

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURA MISTA DE AÇO E CONCRETO E
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO NA AMPLIAÇÃO DAS FACULDADES
DOCTUM DE CARATINGA-MG**

**CARATINGA
2019**

**DEBORA MIRANDA DE OLIVEIRA
THAISON SILVA COELHO**

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURA MISTA DE AÇO E CONCRETO E
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO NA AMPLIAÇÃO DAS FACULDADES
DOCTUM DE CARATINGA-MG**



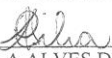
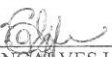
**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil das Faculdades Doctum de
Caratinga com requisito para
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia Civil.**

Área de concentração: Orçamento

**Professor Orientador: José Salvador
Alves.**

CARATINGA

2019

	FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA	FORMULÁRIO 9
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
TERMO DE APROVAÇÃO		
TERMO DE APROVAÇÃO		
<p>O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURA MISTA DE AÇO E CONCRETO E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO NA AMPLIAÇÃO DAS FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA - MG, elaborado pelo(s) aluno(s) DEBORA MIRANDA DE OLIVEIRA e THAISON SILVA COELHO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de</p>		
<p>BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.</p>		
<p>Caratinga 04/12/2019</p>		
<p> _____ JOSÉ SALVADOR ALVES Prof. Orientador</p>		
<p> _____ CAMILA ALVES DA SILVA Prof. Avaliador 1</p>		
<p> _____ VITÓRIA IRMA GONÇALVES LOPES DE F. FREITAS Prof. Examinador 2</p>		

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me abençoar e amparar nessa caminhada, permitindo com a vossa graça que eu chegasse até o final.

Aos meus pais que eu tanto amo Sergio e Glacianny, que sempre estiveram ao meu lado, me motivando e incentivando a seguir com meu sonho, dando-me total apoio. Me lembrando todos os dias que o futuro depende das escolhas as quais fazemos no presente.

A minha irmã Luiza, que sempre esteve torcendo pelo meu sucesso.

A minha Tia Claudilenny e meu primo Pedro Henrique, por estarem ao meu lado sempre que eu precisei.

Ao meu orientador e professor, Prof. José Salvador Alves, pelos conhecimentos compartilhados pelas orientações e aulas, que foram cruciais para a elaboração deste trabalho e crescimento pessoal.

A Professora Barbara Dutra pelos ensinamentos e estar sempre disposta a ajudar.

Aos amigos que eu adquiri ao longo desses anos, que eu sempre pude contar nos bons e maus momentos, tenho um enorme carinho por cada um deles, Terezinha Segal, Bárbara Hellen, Thaianne Elen e Jully Gabriela. Em especial meu amigo Renato Martins, que sempre esteve presente e disposto a ajudar, obrigada por ser tão paciente comigo amigo.

Agradeço a minha dupla Thaison desde o início da faculdade, foram cinco anos juntos, cinco anos brigando, rindo, compartilhando sonhos, me fazendo raiva todos os dias que era possível, sendo a melhor e pior dupla que eu poderia ter.

Débora Miranda de Oliveira

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus que permitiu a conquista desse objetivo em minha vida;

Aos meus pais Lúcio e Lucineia, e meu tio Luiz por sempre me incentivarem a estudar, por terem me dado a educação importantíssima para me tornar a pessoa que sou hoje e todo o apoio para que eu chegasse até aqui;

Aos meus irmãos Thales e Lúcio Júnior pela dedicação, confiança e todo o apoio;

Ao meu professor e orientador José Salvador pelos ensinamentos durante o curso e pela disponibilidade, comprometimento e contribuição, assim, dando conhecimento a mim e minha dupla para que este trabalho se concretizasse;

Aos professores que se esforçaram para deixar a mim e meus colegas de classe seus conhecimentos durante o curso;

Aos meus amigos que estão sempre presentes em minha vida;

Aqueles que auxiliaram na conclusão desse trabalho. Agradeço especialmente a minha dupla Débora pelo esforço e comprometimento com este estudo e apoio durante o curso;

Agradeço a todos que durante esses anos estiveram me acompanhando mesmo de longe, me incentivando, e se alegrando com minhas conquistas.

Thaison Silva Coelho

LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CEF - Caixa Econômica Federal

ELU - Estado Limite Último

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

OGU - Orçamento Geral da União

SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices

SPT - *Standard Penetration Test*

TCPO - Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Subestrutura e superestrutura.....	15
Figura 2- Detalhes para prevenir a corrosão em estruturas expostas....	25
Figura 3 - Estruturas mistas aço-concreto.....	30
Figura 4 - Tipos usuais de conectores.....	31
Figura 5 - Viga mista com laje de concreto.....	32
Figura 6 - Pilares mistos de aço e concreto.....	33
Figura 7 - Dados gerais do dimensionamento da estrutura.....	40
Figura 8 - Inserir pisos no software.....	41

RESUMO

Visando a comparação econômica na construção civil a pesquisa tem como objetivo apresentar um estudo comparativo de custos de dois sistemas estruturais. O trabalho segue a metodologia de elaborar um dimensionamento de uma estrutura mista aço-concreto para a ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga utilizando o software Cypecad, elaboração de dois orçamentos e cronogramas para a estrutura mista e um para a estrutura de concreto armado a partir do programa de planilhas Excel utilizando a tabela SETOP como referência de custos. Após apresentar os resultados do dimensionamento, orçamento e cronograma é feita uma análise dos mesmos para apresentar a conclusão de qual sistema construtivo é mais viável para a execução dessa estrutura. Tendo como justificativa que a faculdade está sendo ampliada em período letivo e por isso além da economia o tempo de execução é fundamental para a construção. Conclui-se que ambos os métodos construtivos são de extrema relevância para construção civil, sendo misto aço e concreto apresentando um prazo construtivo menor. Por outro lado, o sistema construtivo de concreto armado tem sua vantagem no custo de execução.

Palavras-chave: Estrutura mista. Concreto armado. Orçamento. Cronograma.

ABSTRACT

Aiming the economic comparison in civil construction, the research aims to present a comparative study of costs of two structural systems. The work follows the methodology of elaborating a sizing of a mixed steel-concrete structure for the expansion of Docating Faculties of Caratinga using the Cypecad software, elaboration of two budgets and schedules for the mixed structure and one for the reinforced concrete structure from the Excel spreadsheet program using the SETOP table as a cost reference. After presenting the results of sizing, budget and schedule is made an analysis of them to present the conclusion of which construction system is more viable for the execution of this structure. Having as justification that the faculty is being expanded in term and therefore beyond the economy the execution time is fundamental for the construction. It is concluded that both construction methods are extremely relevant for civil construction, being mixed steel and concrete with a shorter construction time. On the other hand, the reinforced concrete construction system has its advantage in the execution cost.

Key-words: Mixed Structure. Reinforced concrete. Budget. Schedule.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo Geral.....	13
1.2 Objetivo Especifico	13
1.3 Justificativa.....	13
2 REVISAO DA LITERATURA	13
2.1 Estrutura em Concreto Armado	16
2.1.1 Componentes estruturais	17
2.1.1.1 Lajes.....	17
2.1.1.2 Vigas	18
2.1.1.3 Pilares	19
2.1.1.4 Fundação	19
2.1.2 Vantagens e desvantagens do concreto armado	20
2.2 Estrutura em Aço	20
2.2.1 Ligações.....	21
2.2.2 Vantagens e desvantagens do aço estrutural	21
2.2.3 Propriedades do aço estrutural	22
2.2.4 Constantes físicas do aço estrutural	24
2.3 Estrutura em Concreto Protendido.....	25
2.3.1 Vantagens e desvantagens do concreto protendido Erro! Indicador não definido.	
2.4 Estrutura em Alvenaria Estrutural	26
2.4.1 Nomenclatura.....	26
2.4.1 Vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural.....	27
2.5 Estrutura Mistas em Aço e Concreto.....	27
2.5.1 Componentes estruturais	27
2.5.1.1 Vigas	27

2.5.1.1.1 Conectores de cisalhamento	29
2.5.1.1.2 Vigas mistas sob ação de momento fletor negativo	29
2.5.1.2 Pilares	30
2.5.1.3 Lajes.....	31
2.6 Softwares para dimensionamento de estruturas mista de aço e concreto	32
2.6.1 Cypecad	33
2.6.2 mCalcAC	33
2.7 Softwares para orçamentos e cronogramas.....	33
2.7.1 Excel.....	33
2.7.2 MsProject	34
2.8 Planilha de composição de custos	34
2.8.1 TCPO- Tabela de Composição de Preços para Orçamentos	34
2.8.2 SINAPI- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices.....	35
2.8.3 SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas	35
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	37
3.1 Dimensionamento Estrutura Mista aço e concreto	38
3.2 Levantamento quantitativo	41
3.3 Planilha orçamentaria	42
3.4 Cronograma físico.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5 CONCLUSÃO	46
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	47
APENDICE.....	50
ANEXO	63

1 INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico foi gerando uma expansão das cidades, e um número maior de moradias em espaços cada vez menores, assim surgindo os edifícios. A construção civil vem passando por grandes avanços tecnológicos ultimamente, evoluindo cada vez mais para atender o mercado e suas exigências. Ela é marcada como um dos mercados mais competitivos do mundo e muito importante na economia do Brasil. Por isso procuram-se resultados competentes, econômicos, duráveis e que sejam executados nos prazos estimados.

Na atualidade tem diversos tipos de sistemas construtivos, estruturas metálicas, estruturas mistas, steel frame, wood frame, alvenaria estrutural, e o mais comum no mercado brasileiro, o concreto armado, devido sua mão de obra ser dominante e o fácil acesso a sua matéria prima. O modelo construtivo influencia no custo da edificação, podendo variar de acordo com a região, finalidade, layout de projeto e outros.

Com a grande busca pela economia, tem-se o desafio de procurar e utilizar ferramentas que permitem um maior controle nos planejamentos e mais precisão no custo final da obra. O orçamento é um planejamento para estimar os recursos necessários e prever o gasto de materiais e equipe de profissionais. O orçamento na construção civil possibilita antecipar despesas futuras, controlar desvios e se executado com precisão o resultado financeiro pode ser concluído no final do projeto. Por mais que o orçamento não seja exato, ele deve apresentar um grau de precisão compatível. E essa exatidão depende principalmente das informações que forem obtidas durante sua elaboração.

Na ampliação de salas de aula e a construção do auditório da Faculdade Doctum de Caratinga o concreto armado foi escolhido para a execução da estrutura, devido sua boa resistência, durabilidade e fácil acesso a sua matéria prima. Além dessas características o custo dessa estrutura é um outro diferencial para a escolha do modelo estrutural considerando a mão de obra disponível e matéria prima de fácil aquisição na cidade para a execução do mesmo. Em contrapartida é uma estrutura com o tempo de execução elevado em relação aos outros sistemas estruturais existentes.

Um outro modelo estrutural possível para a execução dessa ampliação é o de estrutura mista. Essa é uma estrutura formada por dois modelos estruturais distintos

no qual utiliza a estrutura metálica e a estrutura de concreto armado conjuntamente, resultando em ganho no tempo de execução. Além disso a estrutura mista favorece a arquitetura do auditório localizado no primeiro andar da estrutura em ganho de vãos maiores evitando pilares dentro do auditório.

Diante alguns métodos construtivos ganhando espaço no mercado da construção civil e a procura por economia cada vez maior, este trabalho apresenta uma análise comparativa entre o uso do concreto armado e mista para uma estrutura, contando com bibliografias e com a ajuda de software de cálculos com a finalidade de mostrar o tempo de execução e custos de ambas as estruturas da ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga mantendo os mesmos padrões arquitetônico da estrutura de concreto armado em execução.

1.1 Objetivo Geral

Apresentar dados comparativos de custos e tempo de execução, entre uma estrutura em concreto armado e outra mista de aço e concreto.

1.2 Objetivo Especifico

Para atingir os objetivos citados acima, nossos objetivos específicos são:

- Dimensionar uma estrutura mista de aço e concreto
- Realizar levantamento quantitativo de ambas estruturas, de concreto armado e mista de aço e concreto
- Elaborar o orçamento e cronograma
- Apresentar o custo final de execução de cada estrutura, assim avaliar qual estrutura mais econômica para a obra.

1.3 Justificativa

Este estudo justifica-se pela importância do tempo de execução, visto que a faculdade está sendo ampliada em período letivo e o fluxo de alunos e funcionários são frequentes, assim tendo a necessidade de uma obra limpa e rápida.

Por isto, apresenta-se uma análise comparativa de custo e tempo de execução de duas estruturas, concreto armado e mista de aço-concreto, tendo por fim obter o conhecimento da alternativa mais viável para a execução de projetos para ampliação das Faculdade Doctum de Caratinga, também de estruturas da mesma finalidade na região e conhecer a diferença do custo desses dois modelos estruturais na região de Caratinga.

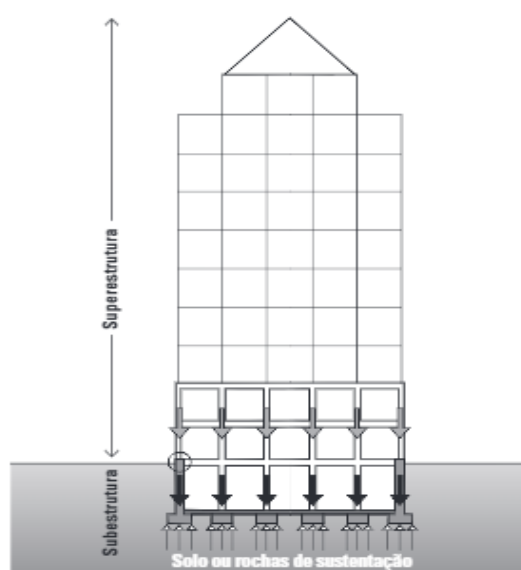
2 REVISAO DA LITERATURA

Em sua obra Martha (2010), descreve que uma estrutura pode ser elaborada e construída em aço, blocos de rocha, concreto, madeira, materiais não convencionais ou materiais sintéticos. Ela deve resistir a ventos fortes, a solicitações que são impostas durante sua vida útil e, em alguns lugares do mundo, a terremotos.

Conforme Ching, Onouye e Zuberbuhler (2015), as construções foram evoluindo com o passar dos anos, provindo de moradias simples feitas com galhos de arvores, barro e pedra evoluindo para as construções atuais feitas de concreto, aço, madeira, vidros e outro materiais. Com o avanço da tecnologia o que mantém presente é os tipos de sistemas estruturais capaz de suportar as cargas solicitantes na estrutura.

Segundo Ching, Onouye e Zuberbuhler (2015), podemos definir os sistemas estruturais como agrupamento estável de elementos de uma estrutura construídos para suportar e transmitir em segurança as cargas de uma edificação ao solo. Cada um desses elementos estruturais tem suas características e funções únicas, funcionando de acordo com sua finalidade dentro do agrupamento da estrutura para suportar as cargas solicitadas. Como apresentado na Figura 1 os elementos estruturais permitem ser divididos em subestrutura e superestrutura.

Figura 1 – Subestrutura e superestrutura



Fonte: Sistemas estruturais ilustrados, 2015.

De acordo com Campos (2011), é conhecido como superestrutura, o conjunto de elementos de uma estrutura no qual sua função é resistir as cargas atuantes da obra e transmitir para as fundações. Martha (2010) ressalta que a superestrutura deve ser calculada e executada para resistir as cargas atuantes na mesma, cargas como, peso próprio dos elementos que compõe a estrutura, conhecido também como cargas verticais permanentes, cargas provenientes de circulação de pessoas e veículos, que são conhecidas como ações variáveis verticais, cargas horizontais permanentes provenientes de empuxo de terras, e cargas horizontais variáveis como ações do vento dentre outras. O material que compõe a estrutura define o seu modelo, o qual pode ser dividido entre concreto protendido, alvenaria estrutural, estrutura de aço, estrutura em concreto armado, estrutura mista de concreto e aço e outros.

Segundo Ching, Onouye e Zuberbuhler (2015), a subestrutura é a parte inferior de uma estrutura, ou seja, a parte que está coberta ou parcialmente coberta pelo solo, também conhecida como fundação. Sua função é receber as cargas da superestrutura e transmiti-las para a camada resistente do solo. Os componentes da subestrutura são a fundação superficial; que é utilizada quando um solo estiver capacidade de carga resistente adequado para a estrutura próximo a superfície, assim, as cargas são transmitidas diretamente para o solo de apoio por pressão vertical. Também faz parte da subestrutura as fundações profundas; essas são feitas por tubulões ou estacas que são apoiadas sobre uma camada de solo profunda ou uma camada rochosa, onde contém uma resistência maior para que a subestrutura transmite as cargas recebidas da superestrutura através de atrito lateral e resistência de ponta.

2.1 Estrutura em Concreto Armado

Como descrito por Pfeil (1988 apud Barros 2006), concreto armado é determinado como o material de construção composto pela junção de concreto com barras de aço colocadas no seu interior. De acordo com a ABNT NBR 6118 (2014, pag.4) as estruturas de concreto armado são “Aquelas 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.”.

Dessa forma pode-se dizer que a estrutura de concreto armado é a junção entre o concreto e o aço. Essa combinação aumenta significativamente a resistência

da estrutura. Bastos (2006), em sua obra, diz que o concreto integrado por agregados graúdos, agregados miúdos, cimento e água, contudo para que o mesmo tenha finalidade estrutural é necessário que o mesmo seja armado com aço, portanto denominamos o concreto estrutural como concreto armado.

Tendo como sua principal característica a resistência, uma vez que o aço resiste ao esforço solicitante de tração e o concreto resiste ao esforço solicitante de compressão. Segundo Botelho (2015) quanto mais atrito tivermos entre o concreto e o aço, mais próximos estaremos do concreto armado.

Bastos (2006) descreve que, na construção de uma estrutura em Concreto Armado, as armaduras de aço são primeiramente posicionadas no molde, em seguida o concreto fresco é lançado para preencher o molde, quando juntamente vai-se realizando o adensamento do concreto, que deve incorporar a armadura. Após a cura e outros cuidados e com o endurecimento do concreto, o molde pode ser retirado e assim forma-se a peça de Concreto Armado.

2.1.1 Componentes estruturais

2.1.1.1 Lajes

Segundo Borges (2010) as lajes são estruturas planas, por outra forma, sua espessura é muito inferior à largura e ao comprimento. São elas que recebem diretamente a maior parte dos carregamentos suportados por toda a estrutura. Esses carregamentos são distribuídos sobre a superfície da laje, que os descarrega sobre as vigas de apoio ou parede estruturais

Conforme Bastos (2006), as lajes são os elementos planos que propõem se a receber a maior parte das ações aplicadas numa edificação, cargas acidentais e permanentes, como pessoas, moveis, pisos, paredes e dentre outras, essas ações variáveis ou acidentais é avaliada através de tabelas estipuladas pela NBR 6120. As lajes também são chamadas de elementos de superfície. Essas ações são geralmente perpendiculares ao sentido da laje, podendo ser dividida em: forças concentradas (pilar) ou distribuídas linearmente (paredes).

Borges (2010) retrata que os cálculos de lajes constituem em dimensionar sua espessura, analisar a quantidade e de aço necessária para as armaduras e detalhar as dimensões de cada ferro. A laje deve ser construída de forma a suportar todo o

carregamento, ações sobre o elemento, apoiado sobre ela e resistir ao esforço provocado por este carregamento, momento.

2.1.1.2 Vigas

Borges (2010) descreve vigas como estruturas horizontais, que podem receber cargas verticais concentradas ou distribuídas ao longo do seu comprimento, geralmente apoiadas sobre pilares, descarregando sobre eles seus carregamentos. Os cálculos de vigas constituem em dimensionar a altura e a largura de sua seção reta, avaliar a quantidade de aço necessária para a elaboração das armaduras e detalhar as dimensões de cada aço utilizado.

Em sua obra Borges (2010) cita que as vigas podem ser de três tipos:

- a) Isoladas, são aquelas que possuem apenas um vão com dois apoios.
- b) Contínuas, são sustentadas por vários apoios formando um ou mais vãos.
- c) Balanço, são sustentadas por apenas um apoio engastado.

As vigas são elementos lineares, onde o comprimento longitudinal é pelo menos três vezes maior que a maior dimensão da seção transversal. A viga recebe e transfere ações verticais, essas ações são: seu peso próprio, o peso da alvenaria sobre ela, ações transmitidas pela laje, e em alguns casos específicos ações transmitidas por pilares, após recebe-las as transfere para os pilares que as suportam (Scadelai; Pinheiro, 2005).

Segundo Borges (2010), as vigas isoladas apresentam esforços de tração surgem na base da viga. Esses esforços mudam com o momento positivo ao longo do vão e são maiores no centro do mesmo. Nos apoios, esses esforços são nulos já que não tem momento solicitante nesses pontos. Já as vigas contínuas, além do momento positivo ao longo da viga, exerce sobre os apoios um momento negativo, intervendo a curvatura da deformada e a posição das áreas de aplicação dos esforços de compressão e tração em relação a linha neutra da peça. Este momento negativo atua não somente sobre o apoio, onde ele é máximo e sim em toda a região próxima a ele. As vigas em balanço têm apenas esforços de tração e compressão em curvatura negativa. Sendo assim são armadas só para contenção do momento negativo máximo no apoio

2.1.1.3 Pilares

Scadelai e Pinheiro (2005) cita em sua obra que os pilares são elementos estruturais lineares, regularmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são indispensáveis e cuja função principal é receber as ações atuantes e transportar até as fundações.

Acompanhado com as vigas, os pilares constituem os pórticos, que na maior parte dos edifícios são os incumbidos por resistir às ações verticais e horizontais e garantir a estabilidade global da estrutura. As ações verticais são repassadas aos pórticos pelas estruturas dos andares, e as ações horizontais resultantes do vento são levadas aos pórticos pelas paredes externas (Scadelai; Pinheiro, 2005).

2.1.1.4 Fundação

Segundo Borges (2010), as fundações e a construção são apoiadas no solo, para o qual transfere as cargas que estão sujeitas. O conjunto de grãos formadores do solo possuem uma certa resistência a compressão, acima da qual há falência do solo e ruína da construção que é denominada pressão de ruptura. A pressão de ruptura de um solo pode ser determinada por um teste *Standard Penetration Test* (SPT), a resistência do solo é medida através do número de golpes dado pelo batedor. A Norma brasileira também adota métodos empíricos para determinar a resistência do solo, com a utilização de tabelas de resistência média.

A fundação compõe a parte estrutural que está localizada sob a superfície do solo, cuja a finalidade é transmitir ao solo todas as cargas da superestrutura vinda do andar térreo. Elemento estrutural que fica abaixo do solo e que recebe as cargas transmitidas pelo pilar. Sua função é suportar essa carga recebida (Borges, 2010).

Segundo a ABNT NBR 6122:2019 existem dois tipos de fundações, as rasas e profundas. As rasas transmitem as cargas ao terreno através das pressões sob a base da fundação, já as profundas transmitem as cargas ao terreno através de sua base e/ou sua superfície lateral.

2.1.2 Vantagens e desvantagens do concreto armado

O concreto armado é o material principal empregado nas construções do Brasil e do mundo, por suas várias características vantajosas, mas, como todo material, além de suas características positivas o concreto armado apresenta suas desvantagens usuais.

Segundo Bastos (2006), concreto armado é um elemento que vem sendo amplamente usado em todos os países do mundo, em todos tipos de construção, em função de várias características pertinentes, tais como a economia com seus elementos facilmente encontrados e parcialmente de baixo custo, a sua conservação com uma boa durabilidade desde que seja empregado com a dosagem e execução correta, tem uma adaptabilidade pela sua fácil moldagem que beneficia a arquitetura, segurança contra fogo, impermeabilidade e resistente a choques e vibrações.

O concreto armado também apresenta suas desvantagens, sendo as principais seu peso próprio elevado de 25kN/m^3 , reformas e adaptações são de difícil execução, fissuras e conduz calor e som (Bastos, 2006).

2.2 Estrutura em Aço

Conforme Braga (1998) a evidencia mais antigo deste metal é um conjunto de quatro esferas de ferro, datadas de 4.000 a.C., foram descobertas em El-Gezivat, no Egito.

O uso de metais como matéria prima para estruturas surgiu bem mais tarde com o ferro fundido. Segundo Pfeil e Pfeil (2009) o primeiro material siderúrgico usado na construção foi o ferro fundido. A primeira obra foi a ponte de Coalbrookdale, sobre o rio Severn, na Itália construída por Abraham Darby. Trata-se de um arco com vão de 30 metros, construído em 1779.

Segundo Silva (1986), por volta do século XIX abdicou o uso do ferro fundido em favor do ferro forjado que oferecia uma maior segurança. Contudo, o grande número de acidentes com estas obras tornou comprovado a necessidade de estudos mais aprofundados e de material de melhores características, as atenções voltaram

para o aço, que já era conhecido, mas que por falta de um processo de fabricação tinha custo elevado.

O aço é muito usado na construção civil. Dispõe como características, excelente resistência a tração, ductibilidade, alta condutividade térmica e elétrica, elevada plasticidade e dureza. Estruturas feitas de diferentes peças metálicas, que depois são conectadas entre si através de parafusos ou soldas.

2.2.1 Ligações

As peças metálicas estruturais são produzidas com dimensões transversais limitadas pela eficácia dos laminadores e com comprimentos limitados pela eficácia dos veículos de transporte. As estruturas de aço são elaboradas pela união de peças ligadas entre si. Existem dois tipos de ligação: por meio de parafusos ou por solda (Pfeil; Pfeil 2009).

De acordo com Pfeil e Pfeil (2009) o conector é um meio de união que trabalha por meio de furos feitos nas chapas. Em estruturas comuns, tem-se os seguintes tipos de conectores: parafusos comuns, parafusos de alta resistência e rebites.

Pfeil e Pfeil (2009) descreve a solda como um tipo de união por coalescência do material, alcançada por fusão das partes adjacentes. A energia fundamental para causar a fusão pode ser de origem química, elétrica, mecânica ou óptica. As soldas mais comuns na indústria de construção são as de energia elétrica.

2.2.2 Vantagens e desvantagens do aço estrutural

Segundo Pinheiro (2005), as principais vantagens da utilização da estrutura em aço são as seguintes, alta resistência do material nos diversos estados de tensão tração, compressão, flexão e etc., os elementos em aço oferecem uma grande margem de segurança no trabalho, podem ser reaproveitados os materiais que ficarem em estoque, ou mesmo as sobras de obra, fabricação das estruturas com precisão milimétrica, possibilitando um alto controle de qualidade do produto acabado, preservação das dimensões e propriedades dos materiais, material resistente a vibrações e a choques, oportunidade de execução de obras mais limpas e rápidas e a alta resistência estrutural, possibilitando a execução de estruturas leves para vencer grandes vãos.

De acordo Scadelai e Pinheiro (2005), as principais desvantagens que podem-se destacar são os elementos de aço são sujeitos a corrosão, o que requer um tratamento superficial das peças contra a oxidação, devido ao contato com o ar, quando exposta ao fogo, perde suas propriedades de resistência, o que se torna uma das maiores desvantagens da mesma, limitação de execução em fábrica, em função do transporte até o local da sua montagem final, necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para sua fabricação e montagem e a limitação de fornecimento de perfis estruturais

2.2.3 Propriedades do aço estrutural

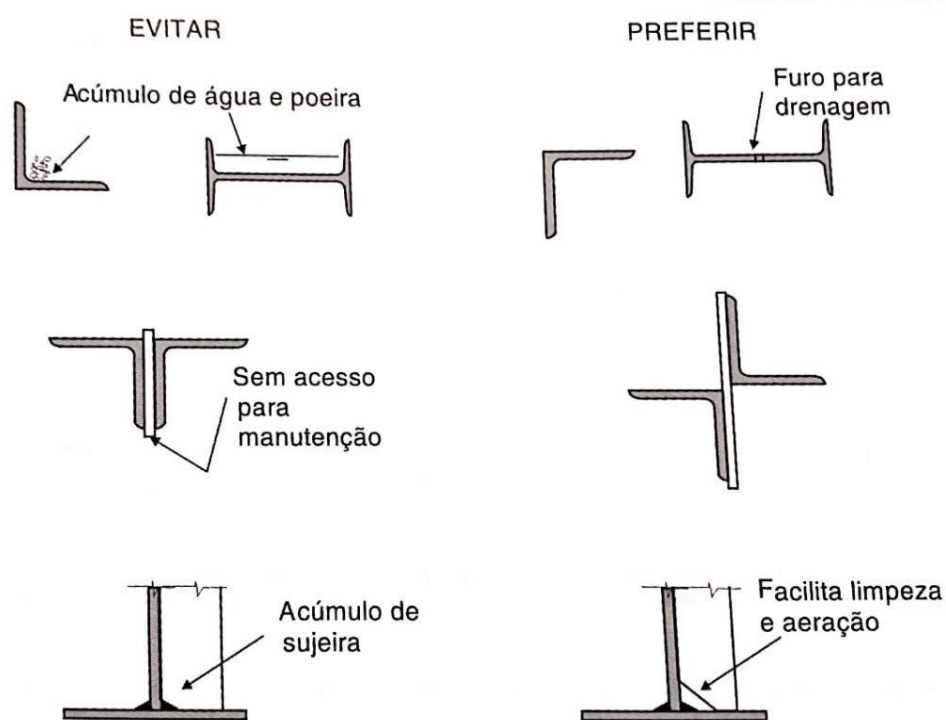
Conforme Pfeil e Pfeil (2009) por ser um material industrializado, obtido sob severo controle de qualidade, as características da liga metálica são certas e confiáveis. Com isso, os coeficientes de segurança utilizados no cálculo estrutural podem ser mais baixos.

Do ponto de vista de Dias (2002), o aço apresenta a fascinante característica de se adaptar ao tipo de material, adquirindo resistência à tração e à compressão. Em relação aos esforços de compressão, pode ocorrer o fenômeno da flambagem, o que necessita do aumento das seções dos perfis e/ou a criação de travamentos, denominados de contraventamentos, diminuindo o comprimento livre da peça. Outras propriedades do aço:

- a) Ductibilidade: A capacidade do material se deformar plasticamente sob a ações das cargas sem se romper. As vigas de aço suportam grandes deformações antes de se romperem, constitui um aviso do aparecimento de tensões elevadas. Quanto mais maleável o aço maior é a redução de área antes da ruptura (PFEIL; PFEIL, 2009).
- b) Fragilidade: É o oposto da ductilidade. Os aços podem se tornar instáveis pela ação de diversos agentes: temperatura ambiente baixa, efeito térmicos locais causados (PFEIL; PFEIL, 2009).
- c) Plasticidade: A plasticidade está relacionada a deformação permanente que ocorre nos materiais, as deformações não desaparecem quando a carga retirada. Esta deformação altera a estrutura do metal, aumentando sua dureza.

- d) Dureza: Mede-se a dureza pela resistência que a superfície do material oferece a penetração de uma peça de maior dureza. As relações físicas entre dureza e resistência foram estabelecidas experimentalmente, de modo que o ensaio de dureza é um meio eficiente de verificar a resistência do aço (PFEIL; PFEIL, 2009).
- e) Efeitos de temperatura elevada: Altas temperaturas modificam as propriedades físicas do aço. As temperaturas elevadas limitam as resistências ao escoamento, ruptura e módulo de elasticidade (DIAS 2002).
- f) Fadiga: A resistência a ruptura dos materiais é, em geral, medida em ensaios imobilizados. Quando as peças metálicas trabalham sob efeitos de esforços repetidos, pode haver ruptura em tensões inferiores às obtidas em ensaios imobilizados. Esse efeito nomeia-se fadiga do material. A resistência à fadiga é normalmente determinada no dimensionamento de peças sob ação de efeitos dinâmicos. As normas brasileiras verificam a resistência à fadiga pela oscilação de tensões elásticas provocadas por cargas variáveis (PFEIL; PFEIL, 2009).
- g) Corrosão: A corrosão é o comportamento do aço com alguns elementos presentes no meio ambiente em que se encontra exposto. A corrosão alavanca a perda de seção das peças de aço, podendo se constituir em causa principal do colapso. A preservação conforme a Figura 2, das peças contra a corrosão, expostas ao ar é comumente feita por pintura ou galvanização. Algumas precauções adotadas no projeto auxiliam para o aumento da vida útil da estrutura de aço exposta ao ar, particularmente evitar pontos de umidade e sujeira, viabilizar a drenagem e aeração e evitar pontos inacessíveis à manutenção e pintura.

Figura 2- Detalhes para prevenir a corrosão em estruturas expostas



Fonte: Estruturas de Aço- Dimensionamento Prático (2009)

2.2.4 Constantes físicas do aço estrutural

Segunda a ABNT NBR 8800:2008, para efeitos de cálculos adotam-se os seguintes valores de propriedades mecânicas:

- a) Módulo de elasticidade, $E = E_a = 200\,000\text{ MPa}$
- b) Coeficiente de Poisson, $\nu_a = 0,3$
- c) Módulo de elasticidade transversal, $G = 77\,000\text{ MPa}$;
- d) Coeficiente de dilatação térmica, $\beta_a = 1,2 \times 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;
- e) massa específica, $\rho_a = 7\,850\text{ kg/m}^3$.

2.3 Estrutura em Concreto Protendido

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, os elementos do concreto protendido são aqueles em que a armadura é previamente alongada por ferramentas especiais de protensão com o efeito de, em condições de serviço, evitar ou limitar a fissuração e os deslocamento da estrutura e assegurar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último (ELU). Sua armadura ativa é formada por barras ou fios isolados, designada à produção de forças de protensão, ou seja, na qual se aplica um pré alongamento inicial.

Em sua obra Hanal (2005) descreve que o aço de protensão é mais resistente que o comum. É necessário um bom planejamento na sua concretagem, de modo que todo o concreto possa ser bem vibrado, e que as deformações de escoamento não causem fissuras no concreto ainda jovem. Verificação da mobilidade da estrutura ao encurtamento na direção da protensão, antes da sua aplicação

Como descrito por Leonhardt (1967 apud Barroso, 2005), as vantagens do concreto protendido são uma maior capacidade da estrutura para suportar as cargas moveis, choques e vibrações, durabilidade maior devido à ausência de fissuras, com a qual se consegue uma boa proteção do aço contra a corrosão e deterioração do concreto, uma economia de 15% a 30% de material em relação ao concreto armado convencional graças à colaboração total da zona de tração. O desempenho dos aços é mais elevado graças às altas tensões admissíveis nos aços de alta resistência especiais para concreto protendido, vigas com altura menor em relação ao concreto armado, pequenas deformações nas estruturas de concreto protendido, as quais alcançam somente a quarta parte da flecha do concreto armado convencional para mesma altura e os mesmos valores de tensões admissíveis, o que permite maior esbeltez nas estruturas.

Entretanto o concreto protendido também apresenta algumas desvantagens em relação ao concreto armado tais como, a construção exige uma supervisão rigorosa em todas as fases de construção, necessidade de cuidados especiais de proteção contra a corrosão para os aços de alta resistência, exigência de maior precisão na colocação dos cabos, necessidade de pessoal e equipamentos especializados para as operações de protensão (BARROSO, 2005).

2.4 Estrutura em Alvenaria Estrutural

Do ponto de vista de Camacho (2006) a Alvenaria Estrutural é um método construtivo na qual, os elementos que executam a função estrutural são de alvenaria, sendo os mesmos projetados, dimensionados e executados de forma coerente.

2.4.1 Nomenclatura

Como descrito pela ABNT NBR 8798:1985, e citado por Camacho (2006), serão caracterizados alguns termos básicos de forma a possibilitar melhor compreensão de termos empregados, e que são encontrados frequentemente nas literaturas:

- a) Processo construtivo: “um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se por um particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações, assim como o processo construtivo em alvenaria estrutural. ” (CAMACHO, 2006)
- b) Sistema construtivo: “um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo. ”
- c) Material: constituintes dos elementos da obra (ABNT NBR 8798,1985)
- d) Elemento: parte elementar da obra, constituída por material natural ou de fabricação industrial (ABNT NBR 8798,1985)
- e) Componente: parte da obra suficientemente elaborada, constituída da reunião de elementos e/ou materiais (ABNT NBR 8798,1985).
- f) Parede resistente: Parede que tem função de resistir as ações atuantes na estrutura, desempenhando também as funções de vedação (CAMACHO, 2006)
- g) Parede não resistente: A parede não admitida no projeto como suporte de outras cargas, além do seu peso próprio (CAMACHO, 2006).
- h) Parede de contraventamento: Parede portante absorvendo forças horizontais provenientes de ações externas ou de efeitos de segunda ordem (ABNT NBR 8798,1985).

2.4.1 Vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural

Como descrito por Camacho (2006) o uso da alvenaria estrutural pode trazer as seguintes vantagens técnicas e econômicas como a redução de custo que se consegue está relacionada simplificação das técnicas de execução e a economia de fôrmas e escoramentos, menor variedade de materiais, diminui o número de empreiteiras na obra e o risco de atraso no cronograma de execução em função de possíveis faltas de materiais, equipamentos ou mão de obra, maior rapidez de execução, robustez estrutural decorrente da própria característica estrutural, resultando em maior resistência à danos patológicos decorrentes de movimentações, além de apresentar maior reserva de segurança frente a ruínas parciais.

2.5 Estrutura Mistas em Aço e Concreto

Conforme Queiroz, Pimenta e Martins (2012), a estrutura mista em aço e concreto ganharam espaço no mercado da construção civil em todo o mundo. O sistema misto ganhou espaço de vez no mercado a partir da década de 60, após a segunda guerra mundial, consequência da falta de aço, isso fez com que estudos conciliasse o aço e concreto no mesmo sistema estrutural garantindo o funcionamento conjunto de ambos materiais, assim, expandindo as formas de construções e métodos estruturais.

De acordo com Queiroz, Pimenta e Martins (2012), entende-se por estrutura mista aço-concreto aquela que existe elementos da estrutura de aço trabalhando juntamente com o concreto, a interação de um elemento com o outro pode ser feita a partir de atrito, aderência, repartição de cargas e por meios mecânicos com o uso de conectores.

2.5.1 Componentes estruturais

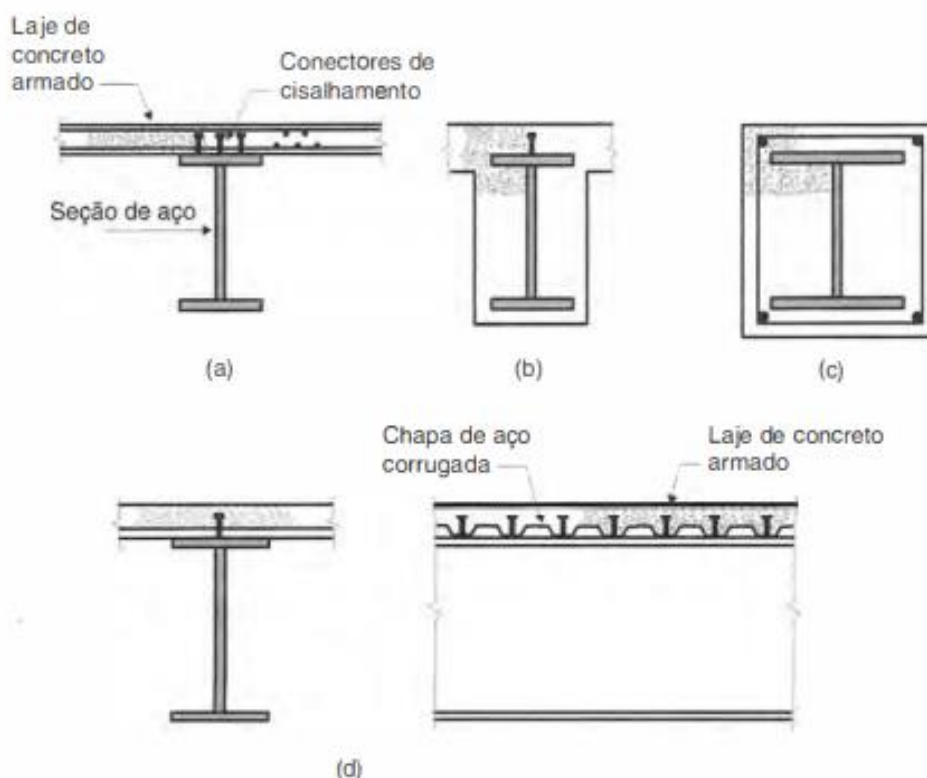
2.5.1.1 Vigas

De acordo com Pfeil e Pfeil (2009), após a segunda guerra mundial se tornou frequente o uso da viga mista de concreto e aço. Antes da guerra era comum o uso

da viga de aço com laje de concreto, sem o dimensionamento da laje com influência no trabalho da viga. Após a guerra surgiu a falta de aço e com isso os engenheiros europeus adicionaram o concreto da laje como parte das vigas, dando início aos estudos que concluíram sobre o comportamento da viga mista.

Segundo Pfeil e Pfeil (2009), nomeia-se viga mista aço-concreto a viga constituída pela associação de um perfil metálico com uma laje de concreto, sendo os dois elementos ligados por conectores, como apresentado na figura 3 item a. Além da viga mista comum, existem outros componentes estruturais composto por concreto e perfil metálico, como os pilares mistos formado por um perfil metálico e concreto, também vigas feitas por perfil metálico embutida no concreto conforme a figura 3 item b e c.

Figura 3 - Estruturas mistas aço-concreto: (a) viga mista típica e seus elementos; (b) viga com perfil de aço embebido no concreto; (c) pilar misto; (d) viga mista com fôrma metálica (steel deck) com nervuras dispostas perpendicularmente ao eixo da viga.



Fonte: Estrutura de aço – dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800:2008, 2009.

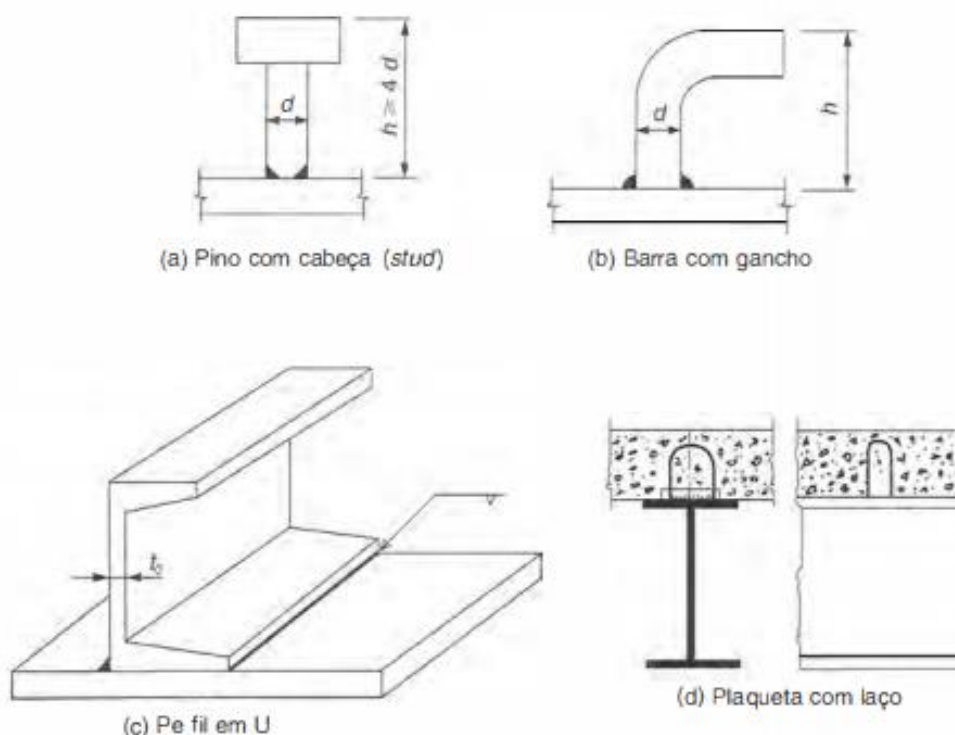
Conforme Pfeil e Pfeil (2009), a concretagem da laje é realizada sobre chapas de aço corrugadas que, após o endurecimento do concreto, permanecem

incorporadas à viga mista. As nervuras da chapa podem ser paralelas ou perpendiculares ao eixo da viga.

2.5.1.1.1 Conectores de cisalhamento

Segundo Pfeil e Pfeil (2009), conectores de cisalhamento são apetrechos mecânicos utilizados para fixação do perfil metálico com a laje de concreto. O conector além de impedir que os componentes se separem, absorve os esforços de cisalhamento horizontal. A figura 4 apresenta as fôrmas utilizadas dos conectores nas peças estruturais, o pino de cabeça mostrado no item a é o mais utilizado.

Figura 4 – Tipos usuais de conectores



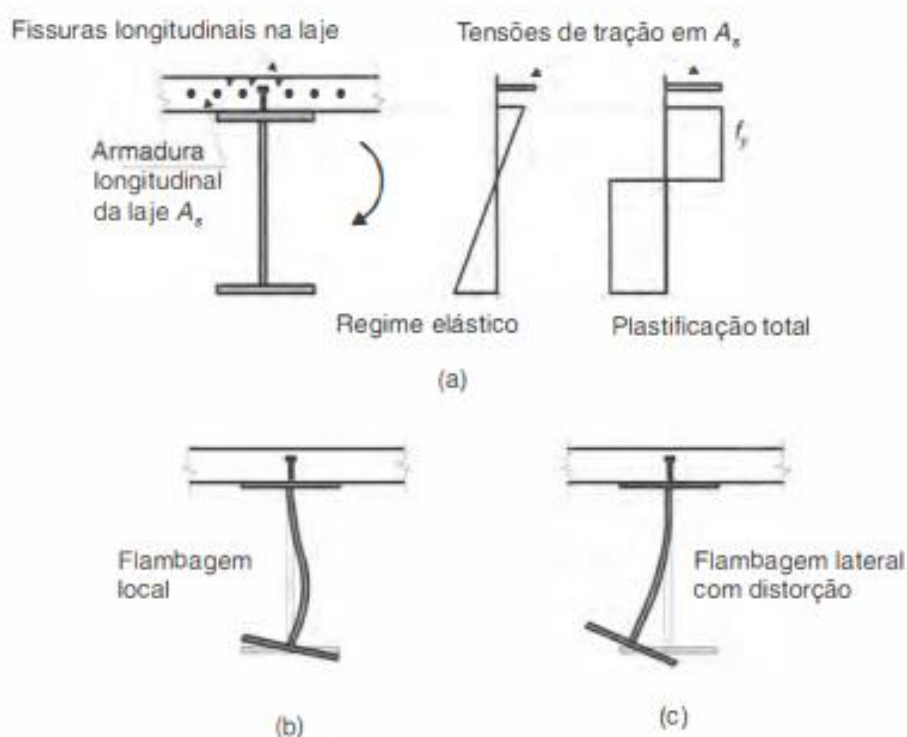
Fonte: Estrutura de aço – dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800:2008, 2009.

2.5.1.1.2 Vigas mistas sob ação de momento fletor negativo

Segundo Pfeil e Pfeil (2009), o desempenho nas áreas de momento fletor de vigas contínuas ou em balanço é definido pela tração da laje de concreto, e sua fissuração. A mesa inferior comprimida do perfil fica sujeita a flambagem local, pois a

mesma está livre, tornando uma segunda característica respeitável em relação ao local de momento positivo. Outra deformação que pode ocorrer na viga é a flambagem lateral que ocorre sem a torção da seção uma vez que a laje de concreto a impede. A figura 5 apresenta as flambagens nas vigas de perfil metálico.

Figura 5 - Viga mista com laje de concreto: (a) viga mista e diagramas de tensões na seção: (b) flambagem local da mesa inferior; (c) flambagem lateral com distorção da seção.



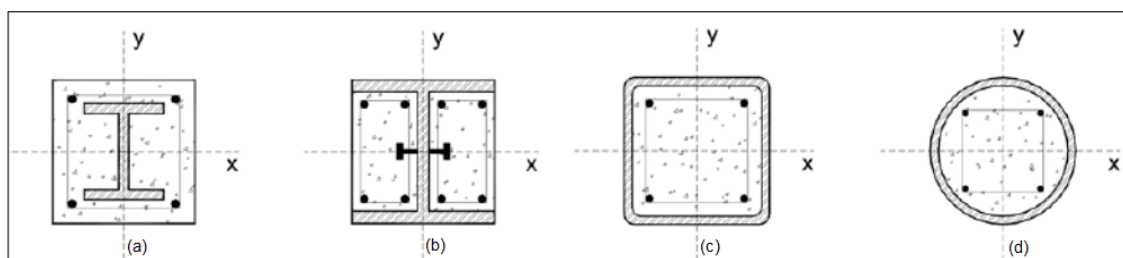
Fonte: Estrutura de aço – dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800:2008, 2009.

Em sua obra Pfeil e Pfeil (2009) cita que da mesma forma que para vigas de aço, as vigas mistas podem ter sua resistência à flexão definida pela flambagem local da seção de aço, flambagem lateral e a plastificação da seção

2.5.1.2 Pilares

Como descrito pela ABNT NBR 8800:2008, e citado por Pannoni e Silva (2010), recomenda-se para o dimensionamento pilares mistos de aço e concreto, quatro tipos mostrado na figura 6. São eles: pilar totalmente revestido item (a), pilar parcialmente revestido item (b), pilar preenchido tubular retangular item (c) e o pilar circular item (d).

Figura 6 - Pilares mistos de aço e concreto



Fonte: Estruturas de aço para edifícios - aspectos

Conforme ABNT NBR 8800:2008, os pilares mistos com seções transversais total ou parcialmente revestidas com o concreto devem dispor um perfil de aço H ou I laminado ou soldado. Aqueles que possuem as seções transversais preenchidas com concreto devem dispor um perfil de aço retangular circular ou tubular.

De acordo com ABNT NBR 8800:2008 o método simplificado tem as seguintes hipóteses básicas, há interação completa entre o aço e o concreto, as imperfeições iniciais são consistentes com aquelas adotadas para a determinação da resistência de barras de aço submetidas à compressão axial. A flambagem local para força axial e o momento fletor não pode ser um estado-limite predominante. Os limites de aplicabilidade, o método simplificado possui limites de aplicabilidade os pilares mistos devem ter dupla simetria e seção transversal constante, e o concreto utilizado deve possuir densidade normal.

Segundo Pannoni e Silva (2010), as principais vantagens do pilar misto são aproveitar a maior resistência do aço e maior rigidez da estrutura de concreto, em razão de suas maiores dimensões, concedendo ao sistema misto maior capacidade resistente e menor deslocabilidade lateral da edificação. Aumenta também a resistência ao fogo. O pilar misto tem grande capacidade resistente, e por isso o custo benefício pode ser alto quando empregado para carregamentos, em edifícios baixos.

2.5.1.3 Lajes

Conforme a ABNT NBR 8800:2008, trata-se do projeto e do dimensionamento de lajes mistas de aço e concreto, apoiadas na direção perpendicular as nervuras. Nas lajes mistas, a forma de aço deve ser capaz de transmitir o cisalhamento longitudinal na interface entre o aço e o concreto. A aderência natural entre o aço e o

concreto não é considerada efetiva para o comportamento misto, o qual deve ser garantido por ligação mecânica por meio de mossas nas formas de aço trapezoidais e a ligação por meio de atrito devido ao confinamento do concreto nas fôrmas de aço reentrantes.

De acordo com Pannoni e Silva (2010) uma laje de concreto solicita a armadura inferior para resistir aos esforços de tração. No caso das lajes mistas, essa armadura é substituída por uma forma de aço, que passa a realizar as duas funções a de armadura e a de forma devidamente dita.

O posicionamento das lajes mistas é semelhante ao das lajes de concreto acrescentando-se a verificação do cisalhamento horizontal entre forma e concreto. Por se tratar de um produto industrializado e padronizado, os fabricantes disponibilizam tabelas para facilitar a escolha da forma com as dimensões mais adequadas para o cliente (Pannoni; Silva,2010).

Pannoni e Silva (2010), cita em sua obra as principais vantagens e desvantagens desse componente estrutural. As vantagens sendo são elas:

- a) O uso da forma de aço a economia de concreto devido a concavidade da forma,
- b) Limpeza da obra, visto que a forma serve de plataforma de trabalho,
- c) Eliminação de escoras,
- d) Agilidade de montagem,
- e) Introdução de tubulação nas ondas da forma.

As desvantagens que podem-se destacar são:

- a) A necessidade do uso de forro falso para esconder a forma por motivos estéticos
- b) Um maior número de vigas secundárias para suportar a forma caso não use escoras
- c) Pode ser necessária uma armadura inferior para resistir aos esforços, em caso de incêndio, dependendo das exigências de resistência ao fogo. Conseqüentemente é essencial um estudo econômico para analisar a viabilidade do seu uso.

2.6 Softwares para dimensionamento de estruturas mista de aço e concreto

A extensa utilização de softwares para cálculo de estruturas de concreto armado acentua-se cada vez mais, logo a necessidade de explorar as decisões feitas

por estes torna-se indispensável, no entanto para que haja adequada verificação por parte do usuário é necessário que o mesmo seja familiarizado com as configurações fundamentais do software e com os modelos de cálculos utilizados.

2.6.1 Cypecad

O Cypecad, software originário da Espanha e comercializado no Brasil pela empresa Multiplus, apesar de ser estrangeiro foi adaptado para a norma brasileira de concreto armado NBR 6118:2014. É um programa usado para projeto estrutural em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de concreto e aço que engloba as etapas de lançamento do projeto, análise e cálculo estrutural, dimensionamento e detalhamento final dos elementos (MULTIPLUS, 2019).

Os recursos para detalhamento e dimensionamento estão de acordo com as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118:2014), fundações (NBR 6122), carregamentos (NBR 6120), barras (NBR 7480), ventos (NBR 6123), ações e combinações (NBR 8681).

2.6.2 mCalcAC

O mCalcAC é um programa da Stabile no qual sua finalidade é calcular e detalhar estruturas mistas de concreto e aço estrutural. O software oferece um ganho de produtividade quando comparado com planilhas eletrônicas, além disto o programa gera uma memória de cálculo e detalhamento da estrutura (STABILE, 2019).

O mCalcAC oferece as opções de uso de perfis laminados, soldados e perfis formados a frio. O dimensionamento da estrutura é feito respeitando as normas regulamentadoras NBR 8800:2008, NBR 14762:2010 e NBR 14323:1999 (STABILE, 2019).

2.7 Softwares para orçamentos e cronogramas

2.7.1 Excel

Segundo Bloch (2015), o Excel é um software que permite o usuário a criação de planilhas, organizar, interpretação e análise de dados da planilha de modo simples e rápido.

Ainda segundo Bloch (2015), a planilha eletrônica evoluiu das planilhas de contabilidade elaboradas em computadores. Sua evolução para programa matemático foi rápido e despertou o interesse de cientistas e engenheiros que aderiu o Excel como uma ferramenta indispensável para o dia a dia de trabalho, com o uso simples da ferramenta os profissionais da área da engenharia ganharam tempo e eficiência em suas atividades.

2.7.2 MsProject

O Microsoft Project é uma ferramenta criada para facilitar o gerenciamento de projetos. Essa uma ferramenta de fácil manuseio foi criada com intenção de reduzir o tempo de treinamento para utilizá-la, e simplificar o planejamento de projetos (Microsoft, 2019).

Essa ferramenta é possível criar uma grande quantidade de gráficos, planilhas e informações financeiras, também é possível elaborar linhas do tempo de uma tarefa específica desde o início até sua conclusão, assim facilitando o gerenciamento de projetos. Além disto todo o trabalho feito pode ser compartilhado online e salvo em nuvem para ter fácil acesso de onde precisar (Microsoft, 2019).

2.8 Planilha de composição de custos

O documento que descreve e relaciona os serviços aos custos, preço por unidade e valor total é conhecido como planilha orçamentária. Esta constitui-se em um documento que discrimina todos os serviços correspondendo-os aos custos diretos especificados em projeto, suas unidades de medida, quantidades e seus respectivos preços unitários e totais (OLIVEIRA; SILVA, 2018).

2.8.1 TCPO- Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

Um dos processos orçamentários utilizados para o estabelecimento da estimativa de custo para empreendimentos, é a TCPO. Esta, elaborada pela editora PINI, representa custos e despesas por serviço tanto para mão de obra quanto para materiais, e estabelece quantidade de horas necessárias para execução de cada etapa, trazendo faixas de produtividade para alguns serviços (MATTOS, 2006).

2.8.2 SINAPI- Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices

Em 1986 o SINAPI foi adotado pela Caixa como uma ferramenta corporativa, com o intuito de ser utilizada no acompanhamento do mercado da construção civil além de servir como subsídio técnico para empreendimentos habitacionais. Hoje em dia é utilizado também para analisar aplicações de recursos públicos federais, provenientes do Orçamento Geral da União – OGU.

Em todos os estados brasileiros há disponibilização pelo SINAPI de custos de serviços para obras de engenharia. Todo mês é realizada a coleta de preços pelo IBGE, a nível nacional, e é acrescentado ao extenso banco de insumos da construção civil. Somente então a Caixa Econômica Federal trata esses dados de forma estatística, permitindo que o sistema permaneça em constante atualização. A Caixa também permite 34 que instituições que são conveniadas cadastrem suas composições no SINAPI, e essas composições são analisadas e aferidas em sua pertinência por instituições de ensino superior (CEF, 2019).

2.8.3 SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas

A Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP) tem por objetivo planejar, coordenar, controlar, regular e avaliar os atos dos setores de transporte e obras públicas, principalmente obras de infraestruturas e transporte terrestre, aeroviário, hidroviário, terminais de transporte de passageiros e cargas (SETOP, 2019).

Na área de infraestrutura, a SETOP contém sua planilha de composições, a qual contém mais de três mil itens de composições de custos unitários, que estabelece valores de cada item de uma obra no Estado de Minas Gerais com valores

regionalizados, garantindo, assim, maior eficiência na orçamentação e economia ao empreendimento (SETOP, 2019).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi feita uma revisão bibliográfica, utilizando-se normas técnicas e artigos publicados. Essas publicações foram buscadas nas normas da ABTN e em vários bancos de dados como bibliotecas digitais.

Neste capítulo abordaremos o estudo comparativo entre o sistema de concreto armado e o sistema misto de aço e concreto, através de planilhas orçamentárias e tabela comparativa. Serão apresentados projetos em plantas baixas. Para execução do trabalho foram adotadas as seguintes práticas:

- Revisão bibliográfica: Para fundamentar e estruturar a base de pesquisa e desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas pesquisas em livros, artigos, manuais, normas e sites;
- Para o desenvolvimento e obtenção dos resultados foi feito um estudo entre trabalhos anteriores, buscando esclarecer os custos, a influência da mão de obra, as vantagens e desvantagens dos sistemas, tempo de execução e viabilidade entre os métodos.

Este trabalho utilizou dados levantados através do projeto da estrutura em concreto armado fornecido pelo engenheiro calculista da ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga, dimensionamento da estrutura mista de aço e concreto foi realizado através do software CypeCad dimensionado pelos autores, levantamento quantitativo dos projetos, planilhas de orçamento e cronograma físico elaboradas pelos autores do trabalho.

3.1 Dimensionamento Estrutura Mista aço e concreto

Para o dimensionamento da estrutura mista de aço e concreto foi utilizado o software CypeCad, e as normas apresentadas na tabela 1:

Tabela 1 – Comparativo de tempo

NORMA	UTILIZAÇÃO
NBR 6118 (ABNT, 2014) Projeto de estruturas de concreto — Procedimento	Elaboração e condições dos componentes de concreto
NBR 8800 (ABNT, 2008) Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios	Elaboração e condições dos componentes mistos aço-concreto
NBR 6120 (ABNT, 2019) Cargas para o cálculo de estruturas de edificações	Levantamento de cargas atuantes na estrutura
NBR 6123 (ABNT, 1988) Força devido ao vento em edificações	Configuração da sobrecarga do vento no software
NBR 6122 (ABNT, 2019) Projeto e execução de fundações	Elaboração e condições do projeto das sapatas em concreto armado

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Definido as características dos materiais utilizados para o dimensionamento da estrutura no software são:

- Concreto usinado C25 resistência de 25 Mpa para todas as
- peças;
- Aço CA-50 resistência a tensão de escoamento de 500 Mpa;
- Aço CA-60 resistência a tensão de escoamento de 600 Mpa;
- Aço laminado em perfis MR-250;
- Diâmetro máximo de agregado graúdo = 19mm (brita 1);
- Parafuso ASTM A-325;
- Considerando que o presente trabalho se trata de uma obra escolar
- definimos os seguintes carregamentos:
- Carga permanente nas lajes de piso: 0,3 t/m².
- Carga acidental nas lajes de piso: 0,25 t/m².

Definido a partir do projeto arquitetônico o tipo de edificação, quantidades de pisos, altura, e layout do projeto conforme apresentado no anexo 1 e 2, dá início a introdução no software Cypecad.

Modelagem e configuração – O software permite seis módulos de entradas, neste trabalho será utilizado a introdução automática.

Dados dos pavimentos - após definido o método de modelagem e configuração é inserido as configurações dos pavimentos, quantidade de pavimentos, altura dos pavimentos de piso a piso, e os carregamentos acidentais e permanentes sobre as lajes.

Arquivos de referências – o software permite a importação da planta baixa DWG para usar como referência de vigas e pilares. Essa etapa exporta-se as plantas baixas de cada pavimento para o software com os pilares e pontos fixos locados em planta, sem seguida é escolhido os layers que serão visíveis, ou seja, pilares, pontos fixos e vigas.

Atribuição de arquivo aos pavimentos – nesta etapa o software solicita a atribuição de cada planta ao seu respectivo pavimento, ou seja, a identificação de cada planta ao seu pavimento.

Referência dos pilares, pontos fixos e vigas – Nesta etapa é definido quais os layers de cada elemento, vigas, pilares e pontos fixos dos pilares.

Introdução dos arquivos de vigas – Nesta tela é definido o tipo de viga que será utilizado na estrutura.

Configuração geral - a tela seguinte reúne todos os dados de configurações para o cálculo da estrutura, como definição dos materiais utilizados, como, aço, perfis metálicos, concreto de cada elemento, diâmetro do agregado, ações do vento e normas a serem seguidas.

Com base nas informações e a planta baixa de cada pavimento o software cria automaticamente os polares com as seções e alturas pré-definidas e assim também é possível visualizar o pórtico 3D da estrutura.

Calculo da obra – com o pórtico totalmente lançado passamos ao cálculo da obra, onde o programa utiliza das informações inseridas para o cálculo.

O software após alguns minutos informa os erros encontrados, e após a correção é gerado um novo cálculo e a finalização do dimensionamento.

Após definido as características dos materiais, foi inserido no software as características dos materiais utilizados na estrutura conforme apresentado na figura 7.

Figura 7 – Dados gerais do dimensionamento da estrutura

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Definido a partir do projeto arquitetônico o tipo de edificação, que será composto por 5 pavimentos, sendo: o primeiro pavimento contendo um auditório, banheiro feminino, banheiro masculino, hall de circulação, e do segundo ao quinto pavimento tipo contendo 4 salas de aula, banheiro feminino, banheiro masculino e hall de circulação, conforme apresentado no anexo 1 e 2.

Após a definição das características dos materiais utilizados e tipo de edificação conforme a figura 8 foi informado ao programa a quantidade de pisos da estrutura.

Figura 8 - Inserir pisos no software

Número de pisos neste grupo

Piso	Nome	Altura	Categoria de uso	SCU (t/m ²)	CP (t/m ²)
5	Piso 5	3.10		0.40	0.13
4	Piso 4	3.10		0.40	0.13
3	Piso 3	3.10		0.40	0.13
2	Piso 2	3.10		0.40	0.13
1	Piso 1	3.80		0.40	0.13

Aceitar Cancelar

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Após a definição dos pisos e cargas conforme a figura 8, dá início ao pré-dimensionamento, onde inserimos a planta baixa e definimos os pilares, vigas dentre outros.

3.2 Levantamento quantitativo

O levantamento quantitativo consiste em levantar todos os materiais, mão de obra e serviços gastos em cada estrutura, esse é o ponto principal para iniciar o orçamento, entretanto, o levantamento quantitativo de materiais precisa ser bem elaborado para que tenhamos uma boa precisão no custo final orçado.

De posse do projeto executivo de estrutura mista aço-concreto e projeto em concreto armado dá início ao levantamento quantitativo de serviços de cada estrutura, é feito duas planilhas no software Excel, uma para cada estrutura, contendo todos os materiais levantados dos projetos, volume de concreto, quilograma de aço e perfis metálicos, metros quadrados de formas, metros quadrados de lajes, entre outros, todos separados por cada etapa de execução da estrutura, tais como, subestrutura e superestrutura.

3.3 Planilha orçamentaria

O orçamento é uma das principais etapas do trabalho, através dele será obtido o custo de cada estrutura, assim será possível obter qual estrutura é mais econômica e rápida para a ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga.

Realizado o levantamento quantitativo dos elementos de concreto armado e misto aço-concreto é dado início ao orçamento, no qual foi realizado uma planilha com auxílio do Excel contendo todos os serviços gasto em cada estrutura. A seguir, procede-se o preenchimento dos custos unitários dos serviços de cada etapa utilizando como referência a planilha de composições do SETOP (Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas).

Referência SETOP - nesta coluna será escrito o código dos insumos de referência do serviço na tabela SETOP, isto é, mão-de-obra, materiais, equipamentos, subempreiteiros e transportes.

Descrição - nesta coluna são colocadas as descrições dos componentes do serviço, ou seja, mão de obra, equipamentos, descrição de materiais, transportes, etc.

Unidade - nesta coluna são colocadas as unidades com que são definidos os componentes.

Preço unitário - nesta coluna são colocados os salários-hora dos profissionais, os custos horários, produtivos e improdutivos, para os equipamentos e os preços unitários dos materiais.

Preço total do item – nesta coluna é colocado a multiplicação da quantidade vezes o valor unitário do item, assim chegando ao valor do total do item.

Subtotal – nesta linha/coluna é colocado a soma do preço total de todos os itens daquela etapa da obra.

Total geral – nesta linha/coluna é colocado a soma de todas as colunas subtotal, assim chegando ao valor final do orçamento.

3.4 Cronograma físico

O cronograma físico de uma obra é uma ferramenta fundamental para o planejamento e controle de atividades, com ele é estimado o tempo de execução de cada atividade e logo o tempo total.

No programa Excel em uma planilha foi dividido todas as etapas de serviço da construção da estrutura na ordem de execução, como, fundação, e pavimentos do primeiro ao quinto, e cada elemento da estrutura em ordem da execução, pilares, vigas, lajes. O tempo previsto de execução de cada elemento da estrutura e caminho critico foi levantado através de informações prestadas por duas empreiteiras da cidade de Caratinga. Assim é somado todos os dias de cada etapa chegando ao tempo total da obra, onde concluímos o cronograma físico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir os resultados para a execução de cada etapa estrutural, e seus valores para a mão de obra e o material. O levantamento de custo da obra, é estabelecido por diversas fases construtivas, entretanto foi desconsiderado alguns itens para os cálculos, sendo eles: acabamento, fechamento de alvenaria, cobertura, pintura, instalações hidráulicas e elétricas. Essas fases foram consideradas similar para os dois sistemas estruturais e não influenciara no orçamento final da obra.

Fica estabelecido para o sistema em concreto armado o levantamento quantitativo, dos seguintes elementos: escadas, fundações, lajes, pilares e vigas. Para o sistema misto de aço e concreto, foi dimensionado escadas, pilares e vigas, e para as lajes foi adotado do sistema *steel deck*, chapas metálicas revestida com concreto e malha de aço.

Dessa forma, foram levantados os quantitativos e custo para o sistema estrutural de concreto armado e misto de aço e concreto.

Após a realização dos orçamentos e cronogramas, nota-se que, a estrutura mista de aço e concreto apresenta um custo duas vezes maior que a estrutura de concreto armado, devido à grande quantidade de perfis metálicos e chapas da laje *stell deck*, conforme apresentado na planilha de orçamento apêndice 12 e 13.

Tabela 2 - Comparativo de custo

COMPARATIVO CUSTO	
Estrutura	Custo
Concreto armado	584.633,37
Misto aço-concreto	1.199.675,09

Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

Em contrapartida a estrutura mista de aço e concreto apresenta melhor desempenho no tempo de execução, seu método construtivo é diferente do concreto armado assim gerando um ganho de tempo em atividades na qual tem uma sequência continua de serviços. Como apresentado no cronograma no apêndice 8, 9, 10 e 11 a estrutura mista de aço e concreto apresenta um tempo de 193 dias menor que a execução de concreto armado.

Tabela 3 – Comparativo de tempo

COMPARATIVO TEMPO	
Estrutura	Tempo
Concreto armado	446 dias
Misto aço-concreto	253 dias

Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

Através de uma análise financeira foi identificado que a estrutura de concreto armado era mais barata quando comparada com a estrutura mista de aço e concreto.

Resultado semelhante foi obtido por Rossatto (2015) que afirma que a estrutura de concreto armado obteve um custo de 33% menor que a estrutura mista. De forma contrária Paz (2019) encontrou que a estrutura de concreto armado possuía custo elevado, superando os gastos da estrutura mista de aço e concreto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, tendo como base uma ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga, através do dimensionamento em estrutura mista de aço e concreto e dimensionamento em estrutura de concreto armado e, de acordo com os cálculos de custos efetuados e descritos, demonstrou em termos financeiros, que a utilização de estrutura mista de aço e concreto apresenta custo mais elevado, em um percentual de 52%, aproximadamente, em relação à estrutura de concreto armado, representando uma economia de R\$ 615.041,72 (seiscentos e quinze mil e quarenta e um reais), valores estes calculados com base na Tabela SETOP

Com a realização das análises dos resultados obtidos dos orçamentos e cronogramas pode-se concluir que apesar do tempo de execução da estrutura mista de aço e concreto ser menor, o custo da mesma tem o valor muito elevado em relação ao custo da estrutura de concreto armado, sendo assim, a melhor opção da execução da ampliação das Faculdades Doctum de Caratinga é a estrutura de concreto armado, também podemos concluir que para a execução de obras do mesmo porte na cidade de Caratinga a estrutura de concreto armado é mais viável, a qual apresenta um tempo de execução elevado mas seu custo é um diferencial considerável na escolha do sistema estrutural.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. - Elaboração. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Força devido ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2019.

BARROSO, Mário Coelho. Análise do Comportamento à flexão de aduelas em Vigas Protendidas. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Dissertação em Mestrado Campos dos GoytacazesRJ, junho de 2005. [Orientador: Prof. Jean Marie Désir].

BASTOS, Paulo S. Dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**: Notas de aula. Bauru: Unesp, 2006.

BRAGA, Thomaz dos Mares Guia. **Cronologia do Uso dos Metais**. Belo Horizonte, Usiminas, 1998.

BLOCH, Sylvan Charles. **Excel para Engenheiros e Cientistas**. Rio de Janeiro, 2015.

BORGES, Alberto Nogueira. **Curso prático de cálculo em concreto armado: projetos de edifícios**. Rio de Janeiro, 2010.

BOTELHO, M.H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI. Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poderpublico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 de out. de 2019

CAMACHO, J. S. **Projetos de edifícios em alvenaria estrutural. Notas de aula**. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Paulista, 2006.

CHING, Francisco D.K.; ONOUE, Barry S.; ZUBERBUHLER, Douglas. **Sistemas Estruturais Ilustrados: padrões sistemas e projeto**. Bookman, 2010.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de Aço**. Conceito, Técnicas e Linguagem. São Paulo, Ed. Zigurate, 2002.

HANAL, João Bento de. **Fundamentos de concreto protendido**. São Carlos 2005.

MICROSOFT. Ms Project. Disponível < <https://products.office.com/pt-br/project/project-management-software?rtc=1>. Acesso em 08 de setembro de 2019.>

MULTIPLUS. Cypecad: visão geral. Disponível < <https://multiplus.com/software/cypecad>. Acesso em: 17 outubro de 2019 >

OLIVEIRA, Anna Paula Lage de; SILVA, Samuel Igor da Silva e. **Análise dos índices de produtividade da mão de obra vigente em canteiro de obras em comparação aos índices das planilhas orçamentárias**. Caratinga, 2018. Disponível em: < <http://dSPACE.doctum.edu.br/bitstream/123456789/184/1/TCC%20ANNA%20E%20SAMUEL.pdf>>. Acesso em: 20 de out. de 2019

PANNONI, Fabio Domingos; SILVA, Valdir Pignatta e. **Estruturas de aço para edifícios- aspectos tecnológicos e de concepção**. São Paulo, 2010.

PFEIL, W. Concreto armado, v. 1, 2 e 3, 5a ed., Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.

PFEIL, W., PFEIL M. Estruturas de Aço – **Dimensionamento Prático**. 8º ed. Rio de Janeiro, 2009.

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança. **Estruturas metálicas: calculos, detalhes, exercicios e projetos**. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Blücher, 2005.

QUEIROZ, Gilson; PIMENTA, R.J.; MARTINS, A.G. Manual de Construção em aço: estruturas mistas vol 1. 2.ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

SCADELAI, Murilo A., PINHEIRO Libânio M. **Estruturas de Concreto** – Cap 16. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas, 2005.

SETOP-MG. Planilha Referencial de Preços Unitários para Obras de Edificação e Infraestrutura. Disponível em: http://www.setop.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/preco_setop_leste.pdf. Acesso em: 15 de novembro de 2019.

SILVA, Geraldo Gomes da. **Arquitetura do ferro no Brasil**. São Paulo: Nobel, 1986.

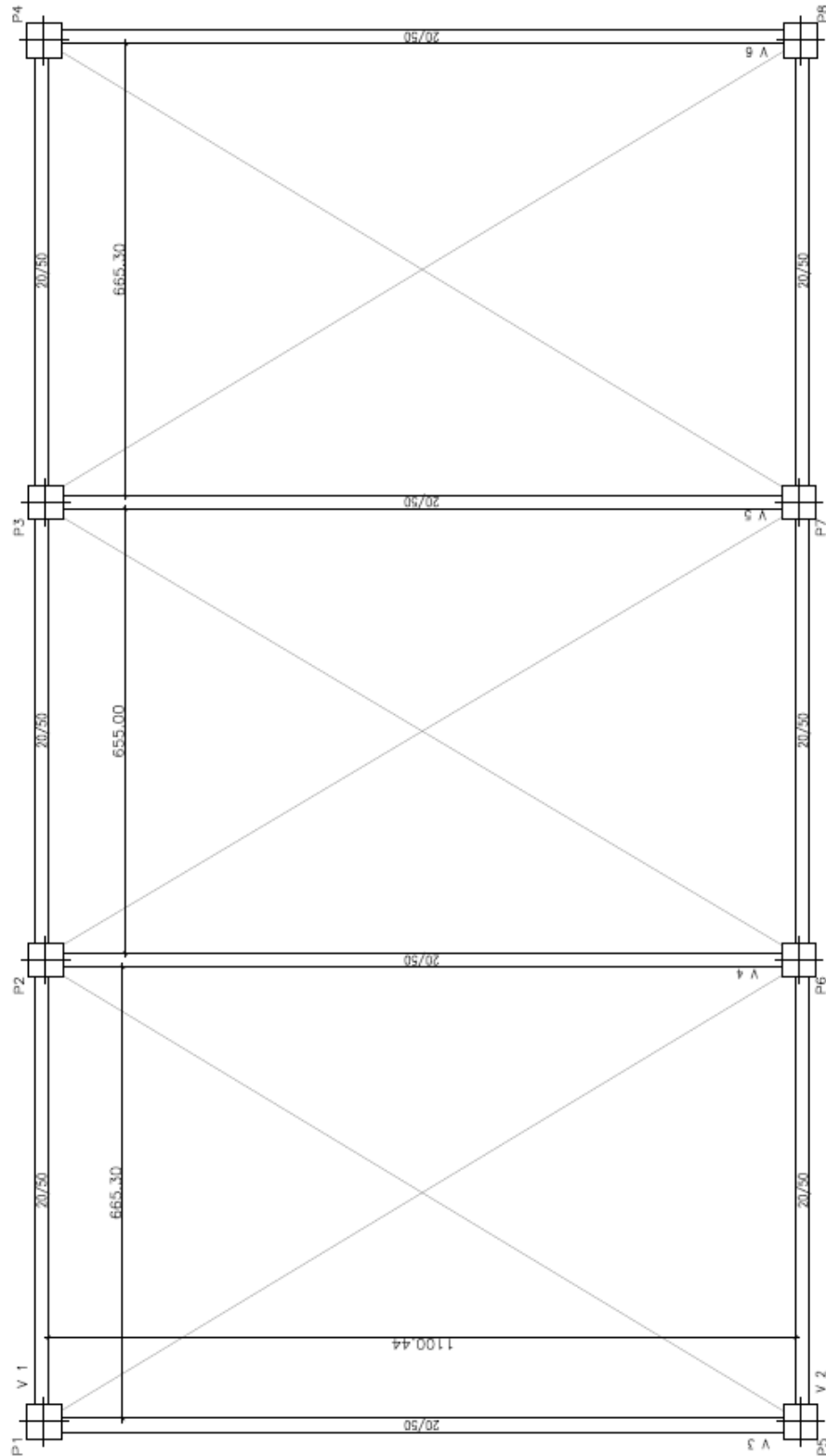
SILVA, Bruno Gomes., ZAFALON, Ademar Ança. **Construção Civil: Importância do planejamento de obras**. Mestrado Em Ciências E Tecnologias Na Educação. Instituto Federal, Rio Grande do Sul, 2018.

STABILE ENGENHARIA. mCalcAC. Disponível <
<https://stabile.com.br/programasgeral/mcalcac>. Acesso em: 18 de outubro de 2019. >

MATTOS, Aldo Dorea. **Como preparar orçamento de obras**. São Paulo, 2006.

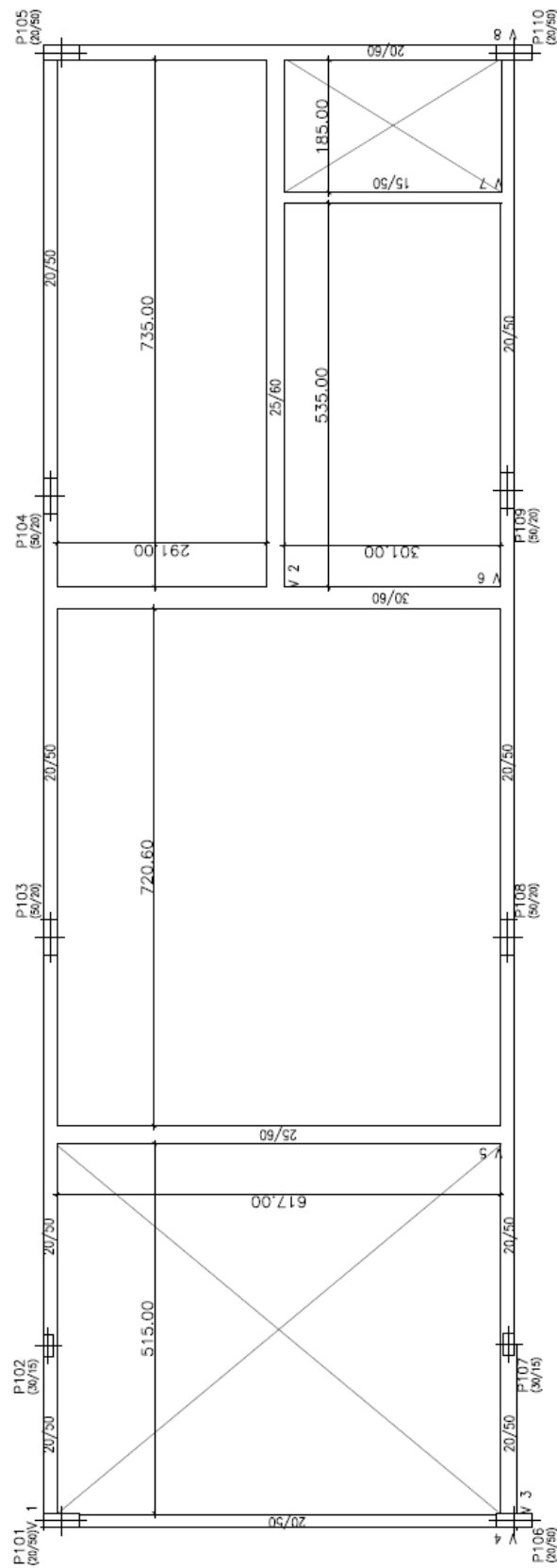
APENDICE

Apêndice 1 - Cintamento – Estrutura mista



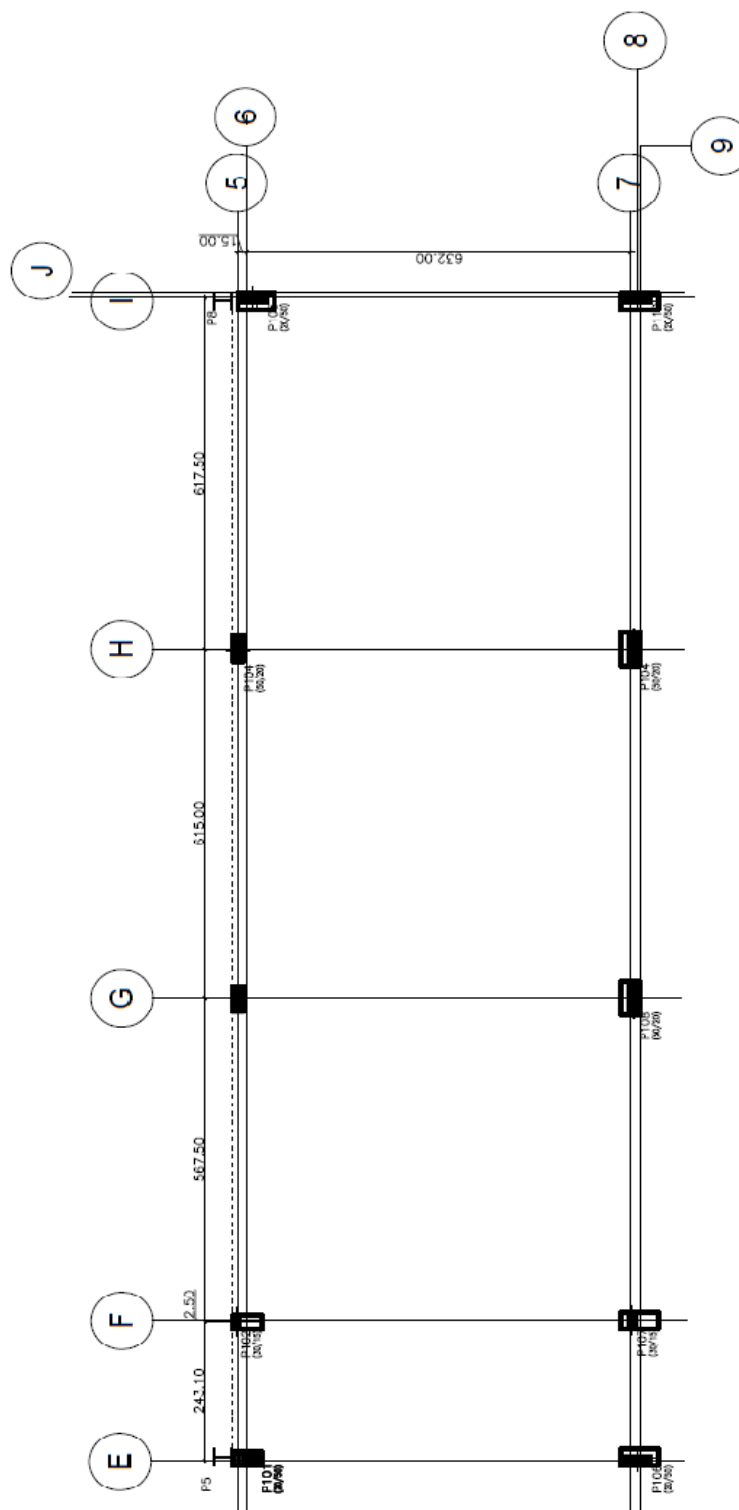
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 2 - Forma das vigas de concreto – Estrutura mista



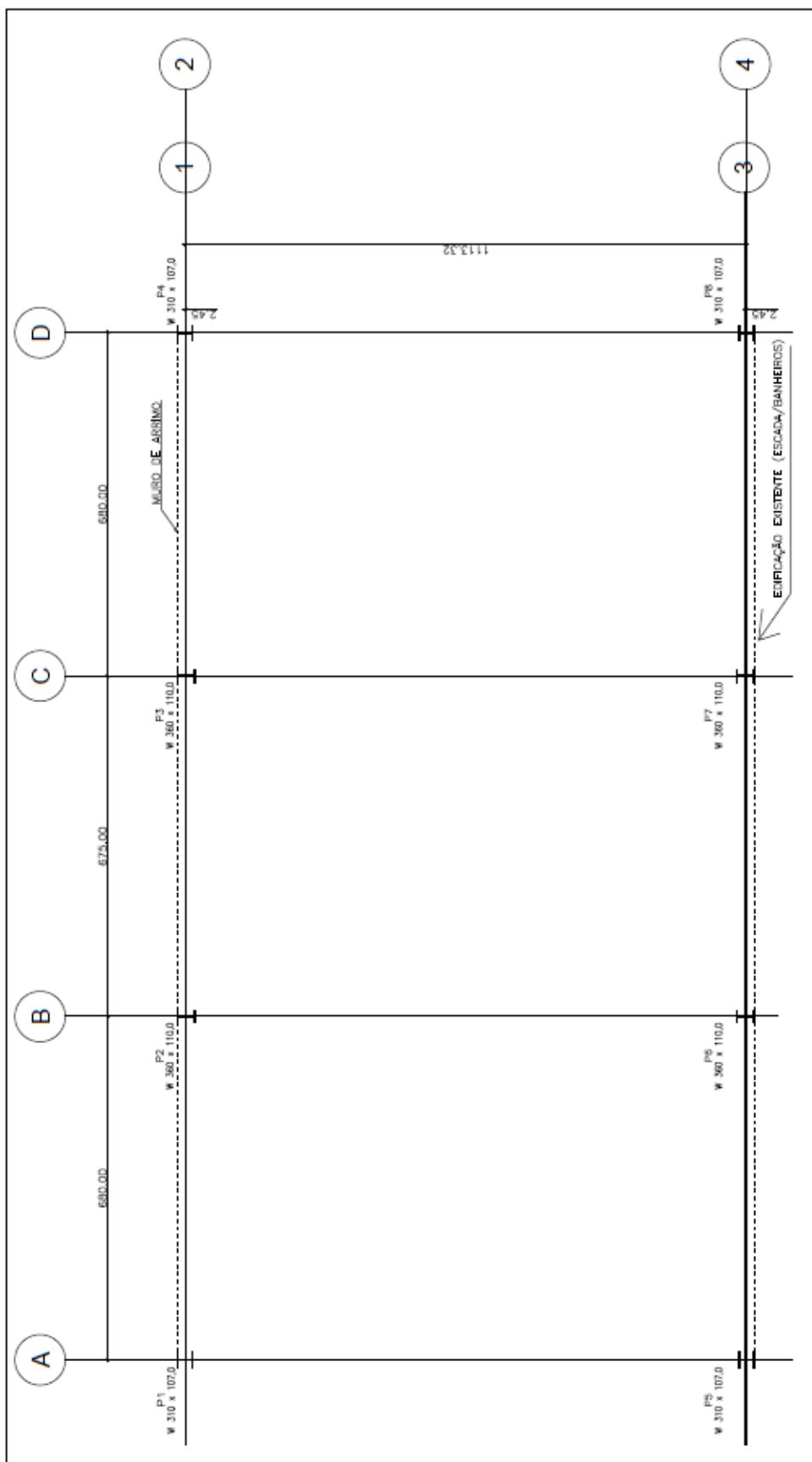
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 3 - Locação pilares de concreto – Estrutura mista



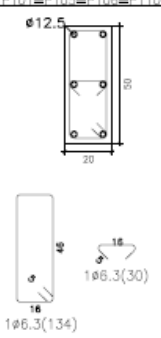
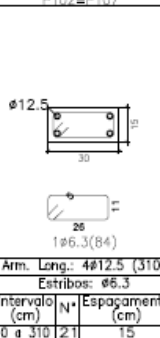
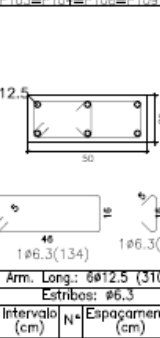
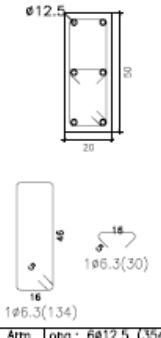
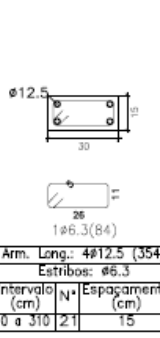
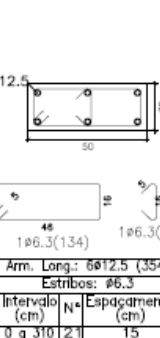
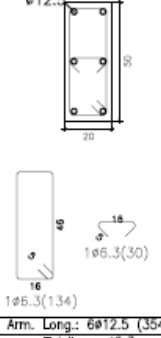
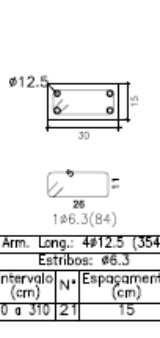
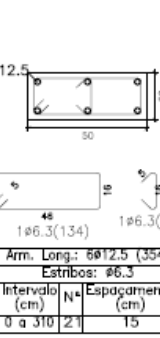
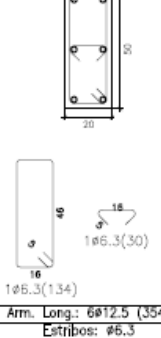
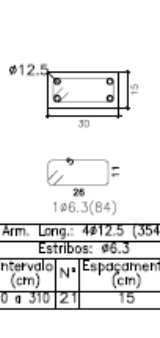
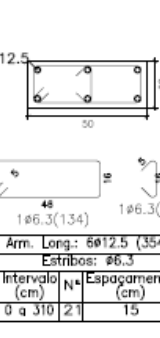
Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 4 - Locação dos pilares metálicos – Estrutura mista







































Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 5 - Pilar de concreto hall de acesso – Estrutura mista

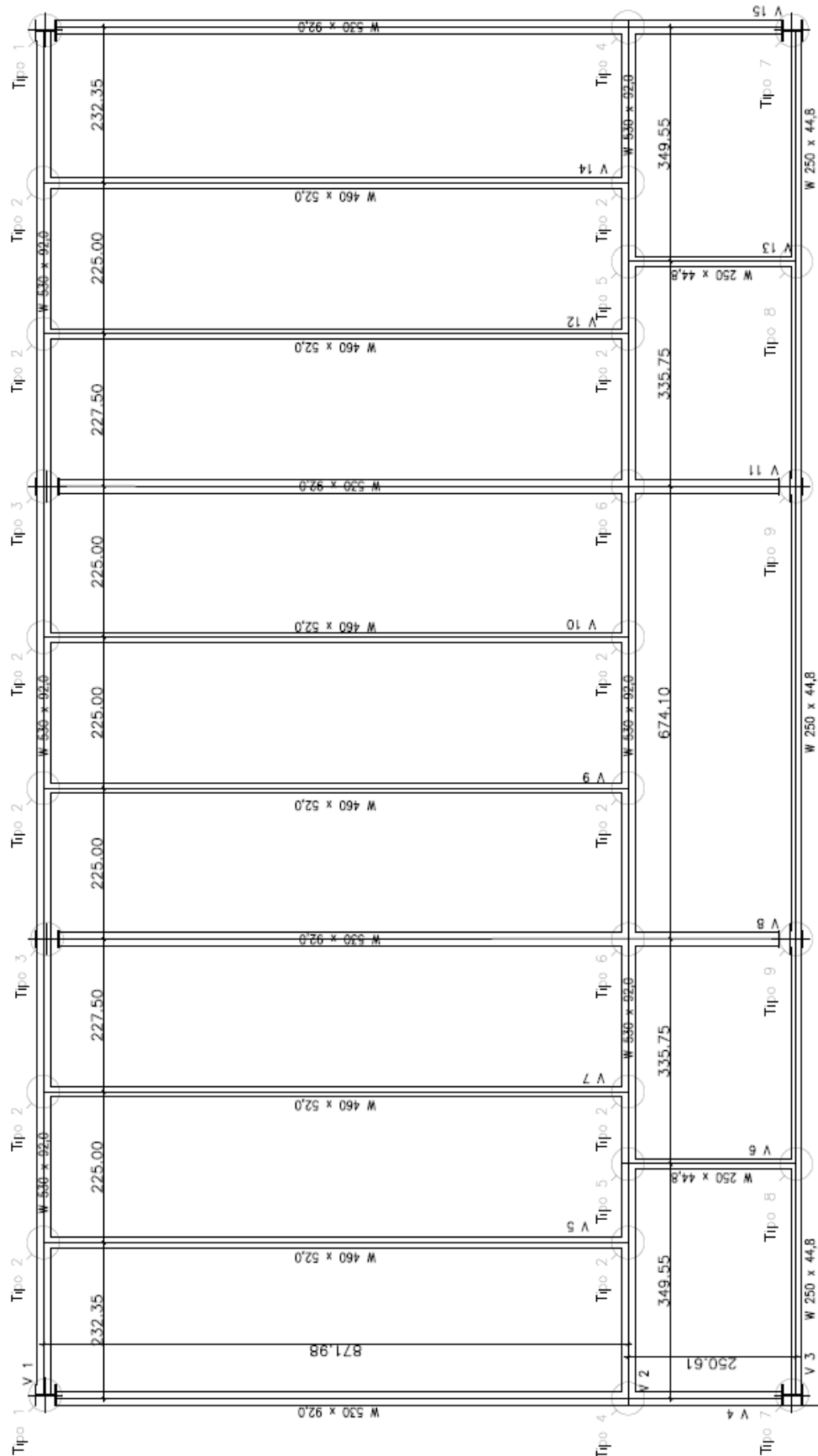
P101=P105=P106=P110	P102=P107	P103=P104=P108=P109	A/E-05																		
 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (310) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (310) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 6#12.5 (310) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	A/E-05
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 6#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	A/E-04
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 6#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	A/E-03
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>Arm. Long.: 6#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	A/E-02
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
<p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	<p>Arm. Long.: 4#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	<p>Arm. Long.: 6#12.5 (354) Estribos: #6.3</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espaçamento (cm)</th> </tr> <tr> <td>0 a 310</td> <td>21</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	A/E-01
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			
Intervalo (cm)	Nº	Espaçamento (cm)																			
0 a 310	21	15																			

Apêndice 6 - Quadro de pilares metálicos – Estrutura mista

P2=P3	P4	P5	P6	P7	P8=P9	
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	LAJE-05
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	LAJE-04
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	LAJE-03
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	LAJE-02
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	LAJE-01
W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 310 x 107,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	W 360 x 110,0 	CINTA

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 7 - Vigas metálicas – Estrutura mista



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 8 - Cronograma Estrutura – Estrutura mista

1	Nome da Tarefa	Duração
	CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURA MISTA	253 dias
	SERVIÇOS PRELIMINARES	3 dias
	LOCAÇÃO DA OBRA (GABARITO)	3 dias
	FUNDAÇÃO	43 dias
	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS 1,50 M < H <= 3,00 M	10 dias
	APILOAMENTO DO FUNDO DE VALAS COM SOQUETE	3 dias
	APLICAÇÃO DE LONA PRETA	2 dias
	FORNECIMENTO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL	3 dias
	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
	FORMA E DESFORMA	15 dias
	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 25 MP	15 dias
	ATERRO COMPACTADO MANUAL	5 dias
	SUPERESTRUTURA - LAJES 1	56 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	50 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
	MONTAGEM DE PILARES E VIGAS	20 dias
	LAJE	11 dias
	MONTAGEM DE CHAPAS MF-50 - STELL DECK	5 dias
	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	5 dias
	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
	SUPERESTRUTURA - LAJES 2	52 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	46 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
	MONTAGEM DE PILARES E VIGAS	20 dias
	LAJE	11 dias
	MONTAGEM DE CHAPAS MF-50 - STELL DECK	5 dias
	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	5 dias
	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
	SUPERESTRUTURA - LAJES 3	48 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	42 dias
	FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
	MONTAGEM DE PILARES E VIGAS	20 dias
	LAJE	11 dias
	MONTAGEM DE CHAPAS MF-50 - STELL DECK	5 dias
	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	5 dias
	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia

Apêndice 9 - Cronograma Estrutura – Estrutura mista

Nome da Tarefa	Duração
SUPERESTRUTURA - LAJES 4	40 dias
FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
MONTAGEM DE PILARES E VIGAS	20 dias
LAJE	11 dias
MONTAGEM DE CHAPAS MF-50 - STELL DECK	5 dias
CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	5 dias
ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
SUPERESTRUTURA - LAJES 5	40 dias
FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
FABRICAÇÃO DE PEÇAS	40 dias
MONTAGEM DE PILARES E VIGAS	20 dias
LAJE	11 dias
MONTAGEM DE CHAPAS MF-50 - STELL DECK	5 dias
CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	5 dias
ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
SUPERESTRUTURA - HALL E ESCADA	200 dias
PILARES	200 dias
CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	180 dias
FORMA E DESFORMA E ESCORAMENTO	180 dias
CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	180 dias

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 10 - Cronograma - Estrutura concreto armado

Id	Nome da Tarefa	Duração
1	CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURA EM CONCRETO	446 dias
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	3 dias
3	LOCAÇÃO DA OBRA (GABARITO)	3 dias
4	FUNDAÇÃO	43 dias
5	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS 1,50 M < H <= 3,00 M	10 dias
6	APILOAMENTO DO FUNDO DE VALAS COM SOQUETE	3 dias
7	APLICAÇÃO DE LONA PRETA	2 dias
8	FORNECIMENTO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL	3 dias
9	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
10	FORMA E DESFORMA	15 dias
11	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 25 MP	15 dias
12	ATERRO COMPACTADO MANUAL	5 dias
13	SUPERESTRUTURA - LAJES 1	60 dias
14	PILARES	25 dias
15	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
16	FORMA E DESFORMA	20 dias
17	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
18	VIGAS	23 dias
19	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
20	FORMA E DESFORMA	18 dias
21	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
22	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
23	LAJE	20 dias
24	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	7 dias
25	FORMA E DESFORMA	20 dias
26	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
27	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
28	SUPERESTRUTURA - LAJES 2	70 dias
29	PILARES	35 dias
30	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
31	FORMA E DESFORMA	20 dias
32	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
33	VIGAS	23 dias
34	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
35	FORMA E DESFORMA	18 dias
36	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
37	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
38	LAJE	20 dias
39	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	7 dias
40	FORMA E DESFORMA	20 dias

Apêndice 11 - Cronograma - Estrutura concreto armado

Id	Nome da Tarefa	Duração
81	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
82	LAJE	20 dias
83	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	7 dias
84	FORMA E DESFORMA	20 dias
85	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
86	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia
87	SUPERESTRUTURA - LAJES 5	70 dias
88	PILARES	35 dias
89	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
90	FORMA E DESFORMA	20 dias
91	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
92	VIGAS	23 dias
93	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	10 dias
94	FORMA E DESFORMA	18 dias
95	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
96	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	10 dias
97	LAJE	20 dias
98	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	7 dias
99	FORMA E DESFORMA	20 dias
100	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR	10 dias
101	CONCRETO ESTRUTURAL, COM FCK 30MPA	1 dia

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

Apêndice 12 – Orçamento Concreto Armado

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
OBRA:		AMPLIAÇÃO FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA			TIPO:	CONCRETO
ENDEREÇO:					DATA:	now/19
MUNICÍPIO		CARATINGA			PRAZO:	
ITEM	REFERENCIA SETOP	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTDE	PREÇO UNIT (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1 SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1	LOC-OB-005	LOCAÇÃO DA OBRA (GABARITO)	M2	28,81	R\$ 7,12	R\$ 205,13
SUB TOTAL						R\$ 205,13
2 FUNDAÇÃO						
2.1	TER-ESC-040	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS 1,50 M < H <= 3,00 M	M2	109,50	R\$ 66,96	R\$ 7.332,03
2.2	TER-API-005	APILOAMENTO DO FUNDO DE VALAS COM SOQUETE	M2	62,61	R\$ 17,11	R\$ 1.071,33
2.3	PIS-LON-005	APLICAÇÃO DE LONA PRETA, ESP. 150 MICRAS, INCLUSIVE FORNECIMENTO	M2	62,61	R\$ 2,31	R\$ 144,64
2.4	EST-CON-020	FORNECIMENTO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL, PREPARADO EM OBRA COM BETONEIRA, COM FCK 15 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	3,48	R\$ 421,93	R\$ 1.467,14
2.5	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	1437,00	R\$ 7,61	R\$ 10.935,57
2.6	ED-8398	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO PLASTIFICADO, ESP. 12MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	M2	152,59	R\$ 44,16	R\$ 6.738,48
2.7	EST-CON-115	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 25 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	64,13	R\$ 345,30	R\$ 22.143,87
2.8	TER-ATE-015	ATERRO COMPACTADO MANUAL, COM SOQUETE	m3	37,32	R\$ 50,59	R\$ 1.888,18
SUB TOTAL						R\$ 51.721,25
3 SUPERESTRUTURA - 1 AO 5 ANDAR						
3.1	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	23.462,34	R\$ 7,61	R\$ 178.548,44
3.2	ED-8398	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO PLASTIFICADO, ESP. 12MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	M2	1.715,15	R\$ 44,16	R\$ 75.741,07
3.3	EST-FOR-040	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR CONVENCIONAL (H = 3,21 À 4,50 M) COM ACESSÓRIOS PARA LAJES E VIGAS MACIÇAS, EXCLUSIVE TRANSPORTE E MONTAGEM (ALUGUEL MENSAL)	M3*MÊS	4.469,92	R\$ 1,70	R\$ 7.598,86
3.4		FORNECIMENTO E MONTAGEM DE BLOCOS DE DE ISOPOR (53X53X34)CM	pps	2.600,00	R\$ 5,00	R\$ 13.000,00
3.5	EST-CON-120	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 30 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	199,81	R\$ 358,74	R\$ 71.681,55
SUB TOTAL						R\$ 346.569,93
4 SUPERESTRUTURA - ACESSO AOS PAVIMENTOS						
4.1	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	14.299,00	R\$ 7,61	R\$ 108.815,39
4.2	ED-8398	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO PLASTIFICADO, ESP. 12MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	M2	980,10	R\$ 44,16	R\$ 43.281,34
4.3	EST-FOR-040	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR CONVENCIONAL (H = 3,21 À 4,50 M) COM ACESSÓRIOS PARA LAJES E VIGAS MACIÇAS, EXCLUSIVE TRANSPORTE E MONTAGEM (ALUGUEL MENSAL)	M3*MÊS	1.772,43	R\$ 1,70	R\$ 3.013,14
4.4	EST-CON-120	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 30 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	86,49	R\$ 358,74	R\$ 31.027,20
SUB TOTAL						R\$ 186.137,06
TOTAL GERAL						R\$ 584.633,37

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

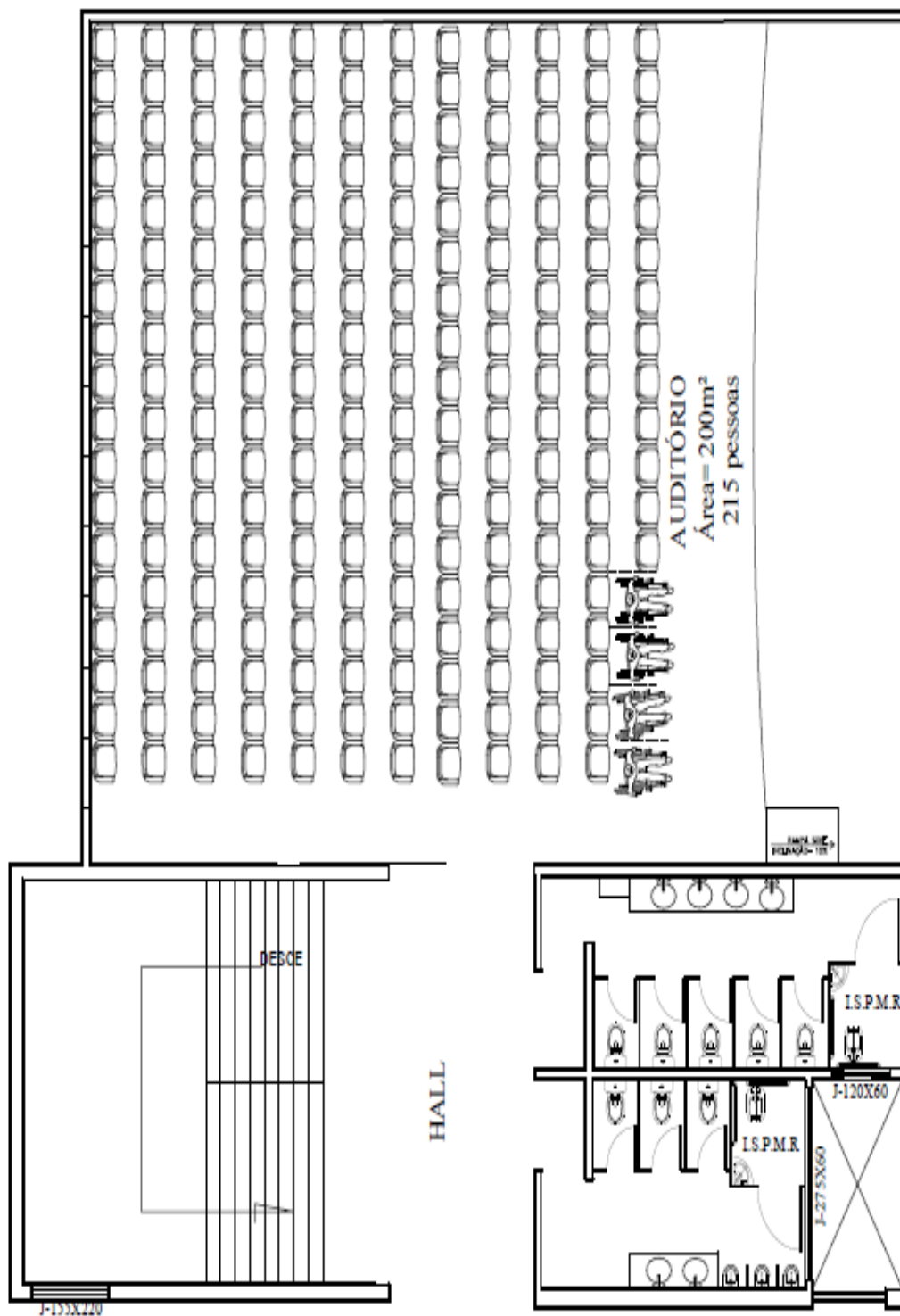
Apêndice 13 – Orçamento Misto concreto e aço

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
OBRA: AMPLIAÇÃO FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA					TIPO: misto - concreto e aço	
ENDEREÇO:					DATA: nov/19	
MUNICÍPIO CARATINGA					PRAZO:	
ITEM	REFERENCIA SETOP	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTDE	PREÇO UNIT (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1 SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1	LOC-OBR-005	LOCAÇÃO DA OBRA (GABARITO)	M2	244,20	R\$ 7,12	R\$ 1.738,70
SUB TOTAL						R\$ 1.738,70
2 FUNDAÇÃO						
2.1	TER-ESC-040	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS 1,50 M < H <= 3,00 M	M2	71,89	R\$ 66,96	R\$ 4.813,49
2.2	TER-API-005	APILOAMENTO DO FUNDO DE VALAS COM SOQUETE	M2	58,81	R\$ 17,11	R\$ 1.006,24
2.3	PIS-LON-005	APLICAÇÃO DE LONA PRETA, ESP. 150 MICRAS, INCLUSIVE FORNECIMENTO	M2	58,81	R\$ 2,31	R\$ 135,85
2.4	EST-CON-020	FORNECIMENTO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL, PREPARADO EM OBRA COM BETONEIRA, COM FCK 15 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	2,94	R\$ 421,93	R\$ 1.240,69
2.5	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	1267,00	R\$ 7,61	R\$ 9.641,87
2.6	ED-8398	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO PLASTIFICADO, ESP. 12MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	M2	141,62	R\$ 44,16	R\$ 6.253,94
2.7	EST-CON-115	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 25 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	30,56	R\$ 345,30	R\$ 10.552,37
2.8	TER-ATE-015	ATERRO COMPACTADO MANUAL, COM SOQUETE	m3	32,75	R\$ 50,59	R\$ 1.656,77
SUB TOTAL						R\$ 35.301,21
3 SUPERESTRUTURA - 1 AO 5 ANDAR						
3.1	EST-MET-005	FORNECIMENTO, FABRICAÇÃO, TRANSPORTE E MONTAGEM DE ESTRUTURA METÁLICA EM PERFIS LAMINADOS, INCLUSIVE PINTURA PRIMER	KG	76.738,00	R\$ 10,50	R\$ 826.749,00
3.2	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	975,00	R\$ 7,61	R\$ 7.419,75
3.3	rms-estruturas-metálicas.	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE CHAPA ESP. 8MM TIPO MF-50 (STELL DECK)	KG	1.085,00	R\$ 83,29	R\$ 90.369,65
3.4	EST-FOR-040	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR CONVENCIONAL (H = 3,21 À 4,50 M) COM ACESSÓRIOS PARA LAJES E VIGAS MACIÇAS, EXCLUSIVE TRANSPORTE E MONTAGEM (ALUGUEL MENSAL)	M3*MÊS	1.866,60	R\$ 1,70	R\$ 3.173,22
3.5	ARM-TEL-010	ARMADURA DE TELA DE AÇO CA-60 B SOLDADA TIPO Q-75 (DIÂMETRO DO FIO: 4,20 MM / DIMENSÕES DA TRAMA: 150 X 150 MM / TIPO DA MALHA: QUADRANGULAR)	KG	1.315,00	R\$ 8,81	R\$ 11.585,15
3.6	EST-CON-120	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 30 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	103,70	R\$ 358,74	R\$ 37.201,34
SUB TOTAL						R\$ 976.498,11
4 SUPERESTRUTURA - ACESSO AOS PAVIMENTOS						
4.1	ARM-AÇO-020	CORTE, DOBRA E MONTAGEM DE AÇO CA-50/60	KG	14.299,00	R\$ 7,61	R\$ 108.815,39
4.2	ED-8398	FORMA E DESFORMA DE COMPENSADO PLASTIFICADO, ESP. 12MM, REAPROVEITAMENTO (3X), EXCLUSIVE ESCORAMENTO	M2	980,10	R\$ 44,16	R\$ 43.281,34
4.3	EST-FOR-040	ESCORAMENTO METÁLICO TUBULAR CONVENCIONAL (H = 3,21 À 4,50 M) COM ACESSÓRIOS PARA LAJES E VIGAS MACIÇAS, EXCLUSIVE TRANSPORTE E MONTAGEM (ALUGUEL MENSAL)	M3*MÊS	1.772,43	R\$ 1,70	R\$ 3.013,14
4.4	EST-CON-120	FORNECIMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL, USINADO BOMBEADO, COM FCK 30 MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m3	86,49	R\$ 358,74	R\$ 31.027,20
SUB TOTAL						R\$ 186.137,06
TOTAL GERAL						R\$ 1.199.675,08

Fonte: Elaborado pelos autores, 2019

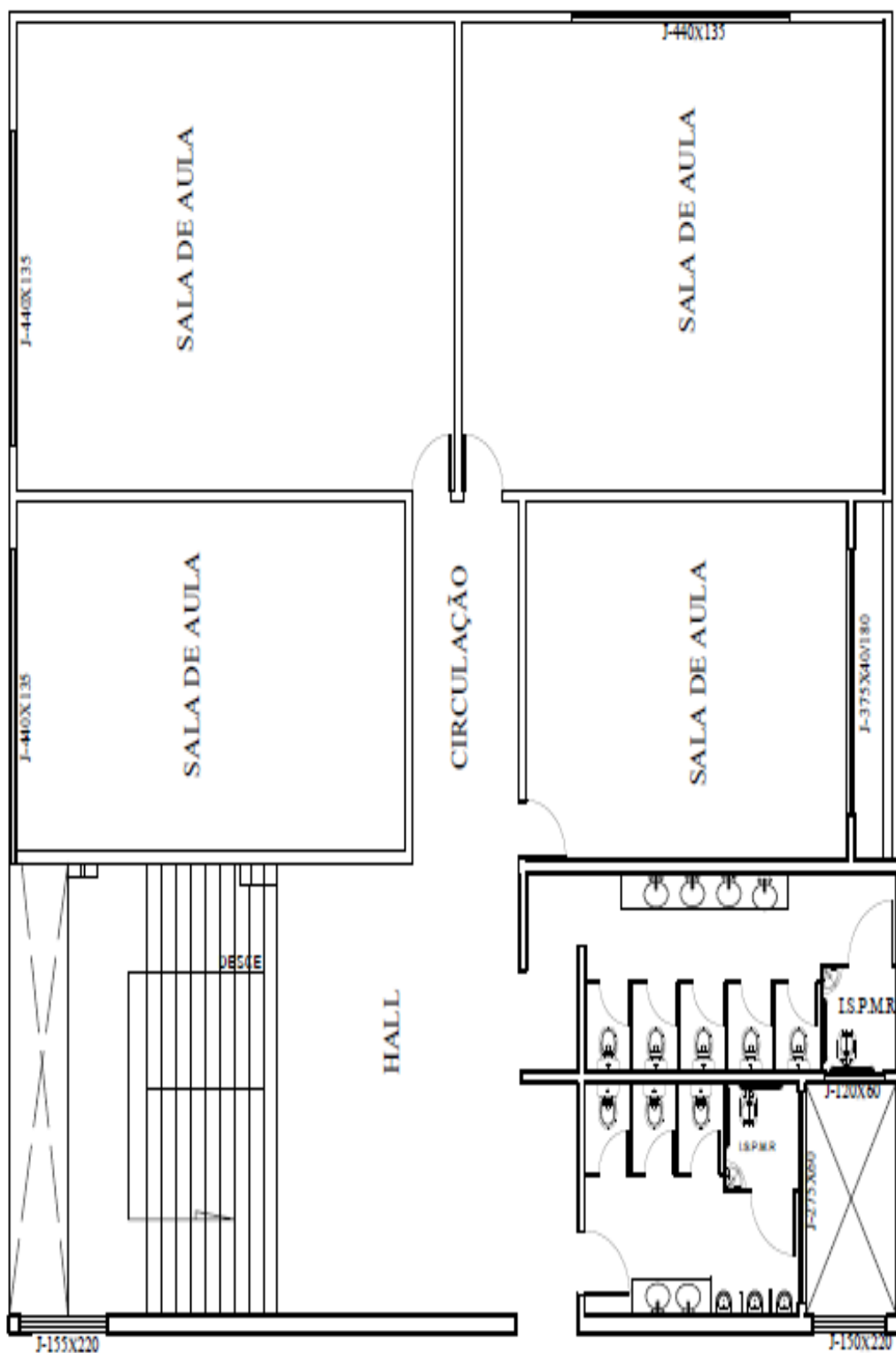
ANEXO

Anexo 1 – Planta baixa primeiro pavimento



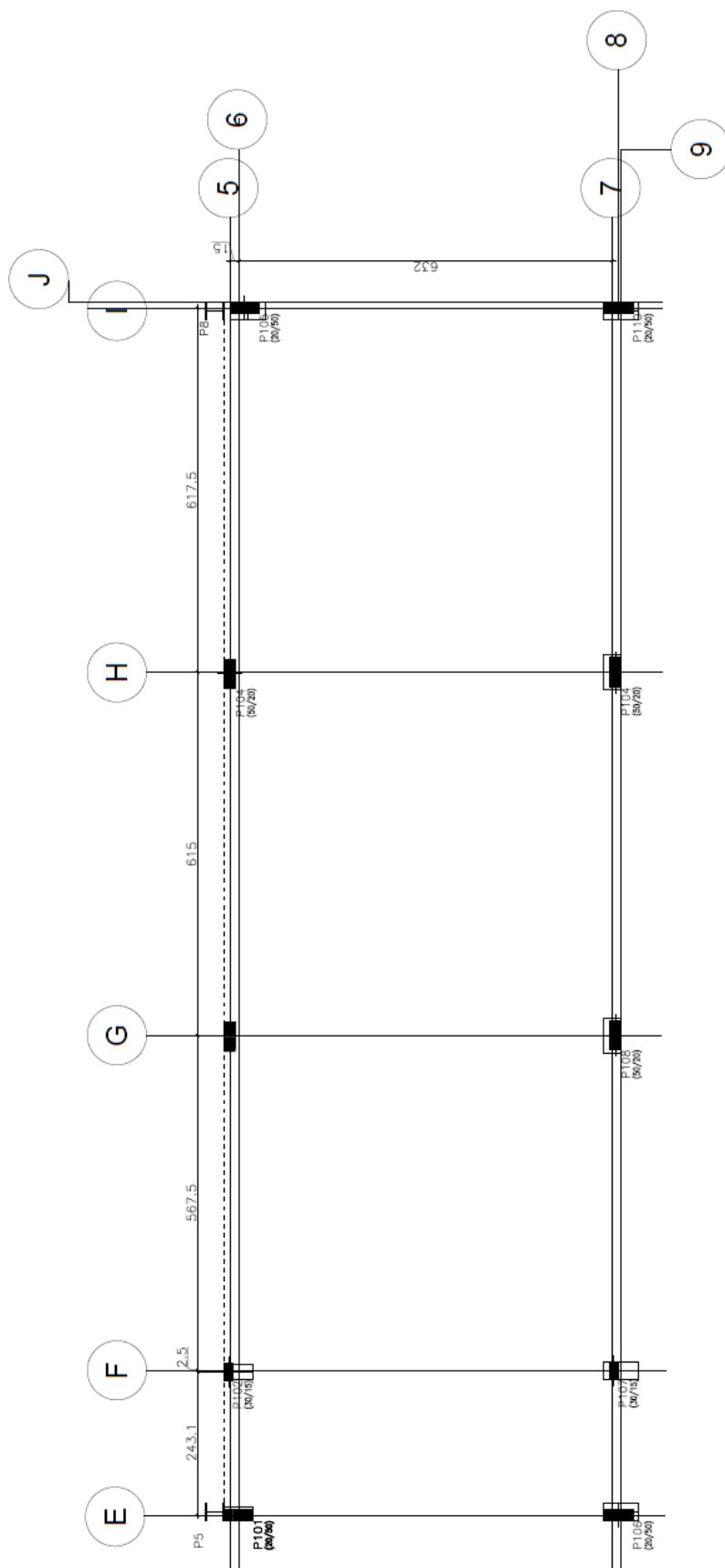
Fonte: Engenheira Thais

Anexo 2– Planta baixa segundo ao quinto pavimento



Fonte: Engenheira Thais

Anexo 3 - Locação pilares hall – Concreto armado



Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 4 - quadro de pilar laje 1 a 2 - Concreto armado

	P1	P2	P4	P5=P3	P6	P7	P8
	105(134)	105(156)	105(134)	105(134)	105(134)	105(156)	105(124)
	Arm. Long.: 10012.5 (379)	Arm. Long.: 4020+2012.5 (379)	Arm. Long.: 14012.5 (379)	Arm. Long.: 8012.5 (379)	Arm. Long.: 14012.5 (379)	Arm. Long.: 4020+2012.5 (379)	Arm. Long.: 8012.5 (379)
	Estribos: 05	Estribos: 05	Estribos: 05	Estribos: 05	Estribos: 05	Estribos: 05	Estribos: 05
	Intervalo N°	Intervalo N°	Intervalo N°	Intervalo N°	Intervalo N°	Intervalo N°	Intervalo N°
	Espacamento	Espacamento	Espacamento	Espacamento	Espacamento	Espacamento	Espacamento
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
	0 a 340	0 a 340	0 a 340	0 a 340	0 a 340	0 a 340	0 a 340
	28	23	23	28	23	23	28
	12	15	15	12	15	15	12

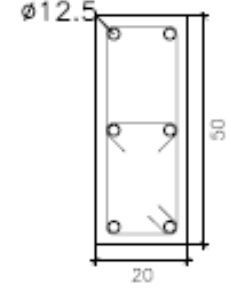
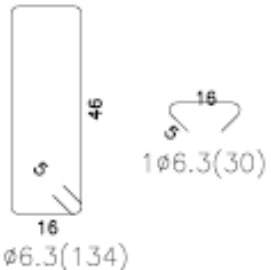
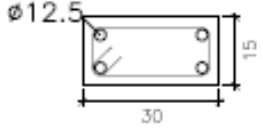
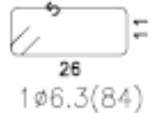
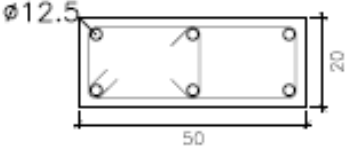

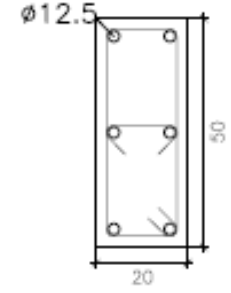
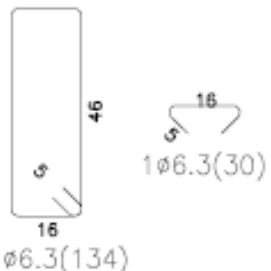
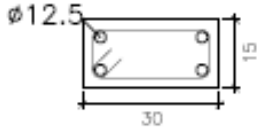
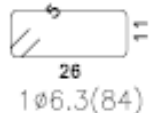
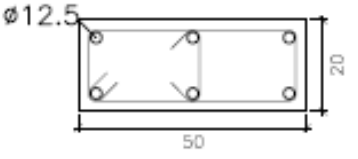

Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 5 - quadro de pilar laje 2 a 3 - Concreto armado

	P1	P2	P4	P5=P3	P6	P7	P8																																																																																									
	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>	<p>Ø12,5</p>																																																																																									
	<p>16 3 16</p>	<p>36 3 36</p>	<p>16 3 16</p>	<p>16 3 16</p>	<p>16 3 16</p>	<p>36 3 36</p>	<p>11 3 11</p>																																																																																									
	<p>100(134)</p>	<p>80(154)</p>	<p>140(134)</p>	<p>80(134)</p>	<p>140(134)</p>	<p>80(154)</p>	<p>105(124)</p>																																																																																									
	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>100(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	100(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>80(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	80(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>140(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	140(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>80(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	80(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>140(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	140(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<table border="1"> <tr><td>Arm. Long.:</td><td>80(12,5)</td><td>(379)</td></tr> <tr><td>Estribos:</td><td>Ø5</td><td></td></tr> <tr><td>Intervalo (cm)</td><td>Nº</td><td>Espacamento (cm)</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>0 a 340</td><td>28</td><td>12</td></tr> </table>	Arm. Long.:	80(12,5)	(379)	Estribos:	Ø5		Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12
Arm. Long.:	100(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														
Arm. Long.:	80(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														
Arm. Long.:	140(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														
Arm. Long.:	80(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														
Arm. Long.:	140(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														
Arm. Long.:	80(12,5)	(379)																																																																																														
Estribos:	Ø5																																																																																															
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento (cm)																																																																																														
0 a 340	23	15																																																																																														
0 a 340	28	12																																																																																														

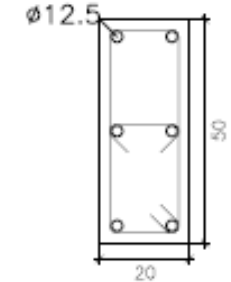
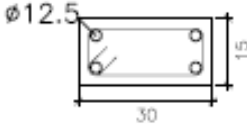
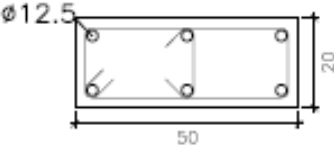
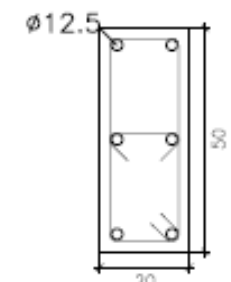
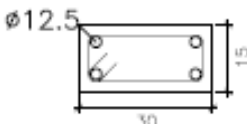
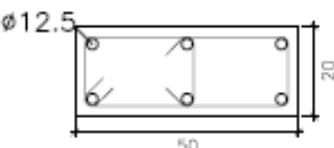
Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 6 - quadro de pilar hall de acesso laje 3 a 4 e 4 a 5 - Concreto armado

P101=P105=P106=P110	P102=P107	P103=P104=P108=P109	LAJE-05																																				
  <table border="1" data-bbox="252 985 603 1153"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6ϕ12.5 (310)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (310)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	  <table border="1" data-bbox="641 828 992 996"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 4ϕ12.5 (310)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 4 ϕ 12.5 (310)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	  <table border="1" data-bbox="1053 851 1404 1019"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6ϕ12.5 (310)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (310)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	LAJE-05
Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (310)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 4 ϕ 12.5 (310)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (310)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
  <table border="1" data-bbox="252 1814 603 1982"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6ϕ12.5 (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (354)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	  <table border="1" data-bbox="641 1657 992 1825"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 4ϕ12.5 (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 4 ϕ 12.5 (354)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	  <table border="1" data-bbox="1053 1680 1404 1848"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6ϕ12.5 (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: ϕ6.3</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (354)			Estribos: ϕ 6.3			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	LAJE-04
Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (354)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 4 ϕ 12.5 (354)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 6 ϕ 12.5 (354)																																							
Estribos: ϕ 6.3																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
			LAJE-03																																				

Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 7 - quadro de pilar hall de acesso laje 1 a 2 e 2 a 3 - Concreto armado

P101=P105=P106=P110	P102=P107	P103=P104=P108=P109	LAJE-03																																				
 <p>$\phi 12.5$</p> <p>50</p> <p>20</p> <p>46</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>1$\phi 6.3(30)$</p> <p>1$\phi 6.3(134)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>$\phi 12.5$</p> <p>15</p> <p>30</p> <p>11</p> <p>26</p> <p>11</p> <p>1$\phi 6.3(84)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 4$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 4 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>$\phi 12.5$</p> <p>20</p> <p>50</p> <p>16</p> <p>46</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>1$\phi 6.3(134)$</p> <p>1$\phi 6.3(30)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	LAJE-03
Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 4 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
 <p>$\phi 12.5$</p> <p>50</p> <p>20</p> <p>46</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>1$\phi 6.3(30)$</p> <p>1$\phi 6.3(134)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>$\phi 12.5$</p> <p>15</p> <p>30</p> <p>11</p> <p>26</p> <p>11</p> <p>1$\phi 6.3(84)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 4$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 4 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	 <p>$\phi 12.5$</p> <p>20</p> <p>50</p> <p>16</p> <p>46</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>16</p> <p>1$\phi 6.3(134)$</p> <p>1$\phi 6.3(30)$</p> <table border="1"> <tr><td colspan="3">Arm. Long.: 6$\phi 12.5$ (354)</td></tr> <tr><td colspan="3">Estribos: $\phi 6.3$</td></tr> <tr><th>Intervalo (cm)</th><th>N^o</th><th>Espaçamento (cm)</th></tr> <tr><td>0 a 310</td><td>21</td><td>15</td></tr> </table>	Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)			Estribos: $\phi 6.3$			Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)	0 a 310	21	15	LAJE-02
Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 4 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
Arm. Long.: 6 $\phi 12.5$ (354)																																							
Estribos: $\phi 6.3$																																							
Intervalo (cm)	N ^o	Espaçamento (cm)																																					
0 a 310	21	15																																					
			LAJE-01																																				

Anexo 8 - quadro de pilar laje 4 a 5 - Concreto armado

	P1	P2	P4	P3	P6	P7	P8																																										
LA.E-05	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>	<p>LA.E-05</p>																																										
	<p>LA.E-04</p> <table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 10#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 15</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 10#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 15	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 8#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 15</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 15	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 14#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 15</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 14#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 15	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 8#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 12</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 12	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 14#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 15</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 14#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 15	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 8#12.5 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 15</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 15	<table border="1"> <tr> <td>Arm. Long.: 8#10 (340)</td> <td>Estribos: ø5</td> </tr> <tr> <td>Intervalo N° Espacamento (cm)</td> <td>N° Espacamento (cm)</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23 12</td> </tr> </table>	Arm. Long.: 8#10 (340)	Estribos: ø5	Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)	0 a 340	23 12
Arm. Long.: 10#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 15																																																
Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 15																																																
Arm. Long.: 14#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 15																																																
Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 12																																																
Arm. Long.: 14#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 15																																																
Arm. Long.: 8#12.5 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 15																																																
Arm. Long.: 8#10 (340)	Estribos: ø5																																																
Intervalo N° Espacamento (cm)	N° Espacamento (cm)																																																
0 a 340	23 12																																																

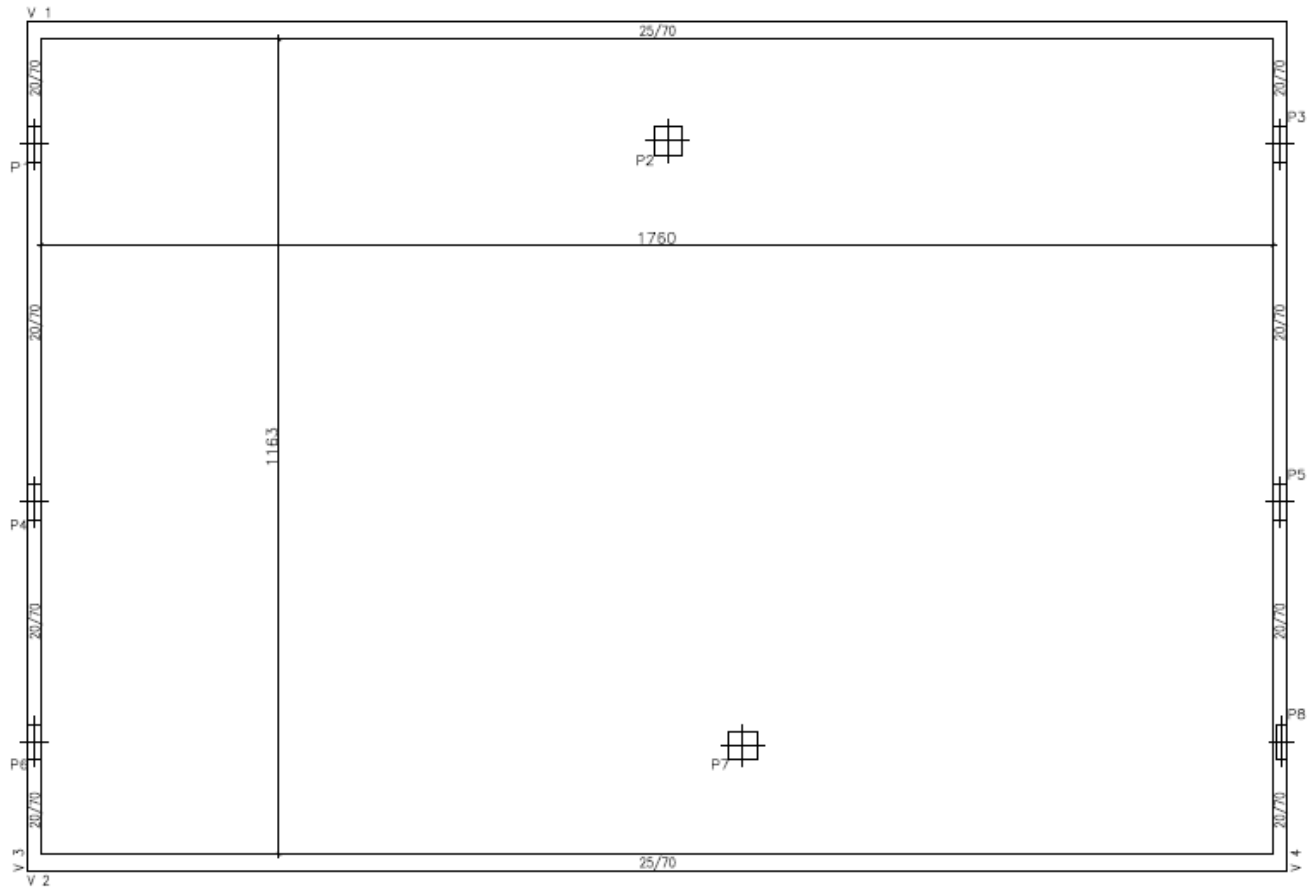
Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 9 - quadro de pilar laje 3 a 4 - Concreto armado

	P1	P2	P4	P5=P3	P6	P7	P8																																																																
	<p>Arm. Long.: 10ø12,5 (379)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>28</td> <td>12</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	15	0 a 340	28	12	<p>Arm. Long.: 8ø12,5 (379)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	15	0 a 340	23	15	<p>Arm. Long.: 14ø12,5 (379)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	15	0 a 340	23	15	<p>Arm. Long.: 8ø12,5 (379)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>28</td> <td>12</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	12	0 a 340	28	12	<p>Arm. Long.: 14ø12,5 (379)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	15	0 a 340	23	15	<p>Arm. Long.: 6ø12,5 (378)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>23</td> <td>15</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	23	15	0 a 340	23	15	<p>Arm. Long.: 8ø10 (371)</p> <p>Estribos: ø5</p> <table border="1"> <tr> <th>Intervalo (cm)</th> <th>Nº</th> <th>Espacamento</th> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>28</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>0 a 340</td> <td>28</td> <td>12</td> </tr> </table>	Intervalo (cm)	Nº	Espacamento	0 a 340	28	12	0 a 340	28	12	
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
0 a 340	28	12																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	12																																																																					
0 a 340	28	12																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
0 a 340	23	15																																																																					
Intervalo (cm)	Nº	Espacamento																																																																					
0 a 340	28	12																																																																					
0 a 340	28	12																																																																					
								A/E-04																																																															
								A/E-03																																																															

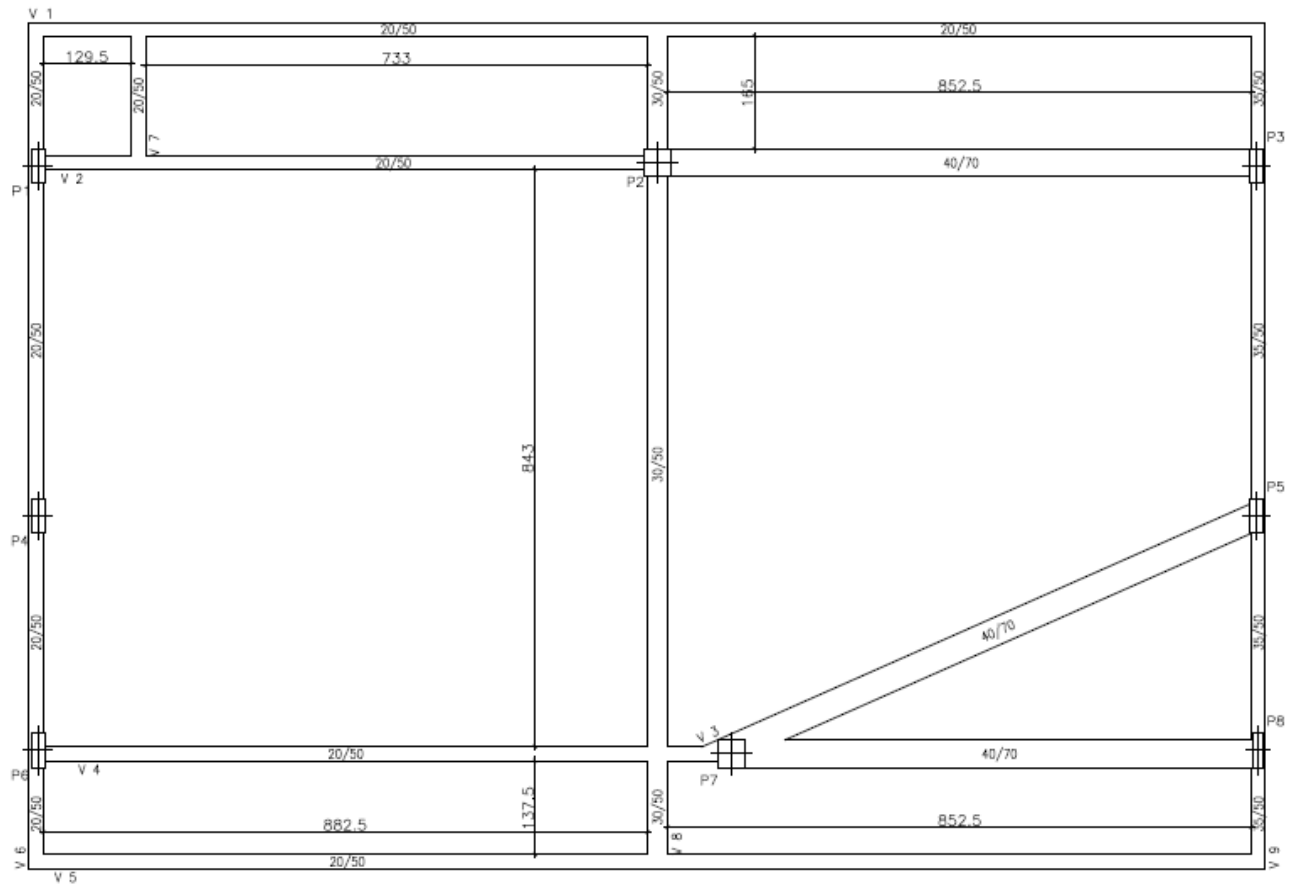
Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 10 - planta de forma laje 1 a 5 - Concreto armado



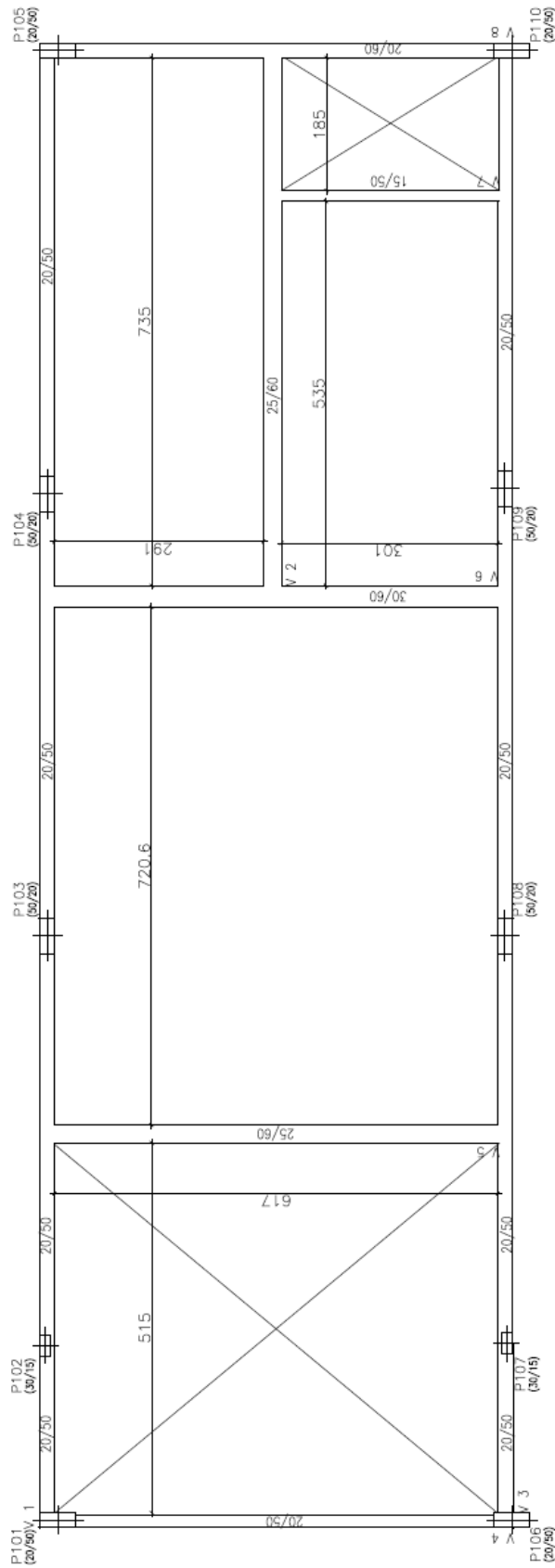
Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 11 - planta de forma cintamento - Concreto armado



Fonte: Engenheiro Calculista

Anexo 12 - planta de forma hall de acesso laje 2 a 5 - Concreto armado



Fonte: Engenheiro Calculista