



Departamento de Engenharia Civil
Rua Expedicionário Ernesto Pereira, Nº 99
Taubaté – SP CEP: 12020330
Tel.: (12) 3625-2250
E-mail: civil@unitau.br

VINICIUS GONGORA MORAES DE TOLEDO

CONSIDERAÇÕES SOBRE O LANÇAMENTO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFÍCIOS

(VIGAS, LAJES, PILARES):

Considerações e discussões sobre uma atividade com os
alunos do Curso de Engenharia Civil da UNITAU

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TAUBATÉ
2019**

VINICIUS GONGORA MORAES DE TOLEDO

**CONSIDERAÇÕES SOBRE O LANÇAMENTO DE
ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO ARMADO EM
EDIFÍCIOS (VIGAS, LAJES, PILARES):**

Considerações e discussões sobre uma atividade com os
alunos do Curso de Engenharia Civil da UNITAU

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Civil da
Universidade de Taubaté.

Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni
Orientador

**TAUBATÉ
2019**



Departamento de Engenharia Civil
Rua Expedicionário Ernesto Pereira, 99
Taubaté-Sp12.020-330
Tel.: (12)3635-2250
e-mail: civil@unitau.br

VINICIUS GONGORA MORAES DE TOLEDO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Prof. Me. SÉRGIO LUIZ LOUSADA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni
Orientador: Departamento de Engenharia Civil da UNITAU

Eng^a Daniela Alessandra Rocco
Engenheira Civil

Eng^a Alessandra Fernanda Pedroso de Siqueira
Engenheira Civil

Dezembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de nossa vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do nosso pensamento e de nossa gratidão.

Agradeço ao nosso orientador Prof. Antonio Wanderley Terni, por toda sua dedicação, disposição e incentivo que nos ofereceu sempre de boa vontade e, também, pela sabedoria que nos guiou nesta trajetória.

Ao engenheiro estrutural Pedro Maciel de Souza Pinto, por toda a ajuda técnica e pelos conhecimentos estruturais que foram essenciais para este material.

Aos meus colegas de sala, que se dispuseram a participar da atividade proposta neste trabalho.

A Secretaria do Curso pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o nosso reconhecimento à nossa família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

TOLEDO, V. G. M. Considerações sobre o lançamento de elementos estruturais de concreto armado em edifícios (vigas, lajes e pilares): Considerações e discussões sobre uma atividade com os alunos do Curso de Engenharia Civil da UNITAU. **2019. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil DO Departamento de Engenharia Civil DA Universidade Taubaté, Taubaté, 2019.**

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de analisar e discutir os resultados de uma atividade desenvolvida junto aos alunos do Curso de Engenharia Civil da Unitau que estão prestes a se formar basicamente relativos aos conceitos e considerações sobre os procedimentos de lançamento de uma estrutura de concreto armado de um edifício, fundamentalmente sobre o posicionamento de vigas, lajes e pilares, tomando-se em conta as poucas informações adquiridas relativas a tais procedimentos e que não são normalmente propostas e explicitadas nas disciplinas como complementação da parte teórica. Para tanto, a atividade propõe num primeiro momento, colocar os alunos perante a um desafio: Sem alguma prévia explicação técnica, oferecer uma planta arquitetônica correspondente a um andar-tipo de quatro apartamentos tendo-a como base para desenvolver o lançamento da estrutura. No segundo momento, após recolhidas as propostas de lançamento elaboradas, são oferecidas aos alunos alguns comentários e explicações que a prática e experiência recomendam além de exposições de alguns conceitos técnicos que se deve considerar antes de lançar a estrutura. A mesma planta é fornecida novamente aos alunos para que mais uma vez refaçam a atividade de lançamento, e, assim, poder-se analisar a evolução da qualidade da tarefa de lançamento da estrutura após explicações ofertadas.

Palavras-chave: Lançamento; Estrutura; Elementos estruturais; Concreto armado; Edifício.

Abstract

This work aims to analyze and discuss the results of an activity developed with the students of the Civil Engineering Course of Unitau that are about to form basically related to the concepts and considerations about the procedures of launching a reinforced concrete structure of a fundamentally about the positioning of beams, slabs and pillars, taking into account the little information acquired regarding such procedures and which are not normally proposed and explained in the subjects as a complement to the theoretical part. To this end, the activity proposes, at first, to put the students facing a challenge: Without any prior technical explanation, offer an architectural plan corresponding to a four-standard floor, based on it to develop the launch of the structure. In the second moment, after the elaboration of the elaborated launch proposals, the students are offered some comments and explanations that the practice and experience recommend, besides expositions of some technical concepts that should be considered before launching the structure. The same architectural plan is provided again for students to redo the launch activity, so that they can analyze the quality evolution of the framework launch task after explanations offered.

Keywords: Launch; Structure; Structural elements; Reinforced concrete; Building.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Representação esquemática de pilar e viga.....	4
Figura 2 -	Representação esquemática de vigas e pilares	5
Figura 3 -	Representação esquemática de laje.....	6
Figura 4 -	Representação esquemática de uma planta de arquitetura	11
Figura 5 -	Locação de pilares.....	12
Figura 6 -	Locação de pilares.....	13
Figura 7 -	Locação de vigas e pilares	15
Figura 8 -	Representação esquemática de uma planta baixa	16
Figura 9 -	Locação de vigas e pilares de acordo com as considerações anteriores	17
Figura 10 -	Possível solução para locação dos pilares e vigas.....	18
Figura 11 -	Auditório do Departamento de Engenharia Civil UNITAU com a presença dos alunos participantes da atividade	25
Figura 12 -	Explicações e comentários iniciais aos alunos do Prof. Wanderley referente a atividade no auditório do Departamento de Engenharia Civil UNITAU	26
Figura 13 -	Planta utilizada para desenvolvimento da atividade de lançamento de uma estrutura.....	27
Figura 14 -	Momento do início da atividade	28
Figura 15 -	Atividade sendo desenvolvida pelos alunos no auditório.....	28
Figura 16 -	Alunos que demonstraram dificuldades em realizar a atividade no primeiro momento.....	29
Figura 17 -	Apresentação pelo Prof. Wanderley em forma de aula do conteúdo	30
Figura 18 -	Deslocamento da posição do pilar para não prejudicar a vaga de garagem	35
Figura 19 -	Posicionamento de pilares.....	35
Figura 20 -	Posicionamento de um pilar para apoio de vigas em situação especial	36

Figura 21 -	Posicionamento de pilares próximos na extremidade da viga	38
Figura 22 -	Posicionamento de pilares próximos na região central do tramo	38
Figura 23 -	Viga aparente que delimita uma pequena região do hall de circulação	42
Figura 24 -	Colocação de paredes sobre as lajes – Simplificação da estrutura..	43
Figura 25 -	Introdução de uma viga chata na estrutura	44
Figura 26 -	Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 1ª parte	45
Figura 27 -	Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 1ª parte	46
Figura 28 -	Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 2ª parte	48
Figura 29 -	Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 2ª parte	49
Figura 30 -	Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 1ª parte	50
Figura 31 -	Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 1ª parte	51
Figura 32 -	Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 2ª parte	53
Figura 33 -	Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 2ª parte	54
Figura 34 -	Resolução da atividade proposta por Cíntia Barbosa, 1ª parte	56
Figura 35 -	Resolução da atividade proposta por Cíntia Barbosa, 1ª parte	57
Figura 36 -	Slide inicial da apresentação referente a lançamento de estrutura. .	60
Figura 37 -	Considerações iniciais. Considerações sobre os conceitos de Estruturas de CA	61
Figura 38 -	Considerações sobre o dimensionamento de elementos de CA	61
Figura 39 -	Considerações sobre detalhamento: Vigas	62
Figura 40 -	Considerações sobre detalhamento: Lajes.....	62
Figura 41 -	Considerações sobre detalhamento: Pilares	63
Figura 42 -	Comentários: Projeto Arquitetônico versus Projeto Estrutural	63
Figura 43 -	Comentários: Projeto Arquitetônico versus Projeto Estrutural – Utilização de Softwares	64
Figura 44 -	Comentários sobre Projeto Estrutural versus Fase construtiva	64
Figura 45 -	Comentários sobre Projeto Estrutural versus Empreendimento finalizado	65

Figura 46 - Comentários sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura	65
Figura 47 - Comentários: sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura. Análises da proposta de lançamento. Modelo 3D para auxílio das análises	66
Figura 48 - Comentários sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura. Dificuldades, considerações e desafios na tarefa de executar o lançamento e de gerar a estrutura	66
Figura 49 - Comentários: sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura. Continuação: Desafios na tarefa de executar o lançamento e de gerar a estrutura.....	67
Figura 50 - Comentários sobre a proposta de uma Atividade: Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.	67
Figura 51 - Desenvolvimento da Atividade: Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura	68
Figura 52 - Desenvolvimento da Atividade – Vista do apartamento-tipo com as cotas Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	CONCEITOS BÁSICOS ESTRUTURAIS	4
2.1	Pilares	4
2.2	Vigas	5
2.3	Lajes.....	5
3	ETAPAS DE UM PROJETO ESTRUTURAL	7
3.1	Projeto Arquitetônico	7
3.2	Visita à obra	7
3.3	Definição Sistema Estrutural	8
3.4	Cálculo Estrutural	8
4	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE POSICIONAMENTOS DE VIGAS E PILARES	10
4.1	Considerações iniciais para locação dos pilares	11
4.2	Considerações iniciais para locação das vigas	14
5	CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE DE LANÇAMENTO DA ESTRUTURA	20
6	SOBRE ALGUNS ASPECTOS QUE PODEM SER CONSIDERADOS PARA O LANÇAMENTO DA ESTRUTURA	30
7	DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DAS ATIVIDADES	44
8	CONCLUSÃO	58
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

A construção civil tem uma importância direta na vida das pessoas tendo em vista seu gasto de recursos financeiros a serem dispendidos e seu sonho de consumo de aquisição de um imóvel, o desejo de sua habitação. Anseia que seja confortável e segura. Mesmo que de forma inconsciente, para a maioria das pessoas há a preocupação com a estabilidade e a durabilidade de seu imóvel tornar-se inerente. Tem-se que atentar cada vez mais com os possíveis problemas, patologias e percalços que possam surgir ao longo do tempo que podem advir por diversas causas.

Tais problemas podem surgir por vários motivos e de vários modos a fim de minorar a vida útil do imóvel ou até mesmo a desocupação imediata se for preciso.

Neste contexto, entre outros procedimentos e cuidados, o desenvolvimento de um bom projeto é de suma importância o que implica desde o início numa proposta de bom lançamento da estrutura.

Os posicionamentos dos elementos básicos na estrutura, isto é, da alocação das vigas, lajes e pilares é uma das fases mais importantes de um projeto estrutural.

O mau posicionamento dos pilares ou mesmo as más avaliações dos pré-dimensionamentos destes elementos, podem levar a variados problemas, como estruturas pouco estáveis do ponto de vista global, estruturas que não atendem às condições de serviço ou a um aumento no custo da estrutura.

Como se pode verificar na literatura clássica e nos materiais didáticos disponíveis sobre o assunto referente ao dimensionamento de elementos estruturais de concreto armado e, conseqüentemente, na forma do oferecimento na maioria das disciplinas dos cursos de engenharia civil, invariavelmente apresenta-se somente a rotina de cálculo dos elementos estruturais já com a situação do esquema estrutural definido, ou seja, com as avaliações das ações e as vinculações já estabelecidas e formalizando-se apenas o dimensionamento e o detalhamento requeridos.

Por outras palavras, a concepção da estrutura a partir de seu lançamento sobre o projeto arquitetônico, por vezes se encontra resolvida e as considerações do posicionamento dos elementos estruturais não são discutidas com os alunos.

Evidentemente que o desenvolvimento da etapa descrita no parágrafo anterior é fundamental no projeto estrutural e quanto a esta etapa não há discussão quanto a sua importância e é imperioso este conhecimento da rotina de dimensionamento e detalhamento das armaduras de elementos de concreto armado.

Em contrapartida, não resta dúvidas de que o lançamento, ou talvez melhor dito, o posicionamento racional dos elementos estruturais, traz em seu bojo uma série de vantagens técnicas, entre outras, econômicas, financeiras, de planejamento e de ajuste às condições arquitetônicas propostas.

Percebe-se que se pode desenvolver junto aos alunos as considerações sobre o lançamento dos elementos estruturais sobre o projeto arquitetônico com pouco dispêndio de tempo sem afetar a essência do legado da disciplina e contribuindo de várias maneiras na formação do aluno.

2. CONCEITOS BÁSICOS ESTRUTURAIS

Para auxiliar na contextualização deste trabalho, julga-se interessante ter-se algumas noções e definições básicas de sistemas estruturais.

2.1. PILARES

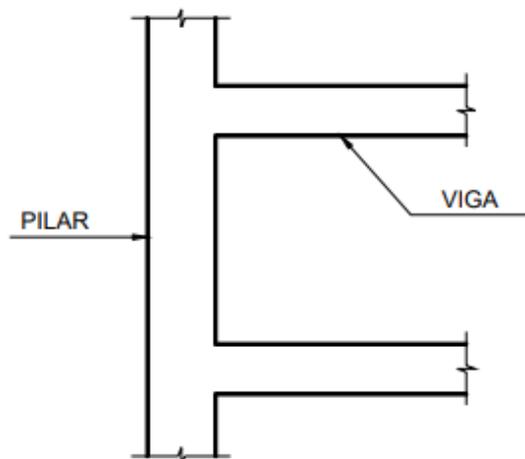
Pilares são elementos estruturais normalmente dispostos na vertical, em que as ações predominantes atuantes são normais de compressão e com a situação de dimensionamento e sob efeito de flexão-compressão devido a introdução de momentos fletores em suas extremidades geralmente por conta das ligações com as vigas e das excentricidades assumidas de caráter normativo.

As funções principais podem ser compreendidas por:

- ✓ Transmitir as solicitações da superestrutura aos elementos de fundação;
- ✓ Resistir as solicitações provenientes de ações horizontais na estrutura e
- ✓ Contribuir de forma significativa na estabilidade global da estrutura.

Juntamente com as vigas, os pilares formam pórticos em que grande parte nos edifícios são responsáveis por resistir as ações tanto verticais, que no caso são transferidas pelas estruturas dos andares superiores aos inferiores, quanto ações horizontais decorrentes da ação do vento.

Figura 1 – Representação esquemática de pilar e viga



FONTE: Concepção e Análises de Estruturas de Edifícios em Concreto Armado (BARBOZA, 2008)

2.2. VIGAS

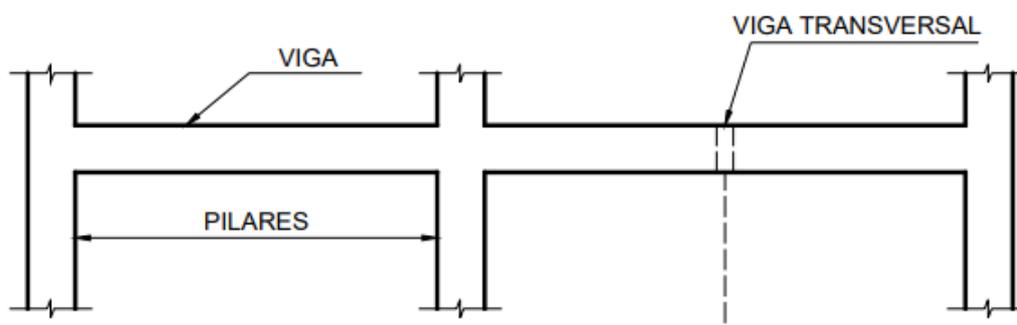
Vigas são elementos estruturais lineares em que as ações predominantes atuantes são de flexão-simples.

As funções principais podem ser compreendidas por:

- ✓ Transmitir as solicitações da superestrutura aos apoios, normalmente aos pilares;
- ✓ Resistir as solicitações provenientes de momento fletor, dos esforço cortante, do momento torsor e as esforços normais de tração e compressão e
- ✓ Vencer vãos a fim de contribuir na estabilidade global da estrutura.

Os carregamentos nas vigas são geralmente provenientes dos bordos de lajes, da ação dos pesos de alvenaria, de pilares e de outras vigas, normalmente perpendiculares ao eixo longitudinal.

Figura 2 – Representação esquemática de vigas e pilares



FONTE: Concepção e Análises de Estruturas de Edifícios em Concreto Armado (BARBOZA, 2008)

2.3. LAJES

Laje é um elemento estrutural bidimensional plano em que as ações predominantes atuantes são de ações verticais.

As principais funções podem ser compreendidas por:

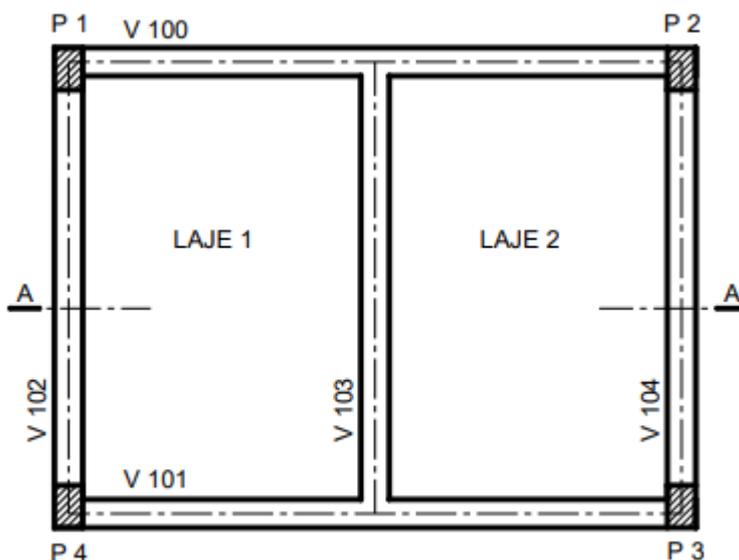
- ✓ Transmitir as solicitações normalmente para as vigas de apoio geralmente pelas suas bordas, podendo-se, também, transmitir diretamente aos pilares;
- ✓ Servir como base de utilização como piso ou cobertura nas construções.

Os carregamentos atuantes nas lajes podem ser, entre outros:

- ✓ Distribuídos na sua superfície como seu peso próprio, o peso do contrapiso, de revestimentos e;
- ✓ Distribuídos como cargas concentradas como móveis, pessoas e oriundo de pilares que se apoiam nas lajes.

As lajes podem possuir diversas tipologias como, entre outras, as maciças, lisas e as pré-moldadas.

Figura 3 – Representação esquemática de laje



FONTE: Concepção e Análises de Estruturas de Edifícios em Concreto Armado (BARBOZA, 2008)

3. ETAPAS DE UM PROJETO ESTRUTURAL

3.1. PROJETO ARQUITETÔNICO

Rauber (2005), afirma que criar um projeto arquitetônico é trabalhoso, e que é responsabilidade do arquiteto avaliar os aspectos técnicos que envolvem uma edificação. A partir do projeto arquitetônico que se é possível conceber os projetos complementares, sendo assim justo afirmar que os complementares dependem diretamente da qualidade que é realizado o projeto arquitetônico.

Normas como a NBR 6492:1994 (ABNT, 1994) e a NBR 13532:1995 são fundamentais para a elaboração do projeto, visto que estes se dizem respeito a elaboração e representação de projetos arquitetônicos.

O projeto estrutural é diretamente influenciado pelo arquitetônico por meio da interferência dos espaços, como alturas de vigas, locação dos pilares, entre outras situações.

A qualidade e o sincronismo destes projetos dependem exclusivamente de profissionalismo de ambas as partes, afim de garantir a funcionalidade da estrutura, a estética arquitetônica do empreendimento e bons custos de execução da obra.

3.2. VISITA À OBRA

É de fundamental importância realizar uma visita no local da obra.

É preciso fazer uma análise geral das condições ambientes do terreno, como por exemplo, uma análise tátil-visual do solo, observar as construções vizinhas e de divisa com a obra.

Verificar a disponibilidade de materiais específicos na região e também da facilidade de acesso dos equipamentos é de grande importância para a elaboração da estrutura do projeto.

3.3. DEFINIÇÃO SISTEMA ESTRUTURAL

Um passo fundamental no projeto estrutural é definir qual o sistema estrutural que deve ser utilizado para a obra em questão.

Com as informações do projeto arquitetônico, investigação do solo e das áreas vizinhas ao terreno, o engenheiro responsável deve propor ao cliente o sistema estrutural mais ideal, sempre de acordo com o projeto de arquitetura.

Atualmente, dentre os mais utilizados, está o de concreto armado, alvo deste trabalho.

Na maioria das vezes o arquiteto desenvolve o projeto arquitetônico tendo em mente as considerações do sistema estrutural e, sendo assim, é interessante projetar-se com a visão de atender as reais necessidades que a arquitetura demanda.

3.4. CÁLCULO ESTRUTURAL

Após as análises do projeto arquitetônico e coerentemente colhidas as informações, propõe-se o sistema estrutural a partir do lançamento dos elementos estruturais, fundamentalmente locando-se as vigas, lajes e pilares.

Assim, efetivamente inicia-se o dimensionamento e detalhamento desses elementos estruturais e, nesta etapa, o engenheiro pode fazer uso de técnicas específicas e valer-se do uso de programas computacionais para o processo de análise estrutural que invariavelmente tem inclusas as devidas normas técnicas.

O engenheiro deve definir e adotar parâmetros necessários referentes aos dimensionamentos que incluem, entre os principais:

- ✓ As dimensões das seções transversais dos elementos como as vigas e pilares;
- ✓ As espessuras das lajes;
- ✓ As sobrecargas nos pisos;
- ✓ A resistência característica do concreto,

- ✓ A categoria do aço e conseqüentemente estabelecer a tensão de escoamento característica;
- ✓ Os cobrimentos;
- ✓ Os diâmetros das armaduras.
- ✓ Dessa maneira, torna-se apto a dimensionar:
- ✓ Vigas;
- ✓ Pilares;
- ✓ Lajes e
- ✓ Fundação.

4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS POSICIONAMENTOS DE VIGAS E PILARES

Assumir as posições das vigas e pilares significa dispor racionalmente e adequadamente os diversos elementos estruturais de forma que trabalhem de forma conjunta para resistir às ações atuantes no edifício e assim garantir sua estabilidade.

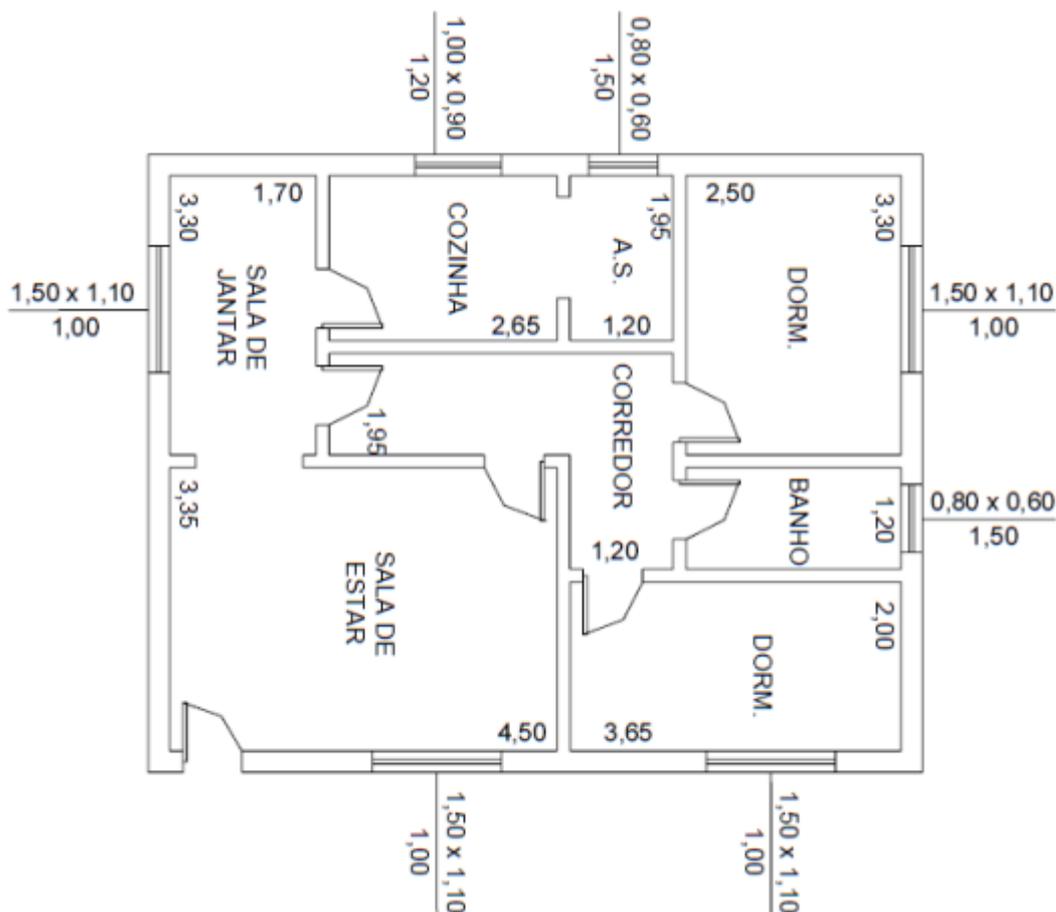
É importante ter conhecimento sobre o projeto como um todo.

Assumir a posição de um pilar implica que deve ocorrer, preponderantemente, um alinhamento vertical desde a fundação até o último andar do empreendimento.

Por exemplo, deve-se analisar as posições das vagas de estacionamento, caixas d'água, geradores e das caixas de elevador para posicionamento dos pilares e esta deve ser uma consideração fundamental para locação.

Inicialmente, a título de ilustração desta tarefa de lançamento de uma estrutura, utiliza-se uma planta arquitetônica de arranjo simples conforme vê-se na Figura 4, com o intuito de explicar a técnica que determina o posicionamento das vigas e pilares.

Figura 4 – Representação esquemática de uma planta de arquitetura



FONTE: Projeto estrutural de Edifícios (CASTRO, 2012)

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS PARA LOCAÇÃO DOS PILARES

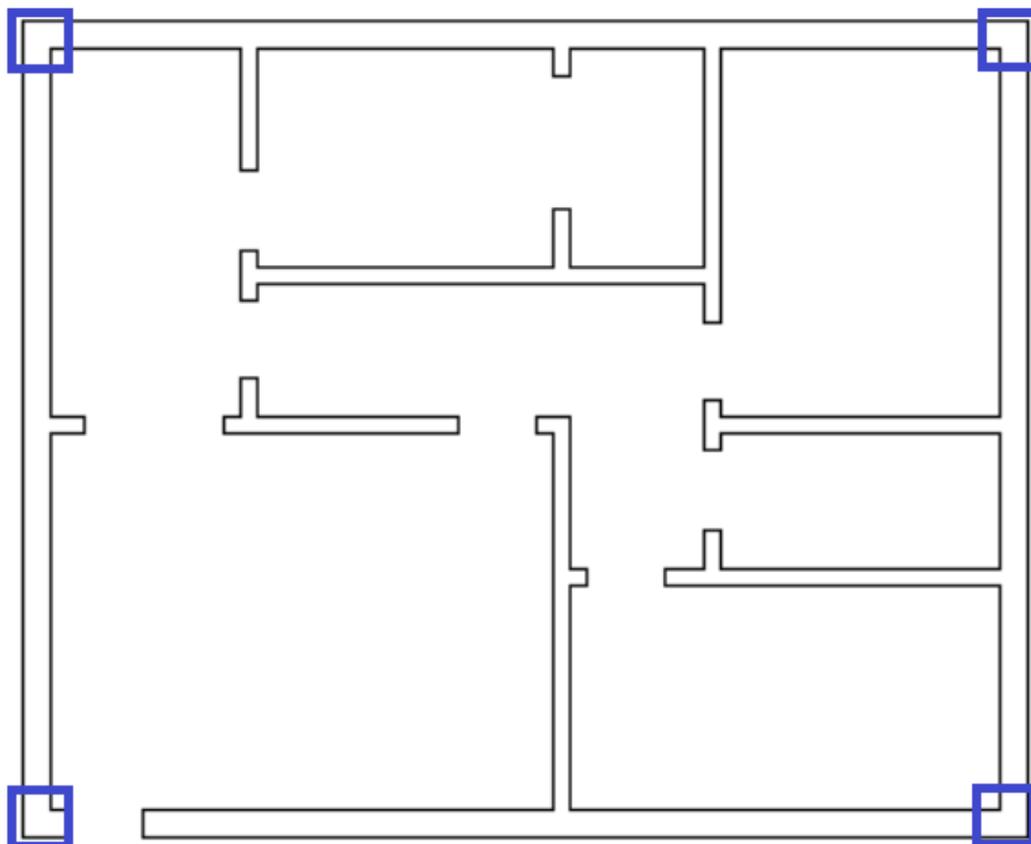
A recomendação inicial é inserir pilares nos cantos da edificação o que geralmente se é impellido a executar.

Deve-se ter em mente que este posicionamento inicial é benéfico do ponto de vista estrutural e deve ser analisado se também é válida do ponto de vista arquitetônico.

Pilares que coincidem com paredes de alvenaria podem escondê-lo de forma que não há perda de espaço útil e a estética é preservada.

Também é importante escolher regiões que não sejam muito nobres para locação de pilares como, por exemplo, atrás de portas e em cantos de armários embutidos

Figura 5 – Locação de pilares



FONTE: Adaptado de Projeto estrutural de Edifícios (CASTRO, 2012)

O critério para se determinar as distâncias entre pilares pode variar de acordo com as dimensões do cômodo representado no projeto arquitetônico, com os posicionamentos de portas e janelas e com o tipo de edifício em questão.

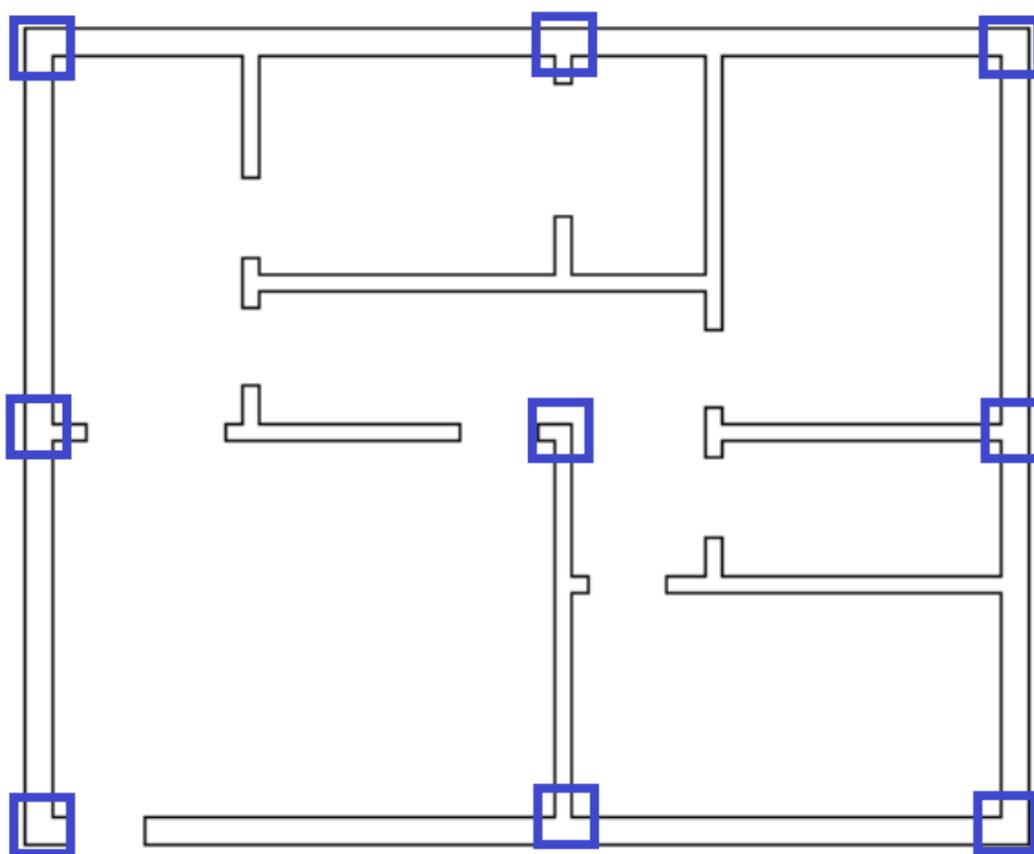
Deve-se ter em mente que pilares muito distantes podem exigir uma maior área de seção transversal para compensar, estruturalmente, a sua rigidez podendo ocasionar em perda de espaço livre, como também prejudicar a estética visual do empreendimento.

Já pilares muito próximos, pode causar um aumento significativo em quantidade, podendo gerar um custo maior para sua execução, situações indesejáveis no projeto de fundação e também podendo influenciar na arquitetura do projeto.

Como base, pode-se considerar uma distância entre pilares de 2,5m à 6,0m.

Analisando a planta em questão, os pilares iniciais estão separados por uma distância acima da média, o que demonstra a necessidade de inserir novos pilares.

Figura 6 – Locação de pilares



FONTE: Adaptado de Projeto estrutural de Edifícios (CASTRO, 2012)

É importante ressaltar que, a posição dos pilares deve ser estudada considerando o edifício como um todo, isto é, deve-se analisar se estas posições não influenciam em vagas de garagem e manobras de carros como também se não interferem em áreas sociais tais como recepção, salão de jogos, salão de festas, entre outras.

4.2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS PARA LOCAÇÃO DAS VIGAS

A estruturação segue-se com o posicionamento das vigas considerando que a melhor forma, do ponto de vista estrutural, é aquela que traduz juntamente com os pilares, as formas em pórticos.

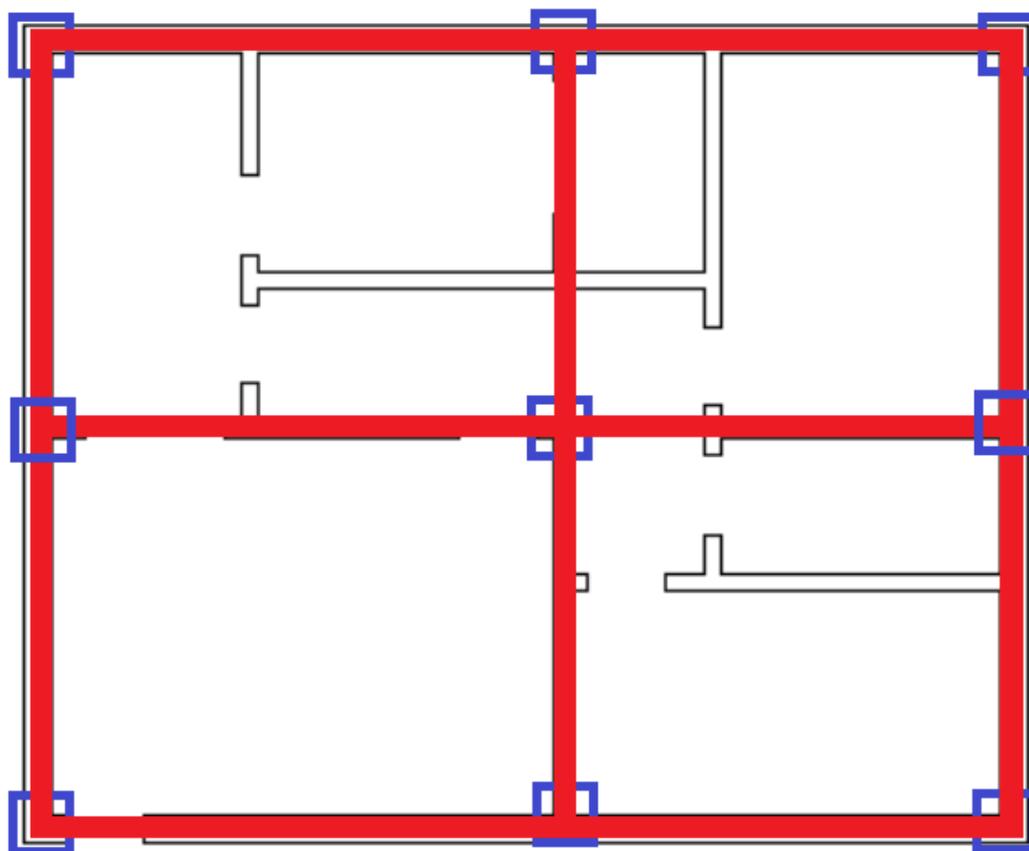
Procura-se sempre lançar as vigas de forma que possam ser embutidas em paredes e, dessa forma, impedindo-as de ficarem aparentes.

Por vezes, há um expressivo ganho no projeto estrutural se paredes apoiam-se diretamente na laje, principalmente por paredes mais leves, como por exemplo, de gesso acartonado e divisórias, eliminando-se um excesso na quantidade de vigas, simplificando o esquema estrutural e facilitando a execução de formas. No limite, pode-se imaginar uma proposta de estrutura de um edifício apenas com pilares e lajes.

Segundo a NBR 6118, em seu item 14.7.8 - *Lajes lisas e lajes-cogumelo*, *lajes-cogumelo* são lajes apoiadas diretamente em pilares com capitéis, enquanto *lajes lisas* são apoiadas nos pilares sem capitéis. A análise estrutural de lajes lisas e cogumelo deve ser realizada mediante emprego de procedimento numérico adequado, por exemplo, diferenças finitas, elementos finitos ou elementos de contorno.

Na planta em questão, pode-se propor a distribuição das vigas da seguinte forma:

Figura 7 – Locação de vigas e pilares



FONTE: Adaptado de Projeto estrutural de Edifícios (CASTRO, 2012)

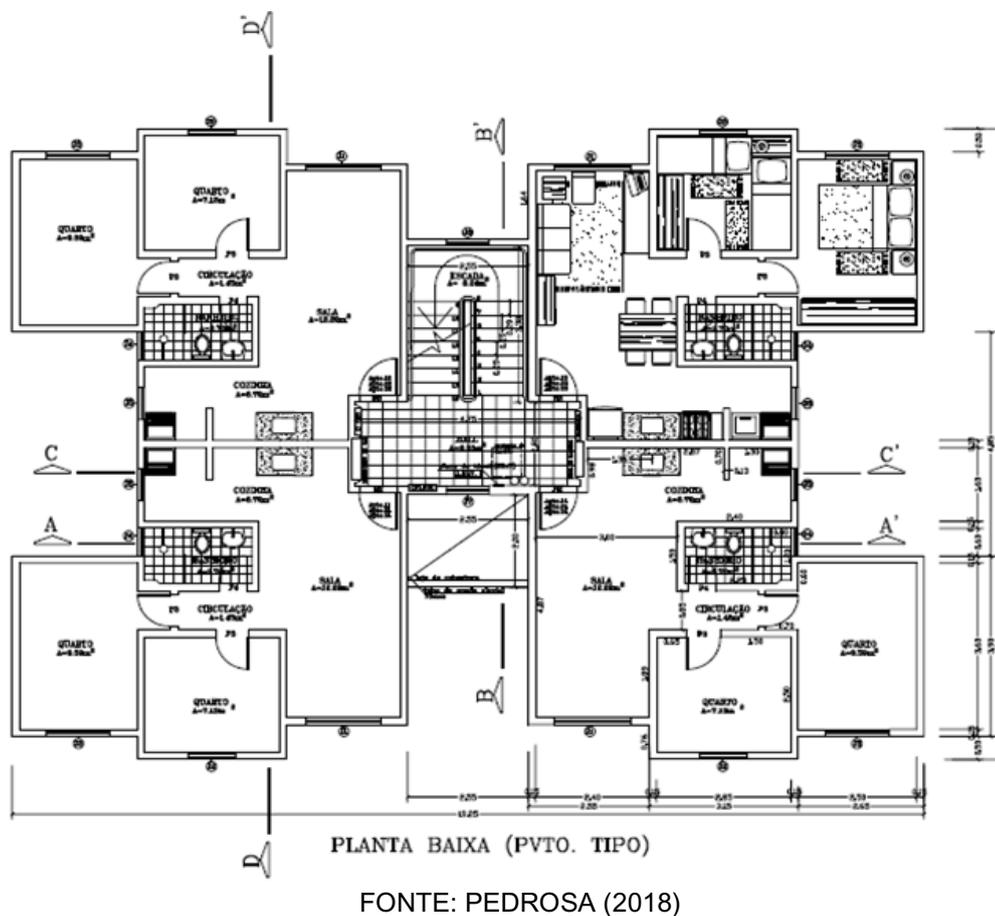
Deste modo, propõe-se uma distribuição racional e estruturalmente benéfica a fim de proporcionar estabilidade e estética arquitetônica da obra em questão.

Deve-se sempre lembrar que não há uma maneira única de se distribuir as vigas e pilares e que a visão do engenheiro pode variar de empreendimento para empreendimento.

O que se deve almejar o quanto for possível ao se propor o lançamento é uma maneira mais racional da distribuição dos elementos do projeto estrutural de forma a permitir, com as devidas interdependências, um bom comportamento estrutural, um custo aceitável, uma execução factível e uma harmonia com o projeto arquitetônico.

Analisa-se agora uma proposta de uma planta arquitetônica mais complexa que a anterior.

Figura 8 – Representação esquemática de uma planta baixa

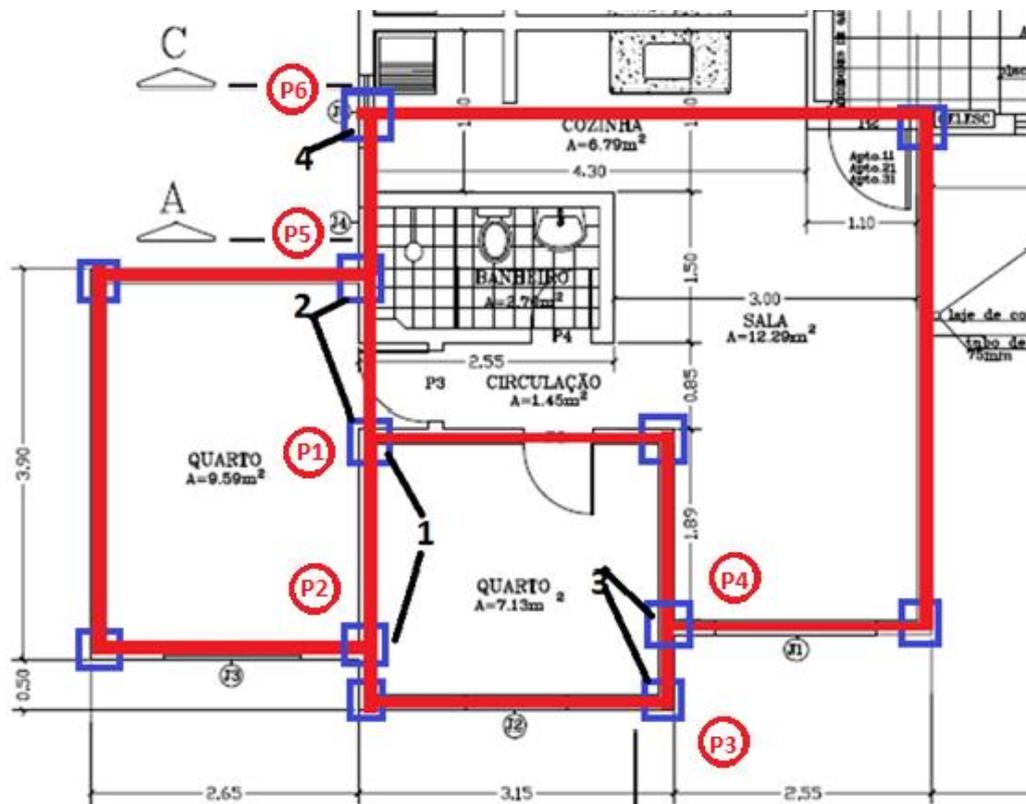


Como pode-se verificar na planta proposta na Figura 8, não há uma linearidade na periferia do edifício.

Sendo assim, percebe-se que há necessidade de uma nova análise onde pode-se discutir variadas soluções para o lançamento da estrutura.

Seja a proposta de lançamento da estrutura numa planta arquitetônica conforme vê-se na Figura 9 e deve-se observar com mais o que ocorre caso sejam utilizados os mesmos conceitos vistos na planta anterior:

Figura 9 – Locação de vigas e pilares de acordo com as considerações anteriores



FONTE:

É possível identificar diversas consequências que ocorreriam na edificação caso utilize-se deste esquema.

Enumera-se alguns deles para comentar a respeito.

O espaçamento entre os pilares P1 e P2 está numa distância de 1,89 m, o que gera um custo desinteressante de execução, visto que dois pilares tão próximos podem ter seu efeito estrutural reduzido.

Semelhante ao que se comenta no parágrafo anterior, o espaçamento entre os pilares P1 e P5 também é uma proposta de lançamento pois a distância entre eles é pequena. Neste caso, o posicionamento do pilar P3 localizado na extremidade da edificação se torna desnecessária posto que há um pilar próximo, o pilar P4 cumpre a função estrutural.

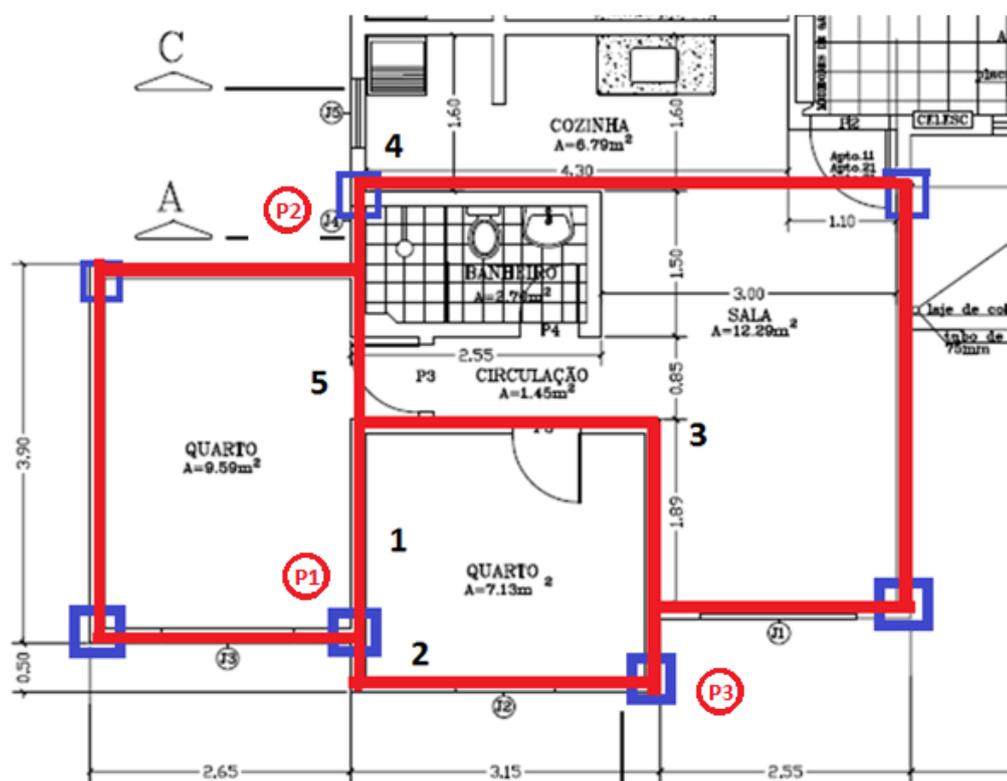
De acordo com o alinhamento da viga, o pilar P6 se encontra em cima da projeção de uma janela, o que torna inviável a sua utilização nesta posição.

Como se percebe, neste esquema há uma superlotação de pilares, no caso doze, gerando um aumento significativo dos vãos de viga, podendo comprometer a estética e o custo do empreendimento.

A solução para este caso pode ser pensada de diversas formas.

A princípio, visando atender a estética, a funcionalidade e o custo da obra, propõe-se uma das possíveis soluções para este caso.

Figura 10 – Possível solução para locação dos pilares e vigas



FONTE:

Visualmente pode-se identificar um lançamento estrutural mais limpo, eficaz e coerente.

Comenta-se a seguir alguns pontos marcados.

Observando-se na direção vertical do esquema da Figura 10, a distância entre os pilares P1 e P2 possui 4,30 m, em média, de tal forma que se consegue manter

uma estética razoável e pode-se vislumbrar a dispensa de alguns pilares e vislumbrar a redução do custo, sem comprometer a segurança estrutural do edifício.

Engastar uma viga à outra não é efetivamente uma proposta descartável, ao contrário, pode ser uma solução. Dessa forma, consegue-se retirar um pilar cuja efetividade quanto ao comportamento estrutural não seja relevante e possibilite manter a propriedade estética e funcional desejada.

Neste caso, também pode-se inferir, como uma boa solução, engastar duas vigas devido principalmente a curta distância entre elas.

Não é necessário posicionar-se um pilar (P4) na extremidade da laje. Pode-se deslocá-lo de alguns centímetros de tal forma que não prejudique a funcionalidade da estrutura e possibilite solucionar o problema de o pilar ser posicionado sobre a posição de uma janela.

Deve-se sempre analisar o vão entre pilares para poder determinar a efetividade de poder-se utilizar mais de um engaste.

Com esta nova solução, há uma redução da quantidade de doze pilares para sete, favorecendo a distribuição de esforços na estrutura, assim como o custo e a estética arquitetônica do empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE DE LANÇAMENTO DA ESTRUTURA

A seguir, faz-se as considerações sobre o desenvolvimento da atividade junto aos alunos do Curso de Engenharia Civil da Unitau para aferir o grau de afinidade deste alunos nos procedimentos de lançamento dos elementos básicos estruturais de concreto armado sobre uma proposta de um projeto arquitetônico fornecido.

Não se faz alguma ponderação quanto a qualidade do projeto arquitetônico em si apresentado aos alunos para a atividade, isto é, não se analisa o projeto arquitetônico sob os aspectos da disposição dos cômodos, quanto à circulação, à iluminação, à ventilação, ou de qualquer outro ponto de vista técnico como na condição real que merecesse o devido cuidado técnico de um profissional da arquitetura, tomando-o simplesmente como uma plataforma para utilização na atividade proposta de lançamento da estrutura. Em suma, o projeto arquitetônico utilizado na atividade serve apenas para tentar estabelecer pelos alunos uma estrutura de concreto armado compatível à concepção arquitetônica e permitir proceder as análises conforme preconiza o objetivo desta pesquisa.

Para a realização da atividade, fez-se um convite aos alunos do Curso de Engenharia Civil da Unitau, mais especificamente os alunos do nono e décimos semestres, para comparecerem no auditório do Departamento de Engenharia Civil, por intuir-se que os alunos destas séries possuem, ou deveriam possuir, as condições necessárias para proceder ao lançamento de uma estrutura por já terem cursado, entre outras, as disciplinas de *Expressão Gráfica – Desenho Geométrico e Estruturas de Concreto Armado*.

O orientador, Prof. Wanderley, e o proponente deste trabalho, o discente Vinicius Gongora, estabeleceram previamente o planejamento da atividade a ser realizada junto aos alunos, suas etapas e o desenvolvimento.

É importante ressaltar neste instante, que no convite formulado aos alunos para comparecerem ao auditório não foi externado que participariam de uma atividade e que apenas iriam aprimorar seus conhecimentos em relação a algo sobre “estrutura de edifícios” e que seria interessante para suas formações.

Após ministrar em algumas universidades, por décadas, a disciplina de “Estruturas de Concreto Armado” (com variações no nome da disciplina dependendo da instituição), restou demonstrada pela experiência do orientador deste trabalho, a grande dificuldade da maioria do alunato da área de estruturas, em formalizar uma estrutura que se adeque e corresponda as condições de uso em relação a um projeto de arquitetura, para qualquer proposta de utilização, seja para edifícios, galpões, telhados, entre outras.

Constata-se esta situação, de certo ponto indesejável, principalmente para os alunos das últimas séries do curso, pois verifica-se que possuem grandes dificuldades de vislumbrar uma visão espacial da estrutura inserida num contexto harmônico com o projeto arquitetônico, seguidas, também, por suas deficiências técnicas e de desconhecimento sobre os alguns conceitos básicos sobre o assunto.

Em última análise, a atividade a ser desenvolvida pelos alunos, antes de comprovar esta sabida “enorme” dificuldade de desenvolverem o “lançamento”, tenta provar esta realidade.

Posto isto, o orientador e o autor deste trabalho, planejaram algumas etapas programadas para desenvolvimento da atividade que seriam efetivadas.

Resumidamente, descreve-se, a seguir, tais etapas:

✓ *Primeiro passo:*

O Professor Wanderley inicialmente gerenciaria a atividade do ponto de vista das apresentações e contextualizações enquanto que o aluno Vinicius o auxiliaria nas outras atividades correlatas;

✓ *Segundo passo:*

Haveria o recebimento e acolhimento dos alunos e aguardar-se-ia que se acomodassem para que, em seguida, se iniciasse as explanações e justificativas do convite para realização da atividade;

✓ *Terceiro passo:*

Após a acomodação dos alunos e passados os instantes iniciais de agitação, iniciar-se-ia uma apresentação via Power Point pelo Prof. Wanderley e seriam colocadas as ponderações aos alunos dos motivos do convite externando as razões das possíveis dificuldades que a maioria dos alunos tem de proceder ao lançamento dos elementos básicos de concreto armado na planta arquitetônica, fundamentalmente as vigas, as lajes e os pilares;

✓ *Quarto passo:*

Na sequência da programação, seria comentada as situações vivenciadas durante o curso de graduação referentes ao legado das disciplinas que intervêm na interface da atividade de lançamento da estrutura e demonstrar-se-ia que invariavelmente o que se ensina são os procedimentos teóricos inerentes ao dimensionamento em si e ao se desenvolver em sala os exemplos de dimensionamento dos elementos estruturais, se faz de maneira isolada, a partir de um esquema estrutural já definido e sem nenhuma consideração inicial sobre a concepção da estrutura como um todo para posterior atribuição de um modelo ao elemento isoladamente;

✓ *Quinto passo:*

Comentar-se-ia que se deve dar a devida importância as considerações quanto ao dimensionamento e detalhamento do elemento estrutural, posto que é etapa fundamental do processo da análise, porém que se exporia a necessidade altamente interessante, do ponto de vista da formação do engenheiro, de conseguir formalizar uma estrutura global coerente a partir de um projeto arquitetônico para que, aí sim, poder-se estabelecer o esquema estrutural de cada elemento estrutural que permitiria o dimensionamento e detalhamento;

✓ *Sexto passo:*

Mostrar-se-ia aos alunos uma situação real de um projeto arquitetônico relativamente complexo de um edifício de múltiplos andares com a estrutura

“lançada” e já “resolvida do ponto de vista da engenharia” a partir de aplicação de um programa profissional;

✓ *Sétimo passo:*

Mostrar-se-ia a possível real dificuldade de lançar-se a estrutura numa arquitetura como a do exemplo apresentado no slide;

✓ *Oitavo passo:*

Propor-se-ia aos alunos, sem nenhum requisito prévio, condição ou comentários, o “lançamento de uma estrutura” em uma planta arquitetônica de um andar-tipo, a princípio relativamente simples, para aferir, de certa forma, a aptidão de cada aluno referente a este procedimento de lançamento e proceder, num segundo instante, as análises relativas ao escopo deste trabalho;

✓ *Nono passo:*

Solicitar-se-ia aos alunos a permissão do uso das informações referentes ao desenvolvimento que cada um propôs quanto ao lançamento da estrutura para inserir neste trabalho;

✓ *Décimo passo:*

Baseado no “aceite” do aluno em relação a solicitação conforme o passo anterior, solicitar-se-ia, ainda, aos alunos a colocação do nome na folha fornecida com a cópia da planta que utilizariam para lançamento da estrutura e, também, seguir as convenções sugeridas das representações das vigas, lajes e pilares no lançamento e que estariam indicadas em cada folha com a cópia da planta;

✓ *Décimo primeiro passo:*

Explicar-se-ia aos alunos algumas considerações quanto a representatividade gráfica que seria proposta para cada elemento estrutural e que estariam indicados em cada cópia da planta fornecida para gerar a

proposta de cada aluno no lançamento e que permitiria uniformizar junto aos alunos a forma de lançamento;

✓ *Décimo segundo passo:*

Dar-se-ia uma cópia (a mesma) da planta para cada aluno ali presente e esta atividade deveria ser feita num intervalo de tempo estipulado informado aos alunos após a entrega das plantas para todos os participantes;

✓ *Décimo terceiro passo:*

O aluno Vinicius recolheria as propostas de lançamento da estrutura de elaboradas pelos alunos ao término desta etapa da atividade;

✓ *Décimo quarto passo:*

Uma apresentação de algumas considerações referentes ao lançamento seriam fornecidas explicando a relatividade da necessidade estrutural, o que a prática e a experiência recomendam em questões de posicionamento dos elementos e as consequências decorrentes destes posicionamentos esclarecendo, no entanto, que não se tem critérios rígidos no procedimento do lançamento e que variam-se as condições de projeto para projeto;

✓ *Décimo quinto passo:*

A propositura de se pensar, analisar e realmente compreender o projeto como um todo, suas possíveis interferências com os outros projetos como, por exemplo, de instalações, e elencar e estabelecer algumas questões antes de se fazer o lançamento propriamente dito indistintamente;

✓ *Décimo sexto passo:*

A propositura, comentários e considerações de algumas situações clássicas que se assumiriam quando do lançamento;

✓ *Décimo sétimo passo:*

Comentar-se-ia sobre algumas situações de lançamentos que não são de boa norma, gerados principalmente pelo impulso, desconhecimento ou inexperiência na arte do lançamento;

✓ *Décimo oitavo passo:*

Prepor-se-ia após as considerações e intervenções anteriores o lançamento de uma estrutura para a mesma planta durante um intervalo de tempo que a primeira propositura;

✓ *Décimo nono passo:*

Recolher-se-ia o novo lançamento da estrutura para proceder as devidas análises, escopo deste trabalho.

Figura 11 – Auditório do Departamento de Engenharia Civil UNITAU com a presença dos alunos participantes das atividades



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Observa-se, ainda na Figura 11, a atenção dispendida pelos alunos nas explanações e explicações iniciais proferidas pelo Prof. Wanderley.

Neste primeiro momento, os alunos foram expostos a uma breve introdução a respeito do intuito e objetivo deste trabalho, o que provocou interesse e curiosidade da grande maioria.

Figura 12 – Explicações e comentários iniciais aos alunos do Prof. Wanderley referente atividade no auditório do Departamento de Engenharia Civil UNITAU

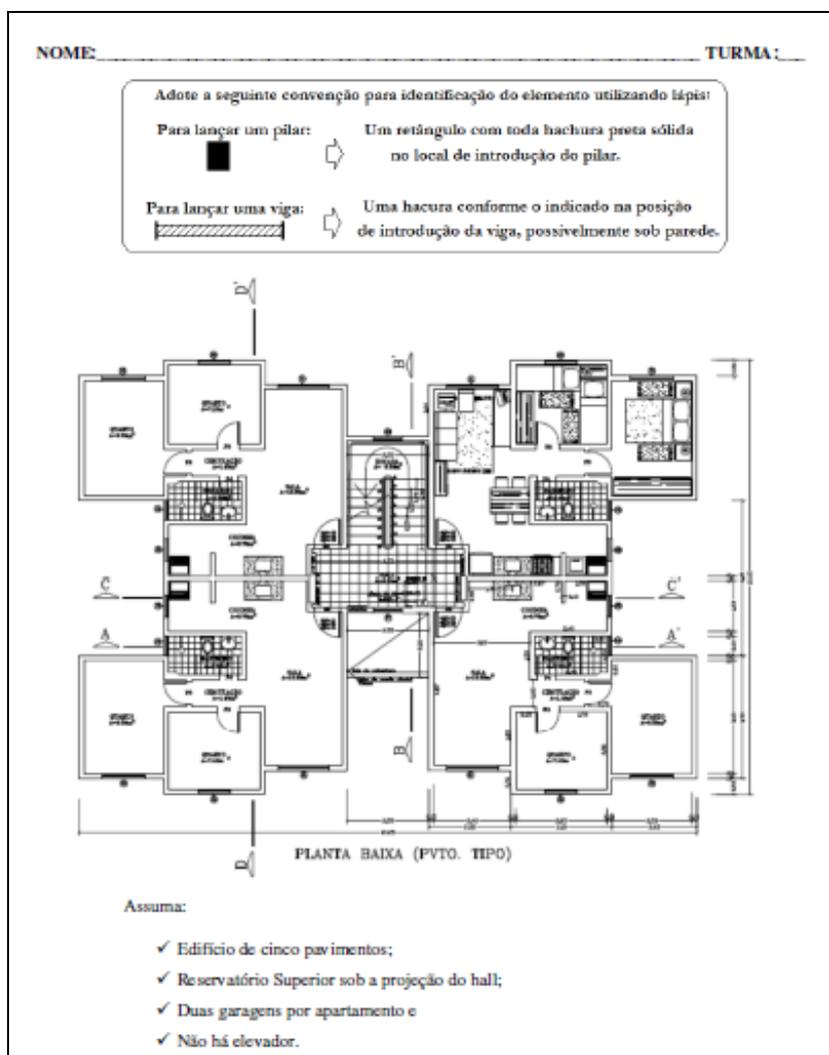


FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Em ato contínuo, foram distribuídas, para cada aluno participante, as folhas contendo o esquema da planta arquitetônica utilizada na atividade para fins de lançamento da estrutura mostrada conforme vê-se na Figura 9. Reforça-se a informação que nenhum dos alunos tinha conhecimento do conteúdo da planta até o instante desta distribuição.

No esquema arquitetônico fornecido, há um quadro, logo abaixo da inscrição do nome, que propõe a convenção gráfica das representações das vigas e pilares para o lançamento dos elementos estruturais na planta.

Figura 13 – Planta utilizada para desenvolvimento da atividade de lançamento de uma estrutura



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Ao receber a planta, foi solicitado aos alunos que desenvolvessem o lançamento da estrutura da maneira que bem entendesse, dentro de seus conhecimentos técnicos e bom senso e fez-se a orientação que todos teriam exatos 20 minutos para a conclusão deste desafio.

Também solicitou-se aos alunos a colocação do nome no espaço indicado na folha entregue com a planta a permissão para que utilizássemos as informações que estariam dispendo nas plantas.

Figura 14 – Momento do início da atividade



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Figura 15 – Atividade sendo desenvolvida pelos alunos no auditório



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Após a conclusão do tempo, as folhas foram recolhidas pelo Vinicius que se dirigia aos alunos para recolhê-la à medida que acenavam indicando que haviam chegado ao término da atividade.

Ao término do tempo, após o recolhimento de todas as folhas, foi solicitado aos alunos que levantassem a mão aqueles que perceberam alguma dificuldade em realizar a atividade de lançamento.

A Figura 16 mostra este instante e de certa forma, já previa-se este retorno de um número expressivo de alunos atestando tal dificuldade.

Figura 16 – Alunos que demonstraram dificuldades em realizar a atividade no primeiro momento



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Resta comprovado que nos bancos escolares aprende-se “todos” os conceitos necessários para dimensionamentos, detalhamentos de armaduras e cálculo de esforços internos, porém não oferece diretrizes mínimas e básicas quanto ao lançamento da estrutura e a parte prática é adquirida no dia a dia.

No segundo momento foi realizada uma apresentação em espécie de aula, de todo o conteúdo presente neste material.

Figura 17 – Apresentação pelo Prof. Wanderley em forma de aula do conteúdo



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Pelos slides apresentados, pelo tempo disponível, foi possível explicar alguns conceitos técnicos e demonstrar sugestões práticas de como pode-se melhorar ou racionalizar o lançamento de uma estrutura de concreto armado de um edifício.

Deve-se ressaltar que todos demonstraram interesse em aprender e tais dinâmicas despertam a curiosidade e a vontade de adquirir conhecimento cada vez maior.

Após toda a explicação do conteúdo deste material aos alunos, novamente todos alunos foram submetidos ao mesmo desafio de lançamento da estrutura, onde avalia-se no item 7 deste trabalho a evolução de algumas propostas de lançamento selecionadas e que de certa forma traz algo interessante para a discussão.

No Anexo A constam os slides da apresentação fornecida para os alunos.

6. SOBRE ALGUNS ASPECTOS QUE PODEM SER CONSIDERADOS PARA O LANÇAMENTO DA ESTRUTURA

Não há uma especificação, código ou regra que se deve seguir rigidamente para se proceder no instante do lançamento dos elementos estruturais sobre uma planta arquitetônica para formalizar a estrutura portante.

No processo de criação de lançamento, há uma série de fatores que podem intervir, interferir e modificar o comportamento da estrutura e certamente sempre há a condição *sine qua non* que se impõe ao profissional que executa esta tarefa, que a de possuir condições técnicas de avaliar as variações durante este processo almejando a solução mais viável dentre das condicionantes de cada projeto.

Não há, na literatura clássica, trabalhos formais em livros ou em capítulos de livros, que discorram de maneira razoável sobre as considerações que se devem tomar no lançamento sobre estruturas.

Na verdade, há considerações referentes ao lançamento dos elementos estruturais, extraídas de materiais apostilados, principalmente aqueles para fins didáticos da disciplina “Estruturas de Concreto “Armado” e em artigos e trabalhos específicos.

Justo é afirmar que a tarefa de se formalizar e conceber uma estrutura a partir de seu lançamento e que se ajuste as condições arquitetônicas e interaja de maneira técnica e razoável com os outros projetos, depende de profissionais experientes e que já elaboraram e modelaram diversos projetos.

Contudo, pode-se extrair de algumas publicações, alguns trechos interessantes referentes a esta linha de ação que podem servir de motivação para desenvolvimento das análises.

Há uma discussão interessante e filosófica na publicação de [RABELLO, 2000] que a seguir é reproduz-se abaixo:

“... Então, qual a melhor solução estrutural? Para responder à pergunta é necessária a formulação de outra: Melhor em relação a quê? A mais fácil de construir? A mais bonita? A mais econômica? A melhor estrutura não existe. Existe, sim, uma boa solução que resolve bem alguns pré-requisitos. Assim mesmo, não resolve todos requisitos com o mesmo grau de eficiência”

Ainda neste prefácio, há algumas considerações de caráter conceitual para definições de estrutura e sua concepção que são interessantes para reflexão.

“... Uma coisa é conceber a estrutura, outra é dimensioná-la para que seja capaz de suportar as condições de trabalho às quais estará submetida. Conceber é compreender, entender e ser capaz de explicar...”

Pelizaro e Cunha (ano), em seu trabalho *“Estudo do pré-dimensionamento de lajes, vigas e pilares de concreto”*, coloca que “deve-se considerar como imprescindível a interação entre o projeto estrutural e o arquitetônico. Comentam que o cálculo e o dimensionamento de uma estrutura de concreto dependem diretamente da elaboração do projeto arquitetônico. No entanto, muitas vezes ao elaborara o projeto, o arquiteto considera muito superficialmente tal interação, sendo clara a separação de ambas. Assim é importante que existam meios e ferramentas que correlacionem tais concepções.”

No artigo para o COBENGE 2006, *Procedimento metodológico para o lançamento de estruturas de concreto armado convencional*, Oliveira e Chamberlain Pravia (2006), iniciam o artigo com uma consideração supostamente reconhecida e importante de que “a construção envolve um grande número de informações relativas a custo, prazo, padrão de qualidade, recursos humanos, equipamentos, tecnologias, entre outras. Se a complexidade de um empreendimento aumenta, a interação entre as atividades técnicas de projetos se faz mais evidente e a troca de informações entre os profissionais e projetistas têm por finalidade adequar soluções técnicas que poderão otimizar a execução, visando principalmente a redução do custo final, sem contudo reduzir qualidade. Neste contexto, a interface entre os projetos de arquitetura e estrutura é um dos que demandam maiores cuidados, onde a estrutura representa, em termos de gastos na execução, um percentual entre 19% e 26% do custo final, enquanto os custos de projetos variam, em média, 1,6% a 2,7% (CÔRREA APUD GOLDMAN, 1986).”

Outra percepção interessante sobre o assunto é apresentada no projeto de Iniciação Científica de título “*Concepção e análise de estruturas de edifícios em concreto armado*”, orientada pelo Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Bastos e desenvolvida pelo discente Marcos Robiati Barboza, realizada em 2008. No resumo da pesquisa já há justificativas que permitem algumas reflexões importantes sobre procedimento do lançamento das estruturas e a evolução deste processo no desenvolvimento de dimensionamento e detalhamento de estruturas. “A evolução dos modelos de análise estrutural de edifícios vem ocorrendo de maneira muito rápida, após o surgimento dos microcomputadores na década de 80, e a tendência atual e futura é cada vez mais analisar a estrutura de forma global, considerando a interação dos diversos elementos, até com o solo. Seguindo essa tendência, as normas brasileiras e os programas computacionais comerciais vêm introduzindo teorias cada vez mais complexas e refinadas de análise e dimensionamento. Embora existam vários trabalhos sobre o projeto estrutural de edifícios, eles encontram-se esparsos, cada um tratando de um item específico.”

Pela relevância da ideia exposta e no contexto que ora se discute, este trabalho transcreve mais um trecho importante da pesquisa de Iniciação científica de Robiati Barboza e Santos Bastos (2008). Pedindo a liberdade para valer-se de um trecho do texto, comentam que “a análise de edifícios é um tópico de grande importância para a Engenharia de Estruturas. Qualquer desenvolvimento técnico obtido para essa área produz, por efeito de escala, um benefício sensível para toda a sociedade, porque os edifícios são em número tão expressivo que deixam as outras estruturas em situação de menor destaque (LISERRE, 2003). Até o advento dos microcomputadores PC em 1981, os projetos dos edifícios de Concreto Armado eram feitos com muito trabalho manual. Os cálculos eram tantos que o engenheiro de estruturas era conhecido como “Engenheiro Calculista” (LONGO, 2003). O modelo de análise consistia basicamente em subdividir a estrutura em elementos mais simples e isolados, fazendo-se uma separação virtual entre as lajes, as vigas e os pilares. Um pavimento de edifício, por exemplo, era dividido em lajes isoladas, que se apoiavam nas vigas de borda, que por sua vez descarregavam suas cargas nos pilares. Esse esquema facilitava a

determinação dos esforços solicitantes, estando hoje limitado a construções de pequeno porte.”

Os autores continuam nessa linha de comentários sobre o cálculo estrutural que permite refletir novamente sobre os avanços no cálculo estrutural e nas análises de estruturas cada vez mais complexas.

Por essas considerações e ponderações, tem-se justificada a importância e a relevância do tema “lançamento da estrutura” por parte do profissional habilitado.

Apresentam-se adiante, e longe de se esgotarem as possibilidades, algumas reflexões interessantes que se devem ter em mente antes de se propor o lançamento da estrutura propriamente dito.

A sequência mostrada a seguir da apresentação dos tópicos ou dos pontos a serem “lembrados” no instante do lançamento, não impõe a este um caráter de prioridade ou ainda a de sua efetiva necessidade de uso ou de aproveitamento deste tópico no processo de lançamento da estrutura.

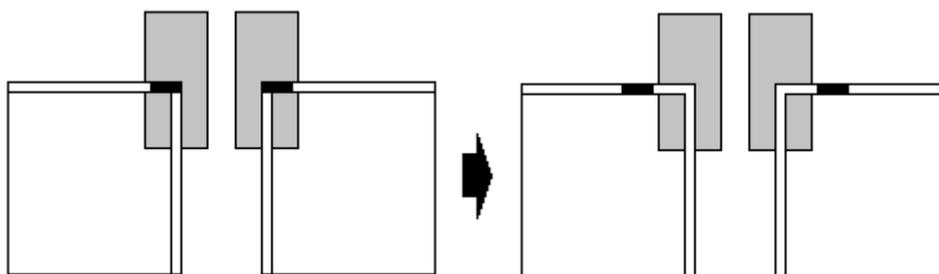
Todas as situações descritas a seguir são efetivamente de conhecimento do orientador deste trabalho e algumas são emprestadas de referências bibliográficas e estão com o devido crédito e registro do autor na citação quando for o caso.

São elas:

- a. *Análise previa da planta arquitetônica em consonância com a planta de distribuição das vagas de garagem.*

Por vezes, o número de vagas de garagem é um fator restritivo na demanda do número de apartamentos do empreendimento. Deve-se analisar o posicionamento de lançamento de pilares para que não ocorram na projeção da vaga de garagem e, assim, restringir o número de vagas. Deve-se analisar situações que pequenos deslocamentos de posicionamento dos pilares não impliquem um grande comprometimento ponto de vista estrutural.

Figura 18 - Deslocamento da posição do pilar para não prejudicar a vaga de garagem



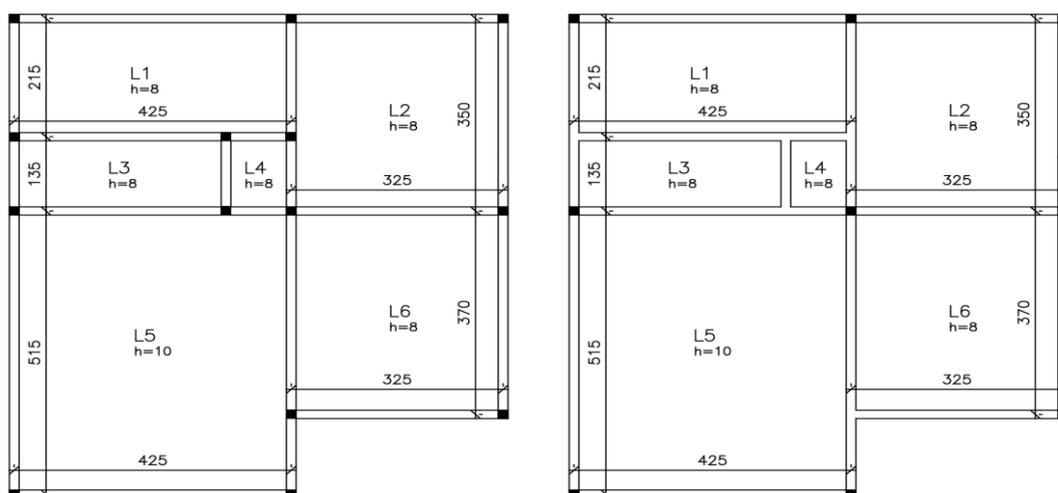
FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

- b. *Tem-se a tendência de posicionar-se os pilares nas quinas das projeções do edifício:*

A tendência quase inevitável e normalmente eficaz é introduzir os pilares nas posições referentes aos cantos das projeções do edifício no projeto arquitetônico como, por exemplo, o representado no esquema esquerdo da Figura 18.

- c. *Por vezes não é necessária a introdução de pilares em “todos” os encontros de vigas:*

Figura 19 - Posicionamento de pilares

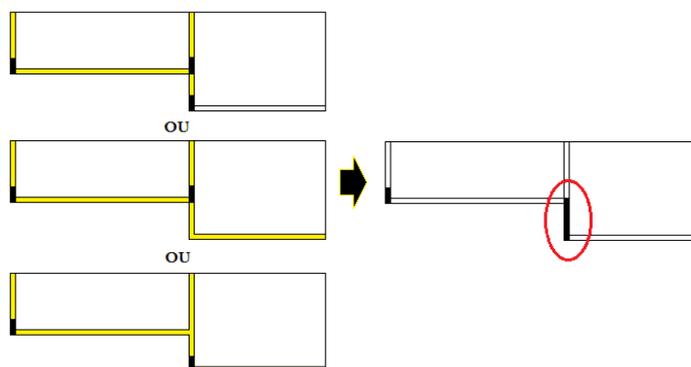


FONTE: Pré-dimensionamento de concreto armado (MOURA, 2019)

- d. Dependendo da condição arquitetônica, pode ocorrer que a introdução de apenas um pilar seja interessante se seu comprimento ficar em torno de 1,0 m.

É evidente que esta condição comentada depende de projeto para projeto e das condicionantes que o engenheiro analisa no instante do lançamento. A própria propositura da dimensão do pilar de ser em torno e 1,0 m pode variar, aumentando-se se for em casos especiais. Deve-se lembrar que sob o pilar a fundação que o sustenta também deve ser alvo da análise. Uma situação de projeto que pode ocorrer a situação comentada é apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Posicionamento de um pilar para apoio de vigas em situação especial



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

A introdução deste tipo de pilares também é comum em regiões de sacadas onde ocorrem este tipo de incidência de posicionamento de vigas.

- e. *Distância entre pilares:*

Há uma relação clássica para pré-dimensionamento de alturas de vigas em que a estimativa da altura para projetos de edifícios convencionais é da ordem de 10% do vão. Nestas condições, considerando que o pé-direito dos cômodos é próximo de 2,80 m e que as portas e janelas possuem o batente superior a aproximadamente 2,10 m do piso, restam em torno de 60 cm de espaço livre para a altura da viga. Nestas condições, a distância entre os apoios, basicamente entre os pilares, pode ser proposta próxima a 6,0 m que deve ser a meta para a distância entre pilares no lançamento. Por outras palavras, deve-

se analisar a distância entre os pilares posicionados para que não ultrapassem muito além de 6,0 m principalmente em vão em que há aberturas de portas. Evidentemente, nada impede outras distâncias entre pilares para que a estrutura que se ajuste à arquitetura. Como um sentido prático, recomenda-se algo entre 3,0 m a 7,0 m.

f. Posicionamento valendo-se da situação arquitetônica:

O posicionamento dos pilares pode-se valer de condições arquitetônicas “escondendo-os” atrás de portas ou em locais que futuramente serão instalados armários embutidos que impedirão a visualização de possíveis “arestas aparentes”, em cômodos como escritório e dormitórios. Deve-se sempre ter em mente que a estrutura deve interferir o quanto menos possível no projeto arquitetônico.

g. Deve-se propor pilares que possuam uma única prumada desde a cobertura até à fundação:

Esta situação deve ser natural do ponto de vista do comportamento da estrutura, sendo a mais desejável pois os encaminhamentos das cargas até a fundação se fazem de maneira que a estrutura não gere solicitações excessivas nos elementos de transição e nas fundações. Evidentemente, esta condição é dependente do projeto arquitetônico e desde que não haja a necessária interrupção da prumada do pilar por algum motivo como a posição de vagas de garagem em pisos intermediários que afetem a posição dos pilares.

h. Posicionamento de pilares e vigas para formalizar pórticos:

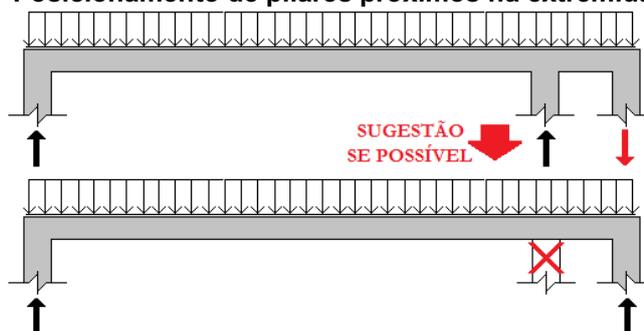
Deve-se pensar, sempre que possível, no posicionamento de pilares que se alinhem e formem com as vigas pórticos que possam fornecer rigidez suficiente à estrutura do edifício, fundamentalmente na direção de menor dimensão da projeção do edifício.

Tentar geral um posicionamento que sugira uma modulação sempre é interessante, desde que possível.

i. Posicionamento de pilares com pequenas distâncias entre si:

Ao posicionar os pilares, deve-se ter uma atenção para que não se aloque pilares que compõem uma viga contínua que estejam muito próximos. Esta situação pode gerar reações negativas nos pilares de extremidade tornando-os sujeitos à tração, o que é indesejável. Esta situação pode-se perceber quando se lança pilares em lados opostos de corredores de circulação que possuem pequenos vãos.

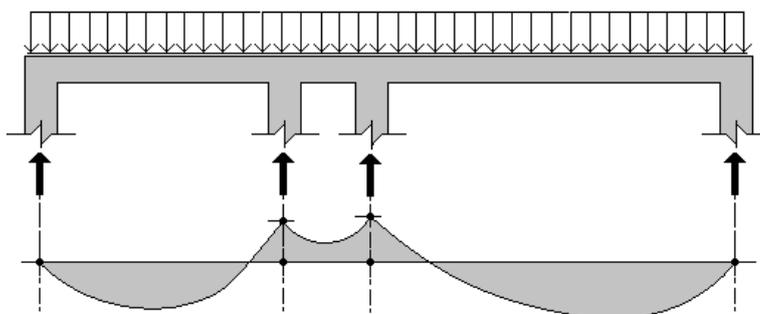
Figura 21 - Posicionamento de pilares próximos na extremidade da viga



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

Ainda, pilares muito próximos no trecho central de vigas contínuas geram momentos negativos nestes trechos e, portanto, é interessante fazer-se uma análise da introdução destes pilares. Também, a retirada de um dos pilares pode ser uma solução razoável.

Figura 22: Posicionamento de pilares próximos na região central do tramo



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

j. Introdução dos pilares nos encontros das vigas:

É natural imaginar-se que, para os pilares para terem sua eficiente no comportamento estrutural de forma a serem mais bem aproveitados devem, de preferência, posicionarem-se nos encontros de vigas e, conseqüentemente, comandarem os respectivos vãos das vigas.

k. Seção dos pilares

Uma prática que por vezes pode ocorrer em prédios altos é de se variar as dimensões da seção transversal por conta da redução da solicitação. Deve-se lembrar que esta proposta altera as condições de locação, gera excentricidades, e novas formas muitas vezes não compensando tal redução sendo preferível manter a seção constante ao longo de toda a altura do pilar. Esta situação de manter constante a seção do pilar é geralmente adotada nos edifícios baixos.

l. Os pilares e a interação com os subsolos:

Os subsolos são geralmente estruturas que aumentam o custo médio do empreendimento pela necessidade, entre outras, de escavações, muros de arrimo e, possivelmente, pela necessidade de drenos. A presença de subsolos aumenta os comprimentos dos pilares e a interação destes com os outros elementos da estrutura. Deve-se analisar os posicionamentos dos pilares no subsolo por conta das vagas de garagem e interferências com outros elementos estruturais, construtivos e de instalações, como, por exemplo reservatório inferior e bombas de recalque. Os escoramentos dos pilares podem necessitar de um planejamento mais cuidadoso por conta do espaço disponível e movimentação nesta região. É interessante verificar o nível do lençol freático para analisar a interferência ou não na fundação do pilar.

m. Posicionamento de pilares nos limites do terreno:

Sempre que possível e o projeto permita, é interessante não locar pilares na divisa do terreno para não gerar excentricidades de cargas nos pilares e nas próprias fundações e evitar escavações que possam gerar futuros transtornos. Fica evidente que há projetos que a alocação de pilares na divisa torna-se imprescindível. De qualquer forma, sempre há a possibilidade de edificação no terreno vizinho e que pode afetar a fundação do pilar instalado na divisa. Não se deve olvidar das vigas de travamento destes blocos de fundação coerentemente projetadas e dimensionadas.

n. Pilares de contraventamento, da região da escada e caixa do elevador

A estrutura do edifício, além de suportar carga verticais, suporta também ações horizontais, como por exemplo a do vento e, possivelmente, as oriundas de recalques de apoio. Neste sentido, faz-se necessária a condição de torná-la a rígida e para tentar absorver estas ações e garantir a indeslocabilidade. Esta estrutura que faz parte da estrutura que proporciona esta condição é denominada de estrutura de contraventamento. Esta estrutura pode ser formada por pórticos planos nas duas direções evidentemente compostos de pilares e vigas, de pilares parede e das estruturas das caixas de elevador e de escada. Percebe-se a enorme importância do lançamento dos pilares e destas outras estruturas na estabilidade e comportamento estrutural do edifício. Assim, o posicionamento, alinhamento e quantidade necessária de pilares são fatores primordiais nas ideias de concepção do arranjo estrutural para seu devido comportamento.

o. Lançamento da viga entre pilares:

Como já comentado, o lançamento das vigas é invariavelmente executado apoiando-as nos pilares. Deve-se, então, ter observado uma distância entre os pilares de tal forma que as vigas não possuam alturas excessivas e interfira no projeto arquitetônico ou de instalações. Geralmente, além de suportarem os bordos das lajes, também sustentam as alvenarias que sobre elas se posicionam de acordo com o projeto estrutural.

É fundamental salientar que as vigas fazem parte de um esquema estrutural que também é importante na rigidez da estrutura formando pórticos e devendo propor a condição de torná-la indeslocável para não gerar patologias.

p. A interação das vigas e do projeto arquitetônico:

As adoções das dimensões das vigas pelo projetista, evidentemente, têm que oferecer a condição de satisfazer o seu correto comportamento estrutural, de dimensionamento e de detalhamento. Não obstante a esta situação *sine qua non*, as dimensões da viga devem compor harmoniosamente com a arquitetura. Geralmente se propõe que as vigas possuam a mesma largura das alvenarias (já revestida) que sustentam e que se evite os possíveis “dentes” assumido larguras das vigas maiores que as larguras das alvenarias acabadas. Esta condição, evidentemente, é dependente das condições de lançamento da estrutura e da composição com o projeto arquitetônico bem como das situações finais de dimensionamento e detalhamento das vigas. Algumas vigas não possuem estas condições de ajustes estéticos por se tratarem de vigas que se posicionam em regiões cujas as ações possuem intensidades relativamente superiores ao restante da estrutura e possivelmente demandem maiores dimensões, como é o caso do vigamento que sustenta lajes das garagens.

q. Vigas do pavimento de garagem:

Deve-se atentar para a altura das vigas do pavimento de garagem devido a necessidade de ter-se uma “altura livre” do piso à face inferior da viga por conta que neste locais há geralmente situações de transporte e de mudanças necessitando de altura mínimas exigíveis, As vigas que sustentam as rampas de garagem também carecem de especial atenção nesta condição de altura livre pelos mesmos motivos.

r. Vigas aparentes:

Evidentemente, do ponto de vista arquitetônico e estético (por vezes não por motivos estruturais) a viga não deve estar aparente, ou melhor, “atravessando”

um cômodo e mostrando seu volume de maneira que se torne uma condição esteticamente indesejável. Procura-se, na medida do possível, “esconder” as vigas sob ou sobre as paredes. Situações em que a viga torna-se aparente, por vezes, é aceitável como mostra o esquema na Figura 23 abaixo.

Figura 23 - Viga aparente que delimita uma pequena região do hall de circulação



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

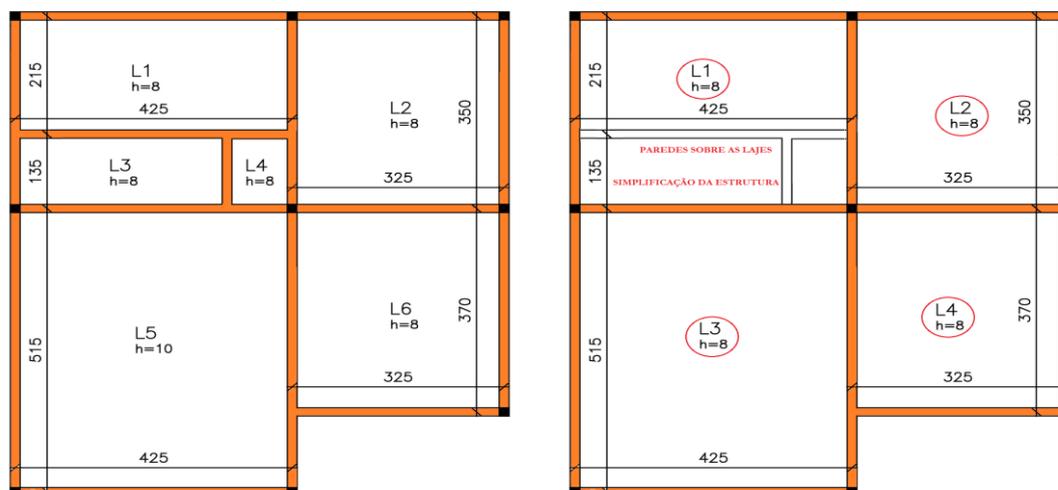
s. *Vigas apoiando-se em vigas:*

Como já comentado anteriormente, as vigas necessariamente não precisam somente apoiarem-se nos pilares e podem apoiarem-se em outras vigas tornando o modelo estrutural mais viável, como por exemplo esquema que se vê na figura 19.

t. *Paredes sobre lajes:*

Geralmente as vigas sustentam parede. Pode-se, contudo, ter-se uma simplificação sobremaneira do modelo estrutural, descarregando-se as alvenarias sobre as lajes e dimensionando-as e detalhando-as coerentemente para esta solicitação.

Figura 24 - Colocação de paredes sobre as lajes – Simplificação da estrutura

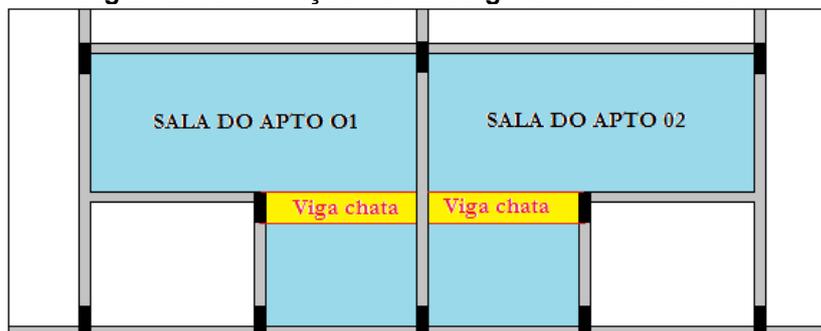


FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

u. *Introdução de vigas chatas:*

Na grande maioria das vezes as lajes de uma estrutura têm a forma retangular e na literatura clássica que discorre sobre “lajes de concreto armado” invariavelmente apresentam-se os conceitos, soluções, dimensionamentos e detalhamentos de lajes retangulares. Pode ocorrer a situação que a introdução de uma viga chata auxilie no dimensionamento da armadura da laje e também quanto ao contraventamento da estrutura. Geralmente esta situação ocorre em salas que possuem o formato em “L”. A viga chata não necessita ter uma largura igual a dimensão do pilar ficando a critério do projetista a adoção de suas dimensões. A viga chata tem altura igual a altura da laje o que permite não a deixar aparente e para compensar a redução na altura e conseqüente redução de sua rigidez, aumenta-se sua largura. Percebe-se nitidamente da Figura 25 que a introdução da viga chata transforma a laje em formato de “L” em duas lajes retangulares.

Figura 25: Introdução de uma viga chata na estrutura



FONTE: Elaborada pelo autor (2019)

v. *Lajes rebaixadas:*

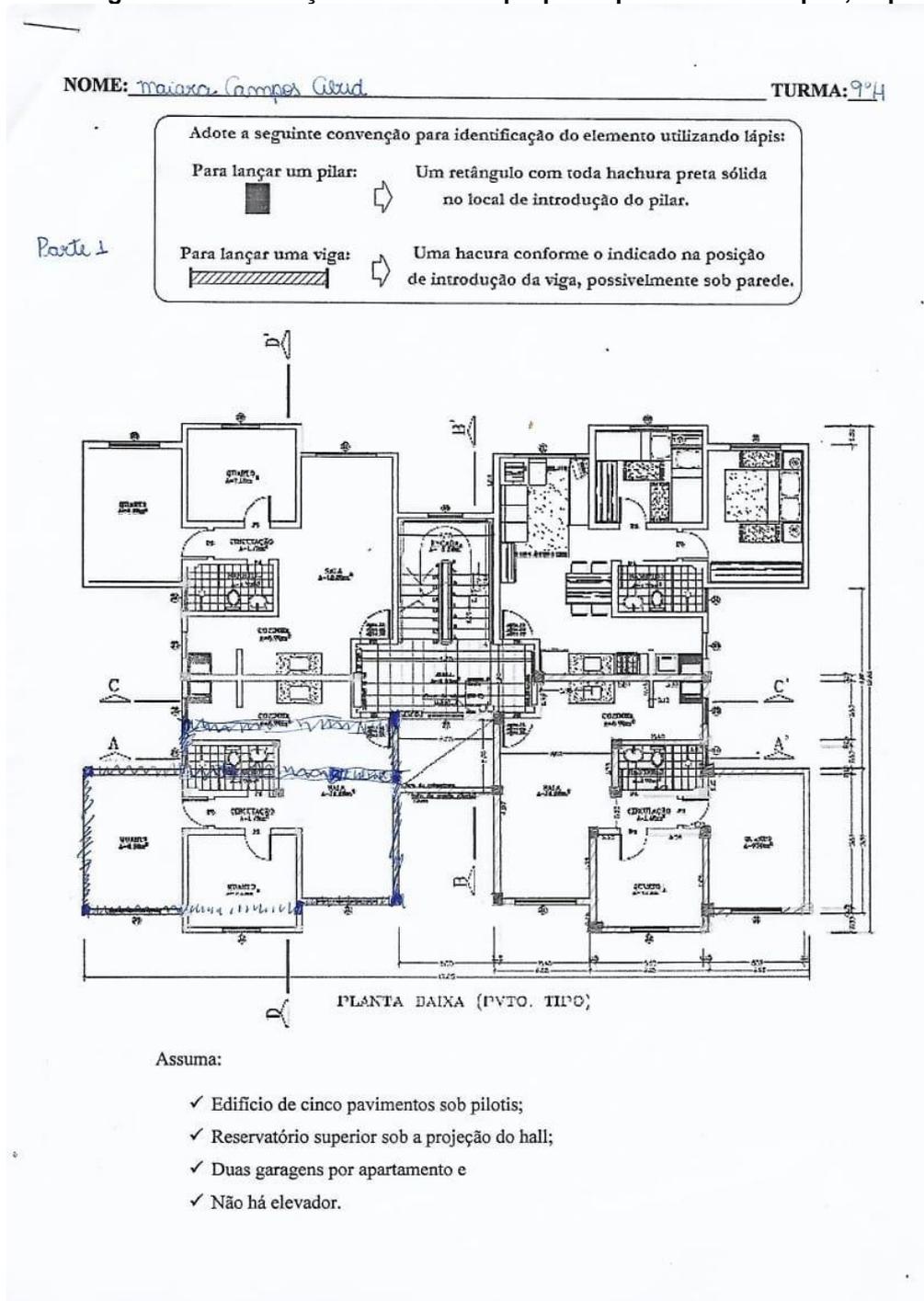
Antigamente se fazia uso das chamadas lajes rebaixadas nas áreas de piso olhado para facilitar as instalações sanitárias. Fazia-se o enchimento do rebaixo, por vezes com argila expandida, e final fazia-se o acabamento. Este sistema mostrou-se desinteressante devido ao processo construtivo e principalmente pela dificuldade de manutenção quando ocorrem vazamentos. Atualmente em desuso, a preferência é por fazer as lajes em mesmo nível e as instalações sanitárias sob a laje colocando-se, em seguida algum forro, podendo-se ser gesso.

7. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS DA ATIVIDADES

Aprecia-se adiante os resultados obtidos após a atividade realizada pelos alunos do Curso de Engenharia Civil da Unitau. Que estavam cursando no ano letivo de 2019.

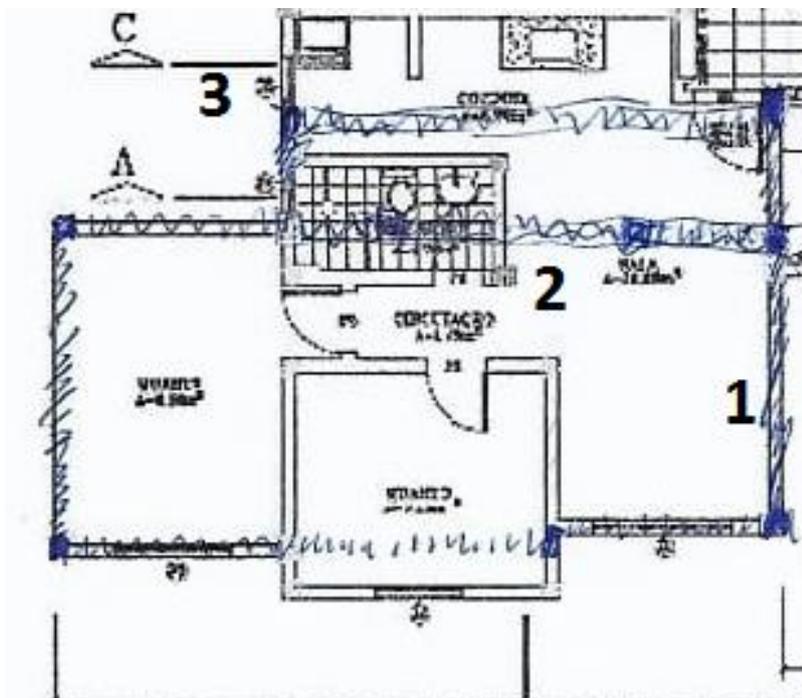
Inicialmente, toma-se como referência da proposta elaborada de lançamento da estrutura conforme as condições anteriormente explicitadas da aluna Maiara Campos, que atualmente se encontra no 9º semestre de engenharia civil.

Figura 26 – Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 1ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Figura 27 – Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 1ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

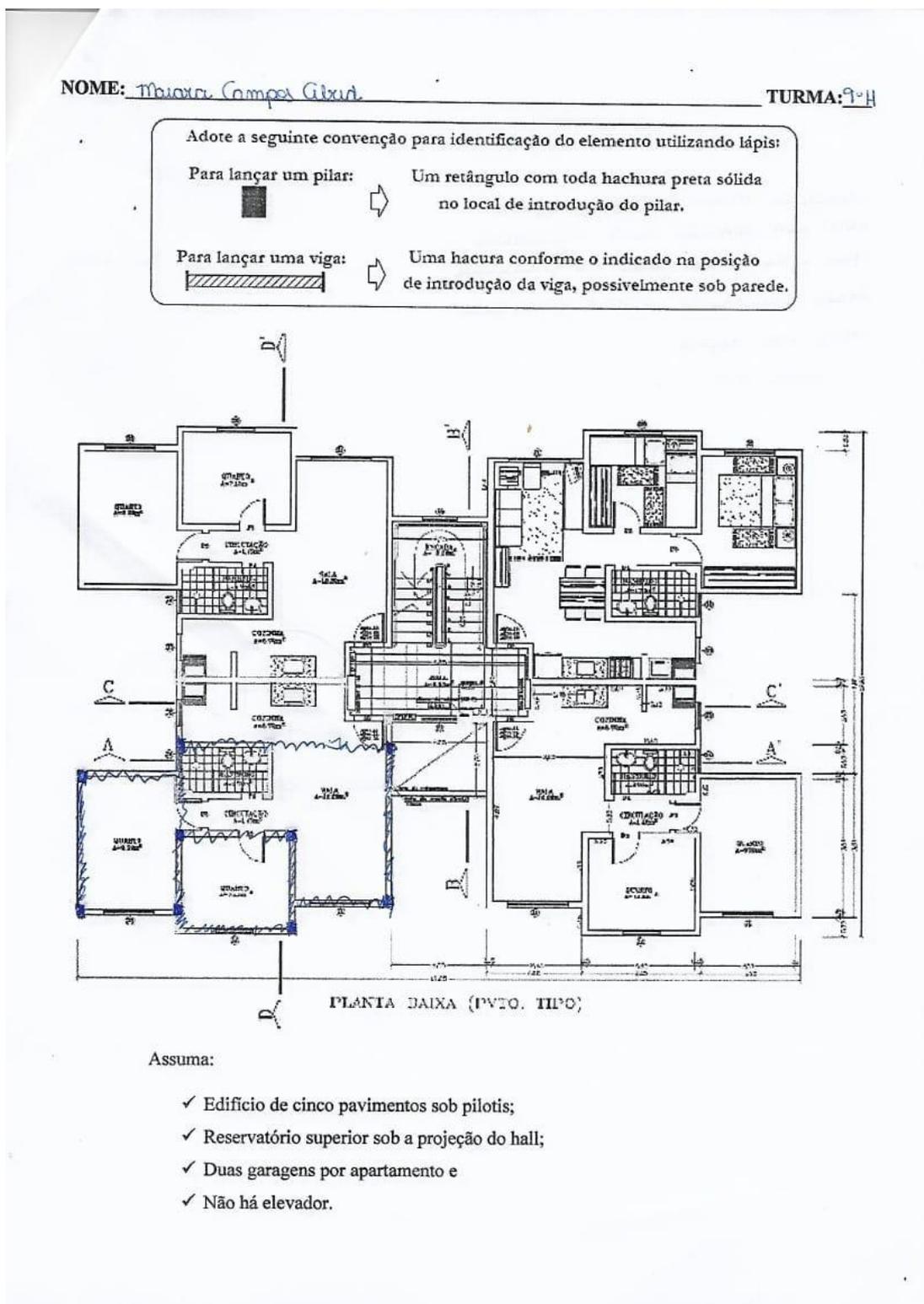
Na primeira parte, pode-se avaliar que há diversas incoerências estruturais e estéticas.

Pode-se discutir vários pontos em que se destacam os seguintes principais:

- ✓ A distância entre os dois pilares superiores está abaixo da média normalmente utilizada;
- ✓ Foram posicionados dois pilares de forma irregular, ou melhor, percebe-se a locação do pilar na região central da sala e no banheiro. Esta propositura evidentemente acarreta um desconforto estético extremamente notável, como também não há a necessidade de se posicionar dois pilares dentro do vão estudado;
- ✓ Um dos pilares está posicionado sob a posição de uma das janelas, como também está de maneira muito próxima de outro pilar;

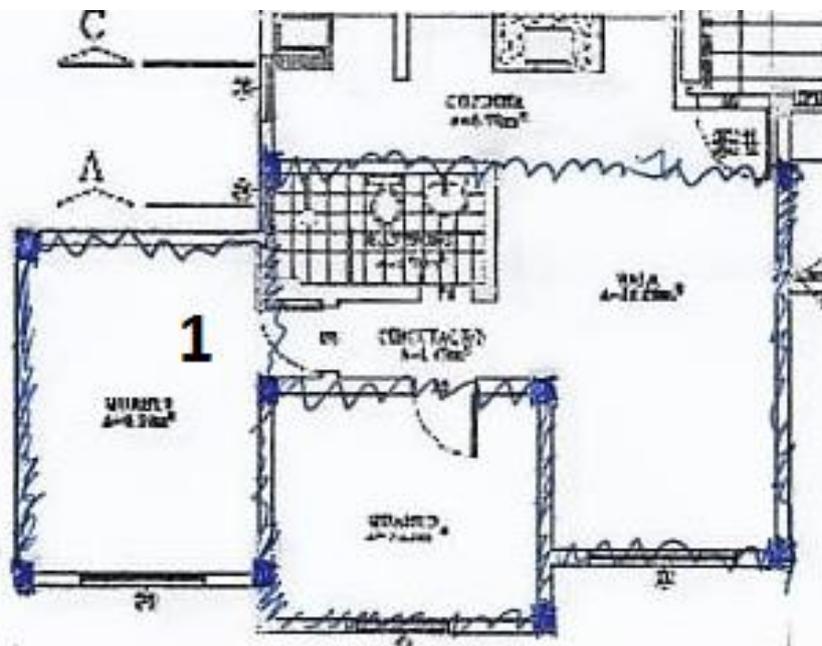
Verifica-se agora, a possível evolução dos critérios de lançamento após as ponderações proferidas e a explicação do conteúdo deste material.

Figura 28 – Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 2ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Figura 29 – Resolução da atividade proposta por Maiara Campos, 2ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Esta foi a proposta elaborada mais próxima ao nosso modelo especificado neste trabalho.

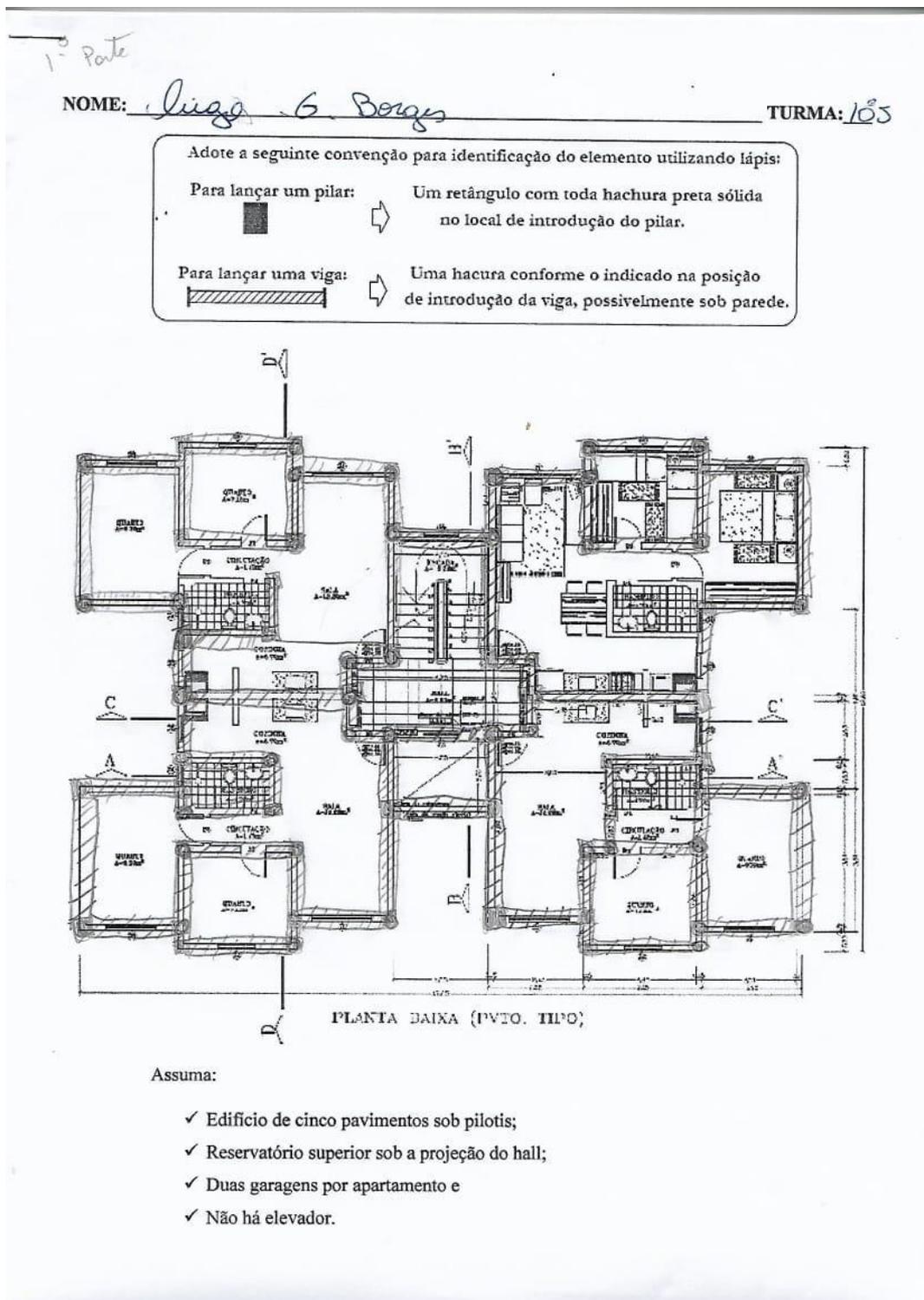
Nota-se claramente a enorme evolução na aplicação dos critérios e do procedimento no lançamento.

Percebe-se que o conteúdo deste material foi absorvido de forma positiva pela aluna.

Verifica-se que esta marcação “1” é a única “irregularidade” presente no exercício, considerando que a distância entre os vãos dispensa a necessidade de introdução de um pilar entre eles, porém, julga-se que é aceitável.

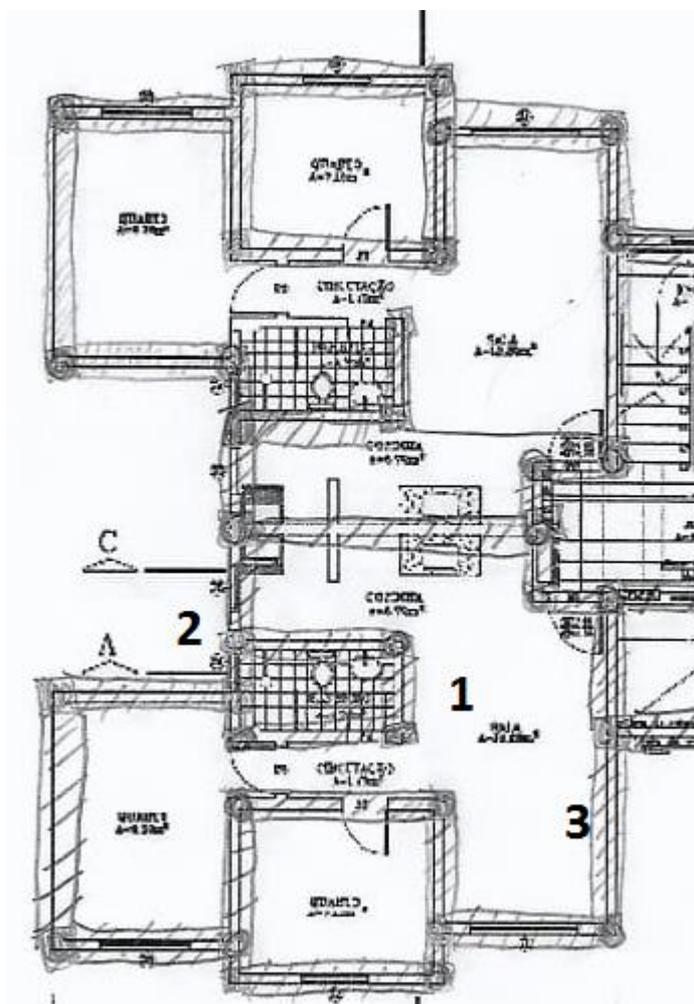
A próxima solução que se avalia é do aluno Diego Borges, do 10º semestre de do curso de Engenharia Civil.

Figura 30 – Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 1ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Figura 31 – Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 1ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

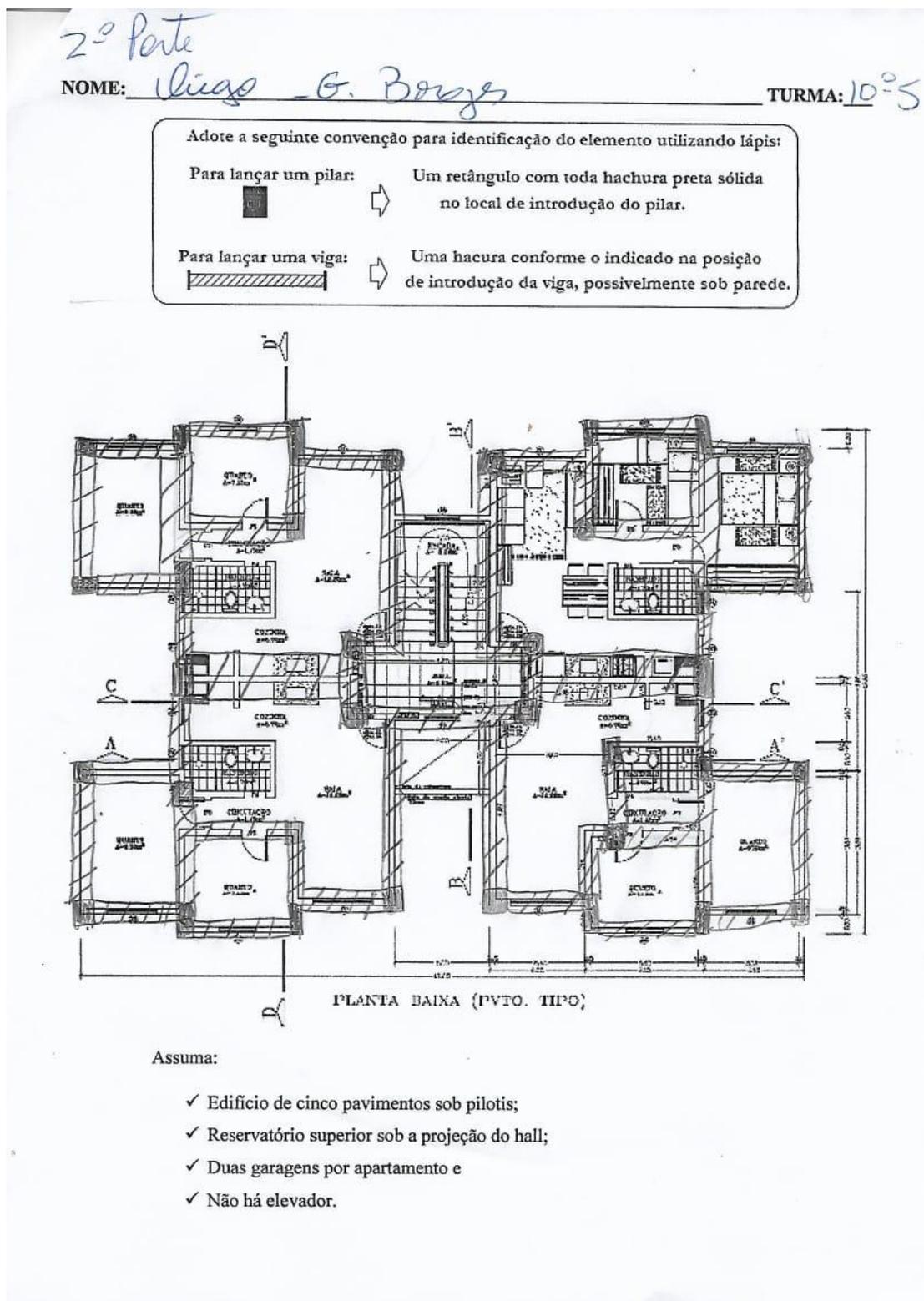
Vê-se que:

- ✓ Foram posicionados pilares em todos os cantos do banheiro, de forma desnecessária;
- ✓ A distância entre os pilares está muito pequena, o que é inviável economicamente e estruturalmente;
- ✓ As distâncias entre estes pilares também não estão em uma condição favorável.

Pode-se dizer que o aluno Diego esbanjou da criatividade para acertar em alguns pontos, mas falhou em outros.

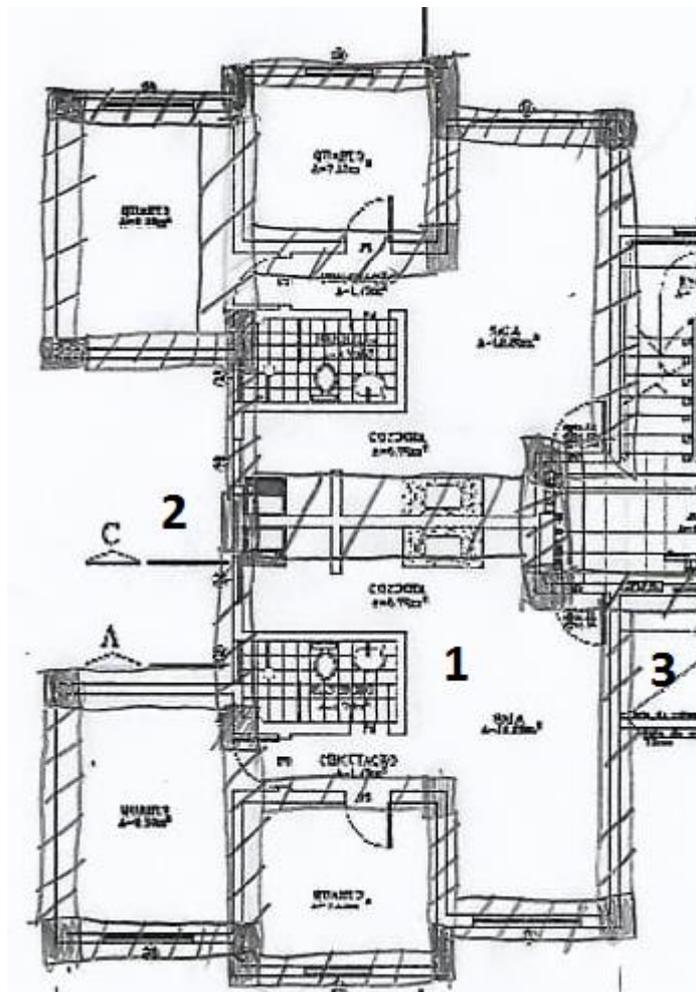
A segunda parte nos revela que:

Figura 32 – Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 2ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Figura 33 – Resolução da atividade proposta por Diego Borges, 2ª parte



FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

- ✓ Houve um ponto positivo ao Diego ao retirar a quantidade de pilares nos cantos do banheiro;
- ✓ Outro ponto positivo é a proposta de uma ótima ideia do posicionamento do pilar na parede de divisa entre apartamentos;
- ✓ Percebe-se que a proposta é estruturalmente viável caso seja bem dimensionada, porém o engastamento de vigas de longo vão podem causar problemas no dimensionamento.

A aluna Cíntia Barbosa do Nascimento conseguiu elaborar uma belíssima solução logo na primeira tentativa, o que sugere um ótimo conhecimento e interesse ao realizar a atividade.

Figura 34 – Resolução da atividade proposta por Cíntia Barbosa, 1ª parte

NOME: *Cíntia Barbosa Almeida do Nascimento*

TURMA: *9H*

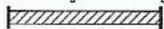
Adote a seguinte convenção para identificação do elemento utilizando lápis:

Para lançar um pilar:

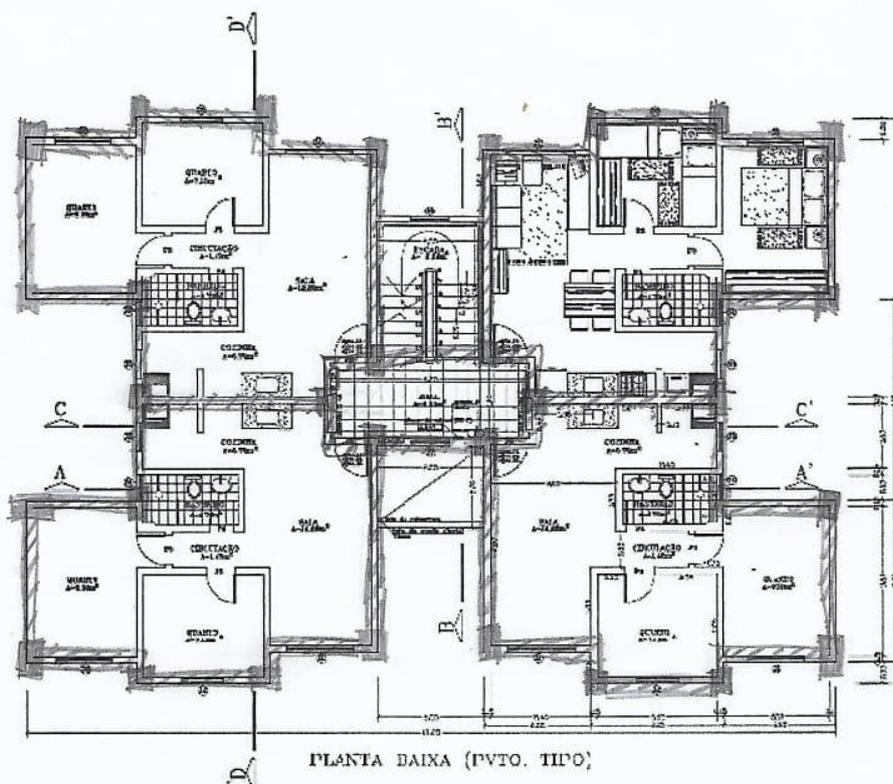


Um retângulo com toda hachura preta sólida no local de introdução do pilar.

Para lançar uma viga:



Uma hachura conforme o indicado na posição de introdução da viga, possivelmente sob parede.

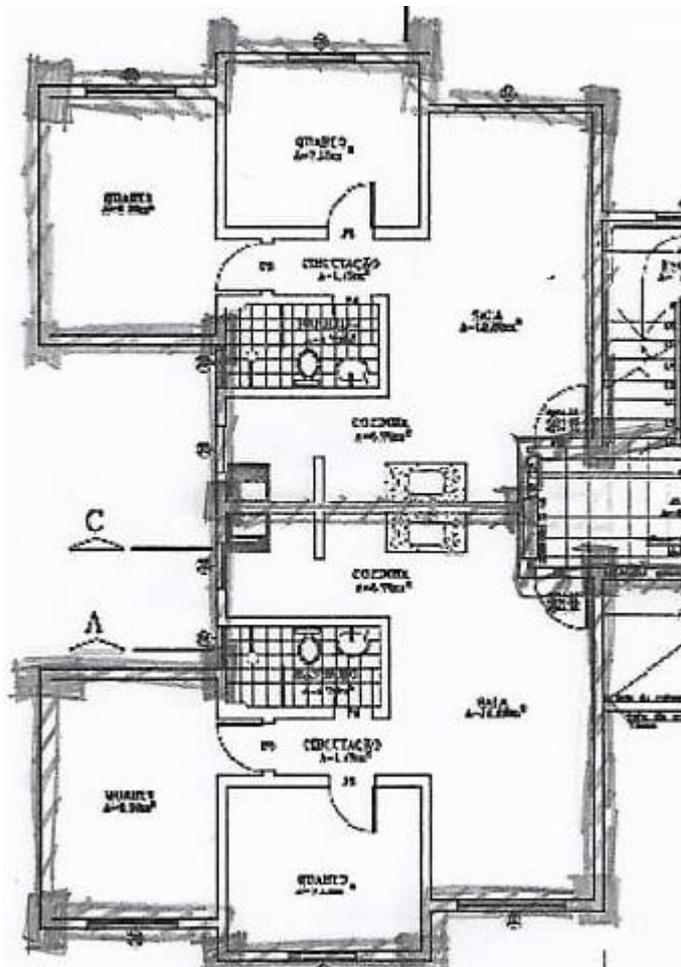


Assuma:

- ✓ Edifício de cinco pavimentos sob pilotis;
- ✓ Reservatório superior sob a projeção do hall;
- ✓ Duas garagens por apartamento e
- ✓ Não há elevador.

FONTE: Adaptada (PEDROSA, 2018)

Figura 35 – Resolução da atividade proposta por Cíntia Barbosa, 1ª parte



Pode-se observar uma ótima distribuição de pilares ao longo da periferia do pavimento, sem exagerar na quantidade de pilares ou sobrecarregar uma viga com um vão muito extenso.

Esta poderia ser uma ótima solução para o lançamento de estruturas no edifício.

8. CONCLUSÃO

O engenheiro civil recém-formado pode, em diversas situações, sentir dificuldades ao ingressar no mercado de trabalho e não ter experiência suficiente para a realização de projetos que demandam posicionar as vigas e pilares.

O objetivo é demonstrar a evolução dos alunos de engenharia civil que, após adquirir todo os conhecimentos técnicos presentes neste trabalho, foram capazes de solucionar problemas que muitos livros de engenharia normalmente não ensinam.

A proposta de apresentar uma planta de arquitetura, na qual deveriam realizar o lançamento da estrutura em concreto armado, foi fundamental para a análise da influência e conhecimento que este trabalho agregou a cada um individualmente.

A primeira parte do trabalho demonstra a dificuldade dos alunos, com diversos posicionamentos que não garantem segurança estrutural, estética arquitetônica e eficiência econômica.

A segunda parte evidenciou diversas soluções criativas e formas de interpretação dos esquemas estruturais, e, principalmente, comparando a primeira parte, a evolução individual de cada aluno e suas satisfações ao terem concluído com êxito o desafio de lançar a estrutura.

Estes resultados obtidos também podem servir, com algumas adaptações, para outros futuros trabalhos que desejem explorar mais esta área da engenharia, afim de inspirar mais atividades práticas nas faculdades, despertando sempre nos alunos o desejo de adquirir cada vez mais conhecimento.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. NBR 6118:2007**. Rio de Janeiro, 2007.

BARBOZA, M. **Concepção e análise de estruturas de edifícios em concreto armado**. São Paulo: Bauru, 2008.

CASTRO, L. C. **Projeto Estrutural de Edifícios**. Distrito Federal: Brasília, 2012.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Blucher, 2001.

REBELLO, Y.C.P. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2000.

CARDOSO, R. V. P. **Projeto estrutural em concreto armado**. Florianópolis, 2003

JÚNIOR, A. L. M. **Lançamento da estrutura de um edifício: posicionamento e pré-dimensionamento dos seus elementos estruturais**. Campinas, 2006.

ALVA, G. M. S. **Concepção estrutural e pré-formas**. Rio Grande do Sul, 2004.

MOURA, J. N. **Pré-dimensionamento concreto armado**. São Paulo, 2018.

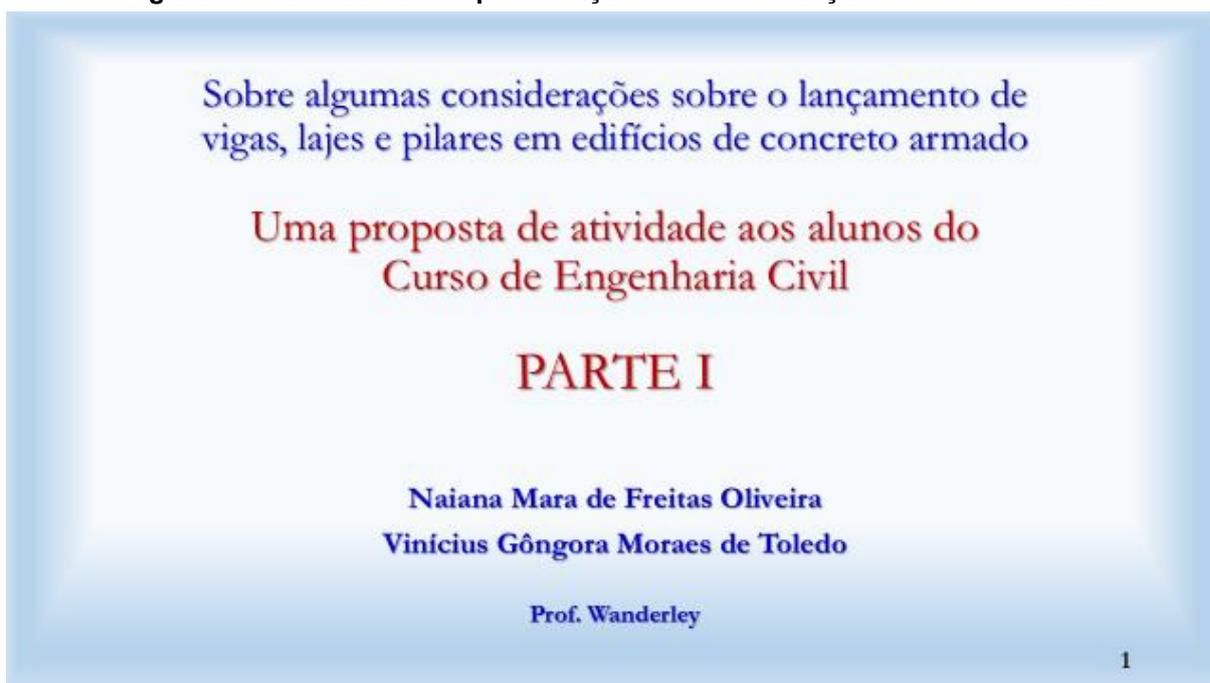
LORIGGIO, Daniel D. **Estruturas de Concreto Armado I**. Florianópolis, SC, 2010.

GIONGO, J. M. **Projeto de Pilares de Acordo com a NBR 6118:2003**. Apostila. São Carlos, SP, 2008.

Anexo A

Slides da apresentação para os alunos referentes as atividades desenvolvidas de lançamento da estrutura

Figura 36 - Slide inicial da apresentação referente a lançamento de estrutura.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 37 - Considerações iniciais. Considerações sobre os conceitos de Estruturas de CA.

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

Disciplina de Estruturas de Concreto Armado

↓

Aprendizagem referente ao dimensionamento e detalhamento dos elementos de concreto armado...

Inicialmente APRENDE-SE os elementos considerados básicos:

3

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 38 - Considerações sobre o dimensionamento de elementos de CA.

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

Disciplina de Estruturas de Concreto Armado

↓

PARA FAZER O DIMENSIONAMENTO PRECISA VER AINDA:
AS CONSIDERAÇÕES NORMATIVAS,
APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE DISCIPLINAS BÁSICAS DE ESTRUTURAS,
VALER-SE DE UM POUCO DE BOM SENSO,
ETC...

↓

...Elementos básicos

♦ VIGAS	♦ LAJES	♦ PILARES
---------	---------	-----------

... Na continuação da aprendizagem estuda-se:
“escadas”, “reservatórios”, “blocos de fundações”, “muros de arrimo”, etc...

5

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 39 - Considerações sobre detalhamento: Vigas.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 40 - Considerações sobre detalhamento: Lajes.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 41 - Considerações sobre detalhamento: Pilares.

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

Disciplina de Estruturas de Concreto Armado

...Elementos básicos

PILARES

... Detalhamento



11

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

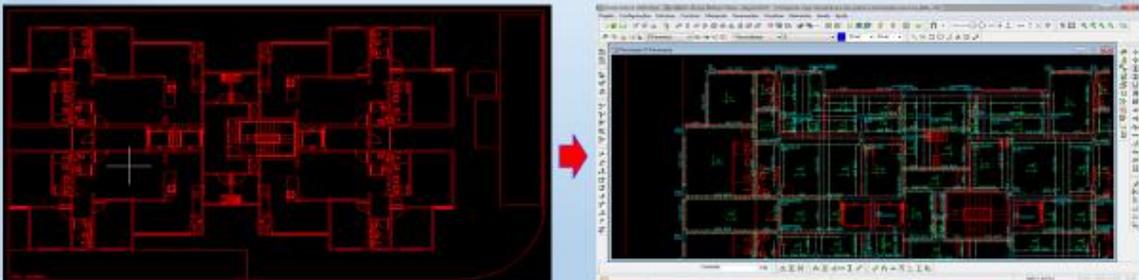
Figura 42 - Comentários: Projeto Arquitetônico versus Projeto Estrutural.

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

PROJETO ARQUITETÔNICO X LANÇAMENTO

Projeto Arquitetônico

Lançamento da estrutura



Projeto: Invariavelmente elaborado por arquiteto

Projeto: Engenheiro Estrutural

13

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 43 - Comentários: Projeto Arquitetônico versus Projeto Estrutural – Utilização de Softwares.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 44 - Comentários sobre Projeto Estrutural versus Fase construtiva.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 45 - Comentários sobre Projeto Estrutural versus Empreendimento finalizado.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terri

Figura 46 - Comentários sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.



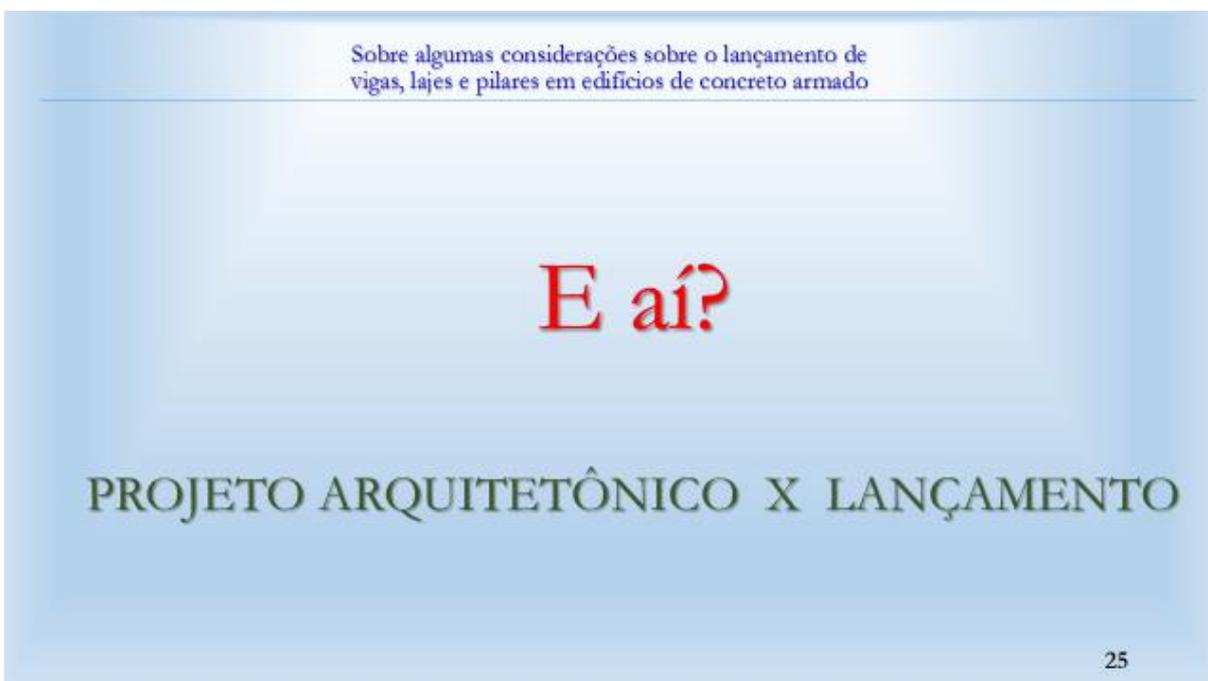
Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terri

Figura 47 - Comentários: sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura. Análises da proposta de lançamento. Modelo 3D para auxílio das análises.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 48 - Comentários: sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura. Dificuldades, considerações e desafios na tarefa de executar o lançamento e de gerar a estrutura



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 49 - Comentários: sobre Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.
Continuação: Desafios na tarefa de executar o lançamento e de gerar a estrutura

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

E aí?

PROJETO ARQUITETÔNICO X LANÇAMENTO

Pensar em alguns itens antes do lançamento dos elementos estruturais para melhorar o modelo...

Melhorar o modelo nos aspectos de:	Estética
	Economia
	Funcionalidade
	Segurança

27

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 50 - Comentários sobre a proposta de uma Atividade: Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.

Sobre algumas considerações sobre o lançamento de vigas, lajes e pilares em edifícios de concreto armado

E aí?

PROJETO ARQUITETÔNICO X LANÇAMENTO

Vamos tentar elaborar um lançamento de uma estrutura numa arquitetura?

29

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

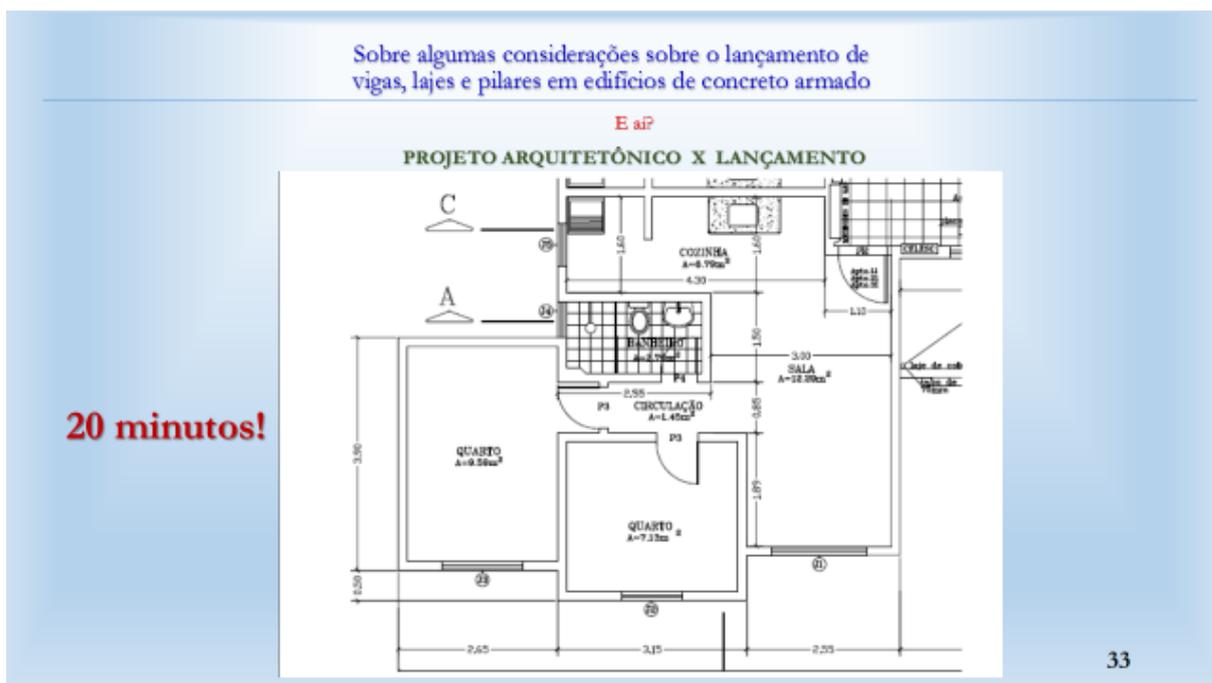
Figura 51 - Desenvolvimento da Atividade: Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.



Autores:

Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni

Figura 52 - Desenvolvimento da Atividade – Vista do apartamento-tipo com as cotas Projeto Arquitetônico versus Lançamento da Estrutura.



Autores: Vinicius Gongora Moraes de Toledo e Prof. Dr. Antonio Wanderley Terni