



Comparative analysis between ribbed slabs and steel deck slabs in construction civil works in the city of Manaus

Jhasllan de Carvalho Martins¹, José Cláudio Moura Benevides², Charles Ribeiro de Brito³, David Barbosa de Alencar⁴, Jorge de Almeida Brito Junior⁵ Antônio Estanislau Sanches⁶

^{1,2,3}Laureate International Universities- UNINORTE - Manaus - AM.

^{4,5}PhD - Research Department, Education Institute of Technology and Galileo of Amazon (ITEGAM)

⁶PhD -Department of surveying, Universidade do Estado do Amazonas (UEA) - Manaus - AM.

Email: jhasllan@gmail.com, jcmb29@gmail.com, charles.brito@uninorte.com.br, david002870@hotmail.com, novo.sanches@gmail.com

ABSTRACT

This article makes a comparative analysis of ribbed slabs and steel deck type, in works in the city of Manaus. The study was built from the comparative analysis method that seeks a causal inference, trying to define a comparative systematic illustration, that is, it seeks to verify the main attributes of a model and to compare it to another model by checking the advantages and disadvantages of one or the other. The choice of the theme was therefore motivated by the comparative analysis of the following points: the demand for more work in relation to the issue of slab production and execution; the ambiguity surrounding the discussions and proposals on the predominantly regional theme; and the need to evaluate the production and execution of the two (2) types of slabs (ribbed and steel deck type). the steel deck slabs have a lower cost than the ribbed slabs, corresponding to a 20.0% difference. However, for spans greater than 6.0 m, the relative cost of the steel deck slab increases significantly, reaching a difference of more than 70%.

Keywords: Ribbed slabs, Steel deck slab, comparative analysis.

Análise comparativa entre laje de tipos nervurada e *steel deck* em obras na cidade de Manaus

RESUMO

Este artigo faz uma análise comparativa de lajes nervuradas e do tipo *steel deck*, em obras na cidade de Manaus. O estudo foi construído a partir do método de análise comparativa que busca por uma inferência causal, tentando definir uma ilustração sistemática comparativa, ou seja, busca verificar os principais atributos de um modelo e compará-lo a outro modelo verificando as vantagens e as desvantagens de um ou de outro. A escolha do tema, portanto, foi motivada pela constatação, no plano da análise comparativa dos seguintes pontos: a demanda por maior número de trabalhos em relação à questão da produção e execução de lajes; a ambiguidade em torno das discussões e propostas sobre o tema eminentemente de base regional; e, a necessidade de se avaliarem a produção e execução dos dois (2) tipos de lajes (nervuradas e do tipo *steel deck*). as lajes tipo *steel deck* possuem custo menor do que as lajes nervuradas, correspondente a 20,0% de diferença. No entanto, para vãos maiores que 6,0 m, o custo relativo da laje tipo *steel deck* aumenta de forma significativa, chegando a uma diferença superior a 70%.

Palavras-chave: Lajes nervuradas, lajes do tipo steel deck, análise comparativa

I INTRODUÇÃO

O tema deste trabalho é análise comparativamente o processo de construção de laje tipo nervurado e laje de tipo *steel*

deck. A principal característica de uma análise comparativa é verificar os principais atributos de um modelo e compará-lo a outro modelo verificando as vantagens e as desvantagens de um ou outro [1].

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Estudos recentes apontam que a execução bem-sucedida de lajes nervuradas e laje do tipo *steel deck* é considerada pelos engenheiros como uma prática comum em projetos de engenharia civil tanto para um caso como para outro. Em particular, uma pesquisa junto a 160 construções civis, durante um período de dois (2) anos, revela que, a execução dos dois (2) tipos de lajes varia de acordo com as predileções dos responsáveis pelas obras e não são baseadas em estudos técnicos de vantagens de um ou de outro modelo [2].

Nesse contexto, o alinhamento é um conceito central dos tipos de lajes e suas principais características pelas pesquisas na área de engenharia, que representam, em linhas gerais, dois (2) eixos sobre a questão da vantagem competitiva de um ou outro tipo de laje (nervuradas ou *steel deck*) [2].

O primeiro eixo aborda a questão da vantagem competitiva com ênfase nos custos de produção, sendo o alinhamento uma condição inerente ao ajuste da escolha. Já o segundo eixo foca na visão do responsável pela obra baseada em recursos, cuja ênfase do alinhamento recai primeiramente sobre os fatores internos [3].

Destaque-se que a essência da análise é manter as vantagens competitivas de um ou outro tipo de laje em meio às discontinuidades econômicas, o que implica um processo de implementação dinâmico e que envolve a coordenação de múltiplas variáveis e períodos de tempo do que os despendidos no processo de formulação da escolha [3].

Neste sentido, atribui-se o seguinte questionamento: qual o melhor tipo de laje a ser empregado na cidade de Manaus, a partir da análise comparativa dos tipos, nervuradas ou *steel deck*? A hipótese de sustentação se concentra nas vantagens e as desvantagens competitivas dos dois (2) tipos de laje (nervuradas ou *steel deck*) podem servir de parâmetro para a escolha do tipo de laje a ser usada ou essa é uma opção pessoal.

O trabalho da engenharia civil tem por premissa base fortalecer o cotidiano de atividades e ações similares, quando se trata de procedimentos humanos. No caso da produção e execução de lajes, existe a necessidade proeminente de estabelecer normas, procedimentos bastante similares. Então quando se trata da produção e execução de lajes, o processo de análise comparativa de procedimentos se torna indispensável [2].

Os procedimentos de engenharia civil na produção e execução de lajes exigem padronização, justamente para fortalecer suas induções que em todos os sentidos facilitam bastante às injunções de construção e as premissas de produção e execução [3].

A qualidade está diretamente ligada a produtos duráveis, que não apresentem problemas de produção e execução, o que tem como vetor imediato que todos os envolvidos no processo produtivo e de execução de lajes, necessitam, fundamentalmente, agirem da mesma forma [4].

A escolha do tema, portanto, foi motivada pela constatação, no plano da análise comparativa dos seguintes pontos: a demanda por maior número de trabalhos em relação à questão da produção e execução de lajes; a ambiguidade - em torno das discussões e propostas sobre o tema eminentemente de base regional; e, a necessidade de se avaliarem a produção e execução dos dois (2) tipos de lajes (nervuradas e do tipo *steel deck*) [4].

Justifica-se pela necessidade de acompanhar a questão dos custos e seus reflexos no sistema de construção de lajes, dentro de um cenário histórico que poderá mostrar movimentos de relatividade de profissionais capazes de interferir no processo,

Sob o prisma acadêmico o presente estudo se justifica pela necessidade do estudante do curso de Engenharia Civil, tomar

conhecimento de que a base indutora dos processos de produção e execução de lajes está na padronização de procedimentos.

Dessa forma, este artigo tem por objetivo geral estudar a aplicação de lajes pré-moldadas com treliça nervuradas e do tipo *steel deck* fazendo uma análise comparativa de lajes nervuradas e do tipo *steel deck*, para aplicar na cidade de Manaus, além de especificamente, verificar o processo construtivo das lajes; identificar o custo de produção e execução da laje nervurada e do tipo *steel deck*; e, analisar as vantagens e as desvantagens do uso de um ou outro tipo de laje na cidade de Manaus.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 LAJES NERVURADAS

O conceito universal de laje é definido como “laje é obra de cimento armado que constitui teto ou piso de compartimento”. Sem dúvida um conceito simples, mas bem objetivo, que traduz com exatidão, o que é e, para que serve uma laje [2].

Neste mesmo sentido, “laje é o elemento estrutural, de comportamento bidimensional de uma edificação responsável por transmitir as ações que nela atua para as vigas ou diretamente para os pilares no caso de lajes sem vigas”, ou seja, é uma obra de construção civil no qual serve de base para a construção de teto ou piso de compartimento [4].

Assim, considerado os conceitos chega-se a seguinte conceituação de lajes: é uma obra contínua de cimento armado que, de ordinário, foram o piso ou teto de uma construção de dois ou mais pavimentos [4].

Destinam-se a receber a maior parte das ações aplicadas numa construção, normalmente de pessoas, móveis, pisos, paredes e os mais variados tipos de carga que podem existir em função da finalidade arquitetônica do espaço que a laje faz parte. As ações são comumente perpendiculares ao plano da laje, podendo ser divididas em distribuídas na área, distribuídas linearmente ou forças concentradas. Embora menos comum também possa ocorrer ações externas na forma de momentos fletores, normalmente aplicados nas bordas das lajes [4].

O autor em voga apresenta detalhes genéricos das lajes, inferindo sobre sua destinação, ou seja, para suportar pesos diversos de diversas procedências, sua finalidade arquitetônica e as ações que inferem sobre as lajes. Assim a escolha do tipo de laje a ser usada deve seguir as seguintes premissas básicas: - Finalidade da edificação; - Projeto arquitetônico; - Ações de utilização; - Altura do edifício; - Dimensões dos vãos que devem ser vencidos; - Rigidez adequada de modo que os deslocamentos transversais fiquem dentro dos limites prescritos pelas normas; - Rigidez às ações laterais; - Qualidade requerida; - Tempo de construção (execução); - Exigência de técnicas especiais de construção; - Disponibilidade de equipamentos, materiais e mão de obra capacitada; - Possibilidade ou facilidade de racionalização da construção; - Custos da estrutura e do edifício; - Interação com os demais subsistemas construtivos da edificação (instalações, vedações, etc.); • Possibilidades ou exigências estéticas [4].

Existem três (3) tipos de lajes que assim podem ser classificadas: a) Quanto a sua composição e forma; b) Quanto ao tipo de apoio; e, c) Quanto ao esquema de cálculo [4].

No primeiro caso (quanto a sua composição e forma, as lajes podem ser: a) Lajes mistas pré-moldadas; b) Lajes mistas moldadas na obra; c) Lajes maciças; e, d) Lajes nervuradas [4].

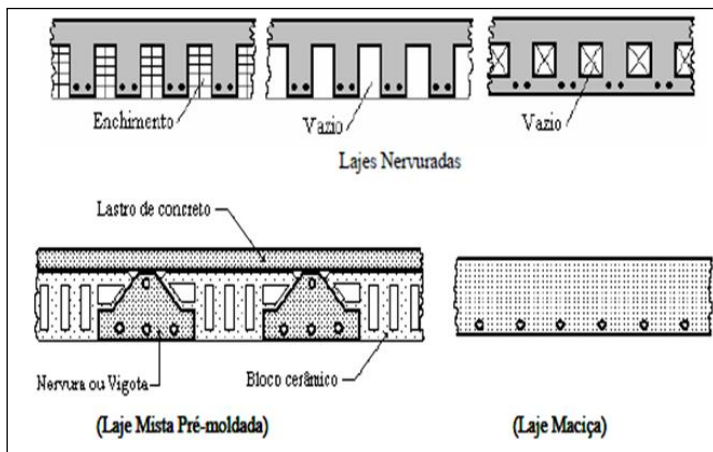


Figura 1: Lajes quanto a sua composição e forma

Fonte: [4].

No segundo caso (quanto ao tipo de apoio), as lajes podem ser: a) Lajes contínuas; b) Lajes isoladas; c) Lajes em balanço; d) Lajes cogumelo e lisas [2].

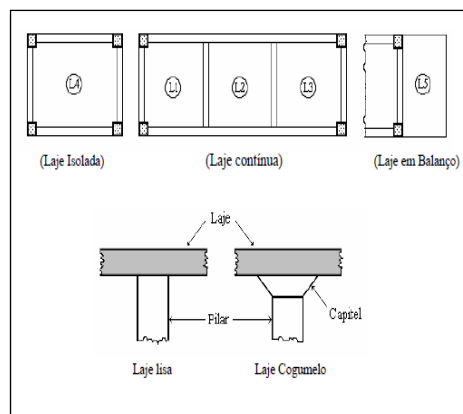


Figura 2: Lajes quanto ao tipo de apoio

Fonte: [4].

No terceiro caso (quanto ao esquema de cálculo), as lajes podem ser de acordo com a figura 3:

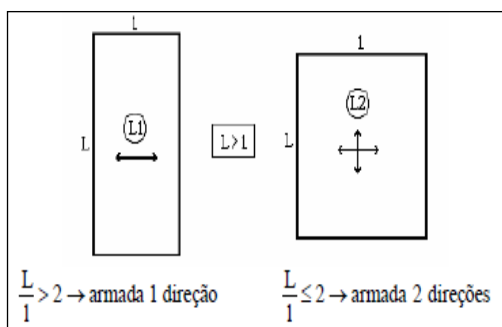


Figura 3: Lajes quanto ao esquema de cálculo

Fonte: [4].

No caso específico deste projeto de pesquisa, só interessa as lajes nervuradas e as do tipo *steel deck*. As lajes nervuradas: “são as que têm sua zona de tração constituídas por nervuras, entre as quais podem ser colocados materiais não estruturados, de modo a tornar plana à superfície inferior da peça”. A nervura pode ser classificada como que a pela que dá sustentação a lajes [5].

As lajes nervuradas tem sua origem em 1854, quando William Boutland Wilkinson registrou a patente de um sistema

em concreto armado com a utilização de pequenas vigas regularmente espaçadas, onde os espaços ausentes entre as nervuras foram obtidos pela colocação de moldes de gesso, sendo uma fina capa de concreto executada como plano de piso [2] [5].

Esse tipo de laje possui inúmeras vantagens como: - Facilidade e grande disponibilidade de aquisição dos materiais que compõe o sistema de concreto armado dentre eles, água, cimento e agregados; - Bom sistema de duração ou durabilidade; - Custo dos materiais exequíveis sob o ponto de vista financeiro; - Pode usar mão de obra sem a devida qualificação; - Adaptabilidade simples as normas de construção civil; - Não exigência de tecnologia para a produção e construção; - Resistência e elasticidade as diversas ações como vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos, choques e desgastes mecânicos; - Baixo padrão de custo de manutenção [5].

Para a produção e execução de lajes nervuradas é necessário que se defina o pavimento que será usado, para só então definir as ações finais e, a partir deste momento proceder aos cálculos e detalhes destes elementos [5].

As normas técnicas de produção e execução de lajes nervuradas são perfeitamente definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT no qual consta toda a normatização exigida pela legislação brasileira [6-7].

As principais vantagens da utilização de lajes nervuradas são a seguintes: dispensa usos de compensados; nervuras tecnicamente dimensionadas; sem perigo de corrosão; redução de cargas na estrutura; facilidade de montagem e desmontagem; menor consumo de madeira; maior velocidade de execução; reutilização das fôrmas em três dias; fácil desforma manual; e, redução do custo final da obra [2].

As principais desvantagens são: normalmente aumentam a altura total da edificação; aumentam as dificuldades de compatibilização com outros subsistemas (instalações, vedações, etc.); construção com maior número de operações na montagem; dificuldade em projetar uma modulação única para o pavimento todo, de maneira que o espaçamento entre as nervuras seja sempre o mesmo; exigem maiores cuidados durante a concretagem para se evitar vazios (“bicheiras”) nas nervuras (que costumam ser de pequena largura); dificuldades na fixação dos elementos de enchimento, com a possibilidade de movimentação dos mesmos durante a concretagem; resistência da seção transversal diferenciada em relação a momentos fletores positivos e negativos, necessitando de cálculo mais elaborado [2] [4-5].

II.2 LAJES TIPO *STEEL DECK*

Já a laje *steel deck* é uma laje composta por uma telha de aço galvanizado e uma camada de concreto. O aço, sem dúvida o melhor material para que se trabalhe excelente em um sistema de tração, deve ser usado no formato de uma telha trapezoidal que vai inferir a função de fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço [8].

A laje tipo *steel deck* também possui nervuras, só que em maior dimensão das lajes nervuradas e se utiliza de conectores de cisalhamento (*stud bolts*) que dão permissão para a necessária interação do concreto com o aço que permite uma inferência com o cálculo de vigas mistas, permitindo uma redução do peso da estrutura [8].

Sem dúvida que o principal ponto deste tipo de laje, é a total integração das virtudes do aço e do concreto. “o *steel deck* consiste na utilização de uma fôrma permanente de aço galvanizado, perfilada e formada a frio”. Nesse tipo de laje, o aço infere como fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço [9].

Com o objetivo de buscar favorecer a aderência do concreto ao aço as massas e ranhuras são conformadas na chapa metálica que funciona como a superfície de ancoragem. O *steel deck* se compõe também de telas eletrossoldadas, que tem a função de funcionar como armadura negativa e ajudar na prevenção de trincas superficiais na laje. [9].

As principais vantagens do uso de lajes tipo *steel deck* são: qualidade de acabamento de muita qualidade; não necessita de escoras o que reduz os desperdício de material; maior flexibilidade e facilidade na instalação e menor tempo de construção [8].

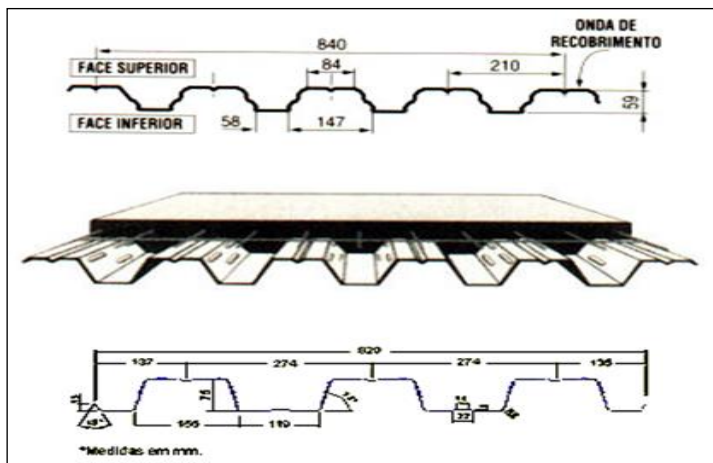


Figura 4: Lajes *steel deck*

Fonte: [9].

O *steel deck*, no Brasil ainda não possui um sistema normativo estabelecido e como não tem normas que regulamente sua produção utilizam-se várias outras normas como base de referência, como a NBR 6118 que trata da normatização de projeto de estrutura de Concreto; a NBR 8800 que estabelece normas para o trabalho em estruturas de estruturas mistas (Aço e Concreto); NBR 10735 que se refere unicamente a questões de chapas de aço de alta resistência e a NBR 14323 que dimensiona as estruturas de aço de edifícios em casos de sinistros [9].

III MATERIALS E MÉTODOS

O método utilizado foi o da análise comparativa, é um "um método de descobrir relação empírica entre as variáveis estudadas", neste caso as variáveis estudadas são as lajes nervuradas e as do tipo *steel deck*, ou seja, o método comparativo analisa e determina as relações entre um caso e outro buscando comparar, suas forças e fraquezas [10].

O método comparativo tem como objetivo a busca por uma "inferência causal", tentando definir uma "ilustração sistemática comparativa" [10].

Para se atingir a inferência causal, o método comparativo pode se beneficiar de outros métodos científicos básicos (método experimental e estatística). O Método experimental é um conjunto de meios dispostos convenientemente para chegar a um fim que se deseja. Já o método estatístico ocorre diante da impossibilidade de manter as causas constantes, admitindo todas essas causas presentes, variando-as, registrando essas variações e procurando determinar, no resultado final, que influências cabem a cada uma delas [10].

Suas fases são: definição do problema; planificação do processo de resolução; recolha de dados; organização de dados; apresentação de dados; análise e interpretação de dados. Destaca-se a fase de recolha de dados ocorre após cuidadoso planejamento

e a devida determinação das características mensuráveis do fenômeno coletivamente típico que se quer pesquisar [10].

Ela pode ser direta ou indireta. Quanto à natureza, a pesquisa foi de enfoque qualitativo e, também quantitativo, pois haverá uma análise de conteúdo dos dados, uma sistematização e apresentação mediante a utilização de gráficos, tabelas e figuras. Na abordagem de Vergara (2011), a pesquisa de natureza quantitativa trabalha com análise tanto quantitativa (utilizando-se procedimentos estatísticos), quanto qualitativa (análise de conteúdos dos dados) [10].

A pesquisa foi de campo e se transcreverá de forma descritiva, construindo um trabalho por meio de registros, análise, classificação e interpretação dos fatos coletados, sem interferência do resultado final e levantamentos bibliográficos, com a finalidade de evidenciar a qualidade das informações. A Pesquisa de campo é a investigação empírica realizada no local onde ocorre um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-los [10].

Há dois (2) tipos de pesquisa: bibliográfica/documental e de campo. Então a pesquisa seguiu o que determina Vergara (2011) sobre a pesquisa bibliográfica/documental, absorvida por pesquisa em material bibliográfico tradicional e eletrônico e, por intermédio de documentos a respeito do tema, pesquisados em organizações de construção civil. A Pesquisa de Campo será colhida no local da problemática (empresas de construção civil) [10].

IV RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 LAJES NERVURADAS

A Laje nervurada é uma laje constituída de nervuras ou barras, que são totalmente interligadas por uma capa ou mesa de compressão. No sentido comparativo com a laje maciça é bem mais econômica, pois se utiliza do processo de eliminação do concreto que é dispensado na região tracionada, além da redução da ferragem que é utilizada [2].



Figura 5: Lajes nervurada.

Fonte: [9]



Figura 6: Lajes nervurada

Fonte: [9].

È um tipo de laje que é utilizada desde civilizações antigas, por se tratarem de estruturas horizontais reticuladas (semelhantes às lajes nervuradas), justamente por sua rigidez e por usarem bem menos material. “Gregos, romanos, bizantinos e otomanos mostram isto nos tetos de suas edificações, ainda hoje preservadas e encontradas após escavações que as descobriram”. Também é importante destacar, o quadro “Última Ceia” de Leonardo da Vinci de 1498 que apresenta de forma bem evidente este ambiente que se verifica a semelhança com as lajes nervuradas [9].

IV.1.1 FORMAS

Lajes nervuradas são: “lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração é constituída por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte” [6].

Quanto às formas, as lajes nervuradas podem ser de dois tipos: 1º) Lajes nervuradas moldadas no local; 2º) Lajes nervuradas pré-moldadas [7].

As lajes nervuradas moldadas no Local “são aquelas construídas em toda sua totalidade na obra e na posição definitiva. É necessário o uso de fôrmas e de escoramentos, além do material de enchimento. Podem-se utilizar fôrmas para substituir os materiais inertes. Essas fôrmas podem ser em polipropileno ou em metal, com dimensões moduladas, sendo necessário utilizar desmoldantes iguais aos empregados nas lajes maciças [11].

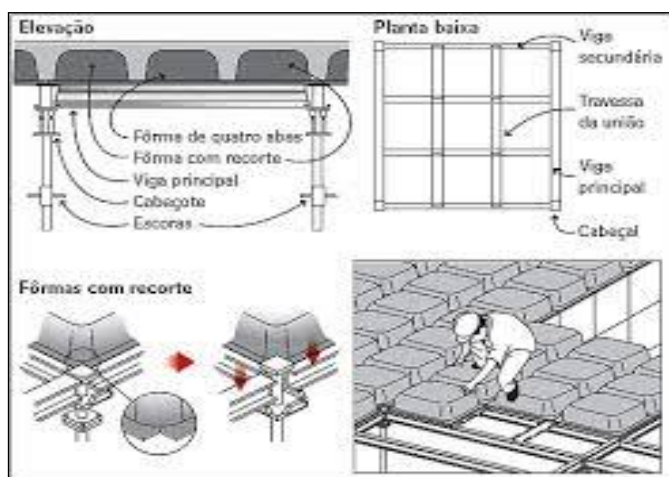


Figura 7: Lajes nervurada moldada no local.

Fonte: [9].

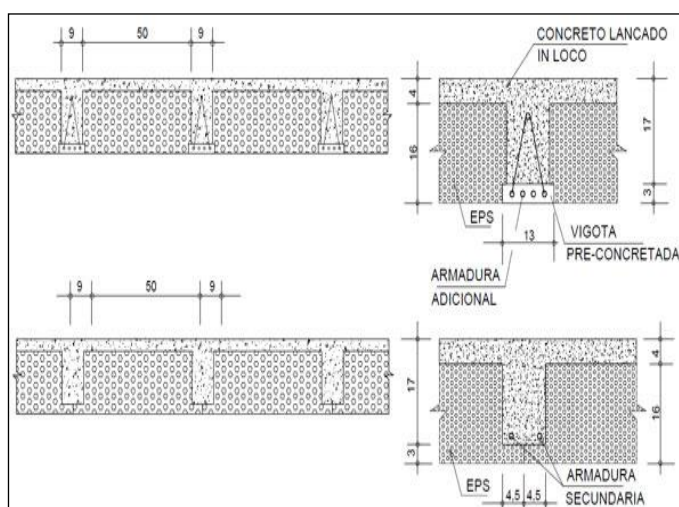


Figura 8: Lajes nervurada moldada no local

Fonte: [9].

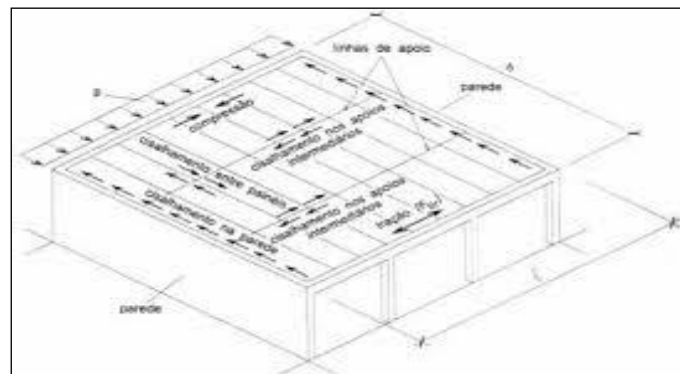


Figura 9: Lajes nervurada moldada no local.

Fonte: [9].

IV.1.2 ARMAÇÃO

As lajes nervuradas devem ser armadas por bordas apoiadas contínuas e engastadas ou em balanço. Mas é preciso que se evitem engastes e balanços com o objetivo de evitar as forças de tração na face superior, onde se localiza a mesa de concreto, e forças de compressão na parte inferior, justamente o local onde o concreto é reduzido [9].

Por ser um material de grande resistência, o concreto necessita ter suas dimensões aumentadas na mesa na parte inferior (mesa invertida), o que acarreta um aumento de peso próprio da estrutura e aumento dos custos da obra [2].

Neste sentido, é cotidiano que se use lajes nervuradas para vãos maiores que os previstos para lajes maciças, já que as lajes nervuradas tem apoio nas bordas em vigas mais rígidas que as nervuras. Lembra-se que as lajes nervuradas apresentam inércia menor que as lajes maciças, de forma que as alturas precisam ser maiores com o objetivo evidente de provocar um controle das deformações e, por consequência, dos deslocamentos [4].

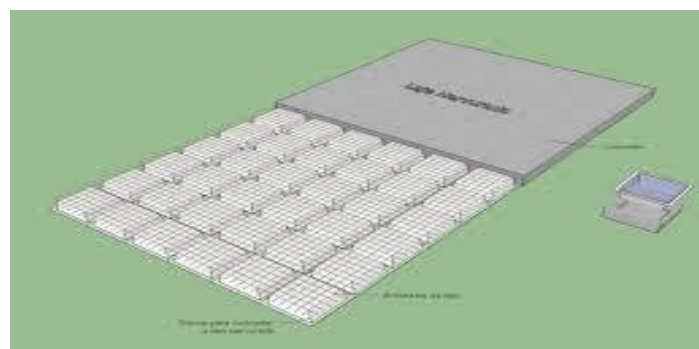


Figura 10: Armação de lajes nervurada moldada no local.

Fonte: [9].

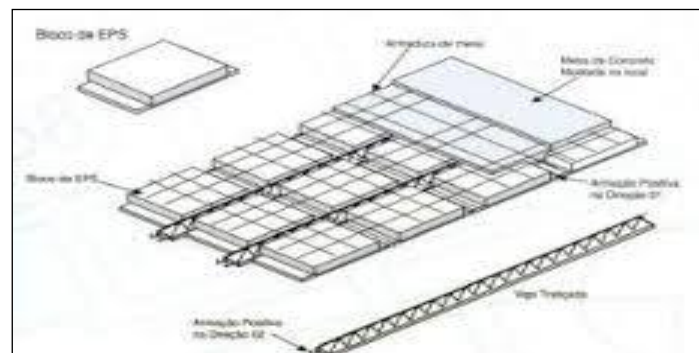


Figura 11: Armação de lajes nervurada moldada no local.

Fonte: [9].



Figura 12: Armação de lajes nervurada moldada no local.
Fonte:[9].

IV.1.3 CONCRETAGEM

O concreto é uma estrutura em construção civil dura, maciça, condensado, espessa. O processo de concretagem é uma ação de lançar o cimento armado na estrutura que se quer [2].

No caso das lajes nervuradas o processo de concretagem é a última etapa de produção dos elementos que compõem uma estrutura. Sua composição determina que as fôrmas e armações estejam em consonância com o projeto estrutural e que o concreto tenha as características dimensionadas em projeto [2].



Figura 13: Concretagem das lajes nervuradas.
Fonte: [9].

As normas técnicas que estabelecem os princípios que as construtoras devem seguir, são as seguintes: 1) NBR 14.931 - Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos; 2) NBR 12.655 - Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle e Recebimento – Procedimento; 3) NBR 8.522 - Concreto - Determinação do Módulo Elástico de Elasticidade à Compressão; 4) NBR 5.739 - Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos; e, 5) NBR 5.738 - Concreto - Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de prova.

A NBR 14.931 trata dos princípios que devem ser seguidos na execução de estruturas de concreto, estabelecendo os seguintes requisitos: Projeto estrutural e de fundações; Requisitos da qualidade dos materiais da estrutura; Recebimento dos materiais; Armazenamento dos materiais; Equipamentos; Instalações; Sistema de fôrmas; Requisitos básicos; Execução do sistema de fôrmas; Remoção de fôrmas e escoramentos; Armaduras; Preparo e montagem da armadura; Concretagem dentre outros princípios [12].

Sobre a concretagem diz a norma: - Modalidade de preparo do concreto; Para o concreto destinado às estruturas, são previstas duas modalidades diferentes de preparo, descritas a seguir; - Concreto preparado pelo executante da obra: as etapas de preparo

são realizadas pelo executante da obra, de acordo com o que estabelece [13].

Concreto preparado por empresa de serviços de concretagem: A central deve assumir a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de preparo do concreto (ver ABNT NBR 12655), bem como as disposições da ABNT NBR 7212. A documentação relativa ao cumprimento destas prescrições e disposições deve ser disponibilizada para o responsável pela obra e arquivada na empresa de serviços de concretagem, sendo preservada durante o prazo previsto na legislação vigente [13].

Desta forma, a norma não especifica qual o procedimento mais adequado para a concretagem, informando que pode ser feito tanto pela própria empresa de construção ou por serviço de terceirização de empresa especializada em concretagem. Neste ponto parece valer mais a opção própria da construtora que deve levar em consideração o menor custo para a escolha.

Assim, norma técnica define parâmetros que devem ser seguidos. A padronização permite a realização de um trabalho eficiente e eficaz, orientado às empresas terceirizadas fornecedoras sobre o desenvolvimento de seus processos e tarefas. Esta é a grande finalidade da padronização: permitir a manutenção dos resultados, garantindo o ‘saber fazer’ das diversas atividades, promover um ambiente tranquilo, sem improvisações e urgências constantes, e possibilitar a delegação de tarefas sem prejuízo para a instituição, além de assegurar a todos os envolvidos no processo condições de se beneficiarem da experiência e da capacitação de todos [6] [7] [12] [13].

Tendo em vista que a padronização consiste em formalizar um procedimento, ou mais – o que requer a participação das pessoas envolvidas – é necessário selecionar o que se deve padronizar, ou seja, que processos (atividades) devem ser padronizados. São três (3) condições básicas para a padronização, [14]: 1ª Condição – *Caracterização do processo* – Denomina-se processo a um conjunto de causas, de ações, sistemáticas que geram um efeito, um resultado definido. Assim, a inclusão de uma peça constitui um processo, ou seja, diversas ações ou providências são executadas para o efeito seja conseguido como: - analisar os procedimentos adotados no ano anterior e os resultados obtidos em termos de demora e erros, reclamações, etc.; - detectar as falhas e identificar os aspectos a serem melhorados; - verificar as necessidades em termos pessoal e material, etc.; - estabelecer os procedimentos a serem adotados; - elaborar o procedimento operacional; - Treinar os envolvidos; - executar os procedimentos estabelecidos [15].

Como se pode observar, o processo construtivo é constituído de uma sequência de ações, isto é, de providências que se repetem, podendo, pois, serem padronizadas para garantir melhor execução [15].

Assim, um conjunto de processos distintos, interligados, visando cumprir uma missão, é denominado de sistema. Pode-se, então, também, elaborar padrões de sistema, que proporcionam uma visão macro das sequências dos processos envolvidos para a realização de um trabalho [15].

2ª Condição – *Deve ser um processo repetitivo* – Outro importante requisito para a padronização: não basta ser um processo ou um conjunto de processos, é necessário que sejam repetitivos, isto é, que apresentem certa regularidade. É importante que seja repetitivo. Se o processo não é repetitivo, não necessita ser padronizado, a não ser que a equipe decida registrá-lo para, apesar de esporádico, servir como referencial para uma futura atividade, ou evento dessa natureza [15].

3ª Condição – *ser um processo repetitivo, relevante* – Além de repetitivo, para que seja padronizável é aconselhável que

seja um processo, ou conjunto de processos, relevantes, isto é, que de algum modo interfira nos resultados, no atingimento de seus objetivos, de suas metas [15].

Os padrões se classificam, em voluntários e obrigatórios, dependendo de sua natureza. O autor enfatiza que, no caso dos padrões voluntários, a empresa tem a liberdade de definir meios que unifiquem e simplifiquem ações visando à garantia da qualidade [15].

No caso dos padrões obrigatórios, estes são denominados de normas e, referem-se a princípios, regras, leis que estabelecem bases para a elaboração, realização ou avaliação que algum produto ou serviço. O autor em voga destaca alguns conceitos fundamentais para o entendimento da padronização: - Sistema: conjunto de processos distintos, interligados, visando cumprir uma missão; - Processo: conjunto de ações, interligadas, visando atingir um resultado; - Tarefa: conjunto de atividades distintas, realizadas em posto de trabalho, com o objetivo de cumprir uma missão; - Atividade: ação exercida para realizar uma tarefa [15]

O autor também destaca que o padrão de sistema pode envolver diversos setores e processos sendo utilizado em atividades mais complexas. O padrão de processo permite uma visão clara de todas as etapas ou tarefas de um processo específico, indicando também o responsável pela tarefa, o local onde a tarefa será executada, o prazo, a justificativa ou o motivo pela qual a tarefa deve ser executada, e finalmente como a tarefa deverá ser executada, ou seja, o procedimento a ser adotado [15].

No caso das fôrmas em período anterior ao denominado lançamento do concreto se faz necessário a conferência das dimensões e do nivelamento e prumo (posicionamento) das mesmas, com o objetivo de assegurar que o sistema geométrico inferido funcione e garanta os elementos estruturais e da estrutura como e que essas obedeçam os termos do projeto [15].

Assim, que a concretagem é um conjunto de processos, as fôrmas possibilitam uma visão macro da laje nervurada. Desta forma, elaborado o projeto da laje nervurada e antes do lançamento do concreto, deve-se partir para a elaboração do procedimento operacional de fôrmas que é um procedimento que se destina a orientar a execução da obra [2].

Escoramentos: Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas às posições e condições estruturais do escoramento, a fim de assegurar que as dimensões e posições das fôrmas sejam mantidas de acordo com o projeto e permitir o tráfego de pessoal e equipamento necessários à operação de concretagem com segurança [4].

As armaduras e as tolerâncias devem seguir um procedimento padrão estabelecido pela norma da ABNT tendo como uma de suas premissas possibilitar o entendimento e a padronização das atividades e criar mecanismos para identificar oportunidades de mudanças nos processos [6-7].

Tabela 1: Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais superfícies.

Dimensão (a) cm	Tolerância (t) mm
a ≤ 60	± 5
60 < a ≤ 120	± 7
120 < a ≤ 250	± 10
a > 250	± 0,4 % da dimensão

Fonte: NBR 14.931

Tabela 2 — Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares

Dimensão (l) m	Tolerância (t) mm
l ≤ 3	± 5
3 < l ≤ 5	± 10
5 < l ≤ 15	± 15
l > 15	± 20

NOTA A tolerância dimensional de elementos lineares justapostos deve ser considerada sobre a dimensão total

Fonte: NBR 14.981.



Figura 14: Concretagem das lajes nervuradas

Fonte: [9].

Desta forma, de forma resumida pode-se concluir que o processo construtivo de lajes nervuradas ocorre da seguinte forma: 1 – Colocação do escoramento; 2 – Em seguida, iniciou-se a montagem das fôrmas; 3 – As formas devem ser distribuídas sobre a construção; 4 – As formas devem ser alinhadas; 5 – As armaduras são colocadas; 6 – Os vergalhões e os estribos são presos; 7 – A laje foi concretada; 8 – Logo após o lançamento do concreto a laje foi sarrafeada e nivelada; 9 – Após quatro (4) dias devem ser retirados o escoramento; 10 11 – Deve-se esperar a cura do concreto [2].

IV.1.4 DESFÔRMA

O processo de desforma ocorre logo após a constatação do curamento do concreto para que haja resistência das ações que vão inferir sobre as lajes. Justamente para que estas não produzam algo indesejado e também deformações, já que estas em virtude da elasticidade do concreto em função da idade do mesmo pode permitir deformação [3].

IV.2 LAJES STEEL DECK

“A combinação de elementos de aço e concreto, na construção civil, vem da busca de obter as máximas vantagens das propriedades de cada componente, e sua utilização é incentivada exatamente pela inexistência de um único material que tenha todas as qualidades requeridas” [3].

Em busca desta situação foi que em 1930 nos Estados Unidos se passou a utilizar o uso de chapas metálicas na construção de lajes, mas sem a combinação inicial com o uso do concreto. Esse uso tinha limitações de resistência referentes aos carregamentos somente durante a construção, após a cura do concreto, este último era o único responsável por suportar todos os carregamentos [15].

Mas em 1940, se começou a usar as lajes mistas do tipo *steel deck*, com o objetivo de resistir aos carregamentos estrutura, e admitindo que a chapa atue como armadura de tração da laje [15].

A ABNT ainda não criou uma norma exclusiva para Lajes *steel deck*, mais, possui uma norma para lajes mistas *steel deck* que é a NBR 8800, estabelecida no contexto nacional a partir do ano de 2008, que estabelece um sistema normativo para projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios [16].

Esta Norma, com base no método dos estados-limites, estabelece os requisitos básicos que devem ser obedecidos no projeto à temperatura ambiente de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações, nas quais: a) os perfis de aço sejam laminados ou soldados, ou de seção tubular

com ou sem costura; b) as ligações sejam executadas com parafusos ou soldas [16].

Os perfis de seção tubular podem ter forma circular ou retangular (a forma quadrada é considerada um caso particular da forma retangular) [16].

As prescrições desta Norma se aplicam exclusivamente aos perfis de aço não híbridos. Caso sejam usados perfis híbridos, devem ser feitas as adaptações necessárias [16].

Ou seja, a norma, em seu primeiro item do escopo traduz os termos técnicos relacionados com a qualidade e a define da seguinte forma: a totalidade das peculiaridades e das características dos projetos e estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Esta abordagem, incorpora muitas das últimas interpretações da qualidade em projetos de construção civil [16].

As estruturas mistas de aço e concreto, incluindo as ligações mistas, previstas por esta Norma, são aquelas formadas por componentes de aço e de concreto, armado ou não, trabalhando em conjunto. O concreto pode ser de densidade normal ou de baixa densidade, exceto quando alguma restrição for feita em parte específica desta Norma [16].

Aqui a norma específica de forma muito clara como devem ocorrer às estruturas mistas de aço e concreto. Destes conceitos podem ser derivados vários pontos importantes. A estrutura do concreto deve ser dimensionado não sendo normatizado sua densidade, com a exceção de alguns casos normatizados por esta mesma norma. Esses requisitos devem primeiro ser identificados, definidos e esclarecidos no próprio projeto. Sendo assim, são então estabelecidos os procedimentos e os sistemas para monitorar, controlar e melhorar aquelas que direta ou indiretamente estão envolvidas no projeto [16].

Os perfis de aço devem ser fabricados obedecendo-se às Normas Brasileiras aplicáveis ou, na ausência destas, às normas da American Society for Testing and Materials - ASTM, aplicáveis. Os perfis soldados podem ser fabricados por deposição de metal de solda ou por eletrofusão conforme os requisitos da ABNT [17].

Assim, os perfis de aço devem seguir normatização brasileira e na ausência desta normatização, seguir os padrões mundialmente aceitos, principalmente os padrões americanos normatizados pela ASTM que estabelece normas internacionais sobre uma ampla gama de materiais, produtos, sistemas e serviços. Essa padrão americano serve de roteiro para implementar outras normatizações. Estas normas podem ser entendidas pela diferença entre suas abrangências [17]

Os princípios gerais estabelecidos nesta Norma aplicam-se às estruturas de edifícios destinados à habitação, de edifícios de usos comercial e industrial e de edifícios públicos. Aplicam-se também às estruturas de passarelas de pedestres e a suportes de equipamentos [16].

Aqui a norma procura estabelecer a destinação das estruturas mistas de aço e concreto, ou seja, os critérios funcionais, acima, apropriadas são simples, segundo Rothery (2009, p. 10): “capacidade do projeto; maturidade do projeto; capacidade do processo de construção; características, segurança; e, elementos econômicos” [16].

Para reforço ou reparo de estruturas existentes, a aplicação desta Norma pode exigir estudo especial e adaptação para levar em conta a data de construção, o tipo e a qualidade dos materiais que foram utilizados [16].

Esse processo de estudos especiais desempenha papel fundamental, visto os requisitos inerentes dentro do processo de construção civil constituem parte integrante da norma [16].

Esta Norma não abrange o dimensionamento de estruturas em situação de incêndio, que deve ser feito de acordo com a ABNT NBR 14323. Para estruturas submetidas à ação de sismos, deve ser usada a ABNT NBR 15421. Para outras ações, como impactos e explosões, o responsável pelo projeto deve avaliar a necessidade do uso de normas complementares [18] [19].

Esta Norma não abrange o dimensionamento de elementos estruturais constituídos por perfis formados a frio, que deve ser feito de acordo com a ABNT NBR 14762 [16].

O responsável pelo projeto deve identificar todos os estados-limites aplicáveis, mesmo que alguns não estejam citados nesta Norma, e projetar a estrutura de modo que esses estados-limites não sejam violados [16].

Todos os aspectos e detalhes relacionados ao concreto dos elementos estruturais mistos que não constam explicitamente nesta Norma, como, por exemplo, disposições sobre ancoragem de barras de armadura, devem obedecer às prescrições da ABNT NBR 6118, no caso de concreto de densidade normal. No caso de concreto de baixa densidade, na ausência de Norma Brasileira aplicável, deve ser seguido o Eurocode 2 Part 1-1 Exemplar autorizado para uso exclusivo - PETROLEO BRASILEIRO - 33.000.167/0036-31 Impresso por: PETROBRAS ABNT NBR 8800:2008. É necessário que a execução da estrutura, nos aspectos que não foram prescritos nesta Norma, seja feita, na ausência de Norma Brasileira aplicável, de acordo com o AISC 303 [16].

Para situações ou soluções construtivas não cobertas por esta Norma, o responsável técnico pelo projeto deve usar um procedimento aceito pela comunidade técnico-científica, acompanhado de estudos para manter o nível de segurança previsto por esta. Para situações ou soluções construtivas cobertas de maneira simplificada, o responsável técnico pelo projeto pode usar um procedimento mais preciso com os requisitos mencionados [17].

Esse processo internacional desempenha papel fundamental na norma ISO 9000, visto que a calibração e medição dentro do processo industrial constituem parte integrante da norma, ou seja, caso inexistir norma brasileira, deve ser seguidas as regras normativas internacionais, chamadas de diretrizes, que promovem a necessidade de normatização. Dependendo do projeto, as normas internacionais têm estabelecido meio diferentes, denominados de módulos, para cumprir uma norma e para avaliar a concordância com os padrões da construção de laje *steel deck* obedece aos seguintes fluxos [20]:

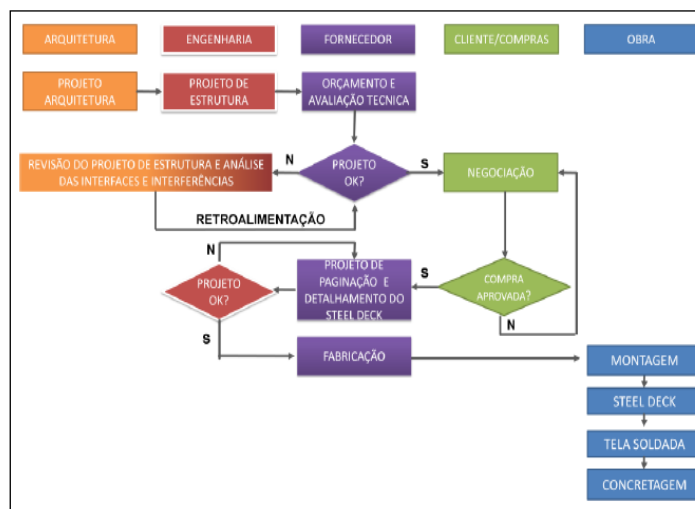


Figura 17: Fluxo de comunicação geralmente empregado no processo de execução de lajes tipo steel deck.

Fonte: [20].

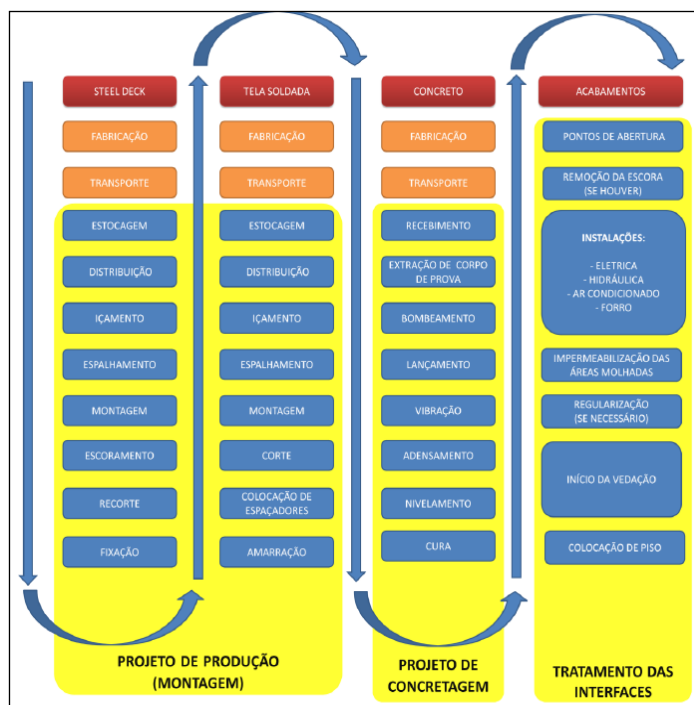


Figura 18: Fluxo de processos de produção lajes tipo steel deck. Fonte: [20].

O fluxograma é um gráfico representativo dos processos administrativos e operacionais das empresas. Deve ser claro, objetivo e didático para que todos que o vejam possam rapidamente entendê-lo.

O fluxograma é uma representação gráfica para se visualizar todo o processo, proporcionando às pessoas envolvidas na sua execução um perfeito entendimento de suas etapas. Ele pode ser bastante geral e simples, quando lista apenas as etapas principais do processo, ou detalhado e complexo, quando desdobra aquelas etapas principais em cada tarefa que as compõe [21].

Como informa a referida autora o Fluxograma é uma representação por meio de símbolos de um processo dentro de uma organização. “Fluxograma representa graficamente todas as fases de um processo produtivo” [22].

Assim, o fluxograma representa a totalidade de um processo por meio de símbolos definidos de forma clara e objetiva como se dá o andamento de cada atividade e ou processo de uma empresa [22] [23].

Na atividade 1, as entradas – arquitetura, engenharia, fornecedor, compra/clientes e obras direcionadas para as atividades subsequentes do processo [22] [23].

Na atividade 2, ocorre o projeto de arquitetura, o projeto de estrutura e orçamento e avaliação técnica. Essa atividade produz três saídas: a revisão do projeto, a negociação e, se o projeto estiver ok, segue para a próxima etapa [22] [23].

Na atividade 3, o objetivo é montagem da laje *steel deck* aparelhadas na atividade 2. O destino deste produto é a atividade de fabricação [22] [23].

A atividade 4, ocorre à montagem, *steel deck*, a tela soldada e a concretagem [22] [23].

Desta forma, o fluxograma funciona para descrever um processo, um projeto com o objetivo de conhecê-lo melhor e/ou padronizá-lo, pois, se torna uma ferramenta ainda mais completa, atribuindo responsabilidades, identificando tarefas mais complexas e estabelecendo prazos para a execução de cada etapa do processo [22] [23].

A laje *steel deck* pode ser resumida na figura abaixo [20]:

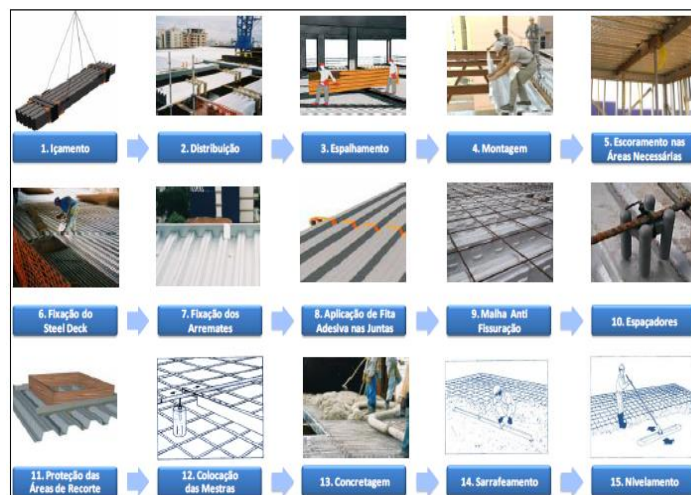


Figura 19: Fluxo de produção resumido de lajes tipo steel deck. Fonte: [20].

IV.3 ANÁLISE COMPARATIVA

Aqui são apresentados os custos das lajes nervuradas e tipo *steel deck*. Os cálculos foram realizados com variação de vãos e de carga accidental. Para a definição do custo unitário de cada material empregado na laje nervurada foram usados as tabelas de insumos e serviços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) referente ao Estado do Amazonas com base em agosto de 2017.

Considerando a mão de obra, foram utilizados os seguintes valores;

- 1) custo do concreto $C_c = R\$ 388,95/m^3$ ($f_{ck} = 25 \text{ MPa}$),
- 2) custo de fôrmas $C_f = R\$ 41,10/m^2$,
- 3) custo do aço $C_a = R\$ 5,12/kg$ (CA-50) e $C_a = R\$ 5,64/kg$ (CA-60).

Para os carregamentos variáveis foram consideradas duas situações extremas, de acordo com a NBR 6.120:1980 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações, simulando carregamentos para dormitório ($1,5 \text{ kN/m}^2$) e para compartimentos destinados a esportes ($5,0 \text{ kN/m}^2$).

Para os dados acima, as lajes nervuradas para vãos entre 3,5 m e 10 m. Os custos obtidos estão sintetizados no Gráfico 1:

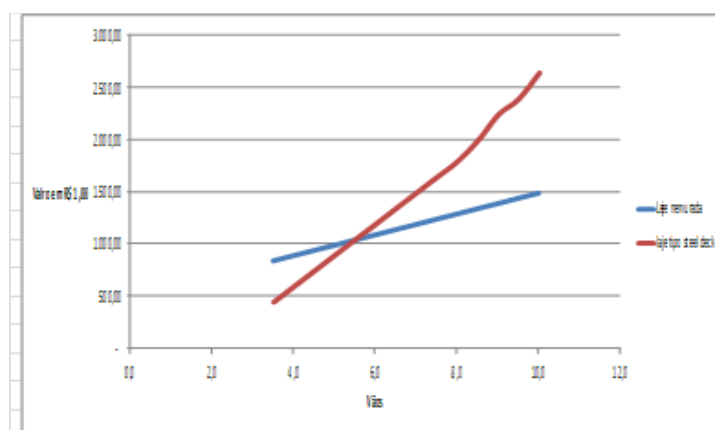


Figura 20: Custos das lajes nervuradas.

Fonte: Autores, (2018).

De acordo com o gráfico apresentado pode-se verificar que, para pequenos vãos, as lajes tipo *steel deck* possuem custo menor do que as lajes nervuradas, correspondente a **20,0%** de diferença. No entanto, para vãos maiores que 6,0 m, o custo

relativo da laje tipo *steel deck* aumenta de forma significativa, chegando a uma diferença superior a **70%** [23].

Avaliando-se os custos dos materiais, verificou-se que os custos das fôrmas representam a parcela maior do custo total das lajes, seguido do custo do concreto. Para as lajes *steel deck*, o custo por metro quadrado é basicamente o mesmo, e, portanto, sua contribuição relativa no custo total diminui para vãos maiores. Para as lajes nervuradas, a redução no custo relativo das fôrmas com o aumento do vão também ocorre, mas não de forma tão acentuada [23].

No gráfico 2 são demonstrados os pesos correspondentes às lajes, por m² para uma carga accidental de 1,5 kN/m². Percebe-se que existem diferenças grandes mesmo para pequenos e médios vãos, com o preço da *steel deck* chegando em pequenos vãos a **20,0** menor, mas no grandes vãos, esse preço é maior em até **70,0%** [23].

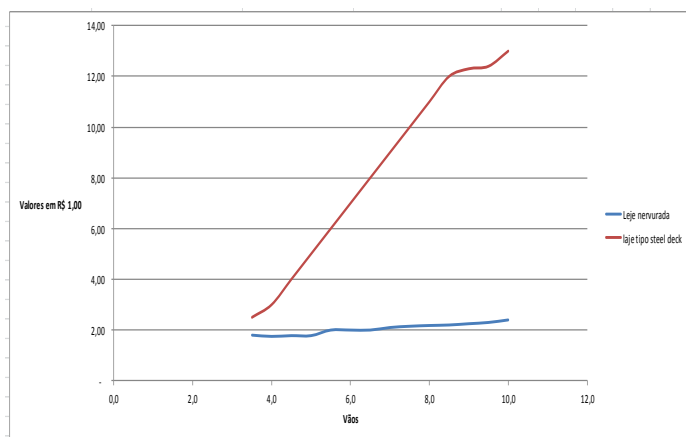


Figura 21: Pesos correspondentes às lajes.

Fonte: Autores, (2018).

No quadro 1 são apresentadas as características e variáveis das lajes nervuradas e tipo *steel deck*:

Tabela 2: Características das lajes nervuradas e tipo *steel deck*.

Lajes Nervuradas	Lajes tipo <i>steel deck</i>
Característica da altura da construção A laje nervurada possui um enorme volume de espessura. A soma da espessura da laje com o pé-direito estabelece uma altura considerável entre pisos, provocando consequências nas instalações, fachadas, caixilhos etc.	Característica da altura da construção Não limitações de altura e apresenta facilidade para a passagem dos dutos para instalações e, em contrapartida, pede a fixação de um forro inferior.
Flexibilidade na arquitetura Possibilita dentro do aspecto estrutural, uma flexibilidade maior em relação ao layout da arquitetura projetada. Já para as áreas molhadas da edificação, esta flexibilidade decai em função das limitações impostas pela passagem das tubulações hidráulicas.	Flexibilidade na arquitetura As lajes <i>steel deck</i> apresentam excelente desempenho devido à flexibilidade, permeabilidade e monolitização em função de sua versatilidade arquitetônica.
Acabamento do forro Deve-se utilizar forro nas lajes nervuradas neste tipo de estrutura, seja pela aplicação de massa de cimento para regularizar a superfície ou placas para esconder a tubulação.	Acabamento do forro Facilidade de passagem de dutos e de fixação de forros.
Espessura da laje A espessura média do concreto é usualmente baixa. Esta pode ser obtida pela divisão do volume de concreto do conjunto laje + nervura + pilares pela área da laje nervurada.	Espessura da Laje 0,80 mm, 0,95 mm e 1,20 mm, com um comprimento de até 12 metros.
Concepção de execução A quantidade de aço utilizado em uma laje nervurada é baixa. Porém, a taxa de armadura costuma ser alta, pois o volume de concreto utilizado é baixo também. Em casos em que não se utilizam estribos nas nervuras, a taxa de aço diminui, oscilando entre 40 e 70 Kg/m ³ .	Concepção de execução Uma taxa de armadura para uma edificação residencial varia de 60 a 100 Kg/m ³ . Em edifícios varia de 200 a 300 Kg/m ³ .
Protensão Raro	Protensão Rara
Mão de obra de armação A terceirização deve ser utilizada na pré-montagem da laje em função do aumento da produtividade, já que a equipe da própria obra possui geralmente dificuldade de execução.	Mão de obra de armação Deve ser altamente qualificada e com controle de qualidade o tempo todo o que aumenta o custo. L

Fonte: Autores, (2018).

V CONCLUSÃO

Para este trabalho foi proposto os seguintes objetivos: objetivo geral, estudar a aplicação de lajes pré-moldadas com treliça nervuradas e do tipo *steel deck* fazendo uma análise comparativa de lajes nervuradas e do tipo *steel deck*, para aplicar na cidade de Manaus, além de especificamente, verificar o processo construtivo das lajes; identificar o custo de produção e execução da laje nervurada e do tipo *steel deck*; e, analisar as vantagens e as desvantagens do uso de um ou outro tipo de laje na cidade de Manaus. Com esses objetivos, o dimensionamento de cada tipo de laje foi formulado de acordo com as recomendações técnicas emanadas da ABNT e suas normas para laje nervuradas e de acordo com as normas internacionais para as lajes tipo *steel deck* para os mais diversos vãos e carregamentos, de onde foram obtidas as dimensões correspondentes ao menor custo. Com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) referente ao Estado do Amazonas, chegou-se a conclusão de que a laje nervurada apresenta menor custo de produção em relação às lajes *steel deck* (gráfico 1 e gráfico 2), embora em matéria de qualidade e durabilidade estas últimas serem bem melhores conforme aponta o quadro 1. Quanto às vantagens de uso pode-se inferir que para as lajes nervuradas:

- dispensa usos de compensados;
- nervuras tecnicamente dimensionadas;

Sem perigo de corrosão; redução de cargas na estrutura; facilidade de montagem e desmontagem; menor consumo de madeira; maior velocidade de execução; reutilização das fôrmas em três dias; fácil desforma manual; Redução do custo final da obra

Quanto às vantagens de uso pode-se inferir que para as lajes tipo *steel deck*:

Alta qualidade de acabamento da laje; dispensa escoramento e reduz os gastos com desperdício de material; facilidade de instalação e maior rapidez construtiva.

As principais desvantagens das lajes nervuradas está diretamente ligada ao cuidado que deve ser realizado quando de sua produção. Também podem aparecer trincas, além disto, a concretagem é de difícil execução e o trabalho de armação é delicado e demorado requerendo mão-de-obra intensiva acarretando baixa produtividade.

As desvantagens das lajes tipo são:

- necessidade de forros suspensos, por razões estéticas;
- maior quantidade de vigas secundárias.

VI REFERÊNCIAS

[1] Macedo, Marcelo Álvaro da Silva; Corrar, Luiz João. **Análise Comparativa do Desempenho Contábil-Financeiro de Empresas com Boas Práticas de Governança Corporativa no Brasil**. Revista de Contabilidade e Controladoria, ISSN 1984-6266 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, v. 4, n.1, p 42-61, jan./abr. 2012.

[2] Torres, Melando de Oliveira (org). **Lajes: tipos e produção**. São Paulo: Nobel, 2009.

[3] Beltrão, A. J. N. **Comportamento estrutural de lajes mistas com corrugações na alma dos perfis de chapa dobrada**. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil). Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003. (Versão digitalizada).

- [4] Filho, Paulo Moisés Viana de Araújo. **Estudo comparativo de sistema de lajes**. Manaus: Centro Universitário Luterano de Manaus – CEULM/ULBRA, 2013. Monografia de graduação do curso de engenharia civil. Versão digitalizada.
- [5] Pollilo, Adolpho. **Dimensionamento de concreto armado**. Vol II. São Paulo: Nobel, 10981.
- [6] BRASIL. NBR 8.800. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2017.
- [7] BRASIL. NBR 14.931. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2014. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [8] Silva, Tecn Raphael da. **Projeto de produção para construção metálica aplicado em lajes mistas steel deck**. CONSTRUMETAL – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica São Paulo – Brasil – 31 de agosto a 02 de setembro 2010. Disponível em <http://www.abcem.org.br/construmetal/2010/downloads/contribui-coes-tecnicas/10-projeto-de-producao-para-construcao-metalica-aplicado-em-lajes-mistas-steel-deck.pdf> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [9] Moraes, Paulo Mesquita Souza. **Lajes steel deck**. 2011. Disponível em <http://www.metallica.com.br/lajes-steel-deck> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [10] Vergara, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [11] Vanderlei, Romel Dias. **Lajes nervuradas**. Artigo, 2010. Disponível em <http://www.trabalhosfeitos.com/topicos/lajes-nervuradas/0> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [12] BRASIL. NBR 14.931. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [13] BRASIL. NBR 12655. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [14] Lima, Paulo Honório. **Controle de qualidade e padronização na construção civil**. São Paulo: Summus, 2007.
- [15] Gomes, Eduardo Fernandes Kiriu. **Gerência da qualidade total e padronização na construção civil**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- [16] BRASIL. NBR 8.800. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [17] BRASIL. NBR 15279. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [18] BRASIL. NBR 14323. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas–ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [19] BRASIL. NBR 15421. Brasília: **Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT**, 2008. Disponível em <http://www.abnt.gov.br> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [20] Silva, Raphael da. **Projeto de produção para construção metálica aplicado em lajes mistas steel deck**. Artigo, 2013. Disponível em <http://www.construmetal.com.br/2010/downloads/contribuicoes-tecnicas/10-projeto-de-producao-para-construcao-metalica-aplicado-em-lajes-mistas-steel-deck.pdf> Acesso em 19 de ago de 2018.
- [21] Costa, Rosane Marques Crespo. **Como Praticar o 5S: QFCO**: Belo Horizonte. 2006.
- [22] Boschi, Hércules. **Planejamento por Objetivos**. São Paulo: Atlas, 2007.
- [23] MANAUS. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) referente ao Estado do Amazonas**. Disponível em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> Acesso em 19 de ago de 2018.