos esperados, o sistema de laje steel deck entra como um grande atrativo, devido ao custo mais baixo na construção. Associado à sua rapidez e praticidade construtiva, resulta em prazos menores e retornos financeiros.

Como se sabe, na construção de uma laje convencional, há uma perda muito grande no tempo com a confecção de formas para a concretagem e depois na sua desforma, sem contar que o pavimento inferior à concretagem fica sem utilização devido as escoras; e o sistema de laje *steel deck* acaba com esses contratempos.

Pode-se destacar também um outro ponto, que é a construção sustentável e limpa que a laje *steel deck* proporciona, pois em uma obra de médio e grande porte evita-se o desperdício de material.

Mas estudos e discussões sobre as estruturas mistas, como a laje *steel deck*, devem ser constantes. E um ponto muito importante seria busca de novos materiais e tecnologias que tenham menos restrições construtivas e que tragam um desempenho maior à estrutura.

E no mercado, como todo produto novo, a tendência é que novas tecnologias vão surgindo, e nesse avanço pode-se obter produtos que tenham ainda mais vantagens aos sistemas convencionais que já existem.

Como trabalhos futuros, pode ser feito o estudo do comportamento das estruturas metálicas ao longo do tempo no que diz respeito a corrosão.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8800: Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, p. 237. 2008.

Blog Belgo Bekaert. Fibras metálicas em lajes steel deck: uma opção prática e segura. (Autores, por gentileza, têm alguma data?). Disponível em: <<https://blog.belgobekaert.com.br/fibras-metalicas-em-lajes-steel-deck-uma-opcao-pratica-e-segura/>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

Cichinelli, G. (2009). Steel Deck. *Revista Técnica*. 147(1). Jun. 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/steel-deck-287665-1.aspx>>. Acesso em: 07 abr. 2019

Cichinelli, Gisele. Veja os procedimentos de execução de lajes em steel deck. *Revista Técnica*. V. 211. Out. 2014. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/211/veja-os-procedimentos-de-execucao-de-lajes-em-steel-deck-32769-9-1.aspx>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

Cinexpan. Steel Deck: Maior velocidade com menor custo. Disponível em: <<https://www.cinexpan.com.br/steel-deck.html>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

Dias, L.A.M. (1997). *Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem*. 5. ed. São Paulo: Zigurate Editora.

Fakury, R.H., Silva, A.L.C. & Calas, R.B.(2016). *Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Queiroz, G.; Pimenta, R. J.; Martins, A. G. Estruturas mistas. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAhFhWAF/livros-cbca-estruturas-mistas-vol-1>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

Sodef. Lajes steel deck. Disponível em: <<http://sodef.com.br/lajes-steel-deck/>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

Sputo, T. (2012). Structure Magazine. *Development of Composite Steel Deck*. Disponível em: <<https://www.structuremag.org/wp-content/uploads/DCodeUpdates-Sputo-Aug12.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

Salomão, P. E. A., Suski, A., Pinheiro, W. F., & de Amorim Andrade, A. L. (2019). Corrosion protection study in construction steel armor. *Research, Society and Development*, 8(1), 181504.

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.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pedro Emílio Amador Salomão – 40%

Alex Abrantes dos Santos – 40%

Larissa Petrini Alves Lorentz – 10%

Larissa Tatiane Gonçalves de Paula – 10%