

A IMPORTÂNCIA DO DESENHO NO CÁLCULO ESTRUTURAL PARA A ENGENHARIA CIVIL

Samuel de Souza Silva Buruaem

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Tecnologia
samuelburuaem@hotmail.com

Resumo

Construir significa antes de tudo planejar, é preciso um projeto para posteriormente uma execução. Toda construção necessita de uma estrutura suporte e é nesse aspecto que surge a importância de se conhecer os elementos estruturais. No cálculo estrutural de uma edificação é de grande importância a utilização do desenho que deve compor o projeto estrutural: planta de cargas e locação dos pilares, desenho das formas estruturais e desenho das armações ou ferragens. Este trabalho teve como metodologia a pesquisa bibliográfica que deu subsídio à apresentação de conceitos, etapas do cálculo de estruturas e a importância do desenho no cálculo estrutural para a Engenharia Civil, com o objetivo de apresentar os conceitos das etapas do cálculo de estruturas convencionais: viga, pilar e laje. Assim, o artigo faz uma reflexão sobre a importância do desenho técnico no cálculo estrutural para a Engenharia Civil.

Palavras-chave: desenho de estruturas, cálculo estrutural, Engenharia Civil.

Resumen

Construir significa antes de todo planear, es necesario un proyecto para posteriormente una ejecución. Toda construcción necesita una estructura soporte y es en ese aspecto que surge la importancia de conocer los elementos estructurales. En el cálculo estructural de una edificación es de gran importancia a la utilización del diseño que debe componer el proyecto estructural: planta de cargas y alquiler de los pilares, diseño de las formas estructurales y de los armazones o herrajes. Este trabajo tuvo como metodología la investigación bibliográfica que dio subsidio a la presentación de conceptos, etapas del cálculo de estructuras y la importancia del diseño en el cálculo estructural para la Ingeniería Civil, con el objetivo de presentar los conceptos de las etapas del cálculo de estructuras convencionales: viga, pilar y losa. Así, el artículo hace una reflexión sobre la importancia del diseño técnico en el cálculo estructural para la Ingeniería Civil.

Palabras clave: diseño de estructuras, cálculo estructural, Ingeniería civil.

1 Introdução

Define-se estrutura como “[...] tudo aquilo que sustenta tal qual o esqueleto humano.

Está em tudo que nos rodeia, nas plantas, no ar e nas pessoas, nos objetos e nas

ideias [...]” (REBELLO, 2001, p.271). Nas edificações, a estrutura é o conjunto de elementos (lajes, vigas, pilares, etc.) que dela faz parte e tem a função de manter o edifício estável, imóvel, seguro durante a sua construção e utilização. Tem, ainda, a função de possibilitar as diferentes formas arquitetônicas e de criar espaços livres para a utilização das pessoas. A função prioritária de uma estrutura em uma construção é garantir a forma espacial idealizada e segura por um determinado período de tempo. Essas estruturas ou sistemas estruturais podem ser entendidos como a disposição racional e inteligente de diversos elementos estruturais, sendo estes elementos sólidos deformáveis com capacidade de receber e transmitir solicitações no geral.

Desenho Técnico é a forma de expressão gráfica que tem por finalidade a representação da forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de engenharia e também arquitetura, ou seja, a linguagem do desenho é universal para engenharia.

Os elementos estruturais devem estar presentes no projeto, de tal maneira que essa criação atenda todas as exigências do projeto estrutural. Aliado a isso deve se pensar também na forma mais apropriada para atender essas exigências com o menor custo possível, garantindo níveis de segurança satisfatórios. Para concepção estrutural adequada é necessário levar em conta a finalidade do projeto arquitetônico, pois este determina o posicionamento das estruturas.

Na realização do cálculo de uma laje maciça, viga ou pilar, por exemplo, necessita-se que o projetista tenha conhecimento de Desenho Técnico e noções das normas técnicas para que o projeto estabeleça coerência nas fases de planejamento e montagem da edificação. O desenho está presente no cotidiano do engenheiro projetista, responsável por transmitir com exatidão todas as características do objeto que representa.

Este trabalho resulta de pesquisa realizada no âmbito da Iniciação Científica da UEFS, que teve como objetivo estudar a importância do Desenho no cálculo de estrutura convencional: laje, viga e pilar, destacando-se os elementos estruturais nas etapas do cálculo estrutural. Não são exibidos detalhes relativos ao dimensionamento de cálculo, pois, neste artigo, o objetivo foi possibilitar uma ideia inicial sobre sistemas estruturais e a importância que o desenho tem nas etapas do projeto do cálculo estrutural. Pesquisa básica exploratória de abordagem qualitativa, para o levantamento dos dados foi utilizada técnica de pesquisa bibliográfica e documental.

2 Cálculo Estrutural

Na realização do cálculo estrutural para construção civil, é imprescindível o conhecimento das formas que melhor atendam as exigências do projeto, especialmente da função das estruturas que darão suporte à edificação. Diante da abrangência dos elementos estruturais, neste trabalho, como antes anunciado, estudamos os elementos estruturais convencionais de construções em concreto armado: laje, viga e pilar.

Antes de dizer sobre os elementos estruturais, é importante definir alguns conceitos básicos sobre a geometria dos elementos estruturais, pois esta é responsável por proporcionar a compreensão do comportamento estrutural. A classificação dos elementos estruturais é feita a partir da Geometria e é balizada pela diferença entre a ordem de grandeza das três dimensões principais de cada elemento (comprimento, altura e espessura), conforme nomenclatura a seguir:

- **Elementos Lineares:** são aqueles em que o comprimento longitudinal é maior em pelo menos três vezes a maior dimensão da seção transversal (NBR 6118/2014, item 14.4.1), chamados “barras”. Os exemplos mais comuns são as vigas e os pilares. A diferença entre estes é basicamente a posição no espaço, um se encontra na horizontal e o outro na vertical, respectivamente.

- **Elementos Bidimensionais:** também chamados “elementos de superfície”, são aqueles cuja espessura é pequena, quando comparada às outras duas dimensões (comprimento e largura) (NBR 6118/2014, item 14.4.2). Os exemplos mais comuns são as lajes e as paredes, como de reservatórios.

- **Elementos Tridimensionais:** são aqueles em que as três dimensões têm a mesma ordem de grandeza, são os chamados elementos de volume. Como exemplos mais comuns, encontram-se os blocos e sapatas de fundação, consolos, etc.

2.1 Elementos Estruturais

Em construções de concreto armado, temos como principais elementos estruturais as lajes, as vigas e os pilares.

2.1.1 Laje

As lajes são os elementos planos destinados a receber a maior parte das ações aplicadas numa construção, como de pessoas, móveis, pisos, paredes, e os mais variados tipos de carga relativa à função e finalidade arquitetônica do espaço físico em que está inserida. As ações são comumente perpendiculares ao plano da laje,

podendo ser distribuídas na área (peso próprio, revestimento de piso, etc.); distribuídas linearmente (paredes); ou forças concentradas (pilar apoiado sobre a laje). As ações são geralmente transmitidas para as vigas de apoio nas bordas da laje, e eventualmente podem ser transmitidas diretamente aos pilares. As lajes normalmente apresentam grande deformabilidade nos ensaios em laboratórios, demonstrando especialmente fissuras, no entanto, dificilmente se rompem.

Há diversos tipos de laje, entre elas destacamos a laje maciça de concreto (Figura 1), comum em obras com múltiplos pavimentos, a exemplo de indústrias, hospitais, escolas. Nas construções de pequeno porte, as lajes pré-fabricadas apresentam vantagens nos aspectos relativos a custo e facilidade de construção.

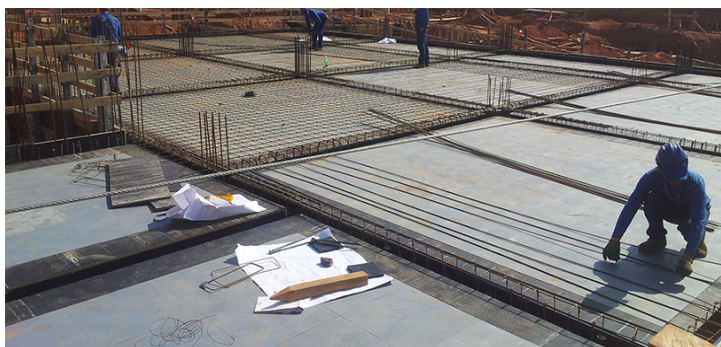


Figura 1: Laje Maciça em construção
Fonte: Planex-A fôrma da laje plana.¹

Neste tipo de laje devem ser respeitadas espessuras mínimas, que de acordo com a NBR 6118:2003, deve ser igual a 5 cm para lajes de cobertura não em balanço, e de 7 cm para lajes de piso ou de cobertura em balanço. Para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN, é especificada espessura de 10 cm, e 12 cm para lajes que veículos de peso total maior que 30 kN. Na prática não é comum lajes com 5 e 7cm, pois como a capacidade de deformação é alta, lajes com espessura inferior a 8cm é bastante suscetível a fissuras.

2.1.2 Viga

Conforme definição da NBR 6118/03 (item 14.4.1.1), vigas “[...] são elementos lineares em que a flexão é preponderante”. As vigas são classificadas como barras e são normalmente retas e horizontais, destinadas a receber ações das lajes, de outras vigas, de paredes de alvenaria, e eventualmente de pilares (Figura 2).

¹ Disponível em: < <http://www.atex.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/03/laje-macica.png> > Acesso em 30/10/2016.



Figura 2: Imagem de uma montagem de uma viga.
Fonte: Em construção-Casa nova.²

A função das vigas é basicamente vencer vãos e transmitir as ações nelas atuantes para os apoios, geralmente os pilares. As ações são geralmente perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, podendo ser concentradas ou distribuídas. Podem ser dispostas horizontalmente ou inclinadas, com um ou mais apoios (móvel ou fixo), engastes, e em diversos jeitos, de tal forma a garantir que tais barras sejam no mínimo isostáticas. Podem ser confeccionadas de diversas maneiras, sendo de madeira, aço, ferro fundido, concreto (armado ou protendido) e alumínio, com aplicações nos mais diversos tipos de construções.

As vigas fazem parte do sistema estrutural de um edifício, que deve ser projetado para não somente resistir às ações verticais como também às ações horizontais, pois estes podem gerar efeitos significativos sobre as condições de vida útil da construção. O percurso das ações verticais começa nas lajes, as quais suportam, além do seu próprio peso, outras ações permanentes e as ações variáveis de uso, incluindo também peso de paredes que se apoiem diretamente sobre elas. As lajes transmitem tais ações para as vigas pelas reações de apoio. Geralmente as vigas trabalham à flexão e ao cisalhamento e transmitem as ações para os elementos verticais – pilares e paredes estruturais.

Sobre o posicionamento das vigas, além daquelas que ligam os pilares, formando pórticos, outras vigas podem ser necessárias, seja para dividir um painel de laje com grandes dimensões, ou para suportar uma parede divisória e evitar que ela se apoie diretamente sobre a laje. Normalmente, a preferência dos engenheiros e

² Disponível em: <<https://alemdainercia.files.wordpress.com/2016/08/grua.jpg?w=240>> Acesso em 27/08/2016

arquitetos é de que as vigas fiquem embutidas nas paredes de vedação, de tal maneira que não possam ser percebidas visualmente.

2.1.3 Pilar

Pilares são “[...] elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes [...]” (NBR 6118/03, item 14.4.1.2). São destinados a transmitir as ações às fundações, embora possam também transmitir ações para outros elementos de apoio. O pilar é o elemento mais importante nas estruturas, tanto pela capacidade de resistência quanto no aspecto da segurança, além de serem de extrema importância para a estabilidade global dos edifícios (Figura 3).



Figura 3: Pilar sendo concretado e detalhe da fôrma

Fonte: Comunidade da Construção³

2.2 Desenho no Cálculo Estrutural

Para Souza e Cunha (1998), na construção de uma edificação é necessário que o engenheiro civil tenha conhecimento técnico para proceder, no desenho, os passos do projeto estrutural que são: i) desenho da planta de cargas e locação dos elementos estruturais; ii) planta de formas e, iii) detalhamento das armações ou ferragens. Uma vez decidida a solução estrutural da edificação, esta deve ser registrada através do desenho, para que possa ser interpretada pelos carpinteiros que irão executar a fôrma que conterà o concreto fresco (REBELLO; 2005).

O desenho para a execução das fôrmas deve ser feito de maneira a conter o perfeito conhecimento da forma e dimensão das peças, devendo incluir vistas, cortes e

³ Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/imagens/planej04.jpg> Acesso em 28/10/2016

detalhes. A escala mais utilizada na representação das fôrmas é de 1:50, podendo ser também ser usado a escala 1:100, desde que a clareza não seja prejudicada.

O arranjo estrutural pode ser analisado segundo dois planos, o horizontal e o vertical, este último essencial para se garantir a estabilidade global do edifício. As lajes com as vigas formam o pavimento, responsável por receber as ações mais importantes das edificações, que são as ações de utilização. Os pilares, atuando em conjunto com as lajes e as vigas, formam a chamada estrutura ou sistema de contraventamento, responsável por garantir a estabilidade global da estrutura. Para se obter a melhor solução estrutural é necessário conhecer todos os requisitos a que a construção deve atender, como por exemplo: cargas atuantes, finalidade da obra, facilidade de construção, estética, economia, rapidez de construção, materiais disponíveis na região, existência de mão de obra especializada. É necessário estabelecer a hierarquia ou a prioridade entre os diversos requisitos que podem existir. A origem da planta de cargas e de locação dos pilares é um desenho relativamente simples, que apresenta dois tipos de informações: seções dos pilares locadas em relações a dois eixos de referência do terreno a dois eixos de referência do terreno (em geral o alinhamento e uma das divisas); e todas as cargas que serão transmitidas aos elementos de fundação (sapatas, estacas, tubulões, etc) e posteriormente as camadas resistente ao solo.

Os procedimentos para lançamento das fôrmas das lajes (Figura 4) dependem do tipo de laje que vai ser executada. Geralmente fazem parte do conjunto de atividades da execução das fôrmas de vigas e pilares. À exceção de lajes pré-moldadas que são lançadas após a concretagem das vigas, deve ser providenciada a execução dos moldes em conjunto com as vigas, para serem solidarizadas na concretagem, como as lajes pré-fabricadas, moldadas *in loco*, celulares etc.



Figura 4: Esquema de montagem da forma de laje.
Fonte: Pré-Lajes de Concreto⁴

⁴ Disponível em: < <http://www.doutorresolve.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/01.jpg> > Acesso em 15/09/2016

Os procedimentos usuais para lajes maciças são: i) lançar e fixar as longarinas apoiadas em sarrafos guias pregados nos garfos das vigas; ii) providenciar o escoramento mínimo para as longarinas por meio de escoras de madeira ou metálicas (1 a cada 2 metros); iii) lançar o assoalho (chapas compensadas ou tábuas de madeira) sobre as longarinas; iv) conferir o nível dos painéis do assoalho fazendo os ajustes por meio cunhas nas escoras ou ajustes nos telescópios; v) fixar os elementos laterais a fim de reduzir e eliminar as folgas e pregar o assoalho nas longarinas; vi) verificar a contra-flecha. Para laje-zero, deve-se nivelar usando um aparelho de nível (laser) a fim de garantir a exatidão no nivelamento; vii) travar o conjunto todo; viii) limpar e passar desmoldante; ix) conferir nos projetos das instalações os pontos de passagens, prumadas, caixas, embutidos etc.; x) liberar para execução da armadura conferir todo o conjunto e partes antes de liberar para concretagem, verificando principalmente o nivelamento, contra-flecha, alinhamento lateral, imobilidade, travejamento, estanqueidade, armaduras, espaçadores, esquadro e limpeza do fundo.

No projeto estrutural de escada, geralmente não é representada no desenho de formas do pavimento a qual ela pertence. Um desenho especial deve ser feito, em folha à parte e em escala maior que a escala do desenho de formas, para a representação da escada. No desenho de fôrmas do pavimento, no lugar reservado para a colocação da escada, faz-se a representação de uma abertura na fôrma.

2.3. O Desenho nas etapas do Calculo Estrutural e as Normas Técnicas

A NBR 10647/1989 estabelece, dentre outras terminologias, a classificação do Desenho Técnico segundo o seu aspecto geométrico, dividido em duas grandes modalidades: desenhos projetivos e não projetivos. O primeiro abrange desenhos cujo objetivo é a demonstração da forma e das medidas proporcionais dos objetos, representado por meio de vistas ortográficas e perspectivas. Como exemplos, podemos citar os projetos de fabricação de máquinas e equipamentos, projetos e construção de edificações de vários tipos, envolvendo detalhes elétricos, arquitetônicos, estruturais, etc.; projetos para construção de rodovias, aterros, drenagem, barragens, açudes, etc.; projetos planialtimétricos e topográficos; desenvolvimento de produtos industriais; projetos paisagísticos; dentre outros. O desenho não projetivo pode ser exemplificado através de gráficos, esquemas, fluxogramas, organogramas, entre outros, aos quais não está subordinado à correspondência entre a figura representada e suas projeções.

No tocante a importância do desenho no cálculo estrutural, implica-se que para realizar o cálculo de uma laje maciça, viga ou pilar, por exemplo, necessita-se que o projetista tenha conhecimento de Desenho Técnico e noções das normas técnicas, para que o projeto venha a se tornar coerente nas fases de planejamento e montagem da edificação, visto que o desenho está presente no cotidiano do engenheiro projetista, profissional responsável por transmitir com exatidão todas as características do objeto que representa.

Por meio do estudo de obras marcantes na arquitetura nacional e internacional é possível observar a importância do conhecimento técnico e do sistema estrutural na realização de projetos de qualidade, tendo na arquitetura de Oscar Niemeyer a evidente e marcante presença do Sistema Estrutural na definição da forma, traduzida no resultado plástico da obra construída. Niemeyer valorizava o trabalho do engenheiro, como se pode confirmar no documentário “A Vida é um Sopro”⁵, de Fabiano Maciel, ao afirmar: “[...] lá em Brasília, quando uma estrutura se concluía, a arquitetura já estava presente. [...] Arquitetura e Estrutura são coisas que nascem juntas e juntas devem se enriquecer”. Niemeyer trabalhou com grandes nomes da engenharia nacional como Emílio Baumgart, Bruno Contarini, Joaquim Cardozo e José Carlos Sussekind, e com eles pode levar ao mundo os avanços tecnológicos que a construção civil nacional fazia, e ainda faz, por intermédio de sua arquitetura.

No que diz respeito à importância do Desenho Técnico no cotidiano do engenheiro estrutural, tem-se a representação dos elementos do desenho de formas, como as formas de pilares, lajes e vigas, portanto crucial na formação desse profissional. Em linhas gerais, na construção de um edifício de concreto armado, antes da fase de montagem, o projeto de plantas de carga e locação deve ser o primeiro prosseguimento a ser realizado, sendo que as informações desse desenho, juntamente com as oriundas das sondagens do terreno, permitirão a escolha do tipo de fundação (sapata, estaca, tubulão, etc.) mais adequada à obra.

Pela definição da NBR 7191/82 (item 3.1.2) os desenhos para execução de formas devem conter plantas, cortes e elevações de todas as peças da estrutura, necessários ao perfeito conhecimento de sua forma e dimensões. Devem ser feitos na escala 1:50 ou quando não houver prejuízos da clareza de desenho, na escala 1:100.

⁵ “Oscar Niemeyer, A Vida é um Sopro”, direção de Maciel, Fabiano – Europa Filmes, 2007. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AYhpFEHJkkI>>, acesso em 25/08/2016.

Conforme dito na norma NBR 7182/82, o projeto de desenho de formas é muito importante para dar início a etapas de construção do empreendimento. Na construção civil, sempre foi certo consenso deixar para que encarregados e mestres fossem responsáveis pela definição das fôrmas, acreditando-se no critério adotado para dimensionamento prático fosse suficiente para garantir a estabilidade das estruturas provisórias. Pouca atenção foi dispensada para os custos decorrentes da falta de um rigor maior no trato das fôrmas. Atualmente, com o alto custo da madeira, a necessidade de maior qualidade (controle tecnológico dos materiais), a redução das perdas (materiais e produtividade da mão de obra), redução de prazos de entrega (competitividade) etc, é imperioso que o engenheiro dê a devida importância ao dimensionamento das fôrmas e escoramentos provisórios considerando os planos de montagem e desmontagem e o reaproveitamento na mesma obra.

A criação da estrutura de um edifício depende da harmonia de vários elementos estruturais presentes no mesmo, de tal maneira que essa criação atenda todas as exigências do projeto estrutural, aliado a isso deve-se pensar também na forma mais apropriada para atender essas exigências com o menor custo possível, sempre com os níveis de segurança satisfatórios.

Como descrito através da NBR 14931/04 (item 7.1), os requisitos básicos do sistema de fôrmas são o escoramento, o cimbramento e os andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos, que devem ser projetados e construídos de modo a ter: i) resistência às ações a que possa ser submetido durante o processo de construção, considerando: ação de fatores ambientais, carga da estrutura auxiliar; ii) carga das partes da estrutura permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até que o concreto atinja as características estabelecidas pelo responsável pelo projeto estrutural para remoção do escoramento; iii) efeitos dinâmicos acidentais produzidos pelo lançamento e adensamento do concreto, em especial o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto nas fôrmas.

Para concepção estrutural adequada de um edifício residencial, por exemplo, é necessário levar em conta a finalidade do projeto arquitetônico pois para a execução da planta de formas de um pavimento são necessários os detalhes informados que definiram perfeitamente os elementos estruturais por meio de suas dimensões e por sua localização em relação a eixos e/ou elevações quando necessários. Rebello (2001) ressalta que a pior solução estrutural é a que apresenta os maiores desencontros entre os objetivos dos projetos arquitetônico e estrutural. Em virtude

disso, para execução de fôrmas na obra alguns cuidados devem ser levados em consideração previamente à elaboração das fôrmas.

Pode-se considerar o processo de um projeto de calculo estrutural como etapa muito importante para na construção de edificação, pois nos últimos anos a complexidade dos projetos e as exigências nas qualidades das construções fizeram com que os engenheiros civis a se qualificarem cada vez mais, principalmente nos quesitos de normas e segurança nas etapas do calculo estrutural. A partir da década de 70 do século XX, consolidou-se no Brasil a busca, entre as propostas formuladas para o setor da construção, da racionalização da construção. Estudos comprovam que os principais problemas encontrados nos projetos de construção civil são erros de cotas, níveis e alturas, incompatibilidade entre diferentes projetos, falha na especificação do material, erro no levantamento das quantidades e detalhamento inadequado ou até mesmo falta de detalhamento de projetos e desenhos. A escolha do sistema estrutural mais adequado para o piso depende de diversos fatores, variáveis em função das características de cada construção. Entre os fatores podem ser citados: finalidade da construção, magnitude dos carregamentos, vãos, facilidade e rapidez de execução, disponibilidade e qualidade da mão-de-obra, localização, estética, funcionalidade, disponibilidade de equipamentos, e principalmente o custo.

3 Conclusão

Um dos desafios encontrados por muitos engenheiros é a compatibilização dos vários projetos existentes em uma obra (projeto estrutural, projeto de instalações hidráulicas, elétricas e etc.). É necessário sentir a estrutura, prever suas deformações, posicionar e atribuir elementos que trabalhem de forma a garantir seu funcionamento com segurança e qualidade. A combinação de elementos estruturais (laje, viga e pilar) da origem aos sistemas estruturais, que é o conjunto formador da estrutura, responsável por transmitir os esforços ao solo, indica a necessidade de serem construídas com matérias não perfeitamente rígidas, ou seja, devem obedecer as normas técnicas respeitando, especialmente, os quesitos relativos à segurança. Além dos aspectos relativos à resistência na construção, a importância dos elementos estruturais repousa na sua utilização, esta extremamente ligada à arquitetura, uma vez que muitos sistemas estruturais ficarão visíveis na construção.

Estudar a importância do Desenho para o calculo estrutural em uma construção é dizer das funcionalidades das plantas de fôrmas, plantas de cargas e armações das

ferragens do sistema estrutural. A estrutura é a parte mais resistente de uma construção, pois há uma grande absorção e transmissão de esforços dentro deste sistema, o que garante solidez e segurança para a construção. Podemos considerar esses elementos intimamente ligados à questão da estética, resistência, qualidade e segurança, o estudo de suas especificidades possibilita que sejam utilizados na edificação os elementos adequados, atentando ainda para forma mais econômica e harmoniosa possível. Portanto, é fundamental o estudo desses elementos para alunos que estejam iniciando os estudos em sistemas estruturais, conhecer a relação entre o Desenho Técnico e o cálculo estrutural, isso porque a observação de exemplos desperta a vontade do conhecer mais, instiga o espírito investigativo e contribui para uma formação profissional mais responsável e eficiente.

4 Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2003, 221p.
- _____. **NBR 7191**: Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado. Rio de Janeiro, ABNT, 1982, 7p.
- _____. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto: Procedimentos, Rio de Janeiro, 2004, 59p.
- REBELLO, Yopanan C.P. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate Editora, 2001.
- REBELLO, Yopanan C. P. **Estruturas de Aço, Concreto e Madeira**: Atendimento da Expectativa Dimensional. 3ª Ed. São Paulo: Zigurate, 2005.
- SOUZA, Roberto...[et al.]. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: Pini, 1996. 275p
- LOPES, João Marcos; BOGÉA, Marta; REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Arquiteturas da engenharia, engenharias da arquitetura**. São Paulo: Mandarin, 2006.