

PASSO A PASSO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES EM CONCRETO ARMADO

Débora Mendes Alves Correia¹; Wanderson Gonçalves Machado²;

1 Débora Mendes Alves Correia, Bolsista IFMG, Edificações, IFMG Campus Santa Luzia, Santa Luzia- MG; debyalvesc7@gmail.com

2 Wanderson Gonçalves Machado: Pesquisador do IFMG, Campus Santa Luzia; wanderson.machado@ifmg.edu.br

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados obtidos por meio do Projeto de Pesquisa do Instituto Federal de Minas Gerais, que consiste na Elaboração, via AutoCAD, do passo a passo de um Projeto Estrutural Padrão de uma Edificação em Concreto armado, ou seja, um modelo explicado para que possa ser utilizado pelos docentes e discentes do Técnico em Edificações, bem como de cursos superiores de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, internamente no Campus Santa Luzia e em outros Campi. Esse trabalho se justifica pela falta do tema na literatura, até onde os autores têm conhecimento, principalmente para utilização nas instituições de ensino. Outra questão muito importante é que a parte prática de projetos estruturais é ainda muito negligenciada, principalmente nos cursos técnicos em Edificações e, também, nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil. Com o produto gerado pelo projeto de pesquisa realizado na instituição, buscou-se por meio da sua disponibilização dentro do Campus Santa Luzia, promover a disseminação da prática de elaboração de desenhos de projetos estruturais (sobretudo no curso técnico de Edificações). Desse modo, o passo a passo foi realizado em todas as pranchas de formas e de detalhamentos referentes ao projeto estrutural escolhido, sendo explicado cada um dos desenhos contidos. Foi gerado como produtos, um arquivo *dwg* e um caderno contendo todo o passo a passo do projeto padrão, os mesmos foram divulgados aos docentes e discentes do campus. Foram realizadas 2 pesquisas na instituição, uma antes do início e ao final do projeto, tendo estas o intuito de saber o que eles pensavam sobre a importância do projeto - a inicial a respeito da previsão e a final sobre o que acharam do produto - obtendo um retorno muito positivo de quem respondeu o questionário. Conclui-se que a elaboração de tal projeto de pesquisa citado é muito relevante, pois aborda um conteúdo pouco explorado, que é a elaboração de projetos estruturais, principalmente da forma apresentada. Portanto, acredita-se ser de fundamental importância para a formação do Técnico em Edificações, do Engenheiro Civil e do Arquiteto.

Palavras-Chave: Projeto padrão; Passo a passo; Projeto Estrutural; Concreto armado; Edificações.

INTRODUÇÃO:

Um sistema é um conjunto de elementos interconectados de modo a formar um todo organizado com um objetivo geral a ser atingido. Os sistemas estruturais das edificações tem como objetivo, receber, suportar as cargas fixas ou móveis a qual são submetidas e transmiti-las ao solo, de forma a manter a estabilidade e se deformar até o permitido por norma. Existem várias opções de sistemas estruturais para se realizar uma concepção estrutural/arquitetônica conjunta. (SANTOS, 2017).

O Concreto Armado une as qualidades do concreto - tais como a durabilidade, boa resistência à compressão, ao fogo e à água, baixo custo - com as qualidades do aço - ductilidade e ótima resistência à tração e à compressão - permitindo construir um sistema com diversas formas e volume e, consequentemente, os mais variados tipos de obra. (BASTOS, 2006).

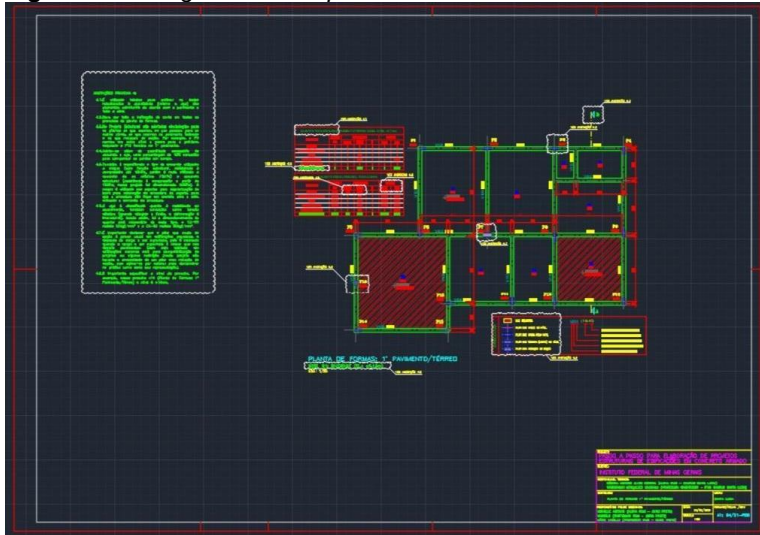
Assim, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 6118 (2014) os elementos de concreto armado são "aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência" (p. 21). Esse alongamento a qual a norma se refere é um procedimento realizado por equipamentos de protensão, os quais são utilizados em concreto protendido.

Antes da execução da obra, existem algumas etapas fundamentais, dentre elas a análise do tipo de solo (sondagem), a escolha dos materiais e a compatibilização dos diversos projetos. Entre os projetos existentes, tem-se o Projeto Estrutural.

O projeto estrutural consiste na representação gráfica de uma estrutura, o qual é realizado de acordo com o cálculo estrutural, visando atender, principalmente, às demandas do projeto arquitetônico. No caso de um Projeto Estrutural de Edificações em Concreto Armado, existem basicamente dois tipos de desenho: forma e armadura (SANTOS, 2017).

Portanto, as Estruturas de Concreto Armado são componentes fundamentais no âmbito da construção civil e, para que ocorra a execução de edificações em Concreto Armado, projetos são elaborados a fim de garantir o melhor produto final, de modo seguro e sustentável. Dessa forma, o presente trabalho aborda sobre o projeto de pesquisa que elaborou anotações referentes aos desenhos contidos em um projeto estrutural de edificações em Concreto Armado, como pode ser observado na Figura 1 a visão geral de uma das pranchas.

Figura 1 - Vista geral de uma prancha



Fonte: Autoria própria (2021)

METODOLOGIA DA EXECUÇÃO DO PROJETO:

Para que as anotações relacionadas a um projeto estrutural fossem feitas, foi escolhido um projeto que se encaixasse nas especificações do Técnico em Edificações, visto que o produto do Projeto de Pesquisa foi gerado por uma aluna do curso técnico, porém poderá ser utilizado também nas disciplinas dos cursos superiores de Engenharia Civil e Arquitetura, além do curso técnico.

Desse modo, em uma parceria com professores de outro campus da instituição, os quais realizaram um projeto de pesquisa intitulado “Desenvolvimento de Modelos para Projetos em Formato CAD para Uso nas Disciplinas do Curso Técnico em Edificações” nos anos de 2016 e 2017, o projeto arquitetônico e estrutural foi adotado.

Antes de iniciar as anotações foi necessária uma pesquisa no campus para melhor direcionamento das etapas seguintes.

Assim, tendo em vista o contexto vivido durante toda a realização do projeto de pesquisa, a pandemia de COVID-19 e, com a suspensão das aulas presenciais desde março de 2020, visando a segurança e saúde de todos, aderiu-se ao Formulários Google para a pesquisa inicial e também para a pesquisa final.

Após o primeiro formulário, enquanto obtinha-se as respostas - descritas nos resultados do artigo - foram realizadas algumas alterações nos desenhos, com objetivo didático, bem como o início das anotações. É importante ressaltar que o projeto de pesquisa citado foi realizado integralmente, de forma não presencial, sendo que as reuniões ocorreram por Google Meet, a fim de que a saúde de todos fosse preservada.

Dessa forma, para as alterações necessárias nos desenhos estruturais e também para as anotações utilizou-se o Software de Desenho Auxiliado por Computador em 2D da Autodesk, o AutoCAD 2018 para estudantes - esse programa é utilizado por docentes da área de projetos tanto do curso técnico quanto dos cursos superiores, bem como por parte dos discentes - sendo que, a versão profissional desse software é utilizado para representar graficamente diversos projetos do âmbito da construção civil no mercado de trabalho.

Por fim foi proposto um formulário final para que olhando o produto gerado pudessem opinar a respeito da importância do projeto. Foi disponibilizado o arquivo CAD (.dwg), bem como o arquivo PDF, ou seja, os produtos do projeto, por meio do link do Google Drive para que todos pudessem ter acesso antes de responder o questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

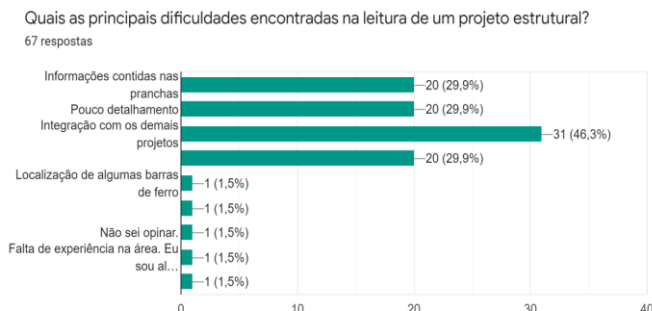
Pesquisa inicial

O primeiro formulário teve como objetivo obter informações sobre a importância e as dificuldades do Projeto Estrutural, assim como a utilização de modelos em sala de aula e a relevância da elaboração de um projeto estrutural modelo para o público-alvo, os quais eram docentes e discentes do curso técnico em Edificações e dos cursos de Engenharia Civil e de Arquitetura.

Assim, foram 67 respostas, nas quais 21 participantes são do curso de Engenharia Civil (31,3%), 14 estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo, 14 estudantes do curso Técnico em Edificações e 18 docentes (26,9%).

Quanto à importância do projeto estrutural, 64 participantes responderam que consideram a elaboração fundamental para a vida profissional (95,5%), enquanto 2 responderam talvez e 1 resposta foi negativa. Também foi abordado sobre as dificuldades para ler o projeto estrutural - resultado mostrado na Figura 2 - e a principal escolha foi quanto à compatibilização com os demais projetos com 46,3% (31 respostas). Outras dificuldades, com 20 respostas cada, foram as informações contidas nas pranchas, o pouco detalhamento dos projetos e por não terem tido disciplina relacionada aos projetos estruturais. Além de outras cinco motivações, com uma resposta em cada: localização de algumas barras de ferros, não sei opinar, falta de experiência na área. Eu sou al...

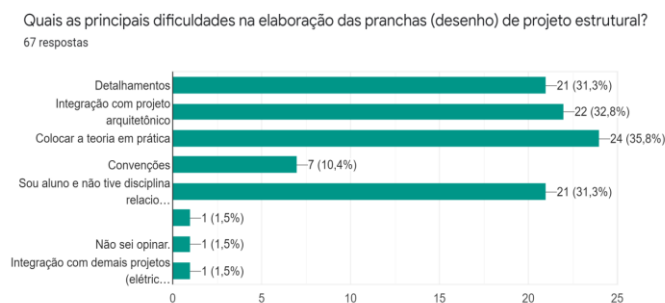
Figura 2 - Principais dificuldades na leitura de projetos



Fonte: Autoria própria (2020)

Ademais, foi abordado sobre os obstáculos para elaborar as pranchas de projetos estruturais, sendo a principal resposta - correspondente a 35,8% do total (24 respostas) - colocar a teoria em prática, já a integração com o projeto arquitetônico obteve 22 respostas, outra dificuldade significativa foi relacionada com os detalhamentos dos elementos estruturais. Na Figura 3, pode-se observar todas as respostas relacionadas. Também, houve respostas relacionadas a não ter disciplina relacionada à projeto estrutural (21 respostas), convenções e integração com demais projetos.

Figura 3 - Dificuldades para elaborar projetos estruturais



Fonte: Autoria própria (2020)

Quanto ao uso de modelos nas disciplinas (ver Figura 4), 29 discentes não tiveram acesso aos modelos, enquanto 16 estudantes responderam que os professores utilizam nas aulas. Em relação aos

docentes da área de projetos, 11 utilizam modelos e 2 não usam, enquanto 9 docentes não são da área de projetos.

Figura 4 - Uso de modelos nas disciplinas

Com relação a utilização de modelos de desenhos nas disciplinas de projeto...
67 respostas

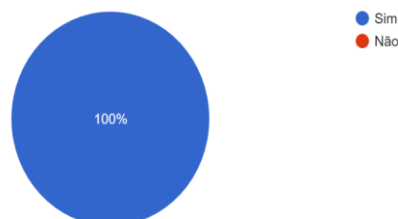


Fonte: Autoria própria (2020)

Outra questão que constituiu o formulário abordou sobre a contribuição de modelos para auxiliar no ensino e aprendizagem, todos (docentes e discentes) responderam que contribuiriam nas disciplinas relacionadas com projetos. Em uma pergunta mais específica, sobre modelos de projetos estruturais, representada na Figura 5, novamente todos responderam que contribuiria para o ensino e aprendizagem nas disciplinas.

Figura 5 - Contribuição de Projeto Estrutural Padrão

Na sua opinião, o passo a passo da elaboração de pranchas modelos, de Projeto Estrutural, contribuiria para o ensino (docentes) e aprendizagem...as disciplinas relacionadas a projetos/estruturas?
67 respostas



Fonte: Autoria própria (2020)

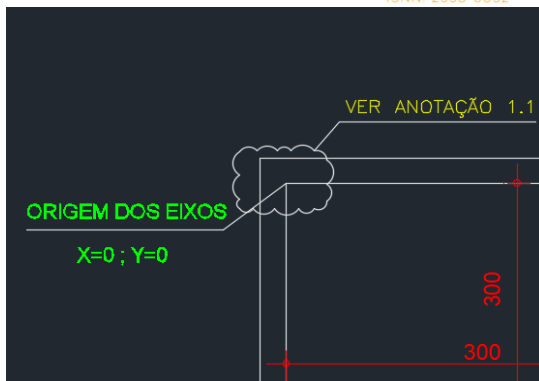
Este formulário continha uma última pergunta, que abordava sobre qual dos desenhos consideravam mais difícil, a maioria das respostas estavam relacionadas com a planta de formas, planta de armadura e detalhamentos.

Anotações nas pranchas

O projeto estrutural utilizado no projeto de pesquisa citado teve como base o projeto arquitetônico de uma edificação residencial de dois pavimentos. Assim, os desenhos de formas e de detalhamentos totalizaram 21 pranchas técnicas, para as quais foram elaboradas as anotações.

Desse modo, para cada anotação era indicado no desenho a referência no texto, como pode-se observar na Figura 6.

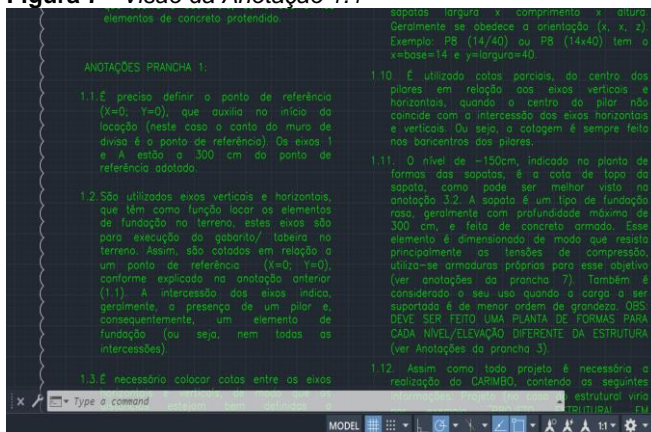
Figura 6 - Indicação da anotação no desenho



Fonte: Autoria própria (2021)

Assim, foi sinalizado em qual anotação conteria a explicação sobre o elemento e, na seção da prancha que continha as anotações, indicava-se a numeração e a explicação, como pode ser visto na figura 7.

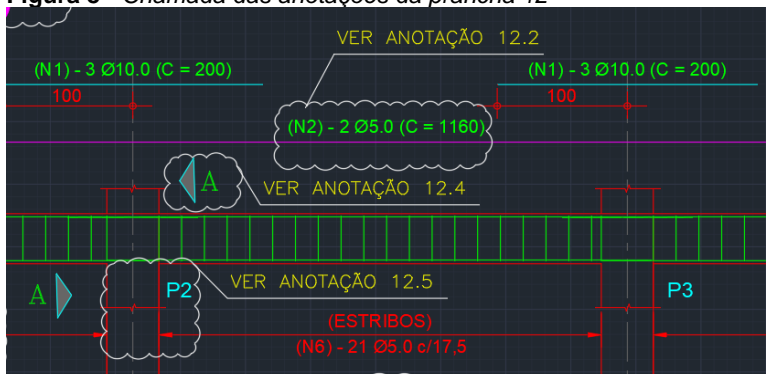
Figura 7 - Visão da Anotação 1.1



Fonte: Autoria própria (2021)

Esse processo foi realizado também nas pranchas com os desenhos de formas, os quais são de fundamental importância em projetos estruturais, visto que representam os pilares e as vigas do nível representado. Assim como foi realizado na planta de locação e de fundação, foram elaboradas para os desenhos de formas anotações. Também foi realizado o passo a passo para as pranchas que continham os desenhos e tabelas com o detalhamento de fundação, pilares, vigas e lajes. Na Figura 8 pode-se observar a chamada de uma das anotações.

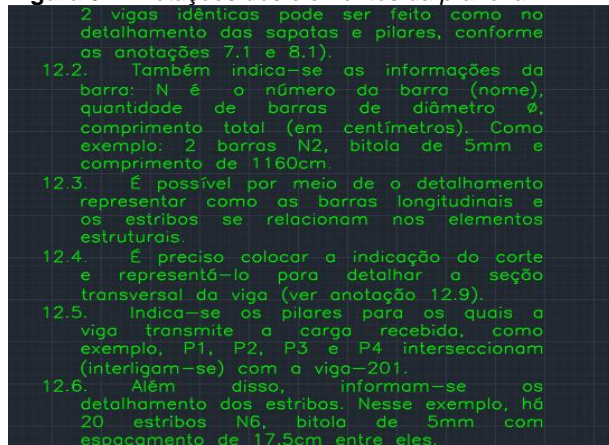
Figura 8 - Chamada das anotações da prancha 12



Fonte: Autoria própria (2021)

Então, ao identificar em qual anotação o elemento será explicado, o leitor pode acompanhar a explicação, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Anotações dos elementos da prancha 12



Fonte: Autoria própria (2021)

Pesquisa Final

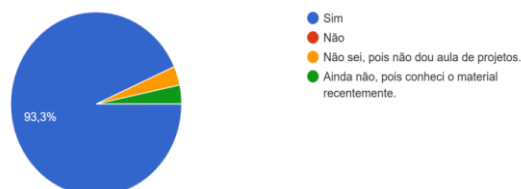
Após a finalização das pranchas com os desenhos estruturais e anotações (em arquivo dwg editável), bem como do caderno unificado - com mais anotações e todas as pranchas, em formato não editável - foi criado um formulário final, no qual além das perguntas continha o link do google drive da pasta com os arquivos.

Esse novo formulário teve como objetivo divulgar o produto do projeto de pesquisa, disponibilizando os arquivos para serem utilizados pelos docentes e discentes nas disciplinas, para ensino e aprendizado, assim como ter conhecimento se os arquivos iriam contribuir na trajetória com projetos. No prazo em que foi aberto, obteve-se 30 respostas dentre os quais foram 7 docentes (23,3%), 13 discentes do curso de Arquitetura (43,3%), 8 discentes do curso de Engenharia Civil (26,7%) e 2 discentes de Edificações (6,7%).

Assim, após os participantes verificarem os arquivos, 28 (93,3%) responderam que eles contribuiriam para o ensino e/ou aprendizagem das disciplinas relacionadas a projetos, na Figura 10 pode-se observar que houveram outras duas respostas, cada uma assinalada por 1 participante, sendo um que não é da área de projetos e o outro ainda não conhecia o suficiente para opinar. É importante ressaltar ainda que nenhuma resposta referente à não contribuição do projeto foi assinalada.

Figura 10 - Contribuição dos arquivos para disciplinas relacionadas a projeto

Após analisar os arquivos (link na descrição do formulário), eles contribuiriam para o ensino (docentes) e aprendizagem (alunos) das disciplinas relacionadas a projetos?
30 respostas

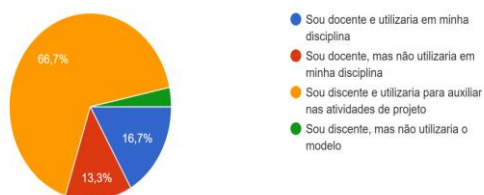


Fonte: Autoria própria (2021)

Ademais, foi perguntado se os participantes usariam o modelo para auxiliar na elaboração de futuros desenhos estruturais (ver Figura 19). Sendo assim, 66,7% (20 respostas) são discentes que utilizariam o modelo, 5 docentes (16,7%) usariam em suas disciplinas, enquanto 4 docentes (13,3%) e 1 discente (3,3%) não utilizariam o modelo. Mesmo não sendo possível verificar na Figura 11, é importante dizer que os docentes que responderam que não utilizariam não são da área de projetos, sendo assim não haveria a possibilidade de utilização.

Figura 11 - Utilização do modelo em futuros desenhos

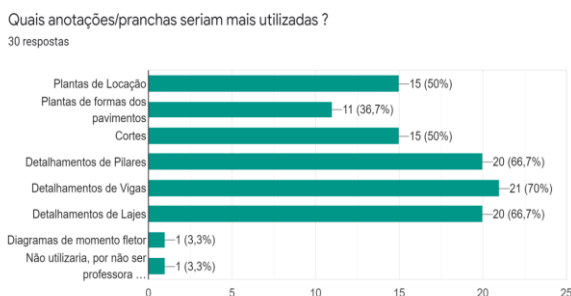
Com relação a utilização do modelo nas disciplinas de projetos para auxiliar em futuros desenhos
30 respostas



Fonte: Autoria própria (2021)

A última pergunta - representada na Figura 12 - estava relacionada com quais pranchas e anotações seriam mais utilizadas. Dessa forma, o detalhamento de vigas foi assinalado por 21 participantes, o detalhamento de pilares e o detalhamento de lajes obtiveram 20 respostas cada. Outras duas alternativas, que obtiveram 15 respostas cada, foram plantas de locação e cortes, enquanto 11 participantes marcaram plantas de formas dos pavimentos. Também foram assinaladas, que não utilizaria por não ser discente da área e diagramas de momento fletor, com 1 resposta cada.

Figura 12 - Anotações e pranchas com maior utilização



Fonte: Autoria própria (2021)

CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES:

Conclui-se deste trabalho que o resultado esperado foi alcançado com sucesso, visto ter sido gerado um produto final, em Arquivo AutoCad (.dwg), ou seja, editável, contendo e ainda um PDF contendo as anotações de forma ainda mais completa de um Projeto Padrão (modelo) de um Projeto Estrutural de uma Edificação em Concreto Armado. Produto este que pode ser utilizado pelos professores e alunos para a elaboração de desenhos de projetos estruturais, contribuindo para o ensino-aprendizagem.

Como os arquivos, editável e não editável, foram distribuídos entre os docentes e discentes da instituição, cumpriu-se o objetivo de promover a disseminação tanto da importância da elaboração de desenhos de projetos estruturais, quanto do próprio AutoCAD dentro do campus.

Por fim, com a futura divulgação dos arquivos espera-se que a prática dos desenhos estruturais seja estimulada em outros campi, assim como a importância dos projetos estruturais para a área da construção civil e, conseqüentemente, para a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 6118 (2014). *Estruturas de concreto armado – Procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT.
- Bastos, P. S. D. S. (2006). Fundamentos do concreto armado. *Bauru: UNESP*.
- Santos, J. S. (2017). Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios. *São Paulo, Oficina de Textos*.